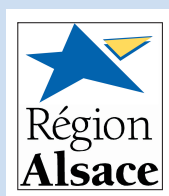


**Inventaire de la qualité des eaux souterraines
dans la vallée du Rhin supérieur
2002 / 2003
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität
im Oberrheingraben**



**RAPPORT FINAL
PROJEKTBERICHT**



**Inventaire de la qualité des eaux souterraines
dans la vallée du Rhin supérieur
2002 / 2003
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität
im Oberrheingraben**

**RAPPORT FINAL
PROJEKTBERICHT**

RÉGION ALSACE

INFORMATION

Ce document constitue le rapport final de l'inventaire transfrontalier 2002/2003 de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur. Les différents produits édités dans le cadre de cette opération sont :

- » le présent rapport final
- » une série de 7 cartes transfrontalières à l'échelle 1/350 000 et 1/200 000
- » un CD-ROM, joint en annexe, incluant séparément :
 - le rapport final,
 - 61 cartes transfrontalières
 - une brochure bilingue sur les premiers résultats transfrontaliers (Conférence de presse, Strasbourg, 7 mars 2005)
 - une brochure en langue française sur les premiers résultats pour la partie alsacienne en plaine d'Alsace et dans le Sundgau (Conférence de presse, Strasbourg, 13 juillet 2004)

HINWEIS

Dieser Bericht stellt den Abschlussbericht zur grenzüberschreitenden Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben 2002/2003 dar. Die verschiedenen im Rahmen dieses Projekts erstellten Produkte sind:

- » der vorliegende Abschlussbericht
- » 7 grenzüberschreitenden Karten im Maßstab 1:350.000 und 1:200.000
- » eine beigefügte CD-ROM, die die folgende Dokumentation beinhaltet:
 - den vorliegenden Bericht
 - 61 grenzüberschreitenden Karten
 - eine zweisprachige Broschüre über den ersten grenzüberschreitenden Ergebnissen (Pressekonferenz, Strasbourg, 7. März 2005)
 - eine französische Broschüre über den ersten Ergebnissen für den elsässischen Teil - Elsässische Rheinebene und Sundgau (Pressekonferenz, Strasbourg, 13. Juli 2004)

Publication / Herausgeber : Région Alsace - Strasbourg

Rédaction / Bearbeitung und Redaktion : Association pour la protection de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace (APRONA) avec la contribution des partenaires de l'opération / mit Beiträgen der Projektpartner

Image de couverture / Titelbild : Cordier/Région Alsace

Distribution / Bezug : Région Alsace

Direction de l'Agriculture, de la Forêt, du Tourisme et de l'Environnement (DAFTE)

1, place du Wacken - B.P. 91006 - 67070 Strasbourg Cedex

Tél : (33) 3 88 15 68 67 - lucienne.gartner@region-alsace.eu

Infographie / Grafikverarbeitung : pakouh.com

Impression / Druck : Ott Imprimeurs - Wasselonne - novembre 2008

Reproduction - même partielle - autorisée seulement avec mention de l'origine.

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe gestattet.

N° ISSN : en cours / ISSN-Nummer beantragt

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	9
Avertissement	12
2. TRAVAUX PREPARATOIRES	14
2.1 RÉSEAUX DE MESURES	14
2.1.1 Réseau d'observation en Alsace	18
2.1.2 Réseau d'observation du Bade-Wurtemberg	19
2.1.3 Réseau d'observation de Hesse	20
2.1.4 Réseau d'observation de Rhénanie-Palatinat	21
2.1.5 Réseau d'observation de Suisse	22
2.2 PROGRAMME DE MESURES, PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS ET ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES	23
2.3 VALIDATION DES DONNÉES	29
2.4 ORGANISATION ET VALORISATION DES DONNÉES	
BASE DE DONNÉES TRANSFRONTALIÈRE	31
3. RESULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES DES COUCHES SUPERFICIELLES	32
3.1 EXPLOITATION DES RÉSULTATS : GÉNÉRALITÉS	32
3.1.1 Période de prélèvements d'échantillons d'eau / Données prises en compte	33
3.1.2 Présentation des résultats	34
3.1.3 Limites de qualité prises en compte	35
3.1.4 Classes de répartition des concentrations	36
3.2 PARAMÈTRES CLASSIQUES	38
3.2.1 Généralités	38
3.2.2 Température	39
3.2.3 Conductivité à 20°C	41

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	9
Wichtige Hinweise	12
2. VORBEREITUNGEN	14
2.1 MESSNETZE	14
2.1.1 Das Grundwasser-überwachungsnetz im Elsass	18
2.1.2 Das Grundwasser-überwachungsnetz in Baden-Württemberg	19
2.1.3 Das Grundwasser-überwachungsnetz in Hessen	20
2.1.4 Das Grundwasser-überwachungsnetz in Rheinland-Pfalz	21
2.1.5 Das Grundwasser-überwachungsnetz in der Schweiz	22
2.2 MESSPROGRAMME, PROBENAHMEN UND CHEMISCH-PHYSIKALISCHE ANALYSEN	23
2.3 FREIGABE DER DATEN	29
2.4 STRUKTURIERUNG UND AUSWERTUNG DER DATEN	
GRENZÜBERGREIFENDE DATENBANK	31
3. ERGEBNISSE DER MESSKAMPAGNE DES OBERFLÄCHENNAHEN GRUNDWASSERBEREICHES	32
3.1 ALLGEMEINE ANGABEN ZUR AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE	32
3.1.1 Beprobungszeitraum / Verwendete Daten	33
3.1.2 Darstellung der Ergebnisse	34
3.1.3 Verwendete Grenzwerte	35
3.1.4 Klassen der Konzentrationsverteilungen	36
3.2 KLASSISCHE PARAMETER	38
3.2.1 Allgemeines	38
3.2.2 Temperatur	39
3.2.3 Elektrische Leitfähigkeit (20°C)	41

3.2.4 pH (pH)	45
3.2.5 Oxygène dissous	49
3.2.6 Dureté totale	54
3.2.7 Hydrogénocarbonates (HCO_3^-) / Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	58
3.2.8 Calcium (Ca)	63
3.2.9 Magnésium (Mg)	72
3.2.10 Sodium (Na)	76
3.2.11 Potassium (K)	81
3.2.12 Nitrates (NO_3^-)	86
3.2.13 Ammonium (NH_4^+)	102
3.2.14 Nitrites (NO_2^-)	107
3.2.15 Chlorures (Cl)	110
3.2.16 Sulfates (SO_4^{2-})	121
3.2.17 Orthophosphates (PO_4^{3-})	131
3.2.18 Bore (B)	136
3.2.19 Baryum (Ba)	141
3.2.20 Fer (Fe)	149
3.2.21 Manganèse (Mn)	153
3.2.22 Phosphore total (P)	157
3.2.23 Carbone Organique Dissous (COD)	161

3.2.4 pH-Wert (pH)	45
3.2.5 Gelöster Sauerstoff	49
3.2.6 Gesamthärte	54
3.2.7 Hydrogencarbonat (HCO_3^-) / Säurekapazität	58
3.2.8 Calcium (Ca)	63
3.2.9 Magnesium (Mg)	72
3.2.10 Natrium (Na)	76
3.2.11 Kalium (K)	81
3.2.12 Nitrat (NO_3^-)	86
3.2.13 Ammonium (NH_4^+)	102
3.2.14 Nitrit (NO_2^-)	107
3.2.15 Chlorid (Cl)	110
3.2.16 Sulfat (SO_4^{2-})	121
3.2.17 Orthophosphat (PO_4^{3-})	131
3.2.18 Bor (B)	136
3.2.19 Barium (Ba)	141
3.2.20 Eisen (Fe)	149
3.2.21 Mangan (Mn)	153
3.2.22 Gesamtphosphor (P)	157
3.2.23 Gelöster Organischer Kohlenstoff (DOC)	161

3.3 PRODUITS

PHYTOSANITAIRES	167
3.3.1 Typologie des produits phytosanitaires	167
3.3.2 Méthodes d'analyses et exploitation des données	168
3.3.3 Méthodologie d'exploitation et résultats globaux	171
3.3.4 Problématique générale de l'atrazine	175
3.3.4.1 Présence de l'atrazine et de ses métabolites	177
3.3.4.2 Concentrations en atrazine et ses métabolites	182
3.3.4.3 Dégradation de l'atrazine	190
3.3.4.4 Somme des concentrations en atrazine et ses métabolites	195
3.3.5 Autres triazines	198
3.3.5.1 Cyanazine	198
3.3.5.2 Simazine et terbuthylazine	199
3.3.6 Urées substituées	205
3.3.6.1 Généralités	205
3.3.6.2 Diuron	205
3.3.6.3 Chlortoluron et isoproturon	210
3.3.6.4 Linuron	211
3.3.7 Composés organo-chlorés	213
3.3.7.1 Généralités	213
3.3.7.2 Principaux résultats (hors lindane)	214
3.3.7.3 Lindane	214

3.3 PFLANZENBEHANDLUNGS- UND SCHÄDLINGS- BEKÄMPFUNGSMITTEL (PBSM)

3.3.1 PBSM Typologie	167
3.3.2 Analysenmethoden und Datenauswertung	168
3.3.3 Methodische Grundlagen der Auswertung und allgemeine Ergebnisse	171
3.3.4 Allgemeine Atrazinproblematik	175
3.3.4.1 Atrazin und Atrazin-Abbauprodukte im Grundwasser	177
3.3.4.2 Konzentrationswerte von Atrazin und Atrazin-Abbauprodukten	182
3.3.4.3 Abbau von Atrazin	190
3.3.4.4 Summe der Werte für Atrazin und seine Abbauprodukte	195
3.3.5 Weitere Triazine	198
3.3.5.1 Cyanazin	198
3.3.5.2 Simazin und Terbuthylazin	199
3.3.6 Phenylharnstoffe	205
3.3.6.1 Allgemeines	205
3.3.6.2 Diuron	205
3.3.6.3 Chlortoluron und Isoproturon	210
3.3.6.4 Linuron	211
3.3.7 Organochlorierte Substanzen	213
3.3.7.1 Allgemeines	213
3.3.7.2 Wichtigste Ergebnisse (ausgenommen Lindan)	214
3.3.7.3 Lindan	214

3.3.8 Composés organo-phosphorés.....	217	3.3.8 Organische Phosphor-Verbindungen	217
3.3.9 Autres composés.....	219	3.3.9 Weitere Substanzen	219
3.3.9.1 Généralités	219	3.3.9.1 Allgemeines	219
3.3.9.2 Produits phytosanitaires analysés en transfrontalier	221	3.3.9.2 Grenzübergreifend untersuchte PBSM	221
3.3.9.3 Produits phytosanitaires analysés en 2003 uniquement en Alsace	234	3.3.9.3 PBSM-Produkte, die im Jahr 2003 aus- schließlich im Elsass analysiert wurden.....	234
3.4 COMPOSÉS ORGANO-HALOGÉNÉS VOLATILS (OHV).....	238	3.4 LEICHTFLÜCHTIGE HALOGEN (LHKW)	238
3.4.1 Généralités.....	238	3.4.1 Allgemeines.....	238
3.4.2 Trichloroéthylène, tétrachloroéthylène et la somme des concentrations	240	3.4.2 Trichlorethen, Tetrachlorethen und deren Summe	240
3.4.3 Chloroforme	248	3.4.3 Trichlormethan (Chloroform).....	248
3.4.4 1,1,1-Trichloroéthane	253	3.4.4 1,1,1-Trichlorethan	253
3.5 ELÉMENT TRACE : ARSENIC.....	255	3.5 SPURENELEMENT: ARSEN	255
3.6 AUTRES MOLÉCULES ANALYSÉES	259	3.6 ANDERE UNTERSUCHTE STOFFE	259
3.6.1 Généralités.....	259	3.6.1 Allgemeines.....	259
3.6.2 EDTA/NTA	259	3.6.2 EDTA/NTA	259
3.6.3 Autres molécules	260	3.6.3 Weitere Verbindungen	260
3.7 QUALITÉ DE LA RESSOURCE AU REGARD DES CRITÈRES COMMUNS DE POTABILITÉ.....	263	3.7 GRUNDWASSERQUALITÄT BEZÜGLICH GEMEINSAMER KRITERIEN FÜR TRINKWASSER.....	263
4. RESULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES DES COUCHES PROFONDES	268	4. ERGEBNISSE DER MESSKAMPAGNE DES TIEFEN GRUNDWASSERBEREICHS	268
4.1 PRÉAMBULE	268	4.1 VORBEMERKUNG	268
4.1.1 Campagne de mesures 2001-2003 : les objectifs.....	268	4.1.1 Beprobungskampagne 2001-2003: Zielsetzungen	268
4.1.2 Le réseau de mesures transfrontalier 2001-2003	269	4.1.2 Grenzübergreifendes Messnetz 2001-2003	269
4.2 SECTEUR AU NORD DE LA LIGNE WISSEMBOURG / KARLSRUHE	275	4.2 UNTERSUCHUNGSGEBIET NÖRDLICH VON EINER LINIE WISSEMBOURG / KARLSRUHE	275
4.2.1 Description du secteur	275	4.2.1 Gebietsbeschreibung	275
4.2.1.1 Géologie	275	4.2.1.1 Geologie	275
4.2.1.2 Hydrogéologie	277	4.2.1.2 Hydrogeologie	277
4.2.2 Limites de l'Inventaire 2003	282	4.2.2 Untersuchungsumfang der Bestandsaufnahme 2003.....	282
4.2.3 Résultats dans la zone nord du Pays de Bade	284	4.2.3 Ergebnisse im nördlichen Baden-Württemberg	284

4.2.3.1 Localisation et profondeur des prélèvements	284	4.2.3.1 Beschreibung der Lage der Messstellen und der Proben-nahme-tiefe.....	284
4.2.3.2 Résultats des analyses hydrochimiques	286	4.2.3.2 Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen	286
4.2.4 Résultats en Rhénanie		4.2.4 Ergebnisse in Rheinland-	
Palatinat - Vorderpfalz	291	Pfalz – Vorderpfalz	291
4.2.4.1 Localisation des piézomètres	291	4.2.4.1 Beschreibung der Lage der Messstellen	291
4.2.4.2 Résultats des analyses hydrochimiques	292	4.2.4.2 Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen	292
4.2.5 Résultats dans la zone sud de Hesse	294	4.2.5 Ergebnisse im südlichen Hessen.....	294
4.2.5.1 Localisation des piézomètres	294	4.2.5.1 Beschreibung der Lage der Messstellen	294
4.2.5.2 Caractéristiques hydrogéochimiques des eaux souterraines de la Hesse.....	294	4.2.5.2 Geohydrochemische Typisierung der hessischen Grundwässer	294
4.2.6 Synthèse des résultats	302	4.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	302
4.3 SECTEUR SITUÉ AU SUD DE LA LIGNE WISSEMBOURG / KARLSRUHE	304	4.3 UNTERSUCHUNGSGEBIET SÜDLICH DER LINIE WISSEMBOURG / KARLSRUHE	304
4.3.1 Description du secteur	304	4.3.1 Gebietsbeschreibung	304
4.3.1.1 Géologie	304	4.3.1.1 Geologie	304
4.3.1.2 Hydrogéologie	305	4.3.1.2 Hydrogeologie	305
4.3.2 Réseaux de mesures 1997/1998 et 2001/2003	306	4.3.2 Grundwassermessnetze 1997/1998 und 2001/2003	306
4.3.2.1 Evolution du réseau de mesures	307	4.3.2.1 Veränderungen am Messnetz	307
4.3.2.2 Profondeurs d'échantillonnage	307	4.3.2.2 Tiefe der Beprobungen	307
4.3.2.3 Paramètres physico-chimiques retenus	310	4.3.2.3 Chemisch-physikalische Parameter	310
4.3.3 Rappel des principaux résultats du diagnostic 1997/1998	312	4.3.3 Rückblick auf die wichtigsten Ergebnisse der Bestandsaufnahme 1997/1998	312
4.3.4 Pollution par les nitrates : constat 2003	313	4.3.4 Nitratbelastung: Sachstand 2003.....	313
4.3.4.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »	313	4.3.4.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl	313
4.3.4.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »	314	4.3.4.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass.....	314
4.3.4.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »	314	4.3.4.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg - Ortenau.....	314
4.3.5 Pollution par les chlorures : constat 2003	316	4.3.5 Chloridbelastung: Sachstand 2003	316
4.3.5.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »	316	4.3.5.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl	316
4.3.5.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »	317	4.3.5.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass.....	317
4.3.5.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »	318	4.3.5.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg – Ortenau.....	318
4.3.6 Pollution par les triazines : constat 2003	320	4.3.6 Triazinbelastung: Sachstand 2003	320
4.3.6.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »	320	4.3.6.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl	320
4.3.6.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »	320	4.3.6.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass.....	320
4.3.6.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »	321	4.3.6.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg – Ortenau.....	321

4.3.7 Pollution par les organo-halogénés volatils (OHV) : constat 2003.....	323	4.3.7 Belastung durch leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW): Sachstand 2003.....	323
4.3.7.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl ».....	323	4.3.7.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl.....	323
4.3.7.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace ».....	324	4.3.7.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass.....	324
4.3.7.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau ».....	324	4.3.7.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg - Ortenau.....	324
4.3.8 Bilan et synthèse du diagnostic 2003.....	327	4.3.8 Bilanz und Zusammenfassung der Analyse 2003.....	327
5. ETUDES COMPLEMENTAIRES	330	5. ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNGEN	330
5.1 CAMPAGNE DE MESURES DE LA RADIOACTIVITÉ DES EAUX SOUTERRAINES EN RÉGION ALSACE.....	330	5.1 MESSKAMPAGNE DER RADIOAKTIVITÄT DES GRUNDWASSERS IM ELSASS.....	330
5.2 ETUDE ISOTOPIQUE (N,B) SUR L'ORIGINE DES NITRATES.....	333	5.2 ISOTOPISCHE STUDIE (N,B) ÜBER DIE NITRATHERKUNFT.....	333
6. CONCLUSION GENERALE	337	6. ALLGEMEINE ERGEBNISSE	337
BIBLIOGRAPHIE	345	LITERATURVERZEICHNIS	345
ANNEXES	347	ANHANG	347
A.1 TABLEAUX RÉCAPITULATIFS DES RÉSULTATS.....	347	A.1 TABELLARISCHE ÜBERSICHTEN DER ERGEBNISSE.....	347
A.2 LIMITES DE QUANTIFICATION.....	362	A.2 BESTIMMUNGSGRENZEN.....	362
A.3 PRISE EN COMPTE DES VALEURS STATISTIQUES.....	368	A.3 VERWENDUNG DER STATISTISCHEN WERTE.....	368
A.4 LIMITES DE QUALITÉ.....	370	A.4 GRENZWERTE.....	370
A.5 SOMMES DE CONCENTRATIONS.....	374	A.5 SUMMENKONZENTRATIONEN.....	374
CONTENU DU CD-ROM	376	INHALT DES CD-ROMs	376

1. PRÉAMBULE

La qualité des eaux de la nappe rhénane fait l'objet d'un suivi régulier, de part et d'autre du Rhin, depuis de nombreuses années.

Un premier diagnostic transfrontalier a été établi en 1996/1997, sur une zone de nappe s'étendant de Bâle à Karlsruhe. Les travaux ont été menés sous l'égide de la Région Alsace, en partenariat avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, pour la partie française, le Pays de Bade, les Cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne.

Le présent inventaire transfrontalier 2002/2003 a été réalisé sur une zone d'étude beaucoup plus grande qu'en 1996/1997. Concernant tout le secteur du Rhin supérieur, de Bâle à Mayence, il associe pour la première fois les Länder allemands de Rhénanie-Palatinat et de Hesse qui ont mis leurs données à la disposition du projet (cf. carte des « Régions géographiques »).

Les échantillonnages ont été réalisés spécifiquement en août et septembre 2003 pour la partie alsacienne, selon les mêmes protocoles que dans l'inventaire précédent. Ils ont été effectués lors de campagnes d'analyses de routine, en 2002 et 2003, pour les autres parties. Seules les données relatives aux solvants chlorés (OHV) pour le Pays de Bade résultent de mesures effectuées essentiellement en 2001. Les prélèvements ont été effectués sur un réseau de 1 728 points de mesures (soit 734 points pour l'Alsace, 539 pour le Pays de Bade, 209 pour la Rhénanie-Palatinat, 168 pour la Hesse, 35 pour Bâle-Ville et 43 pour Bâle-Campagne).

Les réseaux de mesures utilisés sont assez différents d'un pays à l'autre. Les prélèvements ont été effectués dans des piézomètres de contrôle de la qualité des eaux souterraines, mais aussi dans d'autres points d'accès à la nappe tels que des puits d'irrigation ou des captages d'eau potable.

Les données brutes, qui ont fait l'objet de contrôles et de tests de validation, ont été intégrées dans une base de données transfrontalière, gérée par l'Association pour la Protection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace (APRONA). Leur exploitation et la conception des cartes de qualité transfrontalières sont assurées également par l'association en concertation avec les partenaires du projet.

1. EINLEITUNG

Die Grundwasserqualität im Oberrheingraben wird beidseitig des Rheins seit vielen Jahren regelmäßig überwacht.

Die erste grenzüberschreitende Erhebung wurde 1996/1997 in einem Gebiet von Basel bis Karlsruhe durchgeführt. Die Arbeiten wurden unter der Leitung der Region Elsass in Zusammenarbeit mit dem „Ministerium für Umwelt und nachhaltige Entwicklung“ auf französischer Seite, dem Land Baden-Württemberg und der Kantone Basel-Stadt und Basel-Land durchgeführt.

Die jüngste grenzübergreifende Bestandsaufnahme 2002/2003 wurde in einem sehr viel größeren Gebiet verwirklicht als 1996/1997. Sie schließt das gesamte Gebiet der Lockergesteine des Oberrheingrabens von Basel bis Mainz ein und berücksichtigt das erste Mal auch die zur Verfügung gestellten Daten der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen (siehe Karte „naturräumliche Einheiten“).

Die Probenahme wurden für die elsässische Seite im August und September 2003 durchgeführt, nach dem gleichen Verfahren wie in der vorherigen Bestandsaufnahme. In den anderen Regionen wurden sie im Rahmen der regelmäßigen Messkampagnen 2002 und 2003 durchgeführt. Nur die CKW-Messwerte aus dem badischen Teil des Oberrheingrabens stammen vor allem aus Messungen des Jahres 2001. Die Proben wurden an 1.728 Messstellen entnommen (734 Messstellen im Elsass, 539 in Baden-Württemberg, 209 in Rheinland-Pfalz, 168 in Hessen, 35 in Basel-Stadt und 43 in Basel-Land).

Die Messnetzkonzeption in den einzelnen Gebieten unterscheidet sich zum Teil deutlich. Neben eigens zur Überwachung des Grundwassers eingerichteten Beobachtungsrohren wurden auch Beregnungsbrunnen und andere Entnahmestellen für die Untersuchungen herangezogen.

Die unbearbeiteten Daten wurden kontrolliert und validiert und in eine grenzüberschreitende Datenbank eingespeist, die von der „Organisation zum Schutz des Grundwassers im Elsass“ (APRONA) verwaltet wird. Die Auswertung sowie die Konzeption der Karten zur grenzüberschreitenden Grundwasserqualität wurden zwischen den Projektbeteiligten abgestimmt und ebenfalls von der APRONA vorgenommen.

Ces travaux sont destinés à évaluer la qualité générale des eaux souterraines dans tout le secteur d'étude. Ils ne prétendent pas pouvoir représenter tous les détails locaux de la qualité des eaux souterraines. Les études locales nécessitent en effet l'utilisation de réseaux et d'analyses définis en fonction de la problématique particulière de chaque secteur.

Tout comme en 1997, les investigations portent non seulement sur la partie superficielle de la nappe, mais également sur les couches plus profondes, à plus de 50 m de profondeur.

Au total, c'est un volume de près de 95 000 données qui est traité pour établir un nouveau diagnostic transfrontalier de la qualité de la nappe du Rhin supérieur. La problématique des produits phytosanitaires a été largement prise en compte. L'ensemble des données, portant sur 53 paramètres communs, fera l'objet de cartes de qualité transfrontalières et de rapports bilingues.

La mise en œuvre de cet inventaire s'inscrit en cohérence avec les travaux de la directive cadre sur l'eau qui demandait un état des lieux initial en 2004.

Die Auswertung soll einen Überblick über die allgemeine Grundwasserbeschaffenheit im gesamten Untersuchungsgebiet geben. Sie erhebt nicht den Anspruch alle kleinräumigen Besonderheiten der Grundwasserbeschaffenheit abzubilden. Für kleinräumige Betrachtungen bedarf es zusätzlicher Untersuchungen, welche bei der Messnetzkonzeption und der Datenauswertung die spezifischen Randbedingungen stärker berücksichtigen.

Wie im Jahre 1997 beschränken sich die Untersuchungen nicht nur auf das oberflächennahe Grundwasser, sondern auch auf den tieferen Bereich in über 50 m Tiefe.

Insgesamt wurden nahezu 95.000 Daten bearbeitet, um eine neue grenzübergreifende Beurteilung der Grundwasserqualität im Oberrheingraben vornehmen zu können. Die Fragestellung der Pflanzenschutzmittel wurde umfassend behandelt. Alle 53 gemeinsam gemessenen Parameter werden in grenzüberschreitenden Karten zur Grundwasserqualität und in zweisprachigen Berichten dargestellt.

Diese Untersuchung ist zudem konsistent mit den Arbeiten der europäischen Wasserrahmenrichtlinie, die eine erste Bestandsaufnahme der Grundwasserkörper im Jahr 2004 erforderte.

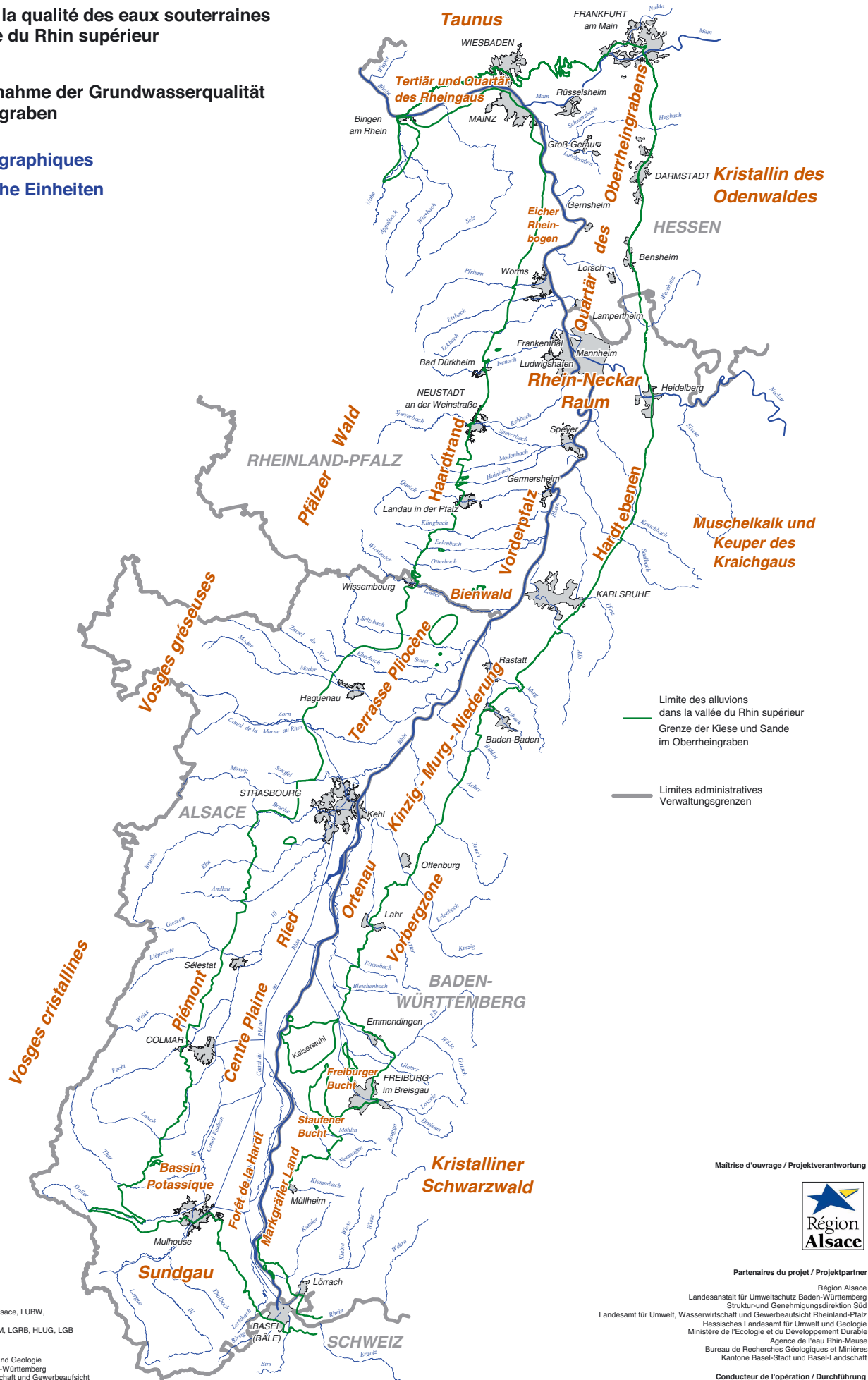
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

2002 - 2003

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität
im Oberrheingraben

Régions Géographiques

Naturräumliche Einheiten



AVERTISSEMENT

Le présent inventaire transfrontalier 2002/2003 de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur s'inscrit dans la continuité de l'inventaire précédemment réalisé pour la période 1996/1997. Il s'en différencie cependant sur 4 points importants :

- La participation des Länder de Rhénanie-Palatinat et de Hesse a permis d'étendre considérablement la zone d'étude et de couvrir l'ensemble du Fossé rhénan supérieur jusqu'à sa limite nord, à hauteur de Mayence. Cela signifie que l'information issue de ces travaux est encore beaucoup plus abondante et plus riche que précédemment, mais que les données statistiques présentées ne sont pas directement comparables à celles de 1996/1997.
- L'aquifère quaternaire de la zone d'étude de l'inventaire 1996/1997, situé au sud d'une ligne Wissembourg - Rastatt, ne présentait pas de caractère multicouche en raison de l'absence d'intercalaires argileux continus. Au nord de cette ligne, l'aquifère rhénan a par contre un caractère multicouche marqué et comporte plusieurs niveaux aquifères continus et plus ou moins indépendants (fig. 1.1).

L'interprétation des résultats des campagnes d'analyses des prélèvements dans les aquifères profonds aurait nécessité une connaissance détaillée des comportements hydrogéologiques et hydrauliques locaux. Ceci n'était pas réalisable dans le cadre du présent projet. Aussi ce rapport se limite-t-il, comme dans le précédent inventaire, à l'examen des situations locales rencontrées dans la partie sud du fossé. La question de l'état et de l'évolution de la qualité des aquifères profonds reste cependant d'actualité, notamment du point de vue du développement durable, mais elle devra faire l'objet d'études spécifiques.

- Les Länder de Rhénanie-Palatinat et de Hesse ont apporté un appui à la rédaction du rapport et ont mis à disposition des données acquises au cours de programmes d'analyses de routine sur leurs réseaux de mesures de la qualité des eaux souterraines. La conception des réseaux d'observation et la densité des points de mesures étant considérablement différentes d'un Land à l'autre (voir chap. 2.1 « Réseaux de mesures »), il en résulte que les données statistiques ne sont pas exactement comparables.

WICHTIGE HINWEISE

Die vorliegende grenzüberschreitende Bestandsaufnahme 2002/2003 der Qualität des Grundwassers im Oberrhein-Graben ist eine Fortsetzung der Bestandsaufnahme 1996/1997. Sie unterscheidet sich aber von dieser in vier wesentlichen Punkten:

- Es ist bei der neuen Bestandsaufnahme gelungen, die Länder Rheinland-Pfalz und Hessen zur Mitarbeit zu gewinnen. Damit wurde es möglich, den gesamten Oberrhein-Graben bis zu seiner nördlichen Grenze bei Mainz zu erfassen. Die Untersuchungskulisse wurde also erheblich erweitert, und deswegen sind die statistischen Kennzahlen für das Gesamtgebiet aber nicht unmittelbar vergleichbar mit denen der Bestandsaufnahme 1996/1997.
- Während der oberste Grundwasserleiter im Gebiet der Bestandsaufnahme 1996/1997, d. h. südlich der Linie Wissembourg - Rastatt keine ausgeprägte und durchgehende Stockwerksgliederung aufweist, ist der Quartär-aquifer nördlich dieser Linie zum großen Teil in mehrere durchhaltende Stockwerke gegliedert (Abb. 1.1).

Die Interpretation der Grundwassermesswerte für die tieferen Stockwerke erfordert den Bezug auf die hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnisse und deshalb deren detaillierte Beschreibung. Das hätte den Umfang des Projektes weit überschritten. Es werden darum im vorliegenden Bericht nur die auch im Vorgängerbericht dargestellten lokalen Besonderheiten im südlichen Teil behandelt, obwohl die Fragen des Zustands und der Entwicklung der tiefen Grundwasserstockwerke insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit von besonderem Interesse sind. Die Beurteilung dieser Situation bleibt speziellen Untersuchungen vorbehalten.

- Der Beitrag der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen konnte nur in der Mitarbeit bei der Berichterstellung und der Bereitstellung von Daten bestehen, welche in diesen Ländern routinemäßig in den Landesmessnetzen gewonnen werden. Die Konzeption der Landesmessnetze und die Dichte der Messpunkte unterscheiden sich aber in wesentlichen Punkten (siehe Kap. 2.1 „Messnetze“). Aus diesem Grund sind die statistischen Kennzahlen zwischen den Partnerländern nicht direkt vergleichbar.

• Enfin, au Bade-Wurtemberg, la zone d'étude ayant été étendue jusqu'à sa frontière nord, à Mannheim, intègre de ce fait des zones relativement polluées, ce qui rend difficile la comparabilité des résultats statistiques entre les inventaires de 1996/1997 et 2002/2003 et donne lieu par exemple à des statistiques plus défavorables pour ce qui concerne les nitrates.

Il est très important de tenir compte de ces 4 points de différenciation, résultant de la seule extension de la zone d'étude, dans la lecture des résultats statistiques globaux et l'évolution des données portant sur l'état de la ressource depuis 1997.

• Ebenfalls nicht unmittelbar vergleichbar sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahmen 1996/1997 und 2002/2003 für Baden-Württemberg. Mit der Ausdehnung des Gesamtgebietes verbunden war eine Erweiterung des baden-württembergischen Projektgebietes bis zur nördlichen Landesgrenze bei Mannheim. Dadurch sind insbesondere einige höher belastete Gebiete mit erfasst worden, die zum Beispiel für Nitrat zu prozentual höheren Belastungen geführt haben.

Diese vier wesentlichen Punkte sind bei einem Vergleich der Ergebnisse beider Bestandsaufnahmen unbedingt zu beachten. Besonders die globalen statistischen Werte sind wegen der Ausdehnung des Untersuchungsgebiets nicht direkt vergleichbar mit 1997.

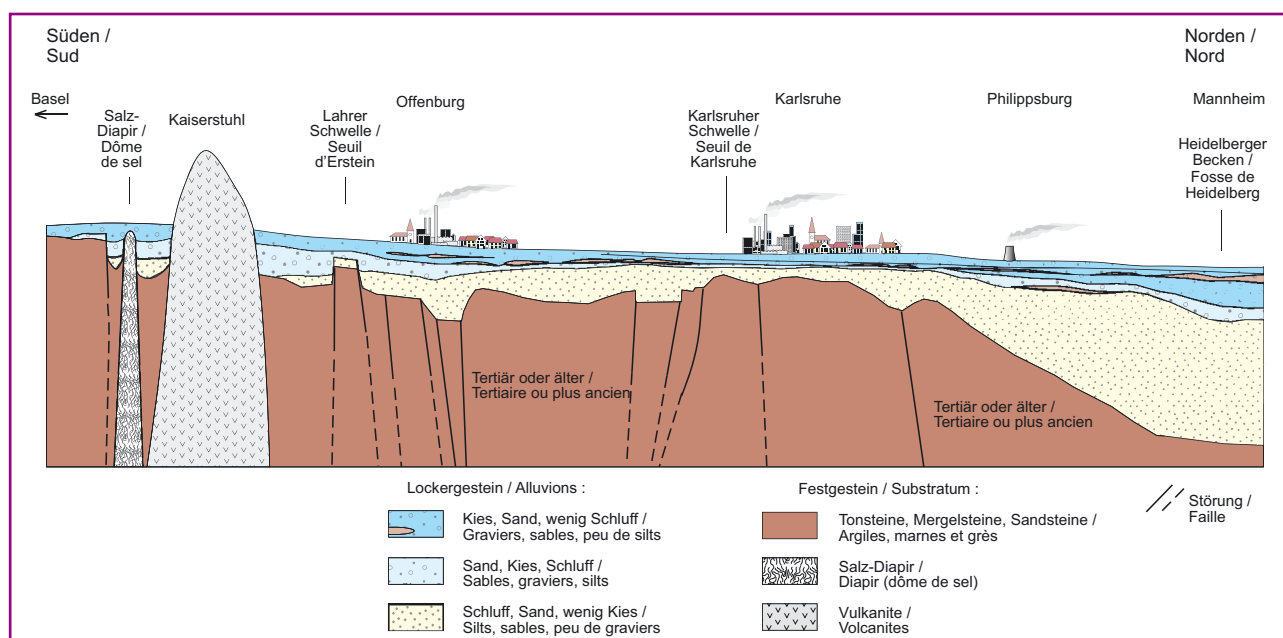


Fig. 1.1 : Coupe géologique schématique sud-nord

Abb. 1.1: Schematischer hydrogeologischer Schnitt Süd-Nord

2. TRAVAUX PRÉPARATOIRES

2.1 RÉSEAUX DE MESURES

Le nouvel inventaire transfrontalier a été réalisé sur une zone d'étude beaucoup plus grande qu'en 1996/1997. Les réseaux de mesures existants, qu'ils soient nationaux, régionaux ou locaux ont été utilisés pour définir un réseau adéquat et répondre à l'objectif du projet. Les points d'observation ont été sélectionnés par chacun des partenaires en fonction de leurs caractéristiques techniques et fonctionnelles. Il n'a pas été créé de points d'accès à la nappe spécifiquement pour cette étude.

En Alsace et au Pays de Bade, les réseaux de mesures précédemment utilisés lors de l'inventaire 1996/1997 ont été, dans la mesure du possible, maintenus et réutilisés pour ce nouveau diagnostic transfrontalier. Au nord de Karlsruhe, le réseau badois a été complété, avec une densité de points de mesures équivalente, pour couvrir toute la partie de la nappe rhénane s'écoulant au Bade-Wurtemberg.

Ces deux réseaux de mesures, suffisamment denses, permettent d'établir un bilan complet de la qualité générale des eaux des tranches superficielles de l'aquifère, entre 0 et 50 mètres de profondeur maximum. Ils intègrent, par ailleurs, un certain nombre de piézomètres profonds permettant de réaliser des investigations plus localisées, au-delà de 50 mètres.

Les Länder de Rhénanie-Palatinat et de Hesse, participant pour la première fois à la réalisation d'un inventaire transfrontalier de la qualité de la nappe du Rhin supérieur, ont pour leur part mis à disposition les résultats des analyses de routine effectuées, au cours des années 2001 à 2003, sur leurs réseaux de mesures permanents.

La délimitation de la nouvelle zone d'étude a nécessité de définir la limite des alluvions pour la partie nord de la vallée du Rhin supérieur. Celle-ci a été tracée en concertation entre les services géologiques des régions partenaires concernées. La limite de la zone nord inclut l'ensemble des formations alluvionnaires d'âge quaternaire apportées par le Rhin et ses affluents, ainsi que les terrasses de sables d'âge pliocène dans les limites du Fossé rhénan. En Hesse, ont été ainsi exclus les bassins latéraux de la vallée du Main situés au-delà de la faille de bordure.

2. VORBEREITUNGEN

2.1 MESSNETZE

Das Untersuchungsgebiet der neuen grenzübergreifenden Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität ist wesentlich größer als 1996/1997. Unter Zugrundelegung von auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene vorhandenen Messnetzen wurde ein auf die Zielsetzungen des Projekts zugeschnittenes Messnetz definiert. Die Auswahl der Messstellen erfolgte dabei durch die Partner anhand technischer sowie funktioneller Merkmale. Entnahmestellen eigens zum Zweck der vorliegenden Studie wurden nicht angelegt.

Im Elsass und in Baden wurde die Messstellenauswahl der Bestandsaufnahme 1996/1997 nach Maßgabe der Möglichkeiten beibehalten und der neuen grenzübergreifenden Erhebung wieder zugrunde gelegt. Mit den nördlich von Karlsruhe in äquivalenter Dichte einbezogenen zusätzlichen Messstellen ist der gesamte badische Teil der Rheinebene nun vollständig abgedeckt.

Die beiden genannten, in ausreichender Dichte konfigurierten Messnetze sind für eine vollständige Bestandsaufnahme der allgemeinen Qualität des Grundwassers in den oberen wasserführenden Schichten von 0 bis maximal 50 Meter Tiefe geeignet. Zudem umfassen die Netze eine Reihe von tiefreichenden Messstellen, mit denen sich auf lokaler Ebene Messungen in Tiefen von mehr als 50 Metern vornehmen lassen.

Die Länder Rheinland-Pfalz und Hessen, die zum ersten Mal an einer grenzübergreifenden Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben beteiligt sind, haben die Ergebnisse von Routinemessungen zur Verfügung gestellt, die 2001 bis 2003 in ihren Messnetzen erfolgten.

Zur Festlegung des neuen Untersuchungsgebiets waren die Ränder der Alluvionen im nördlichen Teil der Rheinebene zu bestimmen. Dies erfolgte durch die geologischen Ämter der betreffenden Partnerregionen in gegenseitiger Absprache. Der nördliche Teil des Untersuchungsgebiets umfasst sämtliche vom Rhein und seinen Zuflüssen angeschwemmte Quartärformationen sowie die innerhalb des Rheingrabens liegenden Sandterrassen aus dem Pliozän. Ausgeschlossen sind die jenseits der Bruchzone liegenden Mainseitentäler in Hessen.

Ainsi, le réseau utilisé pour l'analyse des couches superficielles de l'aquifère comprend au total et au maximum 1 728 points de mesures (734 points pour l'Alsace, 539 pour le Bade-Wurtemberg, 209 pour la Rhénanie-Palatinat, 168 pour la Hesse, 35 pour Bâle-Ville et 43 pour Bâle-Campagne).

Le réseau utilisé pour l'analyse des couches profondes de l'aquifère comprend au total 261 points de mesures (24 points pour l'Alsace, 69 pour le Bade-Wurtemberg, 52 pour la Rhénanie-Palatinat et 116 pour la Hesse).

Das Messnetz zur Ermittlung der Wasserqualität in den oberen grundwasserführenden Schichten umfasst somit insgesamt maximal 1.728 Messstellen (734 im Elsass, 539 in Baden-Württemberg, 209 in Rheinland-Pfalz, 168 in Hessen, 35 in Basel-Stadt und 43 in Basel-Landschaft).

Das Messnetz zur Ermittlung der Wasserqualität in den tieferen Grundwasserschichten umfasst insgesamt 261 Messstellen (24 im Elsass, 69 in Baden-Württemberg, 52 in Rheinland-Pfalz und 116 in Hessen).

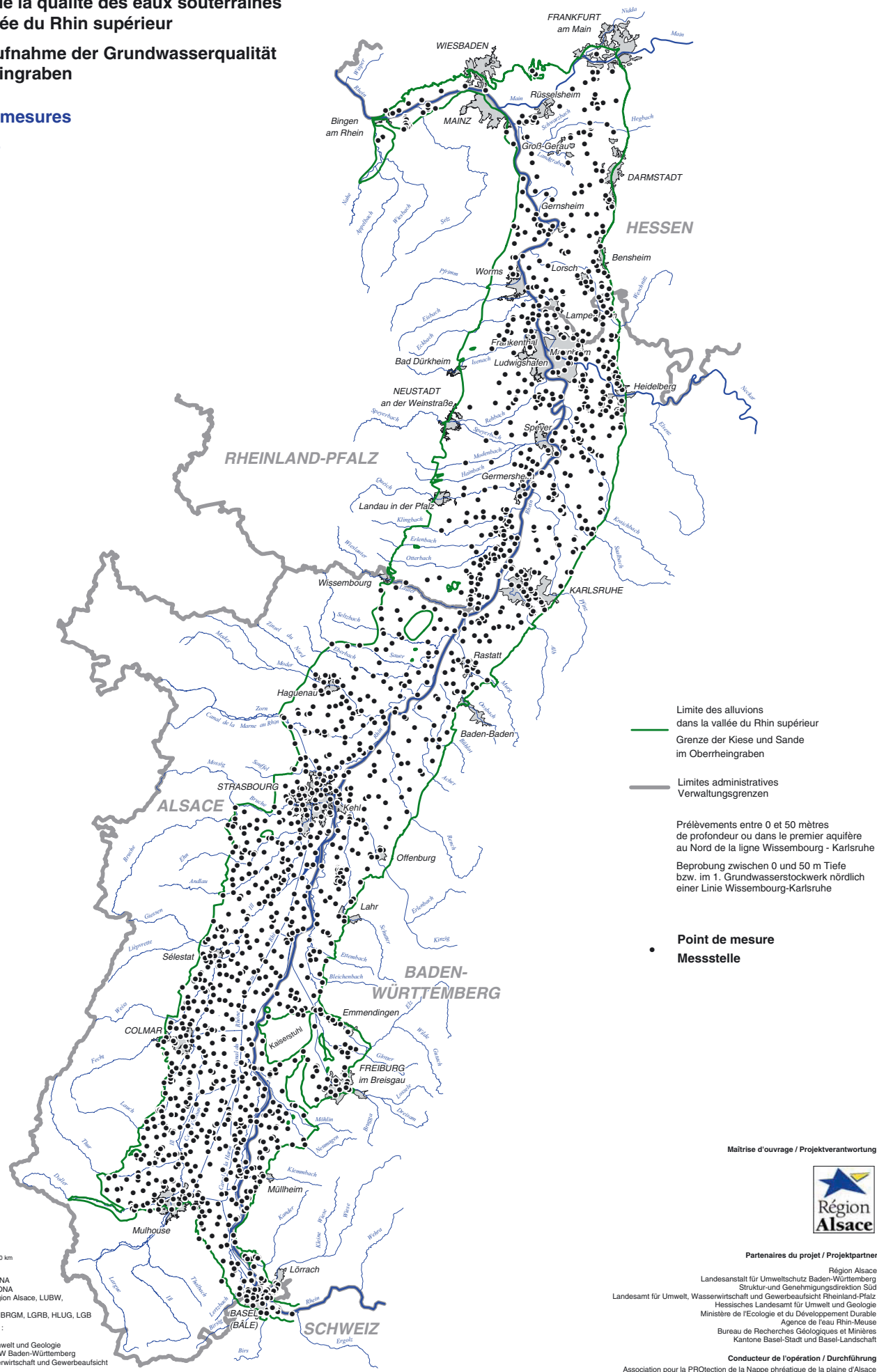
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Réseau de mesures

2002 - 2003

Messnetz



2.1.1 Réseau d'observation en Alsace

Le réseau d'observation de la qualité générale des eaux souterraines est constitué de 748 points d'accès à la nappe (points de mesures utilisés pour l'analyse des eaux des couches superficielles et/ou profondes). Certains points sont utilisés dans les deux réseaux d'observation car certains ouvrages peuvent comporter plusieurs zones crépinées, à différentes profondeurs.

Le réseau de mesures des couches superficielles de l'aquifère (734 points d'accès à la nappe)

Ces points d'observation sont répartis pour couvrir au mieux l'ensemble de la nappe ; la densité moyenne recherchée du réseau d'observation est de 1 point pour 4 km².

La répartition des profondeurs de prélèvement n'est pas homogène. Les prélèvements effectués les plus près de la surface (moins de 1 m) concernent généralement des puits d'incendie. Les prélèvements les plus profonds (jusqu'à 50 m) concernent des ouvrages utilisés pour la production d'eau potable.

Le réseau de mesures des couches profondes (24 forages profonds)

Ces points de mesures, qui ne sont ni assez nombreux ni assez régulièrement positionnés pour constituer un réseau d'observation de la qualité générale des eaux profondes sont répartis en fonction des problématiques spécifiques qui concernent les couches profondes. Les travaux transfrontaliers de 1996/1997 et notamment les études isotopiques ont permis de définir trois secteurs géographiquement distincts où sont localisés les 24 points de mesures de ce réseau.

2.1.1 Das Grundwasserüberwachungsnetz im Elsass

Das elsässische Netz zur Überwachung der allgemeinen Grundwasserqualität besteht aus 748 Entnahmestellen (Messstellen, an denen die Qualität des Grundwassers in den oberen bzw. tieferliegenden Schichten des Aquifers ermittelt wird). An einigen Messstellen werden sowohl aus den oberen als auch aus tieferen Schichten Proben entnommen, denn an bestimmten Anlagen wird in mehreren Bereichen und damit in unterschiedlichen Tiefen Wasser abgepumpt.

Messnetz der Grundwasserqualität in den oberen Schichten (734 Entnahmestellen)

Die Entnahmestellen aus den oberen Schichten des Aquifers sind optimal flächendeckend auf den gesamten Grundwasserleiter verteilt. Vorgabe für die mittlere Dichte ist 1 Messstelle auf 4 km².

Die Entnahmetiefe folgt keiner homogenen Verteilung. Oberflächennahe Entnahmen (weniger als 1 m Tiefe) erfolgen in der Regel aus Löschwasserbrunnen. Die tieferen Entnahmen (bis 50 m Tiefe) erfolgen an Anlagen zur Trinkwassergewinnung.

Messnetz der Grundwasserqualität in den tiefliegenden Schichten (24 Tiefbohrungen)

Die Entnahmestellen, die in tiefliegende Grundwasserschichten reichen, sind weder zahlenmäßig ausreichend noch gleichmäßig genug verteilt, um als Messnetz zur Überwachung der allgemeinen Qualität des Tiefengrundwassers geeignet zu sein, sondern vielmehr nach Maßgabe bestimmter Problemstellungen angelegt, die für die tieferen Grundwasserschichten spezifisch sind. Ausgehend von der grenzübergreifenden Erhebung der Grundwasserqualität aus dem Jahr 1996/1997 und insbesondere anhand der Isotopenstudien ließen sich für die Verteilung der 24 Messstellen dieses Messnetzes drei verschiedene geographische Bereiche definieren.

2.1.2 Réseau d'observation du Bade-Wurtemberg

L'organisation du réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines dans le Bade-Wurtemberg prend en compte tant l'objectif d'une couverture territoriale que les utilisations actuelles de la nappe phréatique et les zones à risque.

Réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines dans les couches superficielles (539 points de mesures de l'eau souterraine)

Les 539 points de mesures disposés dans les couches superficielles de la nappe phréatique (jusqu'à 40 m de profondeur) sont pour la plupart répartis de manière régulière, à l'exception des zones d'exploitation intensive ou des zones à risque particulier où la densité des points de mesures est plus élevée. On trouve en moyenne un point de mesure pour 5 km² env.

Réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines dans les couches profondes (87 piézomètres profonds)

Le réseau de mesure des couches profondes de l'aquifère se base essentiellement sur les études de la campagne de prélèvements 1997/1998. Au nord de la zone concernée par cette campagne, on a ajouté quelque 40 points de mesures, en partie multiples. 36 points de mesures de référence placés près de la surface viennent compléter les 87 points de mesures installés en profondeur.

2.1.2 Das Grundwasser-überwachungsnetz in Baden-Württemberg

Der Aufbau des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes in Baden-Württemberg berücksichtigt sowohl das Prinzip der Flächendeckung als auch aktuelle Nutzungen und potenzielle Belastungen des Grundwassers.

Messnetz der Grundwasserqualität in den oberen Schichten (539 Grundwassermessstellen)

Die 539 Messstellen, die die oberen Grundwasserschichten (bis zu 40 m) erschließen, sind im Projektgebiet annähernd gleichmäßig verteilt, jedoch mit einer höheren Messstellendichte in Gebieten mit intensiver Nutzung bzw. besonderer Gefährdung. Im Durchschnitt kommt eine Messstelle auf etwa 5 km².

Messnetz der Grundwasserqualität in den tieferen Schichten (87 tiefe Messstellen)

Das Messnetz der tiefen Grundwassermessstellen baut im Wesentlichen auf den Untersuchungen der Bestandsaufnahme 1997/98 auf. Nördlich des damaligen Untersuchungsgebiets kamen etwa 40 zum Teil mehrfach ausgebaute Messstellen hinzu. Zu den insgesamt 87 tiefen Messstellen gibt es 36 oberflächennahe Referenzmessstellen.

2.1.3 Réseau d'observation de Hesse

Dans la Hesse, aucun prélèvement spécifique au projet n'a été effectué dans les eaux souterraines ; pour l'essentiel, seules les données disponibles ont fait l'objet d'une analyse qui intègre en tout 266 points de mesures. Une classification des points de mesures selon les différentes couches aquifères n'a pas encore eu lieu dans la Hesse. C'est pourquoi dans ce Land c'est la profondeur du milieu de la crépine qui est prise en compte pour l'analyse des résultats. Une valeur de 50 m sous le terrain (centre de la crépine) est le critère retenu pour la classification en eaux souterraines superficielles et profondes.

184 points de mesures sont situés de par le centre du filtre au-dessus de la couche intermédiaire supérieure, 82 le sont en dessous de celle-ci.

Le réseau de mesure hessois se compose des points de mesures en eaux souterraines de l'office des eaux du Land Landesgrundwasserdienst et d'autres points de mesures dits « points de mesures des eaux brutes ». On entend par point de mesures des eaux brutes un puits ou une source dont les eaux souterraines sont utilisées pour la distribution d'eau potable. Ces points de mesures permettent de contrôler la qualité des eaux souterraines, mais aussi d'en mesurer la quantité.

Ce réseau de points de mesures d'eaux souterraines et d'eaux brutes est réparti de manière largement homogène sur toute la partie hessoise du fossé rhénan, avec toutefois une concentration dans la zone des grands ouvrages utilisés pour la production d'eau potable ainsi que dans le périmètre de la « Hessische Bergstraße ».

2.1.3 Das Grundwasserüberwachungsnetz in Hessen

Für Hessen wurden keine speziellen, auf das Projekt bezogenen Beprobungen des Grundwassers durchgeführt, sondern im Wesentlichen lediglich vorhandene Datenbestände ausgewertet. Insgesamt wurden 266 Messstellen in die Auswertung einbezogen. Die hessischen Messstellen sind noch nicht den einzelnen Grundwasserstockwerken zugeordnet. Eine tiefenorientierte Auswertung erfolgt daher für Hessen über die Tiefe der Filter (Filterrohrmitte unter Gelände) in den Brunnen. Als Kriterium für die Einteilung in flache und tiefe Grundwässer wird ein Wert von 50 m u. G. (Filterrohrmitte) angesetzt.

184 Messstellen liegen mit ihrer mittleren Verfilterung oberhalb des Oberen Zwischenhorizonts und 82 Messstellen sind unterhalb vom Oberen Zwischenhorizont verfiltert.

Das hessische Messnetz setzt sich aus Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes und aus so genannten „Rohwassermessstellen“ zusammen. Unter Rohwassermessstelle wird ein Brunnen/Quelle verstanden, deren Grundwasser zur Trinkwasserversorgung herangezogen wird. Die Grundwassermessstellen dienen zur Kontrolle der Grundwasserqualität bzw. Grundwasserquantität.

Das Grund- und Rohwassermessnetz ist über den hessischen Teil des Oberrheingrabens weitgehend homogen verteilt, wobei sich allerdings eine Konzentrierung der Messstellen im Bereich der großen Wassergewinnungsanlagen sowie im Bereich der hessischen Bergstraße ergibt.

2.1.4 Réseau d'observation de Rhénanie-Palatinat

Pour le secteur de la zone d'étude situé dans la Rhénanie-Palatinat, les données mises à disposition représentent un total de 261 points de mesures. La répartition de ces points n'est pas proportionnelle à la surface, car on trouve une plus forte densité de points dans la dépression du Rhin et dans la partie méridionale du Land. Les points de mesures sont tous équipés de tubes d'observation agréés et spécialement étudiés pour les mesures et les contrôles. Les résultats des mesures réalisées sur des ouvrages utilisés pour la production d'eau potable, les puits d'irrigation et autres captages d'eau n'ont pas été intégrés dans les données concernant ce secteur.

Réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines sur le premier niveau

En ce qui concerne les eaux souterraines proches de la surface, les données de 209 points de mesures ont été exploitées. En fonction du contexte hydrogéologique, l'aquifère proche de la surface peut atteindre localement jusqu'à 60 m de profondeur.

Réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines dans les couches profondes

Au sud du secteur d'étude situé dans la Rhénanie-Palatinat, on peut différencier jusqu'à cinq aquifères distincts du point de vue hydraulique. En fonction du contexte hydrogéologique, la seconde couche aquifère peut se rencontrer par endroits à partir d'une profondeur de 30 m. On a pu collecter en tout, pour analyses, les données de 52 piézomètres profonds.

2.1.4 Das Grundwasser-überwachungsnetz in Rheinland-Pfalz

Für den rheinland-pfälzischen Teil des Untersuchungsgebietes konnten die Daten von insgesamt 261 Grundwassermessstellen zur Verfügung gestellt werden. Die räumliche Verteilung dieser Messstellen ist nicht flächenproportional, sondern bildet Schwerpunkte in der Rheinniederung und im südlichen Landesteil. Es handelt sich dabei ausschließlich um amtliche Beobachtungsrohre, die speziell zu Mess- und Kontrollzwecken eingerichtet sind. Trinkwassergewinnungsanlagen, Beregnungsbrunnen und sonstige Entnahmestellen sind in diesem Datenkollektiv nicht enthalten.

Messnetz der Grundwasserqualität im 1. Stockwerk

Für das oberflächennahe Grundwasser konnten die Daten von 209 Messstellen herangezogen werden. Entsprechend den hydrogeologischen Verhältnissen kann der oberflächennahe Grundwasserleiter dabei lokal Mächtigkeiten bis zu 60 m annehmen.

Messnetz der Grundwasserqualität in tieferen Stockwerken

Im Süden des rheinland-pfälzischen Teils des Untersuchungsraumes können bis zu fünf hydraulisch abgegrenzte Grundwasserleiter differenziert werden. Entsprechend den hydrogeologischen Verhältnissen ist aber auch lokal bereits ab Tiefen von 30 m das 2. Grundwasserstockwerk anzutreffen. Insgesamt konnten die Daten von 52 Messstellen des tieferen Grundwassers zur Auswertung herangezogen werden.

2.1.5 Réseau d'observation de Suisse

L'observation qualitative de l'aquifère en Suisse s'effectue en règle générale dans le contexte de l'évaluation des risques, effectuée dans le cadre des contrôles de l'eau potable. Sa mise en œuvre est du ressort des laboratoires de contrôle sanitaire des denrées alimentaires. Dans le canton Bâle-Campagne, ces contrôles ont pour base la loi cantonale sur l'alimentation en eau potable qui prescrit une surveillance régulière de la qualité de l'eau potable produite et distribuée ; ces contrôles doivent être réalisés par le laboratoire officiel.

Les campagnes annuelles et le nombre d'échantillons à prélever sont fixés par les directives W1 « pour la surveillance qualité de la distribution d'eau » (récemment révisée) de la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux (SSIGE). L'intégralité des treize puits de captage du périmètre concerné font l'objet de quatre à douze (ce nombre varie en fonction des conditions locales) analyses portant sur la composition chimique de l'eau. Chacun des 32 puits de captage de l'installation d'infiltration dans les eaux souterraines de la Hardwasser AG fournit à des fins d'analyse deux échantillons par année.

Dans le canton Bâle-ville, les Services industriels de Bâle (IWB) sont en charge à la fois de la production et du contrôle de la qualité des eaux. En tant qu'autorité supérieure d'exécution et de contrôle, le laboratoire cantonal de Bâle-ville se limite à des prélèvements périodiques d'échantillons sur tout le réseau.

2.1.5 Das Grundwasser-überwachungsnetz in der Schweiz

Die Grundwasserüberwachung in qualitativer Hinsicht in der Schweiz geschieht im allgemeinen risiko-basiert im Rahmen der Trinkwasserkontrolle. Der Vollzug liegt bei den kantonalen Laboratorien der Lebensmittelkontrolle. Im Kanton Basel-Landschaft basieren diese Kontrollen auf dem Kantonalen Wasserversorgungsgesetz, das regelmäßige Qualitätskontrollen des produzierten und verteilten Trinkwassers durch das amtliche Labor vorschreibt.

Die jährliche Beprobungen und die Anzahl der Probeentnahmen wird auf die kürzlich novellierte Richtlinie W 1 „Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung“ des Schweiz. Vereins für das Gas- und Wasserfach (SVGW) ausgerichtet. Die insgesamt 13 Grundwasserbrunnen im Projektgebiet werden je nach den örtlichen Gegebenheiten 4 bis 12 Mal auf chemische Inhaltsstoffe überprüft. Aus der Grundwasser-Anreicherungsanlage der Hardwasser AG gelangen aus jedem der 32 Brunnen jährlich 2 chemische Proben zur Untersuchung.

Im Kanton Basel-Stadt sind die Industriellen Werke Basel (IWB) sowohl für die Produktion als auch für die Qualitätskontrolle zuständig. Das Kantonale Labor Basel-Stadt als oberste Vollzugs- und Kontrollbehörde entnimmt lediglich periodische Netzproben.

2.2 PROGRAMME DE MESURES, PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS ET ANALYSES PHYSICO CHIMIQUES

La multiplicité des produits polluants issus des activités industrielles, agricoles ou domestiques rend impossible, en raison du coût élevé des analyses à réaliser, leur recherche exhaustive dans les eaux souterraines. Toutefois, le grand nombre de paramètres pris en compte dans le cadre de ce diagnostic permet de rendre compte de l'état général de la qualité de la nappe rhénane.

En Alsace, la campagne de prélèvements et d'analyses a été mise en œuvre par la Région Alsace, sur la base d'une liste de paramètres spécifiquement établie pour cette opération. Dans les Länder allemands, les campagnes de prélèvements et d'analyses sont réalisées en routine par les services d'Etat, suivant des programmes spécifiques à chaque Land. Les résultats des campagnes d'analyses ainsi disponibles ont été mis à disposition du projet transfrontalier puis compilés par l'APRONA.

Alsace

La liste des paramètres pris en compte reprend en grande partie les paramètres de 1997. Elle a été complétée et actualisée, pour les produits phytosanitaires, en fonction de la nouvelle liste établie par le ministère français de l'agriculture, à partir de la méthode SIRIS de classement des substances actives. Cette méthode de classification adaptée au niveau régional prend en compte le risque de transfert vers les eaux souterraines ou superficielles, ainsi que les risques toxicologiques et éco-toxicologiques.

Par ailleurs, la nouvelle liste de l'Inventaire 2003 ainsi établie a été examinée au regard de différents critères :

- usage non agricole des produits phytosanitaires,
- nature des rejets potentiels liés aux activités industrielles ou domestiques,
- détection antérieure de la substance dans les eaux souterraines, par l'un ou l'autre des partenaires, ou cité par un organisme tel que l'Institut Français de l'Environnement (IFEN),

2.2 MESSPROGRAMME, PROBENAHMEN UND CHEMISCH- PHYSIKALISCHE ANALYSEN

Wegen der mit den erforderlichen Analysen verbundenen hohen Kosten ist es nicht möglich, das Grundwasser auf sämtliche Schadstoffe aus Industrie, Landwirtschaft und Haushalten in ihrer ganzen Vielfalt zu prüfen. Dennoch lässt sich anhand der großen Zahl der im Rahmen der vorliegenden Erhebung berücksichtigten Parameter der allgemeine Zustand der Grundwasserqualität im Rheingraben bestimmen.

Der von der Région Alsace durchgeführten Beprobungskampagne im Elsass lagen Parameter zugrunde, die speziell zum Zweck der grenzübergreifenden Erhebung vorgegeben worden waren. In den auf deutscher Seite beteiligten Bundesländern wurden die Beprobungskampagnen routinemäßig von den staatlichen Dienststellen nach länderspezifischen Programmen durchgeführt. Die dabei gewonnenen Ergebnisse wurden dem grenzübergreifenden Projekt zur Verfügung gestellt und dann von der APRONA zusammengeführt.

Elsass

Die Parameter sind hier größtenteils dieselben wie 1997. Bei den neu hinzugekommenen Parametern handelt es sich um Pflanzenschutzmittel, wobei auf das neue Verzeichnis des französischen Landwirtschaftsministeriums Bezug genommen und mithin nach der SIRIS-Klassifizierungsmethode für aktive Substanzen verfahren wurde. Im Rahmen dieser Methode werden bezogen auf die regionalen Verhältnisse das Risiko des Schadstoffeintrags in die Gewässer und das Grundwasser sowie toxikologische und ökotoxikologische Risiken mit einbezogen.

Zudem wurde die Auswahl der neuen Parameter für die Bestandsaufnahme 2003 auf nachfolgende Kriterien hin überprüft:

- nicht landwirtschaftliche Nutzung von Pflanzenschutzmitteln,
- potenzielle Abwasserarten aus Industrie und Haushalten,
- früherer Nachweis der Substanz im Grundwasser durch einen Projektpartner oder Hinweis darauf durch eine Einrichtung wie z.B. das Französische Umweltinstitut IFEN (Institut Français de l'Environnement),

- nécessité de faire une première évaluation de l'état de la nappe au regard de certaines substances non sélectionnées jusqu'à présent (baryum, certains produits phytosanitaires, etc.).

Les substances ou paramètres, analysés ou mesurés en 1997, et non retenus dans la liste des produits à rechercher, sont les suivants :

- les PCB,
- certains métaux lourds (mercure, chrome, nickel, cadmium, plomb, zinc, cuivre, aluminium),
- 5 produits phytosanitaires (formothion, éthylparathion, diazinon, flufenoxuron, néburon).

L'élimination de certaines substances de la liste 2003 s'appuie sur le résultat du diagnostic réalisé en 1997, qui n'avait pas mis en évidence de problématique particulière pour ces produits. Il ne s'avérerait pas nécessaire de renouveler ces analyses.

Un double échantillonnage a été réalisé sur près de 80 points de mesures, afin d'effectuer un contrôle de qualité des mesures effectuées. Chacun des deux échantillons, analysés par le même laboratoire, portait un numéro différent ne permettant pas de les identifier. La comparaison des résultats d'analyses des doubles échantillons a permis, à l'aide de méthodes statistiques, d'estimer l'incertitude sur les mesures, dénommée en statistique « erreur d'échantillonnage », qui cumule les incertitudes dues à la procédure de prélèvement, aux conditions de transport et de conservation, ainsi qu'à la qualité de l'analyse au laboratoire.

Les résultats de ce contrôle de qualité se sont révélés satisfaisants, même s'ils sont variables selon les laboratoires : l'incertitude moyenne sur la mesure est de l'ordre de 3 % pour les nitrates, paramètre fréquemment analysé selon des méthodes d'analyses éprouvées, et de 8 % pour l'atrazine, substance dont les concentrations mesurées sont souvent proches de la limite de quantification des méthodes d'analyses.

- Notwendigkeit der Erstbeprobung auf bestimmte Substanzen, die bisher nicht erfasst wurden (Barium, bestimmte Pflanzenschutzmittel, usw.).

Folgende Substanzen bzw. Messgrößen, die 1997 erfasst worden waren, sind nicht mehr in der Auswahl enthalten:

- Polychlorierte Biphenyle (PCB),
- Bestimmte Schwermetalle (Quecksilber, Chrom, Nickel, Cadmium, Blei, Zink, Kupfer, Aluminium),
- 5 Pflanzenschutzmittel (Formothion, Ethylparathion, Diazinon, Flufenoxuron, Neburon).

Der Wegfall einiger Substanzen im Rahmen der Kampagne 2003 erfolgte aufgrund der Ergebnisse der Kampagne aus dem Jahr 1997, die keine besonderen Problemstellungen für diese Stoffe ergab. Hier erneut Werte zu ermitteln, wurde nicht für notwendig erachtet.

An knapp 80 Messstellen erfolgte zur Kontrolle der Beprobungsqualität eine zweifache Probenahme. Dabei Proben wurden in demselben Labor analysiert, aufgrund unterschiedlicher Nummerierung war deren Herkunft für das Labor jedoch nicht erkennbar. Ausgehend von den Vergleichsergebnissen ließ sich unter Einsatz statistischer Methoden die Messunsicherheit beurteilen – der sogenannte „Stichprobenfehler“ in der Statistik –, worunter Unsicherheitsfaktoren im Zusammenhang mit dem Entnahmevergange, den Beförderungs- und Aufbewahrungsbedingungen sowie der Qualität der Analyse im Labor subsumiert sind.

Die Ergebnisse der Qualitätskontrolle waren zufriedenstellend, wenn auch je nach Labor unterschiedlich: Die mittlere Messunsicherheit beträgt 3 % bei Nitraten, einem Parameter, der häufig unter Einsatz bewährter Analysemethoden bestimmt wird, und 8 % bei Atrazin, einer Substanz, deren Konzentration bezogen auf die Analysemethoden häufig an der Messbarkeitsgrenze liegt.

Bade-Wurtemberg

Dans le Bade-Wurtemberg, tous les points de mesures du réseau du Land sont analysés chaque année à l'automne pour la détection de groupes de substances variables. Le choix des paramètres varie en fonction de l'axe des préoccupations, « Agriculture », « Industrie » ou « Qualité de l'arrière-plan géogène ».

Le programme de mesure du Land pour l'année 2003 portait sur les composés azotés et les produits phytosanitaires du groupe des composés organo-chlorés. Dans l'optique d'une unification de l'inventaire transfrontalier pour le Fossé rhénan, on a élargi ce programme aux paramètres fer, manganèse, baryum, coefficient d'absorption spectrale (CAS 254), COD et à d'autres paramètres du groupe des produits phytosanitaires azotés. En outre, les organohalogénés volatils (OHV) de la campagne de prélèvement 2001 et les paramètres géogènes de 2002 (y compris les métaux lourds) ont été pris en compte dans les analyses.

Hesse

Les paramètres des analyses de l'eau souterraine de la Hesse, englobent des paramètres physico-chimiques (par ex. oxygène, pH, conductivité électrique) ainsi que des paramètres inorganiques. Les analyses prennent également en compte les paramètres de calcul indispensables tels que la dureté totale, les hydrogénocarbonates et le titre alcalimétrique complet (TAC).

En ce qui concerne les agents phytosanitaires et leurs métabolites, le nombre de paramètres s'oriente sur celui exigé par le règlement relatif à l'analyse des eaux brutes applicable en Hesse. Les 26 substances phytosanitaires isolées et leurs métabolites qui y sont répertoriées représentent les substances phytosanitaires qui devront être analysées dans ce Land. Les métaux lourds et les organohalogénés volatils n'y font pas l'objet d'analyses systématiques.

Les prélèvements d'eau brute sont diligentés par chacun des exploitants qui réalisent les analyses en partie dans leurs propres laboratoires. En l'absence d'un laboratoire propre, les échantillons d'eau brute sont envoyés pour analyse à des laboratoires d'eau certifiés. Les prélèvements d'eau souterraine sont effectués selon la réglementation DVWK 128/1992 par le personnel de la direction hessoise de l'environnement

Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg werden alle Messstellen des Landesmessnetzes jährlich im Herbst auf wechselnde Stoffgruppen untersucht. Die Parameterauswahl wechselt entsprechend den Schwerpunktthemen „Landwirtschaft“, „Industrie“ oder „geogene Hintergrundbeschaffenheit“.

Das landesweite Messprogramm für das Jahr 2003 bestand aus den landwirtschaftstypischen Stickstoffverbindungen und Pflanzenschutzmitteln aus der Gruppe der Organo-Chlorverbindungen. Es wurde im Hinblick auf die Vereinheitlichung der grenzüberschreitenden Bestandsaufnahme im Oberrheingraben um die Parameter Eisen, Mangan, Barium, Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254), DOC und einige Parameter aus der Gruppe der stickstoffhaltigen Pflanzenschutzmittel erweitert. Ferner wurden die leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) aus dem Beprobungsjahr 2001 und geogene Parameter aus 2002 (einschließlich der Schwermetalle) für die Auswertungen mit herangezogen.

Hessen

Der Parameterumfang der Grundwasseraufschlüsse in Hessen umfasst physikalisch-chemische Parameter (z. B. Sauerstoff, pH-Wert elektrische Leitfähigkeit) sowie anorganische Parameter. Gleichfalls werden in den Analysen die erforderlichen Rechenparameter wie Gesamthärte, Hydrogenkarbonat und Karbonathärte vorgehalten.

Der Parameterumfang hinsichtlich der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe bzw. deren Metaboliten leitet sich aus dem geforderten Parameterumfang der Rohwasseruntersuchungsverordnung ab. Die darin enthaltenen 26 PSM-Einzelwirkstoffe und Metabolite umfassen die für Hessen relevanten PSM-Wirkstoffe. Untersuchungen auf Schwermetalle und leicht flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen werden nicht standardmäßig durchgeführt.

Die Rohwasserprobenahmen erfolgen durch die jeweiligen Betreiber, die teilweise die Wasseraufschlüsse in eigenen Laboren durchführen. Ist kein eigenes Wasserlabor vorhanden, werden die Rohwasserproben an zertifizierte Wasserlabore zur Analyse weitergegeben. Die Grundwasserprobenahmen erfolgen nach den DVWK-Regeln 128/1992 durch das Personal des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Die Analytik wird vom

et de la géologie Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Le procédé analytique est confié au laboratoire public Hessisches Landeslabor qui procède selon les prescriptions des normes en vigueur (par ex. DIN, DIN EN ISO). Ce laboratoire participe régulièrement à des essais interlaboratoires dans un objectif d'assurance qualité.

Rhénanie-Palatinat

Le nombre des paramètres mis à disposition par la Rhénanie-Palatinat est pour l'essentiel déterminé par la convention administrative sur l'échange de données environnementales entre l'État fédéral et les Länder «Verwaltungsvereinbarung über den Datenaustausch im Umweltbereich zwischen Bund und Ländern». Pour l'ensemble des points de mesures on a déterminé un programme de base comprenant les cations et les anions principaux ainsi que les plus importants paramètres globaux. Pour la période prise en compte (2002 – 2003), les programmes spéciaux de mesure «Sondermessprogramm I » et « Sondermessprogramm II » (portant sur les OHV respectivement les produits phytosanitaires) n'ont été réalisés que sur très peu de points de mesures, alors que le « Sondermessprogramm III » (traces de métaux/métalloïdes) a porté sur un plus grand nombre de points de mesures. La fréquence d'analyse est beaucoup plus espacée pour les OHV et les produits phytosanitaires, car ils ne comptent pas, dans ce périmètre, parmi les axes de contamination.

Le prélèvement des échantillons d'eau souterraine a lieu dans le respect des dispositions, règles et directives en vigueur (par ex. les dispositions du règlement DVWK 128/1992 de l'Association allemande pour la gestion des ressources en eau, les eaux usées et les déchets « Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall») par le personnel du Ministère de l'environnement, de la gestion des ressources en eau et de l'inspection du travail « Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG) »; il est acquis que ces prélèvements ne s'effectueront pas à la cuiller. L'évaluation des paramètres non conservables a lieu immédiatement sur site. Le transport et le stockage des échantillons sont effectués à 4°C.

Les analyses chimiques sont réalisées par le laboratoire de la LUWG dans le respect du procédé DIN-/DEV ou des normes ISO. Dans ce contexte, la participation régulière à des essais interlaboratoires est une caractéristique essentielle de l'assurance de la qualité des analyses.

Landesbetrieb Hessisches Landeslabor entsprechend den einschlägigen Vorschriften und Normen (z. B. DIN, DIN EN ISO) durchgeführt. Der zertifizierte Landesbetrieb Hessisches Landeslabor nimmt zur Qualitätssicherung regelmäßig an Ringversuchen teil.

Rheinland-Pfalz

Der Umfang der aus Rheinland-Pfalz zur Verfügung gestellten Parameter bestimmt sich im Wesentlichen durch die „Verwaltungsvereinbarung über den Datenaustausch im Umweltbereich zwischen Bund und Ländern“. Bei sämtlichen Messstellen wurde das Grundprogramm bestimmt, welches die Hauptkationen und –anionen sowie die wichtigsten Summenparameter umfasst. Die Sondermessprogramme I und II (LHKW und PSM) wurden im relevanten Zeitrahmen (2002 – 2003) nur an sehr wenigen Messstellen durchgeführt, während das Sondermessprogramm III (Spurenmetalle/Metalloide) an einer größeren Anzahl von Messstellen erfolgte. LHKW und PSM werden nur in größeren Zeitabständen analysiert, da sie in der Fläche nicht zu den Belastungsschwerpunkten zählen.

Die Grundwasserprobenahmen erfolgen entsprechend den einschlägigen Vorschriften, Regeln und Richtlinien (z. B. DVWK-Regeln 128/1992) durch Personal des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG), wobei grundsätzlich auf Schöpfproben verzichtet wird. Die Bestimmung nicht konservierbarer Parameter erfolgt unmittelbar vor Ort, Proben transport und Lagerung erfolgen bei 4°C.

Die chemischen Analysen werden entsprechend den DIN-/DEV-Verfahren bzw. ISO-Normen im Labor des LUWG durchgeführt. Regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen ist dabei wesentliches Merkmal der analytischen Qualitätssicherung.

Suisse

Comme pour les campagnes de mesure précédentes, on a appliqué les paramètres classiques en vigueur pour la surveillance régulière de la qualité des eaux souterraines. Les anions nitrate et chlorure sont des indicateurs d'impureté à considérer. Le taux d'imprécision des mesures est de l'ordre de 3 %. L'atrazine et les substances résultant de sa dégradation ne jouent plus qu'un rôle subsidiaire. Les résultats sont proches de la limite de détection. Les organohalogénés ne sont plus analysés que dans des captages précis présentant un risque accru de pollution. Ici aussi, les résultats sont proches de la limite de quantification.

Les paramètres communs

Le choix des paramètres communs retenus dans le cadre du projet a été réalisé de façon à répondre à deux objectifs principaux :

1- Permettre à ce nouvel inventaire de présenter un bilan global de la qualité des eaux souterraines sans mettre en exergue de façon particulière des zones connues pour être contaminées, tout en tenant compte des spécificités de chaque secteur en matière de risque de pollution, à savoir : teneur naturelle des eaux, type d'agriculture présente, importance des ensembles industriels, etc.

2- Permettre une interprétation transfrontalière significative. Pour cela, la disponibilité de résultats d'analyses devait répondre aux critères suivants :

- répartition des résultats disponibles sur au moins 3 des 5 régions ;
- répartition géographique homogène des résultats dans chaque région où les résultats sont disponibles.

L'examen de la liste des paramètres retenus au regard du nombre de données disponibles par région a permis de se rendre compte qu'il n'existait pas, hors un certain nombre de molécules couramment analysées, de règle commune de recherche systématique de produits. Ce sont principalement les priorités établies dans chaque région, en relation avec les problématiques locales, qui définissent les programmes de campagnes d'analyses. Il s'avère donc difficile de disposer pour chaque substance recherchée, de données homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude, avec une densité d'information comparable d'une région à l'autre.

Schweiz

Für die regelmäßige Überwachung der Grundwasserqualität wurden wie in früheren Messreihen die klassischen Parameter ausgewählt. Als Verunreinigungsindikatoren sind die Anionen Nitrat und Chlorid zu erwähnen. Die Messungenauigkeit liegt bei 3 %. Die Atrazin mit ihren Abbauprodukten spielen nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Ergebnisse liegen nahe an der Nachweisgrenze. Auf halogenierte Kohlenwasserstoffe wird nur noch in ausgewählten Brunnen mit erhöhtem Risiko untersucht. Auch hier bewegen sich die Resultate nahe der Messbarkeit.

Gemeinsame Parameter

Die Auswahl der gemeinsamen Parameter für das grenzübergreifende Projekt erfolgte im Hinblick auf folgende zwei Hauptziele:

1- Mit der neuen Bestandsaufnahme soll ein Gesamtbild der Grundwasserqualität erstellt werden; das Hauptaugenmerk wird dabei nicht auf als belastet bekannte Bereiche gerichtet, bereichsbezogene Besonderheiten werden aber im Hinblick auf das Belastungsrisiko dennoch berücksichtigt. Dies sind: natürlicher Gehalt, Art der Bodenbewirtschaftung, Umfang der Industrieansiedlung, usw.

2- Die Bestandsaufnahme soll zu einer aussagekräftigen grenzübergreifenden Interpretation der Ergebnisse führen. Hieraus ergeben sich folgende Anforderungen bezüglich der Verfügbarkeit der Beprobungsergebnisse:

- Verfügbarkeit der Ergebnisse in mindestens 3 der 5 Teilgebiete;
- homogene geographische Verteilung der Ergebnisse in dem jeweiligen Teilgebiet, in dem sie verfügbar sind.

Beim Abgleich der für das Projekt vorgegebenen Parameter mit den in den einzelnen Teilgebieten erhobenen Messdaten war abgesehen von einer Reihe gemeinhin ermittelter Verbindungen keine einheitliche Systematik dafür zu erkennen, welche Stoffe abgeprüft werden. Ausschlaggebend für das jeweilige Messprogramm sind vor allem die Prioritäten, die in den einzelnen Regionen in Verbindung mit lokalen Problemstellungen gesetzt werden. Aus diesem Grund ist es schwierig, zu allen zu analysierenden Stoffen für das gesamte Untersuchungsgebiet homogene Daten in vergleichbarer Dichte aus den einzelnen Teilgebieten zu gewinnen.

En conséquence, il a été décidé de présenter, pour chaque paramètre ou substance retenue, une analyse globale synthétique, à l'échelle transfrontalière, puis un commentaire détaillé par région.

Au total, 53 paramètres communs ont fait l'objet de cartes transfrontalières et d'une analyse régionale puis transfrontalière. La liste détaillée des substances analysées et du nombre de points de mesures retenus pour chaque région est présentée en annexe A.1.

Les prélèvements ont été réalisés selon les normes en vigueur et d'après un cahier des charges précis, en vigueur chez chacun des partenaires. Les campagnes de prélèvements ont eu lieu à des périodes différentes selon les régions :

- En Alsace, les prélèvements et les analyses ont été effectués entre juillet et septembre 2003.
- En Bade-Wurtemberg les analyses ont été effectuées en 2001-2002 ou 2003 selon les classes de substances.
- En Suisse, en Hesse et en Rhénanie-Palatinat les analyses ont été effectuées en 2002 ou 2003.

Entsprechend wurde entschieden, für die einzelnen Parameter bzw. zu analysierenden Stoffe eine zusammenfassende Gesamtbeurteilung auf grenzübergreifender Ebene vorzulegen und bezogen auf die Teilgebiete um einen detaillierten Kommentar zu erweitern.

Insgesamt wurden grenzübergreifende Karten und regionale sowie eine grenzübergreifende Analyse zu 53 gemeinsamen Parametern erstellt. Anlage A.1 ist zu entnehmen, welche Substanzen in den einzelnen Teilgebieten an wie vielen Messstellen analysiert wurden.

Die Probenahmen erfolgten bei den Partnern nach den geltenden Normen und den für die Partner jeweils vorgegebenen Anforderungen. Die Beprobungskampagnen fanden in den verschiedenen Teilgebieten zu unterschiedlichen Zeiten statt:

- Im Elsass fand die Beprobungskampagne zwischen Juli und September 2003 statt.
- In Baden-Württemberg wurden die Analysen zu unterschiedlichen Stoffklassen 2001-2002 bzw. 2003 durchgeführt.
- In der Schweiz, Hessen und Rheinland-Pfalz wurden die Analysen 2002 bzw. 2003 vorgenommen.

2.3 VALIDATION DES DONNÉES

Les données acquises par chaque région ont été soumises à des tests réalisés par chacun des partenaires.

Côté alsacien, la batterie de tests exécutés avait pour objet de repérer des erreurs de transcription et les éventuelles erreurs de mesures. Les tests réalisés en 1997 et décrits dans le rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol. 1 : Travaux préparatoires (Région Alsace, 1999 ; chapitre : « Procédures de contrôle et de validation des données analytiques » pages 87 à 100) ont été exécutés sur la nouvelle série de données. Les procédures de contrôle, visant à examiner la cohérence de la valeur de 2003 notamment par la vérification du bilan ionique et le calcul de la conductivité (d'après la formule de Rossum), ont permis de repérer une série de points de mesures où les résultats pouvaient être définis comme « frappants ».

Ces contrôles ont été complétés par une analyse de la cohérence de la valeur 2003 au regard d'un historique des données disponibles pour chaque point. Par rapport aux valeurs antérieures (1997 et/ou 1991/1992), la nouvelle valeur devait rester dans un intervalle donné en valeur relative ou absolue (intervalle de confiance), pour être vraisemblable. Cet exercice a été réalisé avec la prudence nécessaire notamment en raison de l'amélioration, de certains seuils de quantification entre les différents inventaires.

Grâce à la mise en œuvre de tous ces tests, il a ainsi été procédé à la vérification des saisies des résultats sur 211 points de mesures. Des résultats d'analyses ont ainsi été rectifiés sur une vingtaine de points de mesures, 90 % des erreurs étant des erreurs de saisie.

Après vérification auprès des laboratoires d'analyses, seuls 3 résultats concernant 2 points de mesures n'ont pu être validés : et ils n'ont donc pas été pris en compte dans ce nouveau diagnostic transfrontalier.

La qualité des résultats des mesures effectuées dans le Bade-Wurtemberg est assurée autant par un contrôle régulier de la réglementarité des prélèvements d'échantillons que par la plausibilisation des résultats de l'analyse proprement dite.

2.3 FREIGABE DER DATEN

Die Daten aus den einzelnen Teilgebieten wurden von den Partnern Prüfungen unterzogen.

Im Elsass hatte die Testreihe die Erkennung von Transkriptionsfehlern und möglichen Messfehlern zum Gegenstand. Den 1997 durchgeführten Testverfahren, die im Merkblatt der Région Alsace aus dem Jahr 1999 mit dem Titel „Vorbereitungsarbeiten“ (Kapitel: „Verfahren zur Kontrolle und zur Plausibilisierung von Analysendaten“ Seite 87 bis 100) beschrieben sind, wurden auch die neuen Daten unterzogen. Die Verfahren, anhand derer die 2003 ermittelten Werte insbesondere durch Kontrolle der Ionenbilanz und Berechnung der Leitfähigkeit (nach der Rossum-Formel) auf Kohärenz geprüft wurden, ergaben, dass an einigen Messstellen die Ergebnisse als „auffällig“ einzustufen waren.

Ergänzend hierzu wurden die Werte aus dem Jahre 2003 auf Kohärenz im Hinblick auf die bisher an den jeweiligen Messstellen gewonnenen Daten geprüft. Im Vergleich zu den früheren Werten (1997 bzw. 1991/1992) musste der neue Wert in einem als relativer oder absoluter Wert vorgegebenen Bereich liegen (Vertrauensintervall), um wahrscheinlich zu sein. Dies wurde mit der erforderlichen Vorsicht gehandhabt, insbesondere nachdem sich in der Zeit zwischen den Bestandsaufnahmen bei einigen Substanzen Verbesserungen betreffend der analytischen Bestimmungsgrenzen ergeben haben.

Im Rahmen der Tests wurde die Eingabe der Daten von 211 Messstellen überprüft. Dabei wurden die Analyseergebnisse von ca. 20 Messstellen berichtigt, wobei es sich bei 90 % der Fehler um Eingabefehler handelte.

Im Nachgang zu den Prüfungen in den Analyselabors konnten nur 3 Ergebnisse von 2 Messstellen nicht freigegeben und damit für die neue grenzübergreifende Bestandsaufnahme nicht freigegeben werden.

Die Qualitätssicherung der Messergebnisse in Baden-Württemberg basiert sowohl auf einer regelmäßigen Kontrolle der ordnungsgemäßen Durchführung der Probenahme als auch der Plausibilisierung der eigentlichen analytischen Messergebnisse.

La vérification des résultats se déroule en plusieurs étapes.

- Vérification formelle (procédé, unités, limites de détection minimales, etc.)
- Utilisation de procédés statistiques et du « savoir des experts » pour l'identification de valeurs de mesure notables
- Demande de confirmation de ces valeurs auprès des laboratoires d'analyses chimiques
- Nouvelle évaluation en fonction des réponses de ces laboratoires
- Nouveaux prélèvements en cas de doute

En Hesse, avant leur introduction dans la base de données, les résultats des analyses des eaux souterraines et des eaux brutes sont soumis à un contrôle de plausibilité. Celui-ci comprend le contrôle du bilan ionique (différence de bilan ionique de 5 % pour des eaux fortement minéralisées [$> 5 \text{ mmol}(\text{eq})/\text{l}$] et de 10 % pour des eaux faiblement minéralisées). Lors de la saisie dans la base de données, les données sont automatiquement comparées à celles qui y figurent déjà. Si un résultat est deux fois supérieur à l'écart-type défini pour le paramètre en question, un message d'erreur s'affiche automatiquement.

Toutes les analyses provenant de Rhénanie-Palatinat sont plausibilisées par la réalisation d'un bilan ionique pour lequel la tolérance pour un défaut de somme des densités ioniques est de 10 %. Pour une plausibilisation scientifique supplémentaire, on effectue un examen de corrélation de paramètres interdépendants (par ex. concentration d'oxygène et de fer).

Pour la Suisse, aucune correction n'a été nécessaire pour les études de la campagne de prélèvement.

Die Prüfung der Messwerte erfolgt in mehreren Schritten.

- Formale Prüfung (Verfahren, Einheiten, Mindestbestimmungsgrenzen usw.)
- Anwendung statistischer Verfahren und „Expertenwissen“ zur Identifikation auffälliger Messwerte
- Nachfrage dieser Werte bei den chemischen Untersuchungslaboratorien
- Erneute Bewertung aufgrund der Antworten der Laboratorien
- Nachbeprobungen in Zweifelsfällen

Die Grund- und Rohwasseraufschlüsse von Hessen werden vor Eingabe in die hessische Grundwasserdatenbank einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Diese umfasst die Prüfung der Ionenbilanz (Ionensummenfehler von 5 % bei höher mineralisierten Wässern [$> 5 \text{ mmol}(\text{eq})/\text{l}$] und von 10 % bei schwach mineralisierten Wässern). Gleichfalls erfolgt beim Einlesen der Daten in die Datenbank ein automatisierter Abgleich mit den bereits in der Datenbank vorhandenen Daten. Liegt der hinzukommende Messwert außerhalb der zweifachen Standardabweichung für den jeweiligen Parameter, wird automatisch eine Fehlermeldung ausgegeben.

Alle Analysen aus Rheinland-Pfalz werden durch eine Ionenbilanzierung plausibilisiert, wobei ein Ionensummenfehler von 10 % toleriert wird. Eine weitere fachliche Plausibilisierung erfolgt über die Korrelationsbetrachtung voneinander abhängiger Parameter (z. B. Sauerstoffgehalt und Eisenkonzentration).

In der Schweiz, waren für die Untersuchungsperiode keine Korrekturen notwendig.

2.4 ORGANISATION ET VALORISATION DES DONNÉES BASE DE DONNÉES TRANSFRONTALIÈRE

Les données analytiques brutes fournies par tous les partenaires du projet ont été intégrées dans une banque de données transfrontalière créée, à cette occasion, par l'APRONA. Le stockage des données a en conséquence été harmonisé entre tous les partenaires afin de constituer une base technique pour l'élaboration des cartes de concentration et l'exploitation statistique des données.

Cette base de données contient au total plus de 95 000 résultats d'analyses ainsi que de nombreux renseignements sur les caractéristiques des ouvrages utilisés (profondeur du puits – profondeur de prélèvement – environnement de l'ouvrage, etc.).

2.4 STRUKTURIERUNG UND AUSWERTUNG DER DATEN GRENZÜBERGREIFENDE DATENBANK

Die von den Projektpartnern gelieferten Rohdaten wurden in eine grenzübergreifende Datenbank eingespeist, die zu diesem Zweck von der APRONA konfiguriert wurde. Die Datenspeicherung wurde zwischen den Partnern so harmonisiert, dass sie als technische Grundlage für die Erstellung der Schadstoffkonzentrationskarten und die statistische Auswertung der Daten geeignet ist.

Die grenzübergreifende Datenbank enthält insgesamt über 95.000 Analyseergebnisse sowie zahlreiche Informationen über die Merkmale der Entnahmestellen (Tiefe des Brunnens – Entnahmetiefe - Umgebung der Entnahmestelle, usw.).

3. RÉSULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES DES COUCHES SUPERFICIELLES

3.1 EXPLOITATION DES RÉSULTATS : GÉNÉRALITÉS

Le secteur d'étude concerné par l'inventaire transfrontalier 2003 de la qualité de la nappe rhénane s'étend de Bâle à Wiesbaden / Frankfurt (cf. carte de la zone d'étude). Ce secteur est désigné dans le présent rapport par l'expression « vallée du Rhin supérieur », bien que les limites géographiques de cette vallée ne soient pas strictement équivalentes à celles de la nappe rhénane.

Cet inventaire décrit les caractéristiques hydrochimiques de la nappe alluviale du Quaternaire du fossé rhénan. Celui-ci représente le plus important réservoir d'eaux souterraines en Europe.

Pour des raisons à la fois pratiques et hydrogéologiques, le secteur d'étude est divisé en plusieurs sous-secteurs désignés par le nom du Land auquel ils sont rattachés. Ainsi lorsque les résultats des campagnes de mesures d'un paramètre ou d'une substance sont décrits et attribués au secteur Rhénanie-Palatinat par exemple, il convient de comprendre qu'il s'agit de la partie de la vallée du Rhin supérieur située en Rhénanie-Palatinat.

3. ERGEBNISSE DER MESSKAMPAGNE DES OBERFLÄCHENNAHEN GRUNDWASSERBEREICHES

3.1 ALLGEMEINE ANGABEN ZUR AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Das Gebiet, das Gegenstand der grenzübergreifenden Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingebiet im Jahr 2003 ist, erstreckt sich von Basel bis Wiesbaden/Frankfurt (vgl. Karte des Gesamtgebietes). Obwohl die geographische Umhüllung des Oberrheingrabens nicht identisch mit dem Bearbeitungsraum der Bestandsaufnahme ist, ist dieses Gebiet in vorliegendem Bericht als „Oberrheingraben“ definiert.

Beschrieben wird die Hydrochemie des Grundwassers im Bereich der quartären Lockergesteinssedimente des Oberrheingrabens. Hierbei handelt es sich um das bedeutendste Grundwasserreservoir Europas.

Aus praktischen Gründen unterteilt sich das Untersuchungsgebiet in verschiedene Teilgebiete, die jeweils unter die Bezeichnung des Bundeslandes gefasst sind, in dem sie gelegen sind. Wenn also von Ergebnissen aus Rheinland-Pfalz die Rede ist, ist darunter zu verstehen, dass es sich um Ergebnisse aus dem in Rheinland-Pfalz gelegenen Teil des Oberrheingrabens handelt.

3.1.1 Période de prélèvements des échantillons d'eau Données prises en compte

Près de 80 % des données utilisées dans le cadre de cet inventaire établi à l'échelle transfrontalière, et notamment 100 % des résultats des campagnes de mesures effectuées en Alsace sont issus de campagnes de prélèvements réalisés entre juin et début octobre 2003. Les autres données sont, pour certains paramètres et selon les secteurs allemands ou suisses considérés, extraites des campagnes précédentes réalisées notamment en 2002. Les données sélectionnées ont été choisies pour être, dans la mesure du possible, issues de prélèvements effectués à des dates proches de la période juin/octobre, voire préférentiellement de la période juillet / août / septembre. Lorsque sur la période considérée, sur les secteurs allemands et suisses, plusieurs résultats étaient disponibles pour une même substance et pour un même point de prélèvement, la valeur de concentration la plus élevée a été retenue. Au Bade-Wurtemberg, quelques données issues de prélèvements effectués en 2001 concernent uniquement les composés organohalogénés (OHV).

En Alsace, les analyses ont été effectuées sur des échantillons d'eau prélevés de fin juillet à mi-octobre 2003, dans le cadre d'une campagne de mesures spécifique.

En Rhénanie-Palatinat et dans la Hesse, les données relatives aux conditions hydrochimiques de la nappe qui ont été mises à disposition pour le présent inventaire sont issues de prélèvements effectués et analysés en 2002 et 2003 dans le cadre d'autres programmes de mesures. Ainsi une configuration spécifique des réseaux de points de mesures n'a pas eu lieu pour le présent inventaire.

3.1.1 Beprobungszeitraum Verwendete Daten

Knapp 80% der Daten, die für die vorliegende grenzübergreifende Bestandsaufnahme verwendet werden - bezogen auf das Elsass sind es sogar 100 % der Ergebnisse der hier durchgeführten Messkampagnen - wurden im Rahmen von Beprobungskampagnen erhoben, die zwischen Juni und Anfang Oktober 2003 durchgeführt wurden. Die restlichen Daten stammen für bestimmte Parameter aus früheren Beprobungskampagnen im deutschen bzw. Schweizer Teil des Untersuchungsgebiets, insbesondere aus dem Jahr 2002. Die Datenauswahl erfolgte nach der Maßgabe, mit dem Zeitraum Juni-Oktober möglichst nahe liegende Daten zu verwenden, mithin bevorzugt Daten aus dem Zeitraum Juli/August/September. Sofern aus den Deutschen und Schweizer Teilen des Untersuchungsgebiets für ein und denselben Wasserinhaltsstoff und von ein und derselben Messstelle bezogen auf den Untersuchungszeitraum mehrere Ergebnisse vorhanden waren, wurde der höchste Messwert berücksichtigt. Aus Baden-Württemberg stammen einige wenige Daten aus Beprobungen aus dem Jahr 2001, sie betreffen jedoch lediglich leichtflüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe (LHKW).

Im Elsass wurden Wasserproben analysiert, die zwischen Ende Juli und Mitte Oktober 2003 im Rahmen einer eigens zum Zweck der vorliegenden Bestandsaufnahme durchgeführten Beprobungskampagne entnommen wurden.

Aus Rheinland-Pfalz und Hessen wurden hydrochemische Daten aus den Jahren 2002 und 2003 für die vorliegende Bestandsaufnahme zur Verfügung gestellt, welche im Rahmen anderer Messprogramme erhoben wurden. Speziell für die Bestandsaufnahme konfigurierte Messnetze lagen hier nicht vor.

3.1.2 Présentation des résultats

Les résultats sont présentés et commentés pour chacun des paramètres ou groupes de paramètres. Des éléments d'information sur l'origine naturelle ou anthropique des substances sont, dans la mesure du possible, également proposés. Les résultats et les indicateurs statistiques sont présentés pour chaque secteur d'étude.

Pour les paramètres physico-chimiques classiques, la valeur moyenne et la valeur médiane sont données chaque fois que les conditions minimales sont réunies pour permettre leur calcul, à savoir lorsque 50 % au moins des concentrations mesurées pour une substance donnée sont supérieures à la limite de quantification.

Il convient cependant de garder à l'esprit que les réseaux de mesures des différentes régions ne sont pas construits de façon équivalente. Ainsi les réseaux de mesures alsacien et badois, relativement homogènes et représentatifs, se prêtent mieux au calcul des valeurs statistiques que le réseau de Hesse ou de Rhénanie – Palatinat.

Pour les micro-polluants (produits phytosanitaires, composés organohalogénés etc.), la moyenne et la médiane sont peu significatives, car une grande partie des résultats sont inférieurs à la limite de quantification. Pour ces paramètres, le pourcentage de valeurs dites « positives », c'est à dire le pourcentage de points sur lesquels le paramètre a pu être quantifié, est plus significatif. Il convient cependant de garder à l'esprit que les limites de quantification sont liées aux méthodes d'analyses et qu'elles peuvent varier, de ce fait, d'un laboratoire à un autre et donc d'un secteur à l'autre.

Pour la représentation cartographique des résultats analytiques par substance, la limite de quantification la plus élevée a été retenue comme limite inférieure de la classe de concentrations la plus faible. Cependant, selon les cas (nitrates, chlorures, par ex.), cette limite de classe peut être supérieure et correspondre par exemple au fond géochimique naturel. Pour la représentation cartographique regroupant plusieurs paramètres (somme des triazines, qualité globale de la ressource etc.), des conditions particulières ont été établies au cas par cas. Elles sont explicitées dans le paragraphe qui leur est consacré.

3.1.2 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden für einzelne Messgrößen oder für mehrere Messgrößen zusammengefasst dargestellt und kommentiert. Zudem werden nach Möglichkeit Angaben dazu gemacht, inwiefern die jeweiligen Stoffe auf natürlichem Wege bzw. aufgrund anthropogener Einwirkung ins Grundwasser gelangen. Die Darstellung der Ergebnisse und der statistischen Indikatoren erfolgt nach Teilgebieten getrennt.

Zu den klassischen chemisch-physikalischen Parametern werden jeweils der Durchschnittswert und der Medianwert angegeben, wenn die Mindestvoraussetzungen für die Berechnung erfüllt sind, das heißt wenn mindestens 50 % der für den betreffenden Stoff gemessenen Werte über der Quantifizierungsgrenze liegen.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Messnetze in den verschiedenen Teilregionen unterschiedlich gestaltet sind. Im Elsass und in Baden sind sie relativ homogen und repräsentativ und daher besser für die Ermittlung statistischer Größen geeignet als dies in Hessen oder Rheinland-Pfalz der Fall ist.

Bei den Spurenstoffen (Pflanzenschutzmittel, Halogen kohlenwasserstoffe usw.) sind der Mittelwert und der Medianwert wenig aussagekräftig, da ein Großteil der Ergebnisse unter der Quantifizierungsgrenze liegt. Hier kommt dem Prozentsatz der sogenannten „positiven« Werte, also dem Anteil der Messstellen, an denen der betreffende Stoff quantifizierbar gemessen wurde, die größere Aussagekraft zu. Allerdings ist dabei stets zu bedenken, dass die Quantifizierungsgrenzen mit den Analysemethoden in Zusammenhang stehen und deshalb in den verschiedenen Labors und somit auch in den verschiedenen Untersuchungsteilgebieten gegebenenfalls unterschiedlich ausfallen.

Bei der kartographischen Darstellung der Ergebnisse für den Gehalt der einzelnen Stoffe im Grundwasser wurde als Grenze für das unterste Wertesegment der höchste Wert für die Quantifizierung verwendet. In Einzelfällen (z.B. bei Nitrat und Chlorid) liegt der untere Wert dieses Segments höher und bestimmt sich zum Beispiel nach den natürlichen geochemischen Verhältnissen. Für die kartographische Darstellung gebündelter Messgrößen (Triazin-Summenwert, Gesamtqualität des Grundwassers usw.) wurden jeweils eigene Bedingungen festgelegt. Diese sind in dem betreffenden Abschnitt erläutert.

3.1.3 Limites de qualité prises en compte

Depuis le 16 janvier 2007 est entrée en vigueur une directive européenne (2006/118/CE, appelée « directive fille » de la directive cadre sur l'eau) qui définit des normes de qualité pour les eaux souterraines. Cependant elle ne concerne à ce jour que les concentrations en nitrates et en produits phytosanitaires, les normes pour ces deux types de substances étant égales aux limites de qualité données pour l'eau potable.

Ainsi, comme pour l'Inventaire 1997, ce sont les limites de qualité pour l'eau potable définies par l'Union Européenne qui ont été retenues pour la comparaison et l'interprétation des données, même pour les puits qui ne sont pas utilisés pour l'alimentation en eau potable ou ceux dont l'eau est distribuée après « traitement ». Ce choix est cohérent avec l'objectif de garantir « une eau potable sans traitement préalable pour les générations présentes et à venir dans la vallée du Rhin supérieur ».

Les limites européennes de qualité pour l'eau potable, utilisées dans l'exploitation et l'interprétation des données décrites dans le présent rapport (annexe A.4), se fondent sur la directive européenne 98/83/CE pour l'eau potable du 3 novembre 1998. Lorsqu'il n'existe pas de limite européenne mais seulement une limite nationale, cette dernière est prise en compte à titre indicatif (cas du baryum réglementé en France et pas dans la directive 98/83/CE ou de la conductivité qui dispose d'une valeur limite inférieure en France uniquement).

3.1.3 Utilisate Grenzwerte

Seit 16. Januar 2007 ist eine EU-Richtlinie (2006/118/EG, die sogenannte „Tochterrichtlinie“ zur Wasserrahmenrichtlinie) in Kraft, in der die Qualitätsnormen für Grundwasser festgelegt sind. Diese ist jedoch aktuell nur für den Nitrat- und den Pflanzenschutzmittelgehalt relevant; die Normvorgaben für diese beiden Arten von Substanzen decken sich hier jeweils mit dem Grenzwert für Trinkwasser.

Wie bei der Bestandsaufnahme 1997 wird beim Vergleich und der Interpretation der Daten auf die von der Europäischen Union vorgegebenen Grenzwerte für Trinkwasser Bezug genommen, und zwar auch im Fall von Entnahmestellen, die nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt werden, oder von solchen, aus denen Wasser gefördert wird, dass vor der Einspeisung in die Trinkwasserversorgung aufbereitet wird. Dies ergibt sich aus der Zielvorgabe, im Oberrheingraben „Trinkwasser ohne Vorbehandlung für die heutige und künftige Generationen“ sicherzustellen.

Die europäischen Grenzwerte für Trinkwasser, die bei der Interpretation der in vorliegendem Bericht dargestellten Daten verwendet wurden (Anhang A.4), basieren auf der EU-Richtlinie 98/83/EG für Trinkwasser vom 3. November 1998. In Fällen, in denen nicht auf europäischer, sondern nur auf einzelstaatlicher Ebene ein Grenzwert vorgegeben ist, wird letzterer als Anhaltspunkt verwendet (so bei Barium, das in Frankreich im Rahmen einer Vorschrift erfasst ist, nicht hingegen in der EU-Richtlinie 98/83/EG, oder bei der Leitfähigkeit, für die nur in Frankreich ein unterer Grenzwert vorgegeben ist).

3.1.4 Classes de répartition des concentrations

La répartition des concentrations des eaux souterraines pour chacun des paramètres mesurés est représentée sur des histogrammes ainsi que sur des cartes de qualité transfrontalières. Les classes de concentration et leurs couleurs respectives ont été établies suivant les règles définies dans le tableau 3.1.1. Les concentrations dites naturelles mentionnées dans ce tableau correspondent à des valeurs définies par les experts de ce projet et ne sont applicables que pour le secteur géographique concerné par cette étude.

3.1.4 Klassen der Konzentrationsverteilungen

Die räumliche Verteilung der zu den einzelnen Parametern ermittelten Ergebnisse ist in Form von Säulendiagrammen und anhand von grenzüberschreitenden Karten zur Grundwasserqualität dargestellt. Die Definition der Segmente und die farbliche Kennzeichnung sind Tabelle 3.1.1 zu entnehmen. Die in der Tabelle als natürlich bezeichneten Konzentrationen wurden von den am vorliegenden Projekt mitwirkenden Fachleuten festgelegt und gelten nur für das Untersuchungsgebiet.

Tab. 3.1.1 : Définition des classes de concentrations et des couleurs associées pour chacun des paramètres
(Hormis : conductivité, pH, oxygène dissous, hydrogénocarbonates, groupes de paramètres)

COULEURS	CLASSES DE CONCENTRATIONS
Prune	Dépassement de plus de 5 fois de la limite européenne ou d'une ancienne limite européenne de qualité pour l'eau potable
Rouge	Dépassement de la limite européenne de qualité pour l'eau potable
Orange	Dépassement d'une ancienne limite nationale, d'une limite nationale particulière, d'une norme OMS ou d'une classe supplémentaire en fonction de la répartition des concentrations
Jaune	Dépassement d'une valeur guide, d'une valeur seuil ou d'une classe de concentrations relativement élevées
Vert	Concentrations légèrement supérieures aux concentrations dites « naturelles » ou aux limites de quantification
Bleu	Intervalle des concentrations dites « naturelles »
Bleu gris	Valeurs inférieures ou valeurs inférieures ou égales à la limite de quantification la plus élevée
Rose	Concentrations inférieures à une ancienne limite minimale de qualité, à une limite minimale nationale particulière ou à une limite conseillée (OMS – distributeur d'eau – etc.)

Tab. 3.1.1: Definition der Segmente und Farbzuzuordnung

(Ausnahmen: Leitfähigkeit, pH-Wert, gelöster Sauerstoff, Hydrogenkarbonat, Parametergruppen)

FARBE	SEGMENT
Dunkellila	Höher als das Fünffache des europäischen Grenzwerts oder des früheren europäischen Grenzwerts für Trinkwasser
Rot	Über dem europäischen Grenzwert für Trinkwasser
Orange	Über einem ehemaligen oder speziellen einzelstaatlichen Grenzwert, über einem WHO-Standard oder über einem zusätzlichen Segment je nach Einteilung
Gelb	Über einem Richtwert, einer Toleranzschwelle oder einem Wertesegment für einen relativ hohen Gehalt
Grün	Werte geringfügig über dem sogenannten „natürlichen“ Gehalt oder geringfügig über der Quantifizierungsgrenze
Blau	Wertesegment für den sogenannten „natürlichen“ Gehalt
Graublau	Kleiner oder kleiner/gleich dem höchsten Quantifizierungsgrenzwert
Rosa	Unter einem ehemaligen unteren Grenzwert, einem besonderen nationalen unteren Grenzwert oder einem empfohlenen Wert (WHO - Wasserversorgungsunternehmen - usw.)

Pour les points de mesures ou les zonages géographiques où la limite de qualité pour l'eau potable est dépassée, mentionnés en couleur rouge sur les cartes, il est important de préciser qu'il s'agit de la qualité de la ressource en eau souterraine dans cette zone et non de la qualité de l'eau distribuée aux usagers. La qualité de l'eau potable distribuée est en effet garantie par des mesures appropriées, telle que le pompage dans des couches plus profondes de l'aquifère, le « traitement » de l'eau brute ou l'adduction d'eau d'un autre forage.

Les résultats de l'exploitation statistique sont présentés en annexe A.1 (sous forme de tableaux) pour chaque secteur (Région ou/et Land) et pour l'ensemble de la vallée du Rhin supérieur.

In Bezug auf die Messstellen oder die Gebiete, in denen der Grenzwert für Trinkwasser überschritten wird - auf der Karte rot eingezeichnet - ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass es sich dabei um die Qualität des oberflächennahen Grundwassers in diesem Bereich und nicht um die Qualität des Trinkwassers handelt, mit dem die Bewohner dort versorgt werden. Die Qualität des Trinkwassers wird in der Praxis mittels geeigneter Maßnahmen gewährleistet, indem zum Beispiel Grundwasser aus tieferen Schichten gefördert, das Rohwasser aufbereitet oder Wasser aus einer anderen Entnahmestelle herangeführt wird.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung sind in Anlage A.1 (in Tabellenform) zum einen für die einzelnen Teilgebiete (französische Region bzw. Bundesland) und zum anderen für den gesamten Oberrhein Graben dargestellt.

3.2 PARAMÈTRES CLASSIQUES

3.2.1 Généralités

Les paramètres dits « classiques » sont les paramètres physiques : température, conductivité, pH et oxygène dissous, mesurés directement sur le site, ainsi que les concentrations des éléments majeurs en solution dans les eaux souterraines.

Les mesures effectuées permettent d'appréhender la nature hydrochimique du milieu. Les eaux souterraines peuvent par exemple être classées selon leur pouvoir oxydant ou réducteur, ou selon leur degré de minéralisation.

La présence de nombreux cations et anions est en grande partie déterminée par la lithologie des alluvions de la vallée du Rhin supérieur et des terrains des piémonts. Les graviers et les sables calcaires du Quaternaire de la plaine rhénane, les alluvions peu calcaires des massifs forestiers bordant le fossé rhénan ainsi que les phénomènes d'infiltration dans la nappe de rivières en provenance des Vosges et de la Forêt Noire, déterminent des zones caractérisées par certains paramètres physiques et par certains métaux alcalins et alcalino-terreux (sodium, potassium, baryum etc.) Dans beaucoup de secteurs, les formations calcaires ou gypseuses du piémont ont une influence sur la composition de l'eau, notamment sur la dureté ou sur les concentrations en calcium, magnésium et sulfates.

A l'état naturel les nitrates, le bore et le phosphore par exemple existent à de faibles concentrations, dans la nappe. Toutefois, la présence de ces éléments à de fortes concentrations résulte de l'activité humaine (agriculture, industrie, rejets domestiques).

Les échanges entre les eaux du Rhin et la nappe rhénane jouent un rôle important dans le sud du Fossé rhénan supérieur, où des secteurs d'infiltration et de drainage de la nappe se succèdent le long du Rhin, en partie liés à la présence de barrages sur le fleuve. Globalement cependant, le Rhin draine la nappe.

Dans le nord du Fossé rhénan supérieur, les échanges entre les eaux souterraines et les eaux de surface dépendent uniquement des variations du niveau de la nappe rhénane et les variations du niveau des eaux de surface. Les hautes eaux du Rhin entraînent des infiltrations dans

3.2 KLASSISCHE PARAMETER

3.2.1 Allgemeines

Mit den so genannten „klassischen“ Parametern sind zum einen die physikalischen Messgrößen, also Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und gelöster Sauerstoff gemeint, die unmittelbar an der Beprobungsstelle bestimmt werden, und zum anderen die im Grundwasser vorkommenden Hauptinhaltsstoffe.

Anhand der Messungen wird die chemische Beschaffenheit des Grundwassers bestimmt. Einer Klassifizierung des Grundwassers lässt sich beispielsweise das Redoxvermögen oder der Mineralisierungsgrad zugrunde legen.

Die zahlreichen im Grundwasser anzutreffenden Kationen und Anionen sind auf die Beschaffenheit der Alluvionen im Oberrheintal und der Böden in der Vorbergzone zurückzuführen. Die kalkhaltigen Kies- und Sandschichten aus dem Quartär in der Rheinebene, die kalkarmen Alluvionen der Grabenrandgebirge sowie ins Grundwasser eindringendes Oberflächenwasser der Vorfluter aus den Vogesen und dem Schwarzwald sind ausschlaggebend für die Ausprägung von Zonen, die besondere Merkmale bezogen auf bestimmte physikalische Größen und auf den Gehalt an Alkali- und Erdalkalimetallen (Natrium, Kalium, Barium, usw.) aufweisen. In vielen Gebieten wirken sich die kalk- und gipshaltigen Formationen der Vorbergzone auf die Zusammensetzung des Wassers aus, insbesondere auf die Härte bzw. den Calcium-, Magnesium- und Sulfatgehalt.

Nitrate, Bor und Phosphor beispielsweise sind in geringer natürlicher Konzentration im Grundwasser vorhanden. Wenn diese Stoffe in hoher Konzentration vorkommen, ist dies die Folge anthropogener Einwirkung (Landwirtschaft, Industrie, Haushaltsabwasser).

Der Austausch zwischen Rhein und Grundwasser spielt im Süden der oberrheinischen Tiefebene eine bedeutende Rolle: Am Rhein entlang folgen Gebiete aufeinander, in denen teils das Flusswasser das Grundwasser und teils das Grundwasser den Fluss speist, was zum Teil mit den Staustufen im Rhein in Zusammenhang steht.

Im nördlichen Oberrheingraben ist die Wechselwirkung zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser allein Folge sich ändernder Grundwasserstände und sich ändernder Wasserstände des Rheins. Ein hoher Rheinwasserstand führt zur Infiltration, Niedrigwasser des

la nappe alors que la nappe déborde dans les eaux de surface lorsque les eaux du fleuve sont basses.

Les situations de drainage par le Rhin prédominent cependant dans le bilan total.

Dans de nombreux secteurs, les apports des eaux du Rhin permettent de participer à la dilution des fortes concentrations de certains paramètres tels que les nitrates.

Par contre, cet effet de dilution des nitrates ne joue qu'un rôle minime dans le nord du Fossé rhénan supérieur. L'infiltration des eaux de surface riches en substances organiques, entre autres facteurs, provoque ici plutôt la formation à proximité des rives de zones réductrices dans les eaux souterraines favorisant la décomposition microbienne des nitrates.

Les raisons de la présence de certaines substances dans la nappe ne sont pas toujours connues, les facteurs géologiques ou anthropiques pouvant s'additionner ou interférer. Il est dans ce cas fait mention dans ce rapport des origines possibles ou vraisemblables des substances retrouvées dans la nappe.

Rheins führt zum Übertritt von Grundwasser in das Oberflächengewässer.

In der Gesamtbilanz allerdings herrschen efluente Verhältnisse vor, das heißt, der Rhein nimmt das Grundwasser auf.

In zahlreichen Gebieten wird durch den Eintrag von Flusswasser aus dem Rhein ins Grundwasser die Verdünnung bestimmter Stoffe gefördert, wenn deren Gehalt sehr hoch ist, wie z.B. im Fall von Nitrat.

Dagegen spielt im Norden des Oberrheingrabens dieser Verdünnungseffekt bezogen auf den Parameter Nitrat nur eine sehr untergeordnete Rolle. Vielmehr kommt es hier unter anderem durch die Infiltration des an organischen Stoffen reicheren Oberflächenwassers zur Ausbildung von ufernahen, reduzierenden Zonen im Grundwasser, in denen das Nitrat mikrobiell abgebaut wird.

In bestimmten Fällen ist nicht eindeutig feststellbar, warum bestimmte Stoffe im Grundwasser vorkommen, geologische und anthropogene Faktoren summieren sich oder überlagern einander. In vorliegendem Bericht wird in diesen Fällen auf mögliche bzw. wahrscheinliche Ursachen für die Herkunft der im Grundwasser festgestellten Stoffe hingewiesen.

3.2.2 Température

Généralités

De façon générale, la température moyenne de l'eau des nappes peu profondes correspond à peu près à la température atmosphérique moyenne annuelle de la zone géographique considérée. La température des premiers mètres des eaux souterraines peut cependant varier sous l'influence de la température de l'air, de la température des eaux de pluie, de la température du sol ou de la température des eaux de surface qui s'infiltrent dans la nappe. En dehors de ces raisons, la source principale de l'augmentation de la température de la nappe rhénane est d'origine anthropique : réchauffement sous les surfaces bâties et les surfaces étanchéifiées, réchauffement de l'eau des gravières en été, réinjection d'eau de nappe utilisée pour le refroidissement de process industriels ou pour la climatisation, impact thermique de décharges d'ordures ménagères etc.

3.2.2 Temperatur

Allgemeines

In der Regel entspricht die mittlere Temperatur des oberflächennahen Grundwassers in etwa der Jahresmitteltemperatur der Luft im betreffenden Gebiet. Bis in einige Meter Tiefe schwankt in den oberen Bereichen des Grundwassers die Temperatur unter der Einwirkung der Lufttemperatur, der Temperatur des Regenwassers, der Temperatur des Bodens oder der Temperatur von ins Grundwasser einsickerndem Oberflächenwasser. Abgesehen von Ursachen dieser Art sind hauptsächlich anthropogene Faktoren für die Erhöhung der Grundwassertemperatur ausschlaggebend: Erwärmung unter bebauten und versiegelten Flächen, Erwärmung des Wassers in den Kiesgruben im Sommer, Rückleitung von erwärmtem Wasser nach der Nutzung zur Kühlung oder zum Wärmeausgleich in der Industrie, Wärmeabgabe aus Hausmülldeponien, usw.

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La moyenne des températures relevées sur l'ensemble de la zone étudiée est de 13,2°C et la médiane se situe à 12,9°C. A quelques dixièmes de degrés près, moyenne et médiane de 2003 et 1997 sont équivalentes. La différence enregistrée n'est pas significative.

Une grande partie (56,7 %) des valeurs de température mesurées dans le cadre de l'inventaire sont comprises entre 12 et 15°C. 28,7 % des points montrent une température inférieure à 12°C et moins de 1 % (0,7 %) ont une température supérieure à 20°C.

Les moyennes et médianes sont équivalentes d'un secteur à l'autre sauf en Hesse où les températures enregistrées sont un peu plus faibles. Dans ce Land, la moyenne s'établit à 11,6°C et la médiane à 11,5°C.

Comme en 1997, l'analyse des données met en évidence une tendance à l'augmentation des températures à proximité des principaux cours d'eau ainsi qu'au niveau des puits de captage d'eau situés sur des sites industriels dans des zones d'habitation et des puits ou des points de mesures de faible profondeur.

Les secteurs où la perméabilité de l'aquifère est plus faible (Pliocène de Haguenau, zone de bordure) et les puits de faible profondeur, présentent assez systématiquement des températures plus importantes. On peut cependant noter que malgré les caractéristiques météorologiques de l'année 2003 (sécheresse et très fortes températures) les températures relevées sont peu différentes de celles de 1997.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Die mittlere Grundwassertemperatur für das gesamte Untersuchungsgebiet liegt bei 13,2°C, der Medianwert bei 12,9°C. Auf einige Zehntelgrad genau sind Mittel- und Medianwert 2003 und 1997 gleich. Der Unterschied ist nicht signifikant.

Die im Rahmen der Grundwasser-bestands-aufnahme gemessenen Temperaturwerte liegen zum Großteil (56,7 %) zwischen 12 und 15°C. An 28,7 % der Messstellen liegt die Temperatur unter 12°C, an weniger als 1 % der Messstellen (0,7 %) über 20°C.

Die Mittel- und Medianwerte in den Teilgebieten unterscheiden sich nicht, eine Ausnahme bildet Hessen, wo die gemessenen Temperaturen etwas tiefer liegen. Die Durchschnittstemperatur liegt dort bei 11,6°C, der Medianwert bei 11,5°C.

Bei der Datenauswertung ergibt sich nicht anders als 1997 ein Trend zu höheren Temperaturen in der Nähe größerer Wasserläufe und im Bereich von Entnahmepunkten an Industriestandorten, in Siedlungen und Brunnen bzw. Messstellen geringer Tiefe.

In Gebietsabschnitten, in denen die grundwasserführende Schicht weniger durchlässig ist (Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter, Randlagen am Gebirge) und an Brunnen geringer Tiefe liegen die Temperaturen jeweils höher. Allerdings ist zu vermerken, dass trotz der besonderen meteorologischen Verhältnisse im Jahr 2003 (Trockenheit und außerordentlich hohe Temperaturen) die gemessenen Temperaturwerte sich von den Werten aus dem Jahr 1997 kaum unterscheiden.

3.2.3 Conductivité à 20°C

Généralités

La conductivité d'une eau est une grandeur physique qui traduit la part de sels minéraux ionisés, donc dissous dans l'eau. Plus il y a de sels ionisés en solution, plus la conductivité est élevée. Ces sels peuvent avoir pour origine la nature du sol et du sous-sol (passage d'eaux d'infiltration), mais pénètrent également en solution dans l'aquifère même en raison de l'interaction eaux souterraines / roches environnantes. Plus les roches contiennent de sels solubles et plus le contact eaux souterraines / roches est prolongé, plus la conductivité est élevée. La présence de sels dans les eaux souterraines peut en outre être d'origine anthropique.

Exprimés en milli-Siemens par mètre (mS/m) ou en micro-Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$), les valeurs de la conductivité généralement mesurées sur le site de prélèvement, dépendent de la température. Pour obtenir des valeurs comparables, elles sont en conséquence ramenées à une température de référence standard (20°C). La directive européenne (98/83/CE du 03/11/1998) fixe la limite maximale de potabilité à 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C.

3.2.3 Elektrische Leitfähigkeit (20°C)

Allgemeines

Die Leitfähigkeit des Wassers ist eine Größe, die Aufschluss über den Anteil der Ionen, d.h. der im Wasser gelösten anorganischen Salze gibt. Je mehr gelöste Salze vorkommen, desto höher ist die Leitfähigkeit. Salze im Grundwasser sind auf die Beschaffenheit des Bodens und der tieferen Bodenschichten während der Sickerwasserpassage zurückzuführen, gehen aber auch im Aquifer selbst, als Wechselwirkung Grundwasser <-> umgebendes Gestein, in Lösung. Dabei gilt: Je mehr lösliche Salze das Gestein enthält und je länger die Kontaktzeit Grundwasser <-> Gestein, desto höher die Leitfähigkeit. Salze im Grundwasser können darüber hinaus aber auch die Folge anthropogener Einwirkung sein.

Die Leitfähigkeit wird in Millisiemens pro Meter (mS/m) bzw. Mikrosiemens pro Zentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ausgedrückt. Sie ist als Messgröße abhängig von der Wassertemperatur und wird üblicherweise gleich an der Probenahmestelle gemessen. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wird sie daher auf eine einheitliche Bezugstemperatur (20°C) hochgerechnet. In der EU-Richtlinie 98/83/EG vom 3.11.1998 der obere Grenzwert für Trinkwasserqualität mit 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei 20°C festgelegt.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

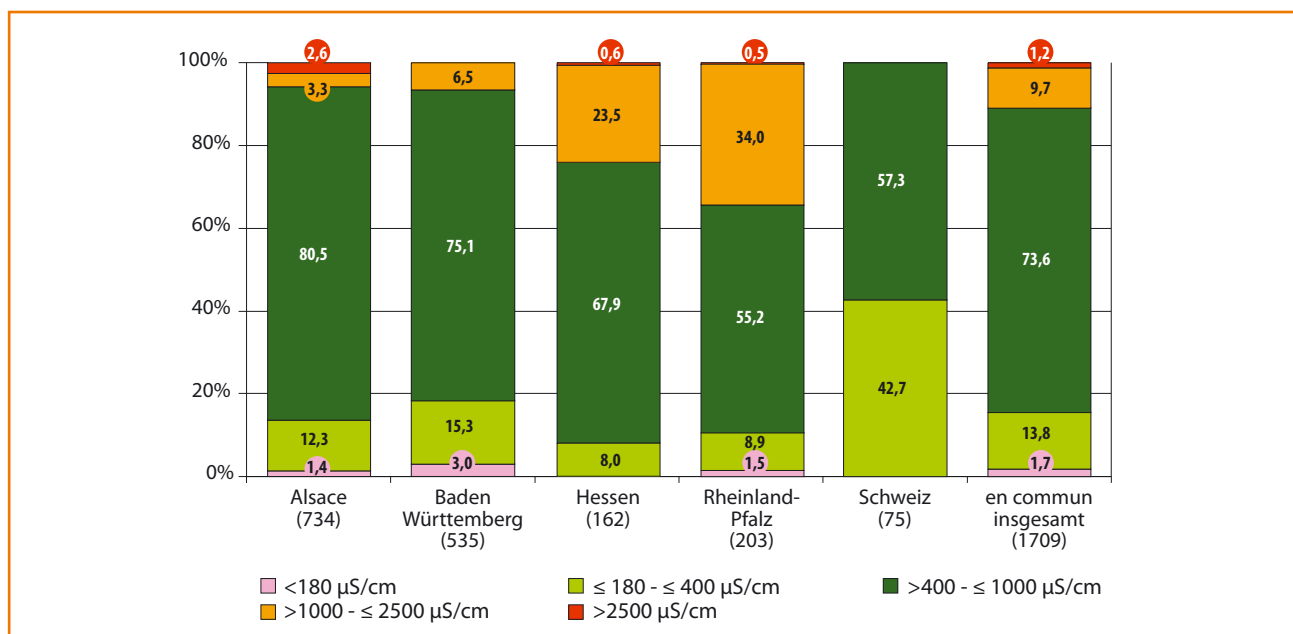


Fig. 3.2.1 : Répartition par classe des valeurs de la conductivité à 20°C (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.1: Verteilung der Leitfähigkeit bei 20°C (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Si on excepte la partie suisse, sous influence directe des infiltrations du Rhin, on constate que 13 à 18 % des points de mesures sont concernés par des valeurs de la conductivité inférieures à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pour les Länder de Hesse et Rhénanie-Palatinat les pourcentages de points concernés par cette même tranche de valeurs ne dépassent pas 11 %.

Cette différence est également perceptible pour les fortes teneurs. Dans les Länder de Hesse et Rhénanie-Palatinat, respectivement 24,1 % et 34,5 % des points de mesures sont concernés par des valeurs supérieures à 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, contre moins de 7 % des points pour le Land de Bade-Wurtemberg et l'Alsace. Enfin en Suisse, aucune valeur n'est supérieure à 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les valeurs de conductivité les plus élevées sont observées presque exclusivement au niveau du bassin potassique alsacien, où la salinité est la plus forte.

Comme en 1997, des zones en Alsace et en Bade-Wurtemberg caractérisées par des tranches de teneurs entre 1 000 et 2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont mises en évidence. Elles correspondent à des zones polluées par les chlorures (langues salées à l'aval du bassin potassique) ou par les sulfates. On peut également observer côté alsacien des secteurs (zones de bordure de la nappe - Pliocène de Haguenau) où la pollution par les nitrates, liée aux apports de fertilisants, peut conduire à une augmentation de la minéralisation de l'eau souterraine et donc à une augmentation de la conductivité.

Le nord du fossé rhénan supérieur, décrit pour la première fois dans le présent inventaire 2003, est également une zone dont les eaux souterraines présentent des conductivités accrues ayant pour origine l'importance des activités humaines, la faible épaisseur de l'aquifère proche de la surface ainsi que l'afflux en bordure d'eaux souterraines fortement minéralisées. Par ailleurs, le comblement du secteur nord-ouest du Fossé rhénan est également caractérisé par des éboulis rocheux riches en calcaire en bordure du fossé. Ainsi, la bordure du fossé côté Bade-Wurtemberg présente des roches dures riches en calcaire (Kraichgau) au nord de Karlsruhe (cf. carte Régions Géographiques).

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Sieht man vom Schweizer Teil des Untersuchungsgebiets ab, der unmittelbar unter dem Einfluss der Einsickerungen aus dem Rhein steht, ergeben sich für die Leitfähigkeit an 13 % bis 18 % der Messstellen Werte unter 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In Hessen und Rheinland-Pfalz liegt der Anteil der Messstellen, an denen Werte in dieser Höhe zu verzeichnen sind, unter 11 %.

Derselbe Unterschied ist auch für die Werte im oberen Segment zu beobachten. In Hessen und Rheinland-Pfalz liegen an 24,1 % bzw. 34,5 % der Messstellen die Werte über 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, in Baden-Württemberg und im Elsass ist dies nur an etwa 7 % der Messstellen der Fall. In der Schweiz findet sich keine Messstelle mit einem Wert über 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Die höchsten Werte über 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für die Leitfähigkeit sind nahezu ausschließlich im Bereich des elsässischen Kalibeckens zu beobachten, dort liegt auch der Salzgehalt am höchsten.

Wie 1997 zeichnen sich auch bei der neuen Erhebung im Elsass und in Baden-Württemberg Gebiete mit Werten von 1.000 bis 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ab. Es handelt sich dabei um Gebiete mit in den Salzzungen unterstromig des elsässischen Kalibeckens und der Kalisalzbergwerke im Markgräflerland mit Chlorid- bzw. Sulfatbelastungen. Auf elsässischer Seite sind aber auch andere Bereiche zu finden, welche nicht auf Chlorid- und Sulfatsalzen beruhen, sondern in denen die Nitratbelastung als Folge des landwirtschaftlichen Düngemitelesatzes zu einer erhöhten Mineralisierung des Grundwassers führen kann und damit auch zu erhöhter Leitfähigkeit (Randlagen des Aquifers, Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter).

Im nördlichen Oberheingraben, der erstmals mit der vorliegenden Bestandsaufnahme 2003 beschrieben wird, zeigt sich ein weiterer Schwerpunkt erhöhter Leitfähigkeiten im Grundwasser. Hohe anthropogene Überprägung, eine nur geringe Mächtigkeit des oberflächennahen Aquifers sowie der Randzustrom höher mineralisierten Grundwassers sind hier ursächlich zu nennen. Daneben ist die Grabenfüllung im nordwestlichen Bereich auch durch kalkreichere Gerölle der Grabenrandzone bestimmt. So z.B. treten auf der baden-württembergischen Seite erst nördlich von Karlsruhe kalkreichere Festgesteine (Kraichgau) (siehe Karte Naturräumliche Einheiten) am Grabenrand auf.

Au sud par contre, prédominent les roches pauvres en calcaire de la Forêt-Noire. On relève ainsi au nord de Karlsruhe, en bordure du fossé et le long des cours d'eau récepteurs locaux (le Kraichbach par ex.), des minéralisations nettement plus élevées, pouvant attendre isolément des valeurs supérieures à 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que dans le sud où elles atteignent au maximum 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comme dans le cône d'alluvions de la Dreisam sur lequel repose la ville de Freiburg.

Les valeurs les plus faibles sont en général observées aux débouchés des rivières vosgiennes et des rivières de la Forêt-Noire où les roches silicatées (roches contenant moins de sels solubles que les roches calcaires) dominent. Ces valeurs sont liées aux caractéristiques des couches aquifères locales (alluvions vosgiennes pauvres en calcaires ou graviers de la Forêt-Noire). L'influence supplémentaire des eaux faiblement minéralisées en provenance de ces deux massifs montagneux est perceptible assez loin en plaine le long des cours d'eau où les eaux faiblement minéralisées des rivières s'infiltrent dans la nappe (Doller, Fecht, Giessen, Ehn, Dreisam et Elz dans la Freiburger Bucht, Wiese, Kinzig, Murg, etc.). Cet effet se traduit de manière particulièrement remarquable sur la carte dans le cône d'alluvions de la Dreisam, dans la ville de Freiburg. Le renouvellement de la nappe phréatique par l'infiltration des eaux très faiblement minéralisées de la Dreisam apparaît ici très clairement avec l'accumulation de points roses signalant des conductivités inférieures à 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Comme l'eau de cette rivière de la Forêt-Noire est également acide, la carte des pH présente ici aussi une forte accumulation de faibles valeurs (cf. carte du pH).

Dans le nord du Fossé rhénan supérieur également, les conductivités les plus faibles se trouvent dans la zone des cônes d'alluvions pauvres en bases, comme par exemple pour les ruisseaux prenant leur source dans l'Odenwald et dans la Pfälzerwald ainsi que dans la zone du Bienwald, en Rhénanie-Palatinat à l'ouest de Karlsruhe.

Compte tenu des grandes différences constatées selon les secteurs considérés, la moyenne et la médiane des valeurs pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées car jugées non représentatives. En revanche, si on analyse les valeurs de médiane de chaque secteur régional ou chaque Land, on observe une augmentation régulière de la conductivité du sud vers le nord-ouest. En Suisse la médiane est de 455 $\mu\text{S}/\text{cm}$, et en Alsace de 573 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Elle est de 627 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Bade-Wurtemberg, de 751 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Hesse et enfin de 878 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Rhénanie-Palatinat.

Im Süden dagegen dominieren die kalkarmen Gesteine des Schwarzwaldes. Daher treten in Baden-Württemberg nördlich von Karlsruhe am Grabenrand und entlang der dortigen Vorfluter (z.B. Kraichbach) mit vereinzelt über 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wesentlich höhere Mineralisierungen auf als im Süden mit bis zu nur 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wie auf dem Dreisamschwemmkegel, auf dem die Stadt Freiburg liegt.

Generell ergeben sich die niedrigsten Werte im Eintrittsbereich der Vorfluter aus den Vogesen und dem Schwarzwald, in denen silikathaltiges Gestein vorherrscht, in die kalkreichere Oberrheinebene. Silikatisches Gestein weist weniger lösliche Salze auf als kalkhaltiges Gestein. Dies steht zunächst im Zusammenhang mit der Beschaffenheit des dortigen Grundwasserleiters (Kalkarmes Lockergestein aus den Vogesen bzw. Kies aus dem Schwarzwald). Die zusätzliche Einwirkung des wenig Mineralien enthaltenden Flusswassers aus den beiden Gebirgstöcken, macht sich recht weit in die Ebene hinein entlang der Flussläufe bemerkbar, an denen entlang mineralarmes Flusswasser in das Grundwasser einsickert (Doller, Fecht, Giessen, Ehn, Dreisam und Elz in der Freiburger Bucht, Wiese, Kinzig, Murg, usw.). Besonders eindrucksvoll ist dieser Effekt auf der Karte auf dem Dreisamschwemmkegel in der Stadt Freiburg zu erkennen. Die Grundwasserneubildung mit versickerndem sehr gering mineralisiertem Dreisamwasser ist hier an der Häufung der rosefarbenen Punkte mit Leitfähigkeiten von kleiner 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ recht gut zu erkennen. Da das Wasser dieses Schwarzwaldflusses auch sauer ist, ist hier auch beim pH-Wert eine starke Häufung von niedrigen Werten gegeben (siehe Karte pH-Wert).

Auch im nördlichen Oberrheingraben finden sich die geringsten Leitfähigkeiten im Bereich basenarmer Schwemmfächer, z.B. bei den im Odenwald und Pfälzerwald entspringenden Bächen sowie im Bereich des Bienwaldes, auf der rheinland-pfälzischen Rheinseite westlich von Karlsruhe.

In Anbetracht der erheblichen Unterschiede zwischen den Teilgebieten wird auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet verzichtet, da dieser nicht repräsentativ sein kann. Allerdings lässt sich anhand der Medianwerte für die Teilgebiete in den Regionen und Bundesländern eine kontinuierliche Zunahme der Leitfähigkeit von Süden nach Nordwesten feststellen. In der Schweiz liegt der Medianwert bei 455 $\mu\text{S}/\text{cm}$, im Elsass bei 573 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In Baden-Württemberg liegt er bei 627 $\mu\text{S}/\text{cm}$, in Hessen bei 751 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und in Rheinland-Pfalz schließlich bei 878 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

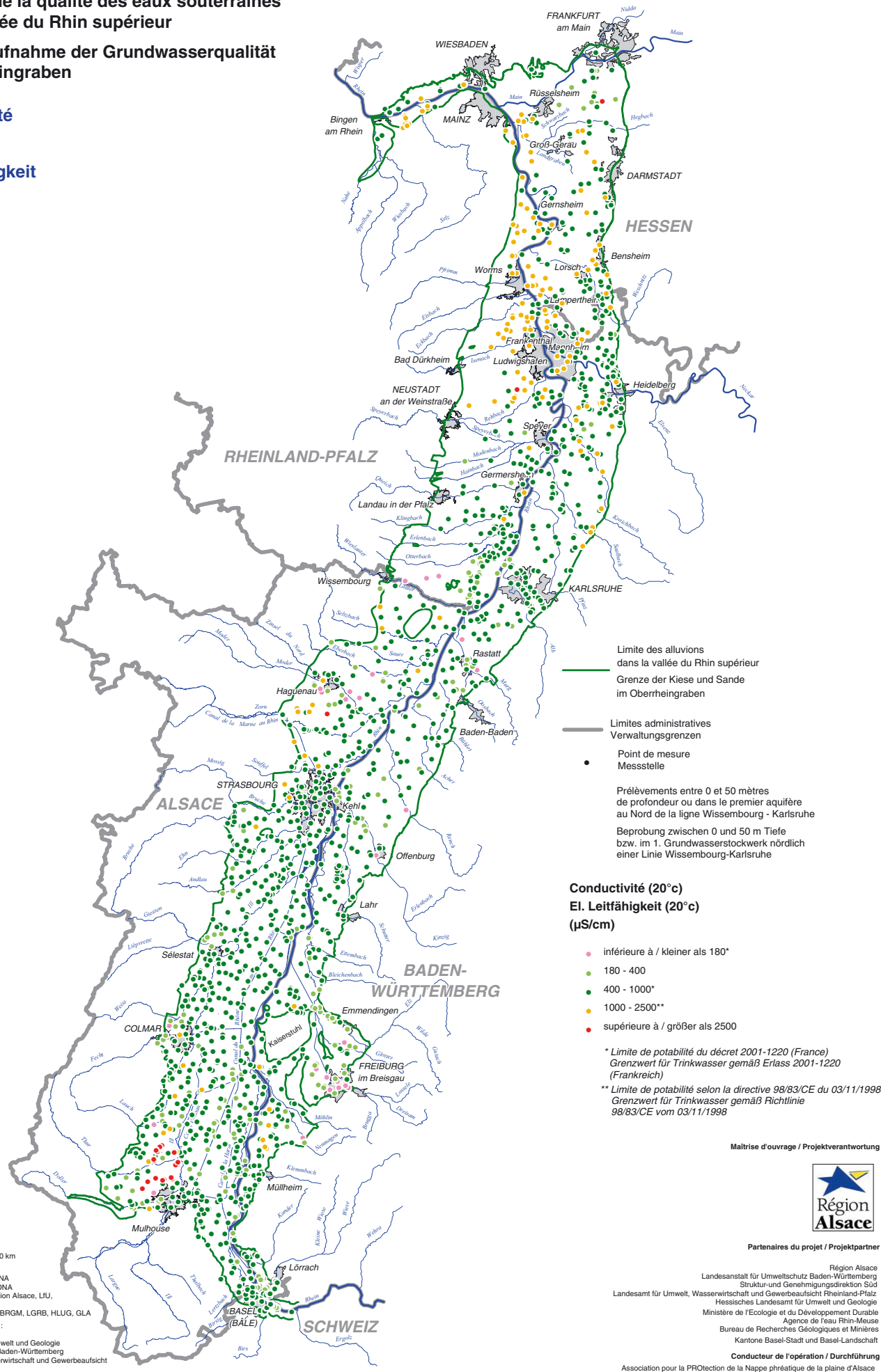
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Conductivité

2002 - 2003

El. Leitfähigkeit



3.2.4 pH (pH)

Généralités

Le potentiel Hydrogène (pH) permet de mesurer l'acidité de l'eau, qui conditionne de multiples manières les réactions chimiques.

La valeur du pH de l'eau souterraine dépend principalement de la présence de gaz carbonique. Lorsque le gaz carbonique est disponible, des acides peuvent être libérés lors de l'oxydation de matières organiques par des micro-organismes, ce qui conduit à l'abaissement du pH.

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Les eaux issues de massifs cristallins, comme les Vosges du sud et la Forêt Noire, auront un pH plutôt acide. A l'inverse, des eaux provenant de régions calcaires, comme le Muschelkalk du Kraichgau dans le Bade-Wurtemberg (cf. carte) auront un pH plutôt basique.

L'acidification d'origine anthropique est liée à l'apport de dépôts atmosphériques acidifiants. De plus, les rejets contenant des oxydes de soufre et d'azote, en provenance de l'industrie, de l'agriculture et de la circulation automobile peuvent également jouer un rôle.

Le pH, comme d'autres paramètres physico-chimiques, dureté, alcalinité, etc. (cf. paragraphes suivants) est un élément important de régulation des réactions chimiques.

3.2.4 pH-Wert (pH)

Allgemeines

Der pH-Wert dient zur Bestimmung des Säuregehalts des Wassers und wirkt sich in vielfältiger Art auf den Ablauf chemischer Reaktionen aus.

Der pH-Wert des Grundwassers ist in der Hauptsache vom Kohlendioxidgehalt abhängig. Ist Kohlendioxid im Grundwasser vorhanden, können bei der Oxidation organischen Materials durch Mikroorganismen organische Säuren freigesetzt werden, woraufhin der pH-Wert sinkt.

Der pH-Wert eines natürlichen Gewässers hängt von dessen Herkunft und von der Art der Böden ab, durch das es fließt. Der pH-Wert von Wasser aus kristallinen Gebirgen wie aus den Vogesen und dem Schwarzwald tendiert in Richtung sauer. Im Gegensatz dazu hat Wasser aus Gebieten mit kalkhaltigem Untergrund wie aus dem Muschelkalk des baden-württembergischen Kraichgaus (siehe Karte pH-Wert) einen eher basischen pH-Wert.

Eine anthropogene Verschiebung des pH-Werts in den sauren Bereich steht auf basenarmen Standorten im Zusammenhang mit dem Eintrag versauernd wirkender atmogener Depositionen. Darüber hinaus kann die Einleitung von schwefel- und stickoxidhaltigem Abwasser aus Industrie, Landwirtschaft und Straßenverkehr eine Rolle spielen.

Der pH-Wert wirkt sich wie die Härte, die Alkalinität usw. (siehe nachstehenden Abschnitt) und andere chemisch-physikalische Parameter auch auf den Ablauf chemischer Reaktionen aus.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

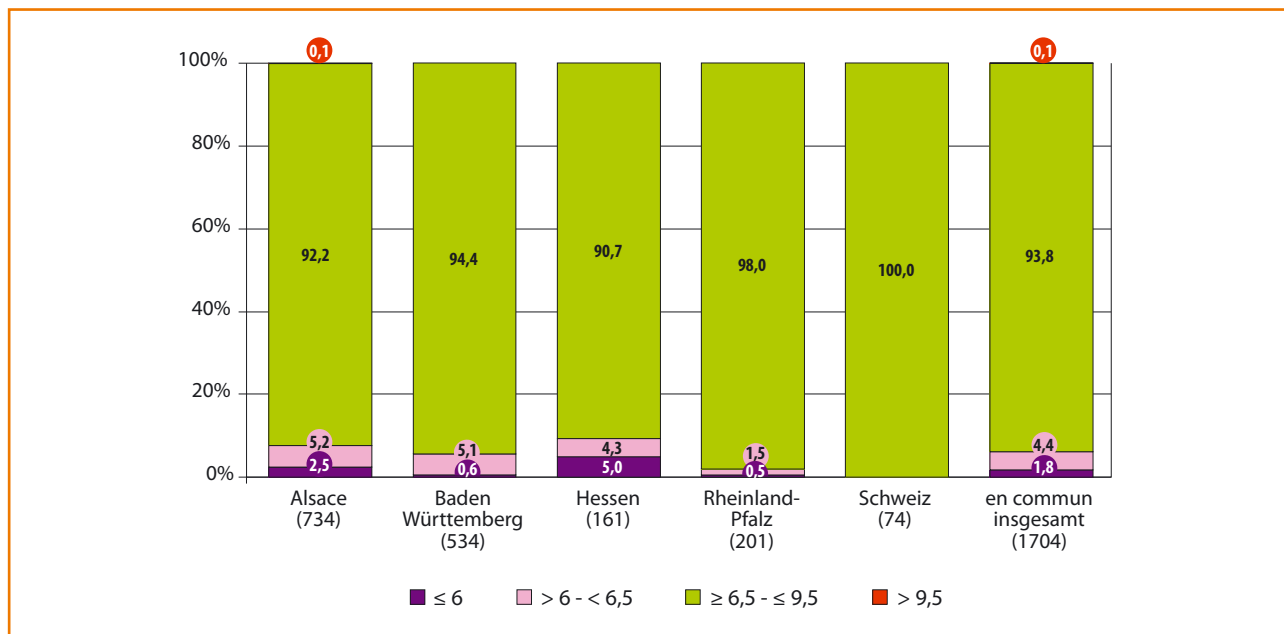


Fig. 3.2.2 : Répartition par classe des valeurs de pH (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.2: Verteilung des pH-Werts (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Pour une eau destinée à la consommation humaine, le pH doit être compris entre 6,5 et 9,5 selon la directive européenne pour l'eau potable. En France, la limite maximale, plus stricte, est fixée à 9.

Pour l'ensemble de la zone, pratiquement 94 % des points de mesures sont caractérisés par des valeurs de pH comprises entre 6,5 et 9,5. La médiane est de 7,2. Par sous-secteur régional ou Land, la valeur de la médiane oscille entre 7,1 et 7,5.

La limite supérieure n'est dépassée que sur 1 point de mesures situé en Alsace, en zone urbaine. Il s'agit vraisemblablement d'une pollution ponctuelle.

En Alsace et en Bade-Wurtemberg, un peu plus de 6 % à 8 % de l'ensemble des points de mesures sont caractérisés par des valeurs inférieures à la limite de 6,5.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Wasser für den menschlichen Gebrauch muss nach Maßgabe der EU-Richtlinie für Trinkwasser einen pH-Wert zwischen 6,5 und 9,5 aufweisen. In Frankreich gilt mit der Obergrenze pH 9 ein strengerer Grenzwert.

Der pH-Wert liegt im gesamten Untersuchungsgebiet an praktisch 94 % der Messstellen zwischen 6,5 und 9,5. Der Medianwert liegt bei 7,2. In den regionalen Teilgebieten bzw. den beteiligten Bundesländern schwankt der Medianwert zwischen 7,1 und 7,5.

Der obere Grenzwert wird im Elsass nur an einer Messstelle überschritten, die in einem städtischen Gebiet liegt. Hier handelt es sich wahrscheinlich um eine punktuelle Belastung.

Im Elsass und in Baden-Württemberg wurden an knapp 6 % bis 8 % der Messstellen pH-Werte unterhalb des unteren Grenzwertes von 6,5 gemessen.

Les eaux les plus acides sont observées : côté alsacien, au niveau des cônes de déjection des rivières vosgiennes; côté Bade-Wurtemberg, principalement au niveau des cônes de déjection des ruisseaux et rivières de la Forêt-Noire, comme on peut le constater sur la carte, dans la Freiburger Bucht le long de la Dreisam, de la Glotter et de l'Elz. Le renouvellement de la nappe phréatique par l'infiltration d'eaux faiblement minéralisées et acides se reconnaît ici très clairement par l'accumulation des points roses ou violets signalant des pH inférieurs à 6,5 ou 6,0 (cf. aussi carte de la conductivité). D'autres sites isolés présentent également des pH inférieurs à la valeur limite de 6,5 le long d'autres rivières de la Forêt-Noire, comme dans la Stauffer Bucht et le long de la Kinzig, de la Rench et de la Murg.

Dans ces zones de cônes de déjection des rivières vosgiennes et de la Forêt Noire, les eaux arrivent progressivement jusqu'à la plaine rhénane sur des aquifères de plus en plus calcaires après avoir circulé sur des roches acides. Il en résulte une diminution de l'acidité avec l'écoulement des eaux souterraines vers l'aval.

L'acidité des eaux souterraines est également mise en évidence dans le Pliocène de Haguenau et dans le sud de la Rhénanie-Palatinat dans la zone du Bienwald. L'origine de l'acidification des eaux de ces secteurs est liée à la nature siliceuse et peu alcaline des grès du Buntsandstein en amont et des alluvions pliocènes dans la plaine.

Localement, l'acidité peut être renforcée par des rejets industriels ou des pollutions historiques d'anciens sites industriels (ouest de Mulhouse – secteur Haguenau).

Par rapport à 1997, il n'y a pas d'évolution significative des valeurs mesurées de pH.

Die am weitesten im sauren Bereich liegenden Werte wurden an folgenden Orten gemessen: auf elsässischer Seite im Versickerungsbereich der Vorfluter mit saurem Vogesenwasser; auf baden-württembergischer Seite im Versickerungsbereich der Bäche und Flüsse mit saurem Schwarzwaldwasser wie es auf der Karte vor allem in der Freiburger Bucht entlang von Dreisam, Glotter und Elz zu sehen ist. Die Grundwasserneubildung mit versickerndem gering mineralisiertem und saurem Flusswasser ist hier an der Häufung der rosefarbenen bzw. violetten Punkten mit pH-Werten von kleiner 6,5 bzw. kleiner 6,0 recht gut zu erkennen (siehe auch Karte Leitfähigkeit). Vereinzelt treten weitere Unterschreitungen des unteren pH-Grenzwertes von 6,5 auch entlang anderer Schwarzwaldflüsse auf, wie in der Stauffer Bucht sowie entlang an der Kinzig, der Rench und der Murg.

Das Wasser bewegt sich in den Schwemmkegeln der Vogesen und Schwarzwaldflüsse durch immer stärker kalkhaltiges Gestein im Grundwasserleiter bis in die Oberrheinebene hinunter, nachdem es zuvor saures Gestein durchquert hat. Der Säuregehalt des Grundwassers nimmt entsprechend mit zunehmendem Verlauf ab.

Als eher sauer erweist sich das oberflächennahe Grundwasser auch im Bereich des Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiters und im südlichen Rheinland-Pfalz, im Bereich des Bienwaldes. Ursache für die in diesen Teilgebieten eher im sauren Bereich liegenden Werte ist das Silizium bzw. die basenarmut im vorgeschalteten Buntsandstein und das Pliozän-Lockergestein in der Ebene.

Örtlich ist der Säuregehalt gegebenenfalls aufgrund von Industrieabwassereinleitungen oder Altbelastungen aus stillgelegten Industrieanlagen erhöht (westlich von Mulhouse - Bereich Haguenau).

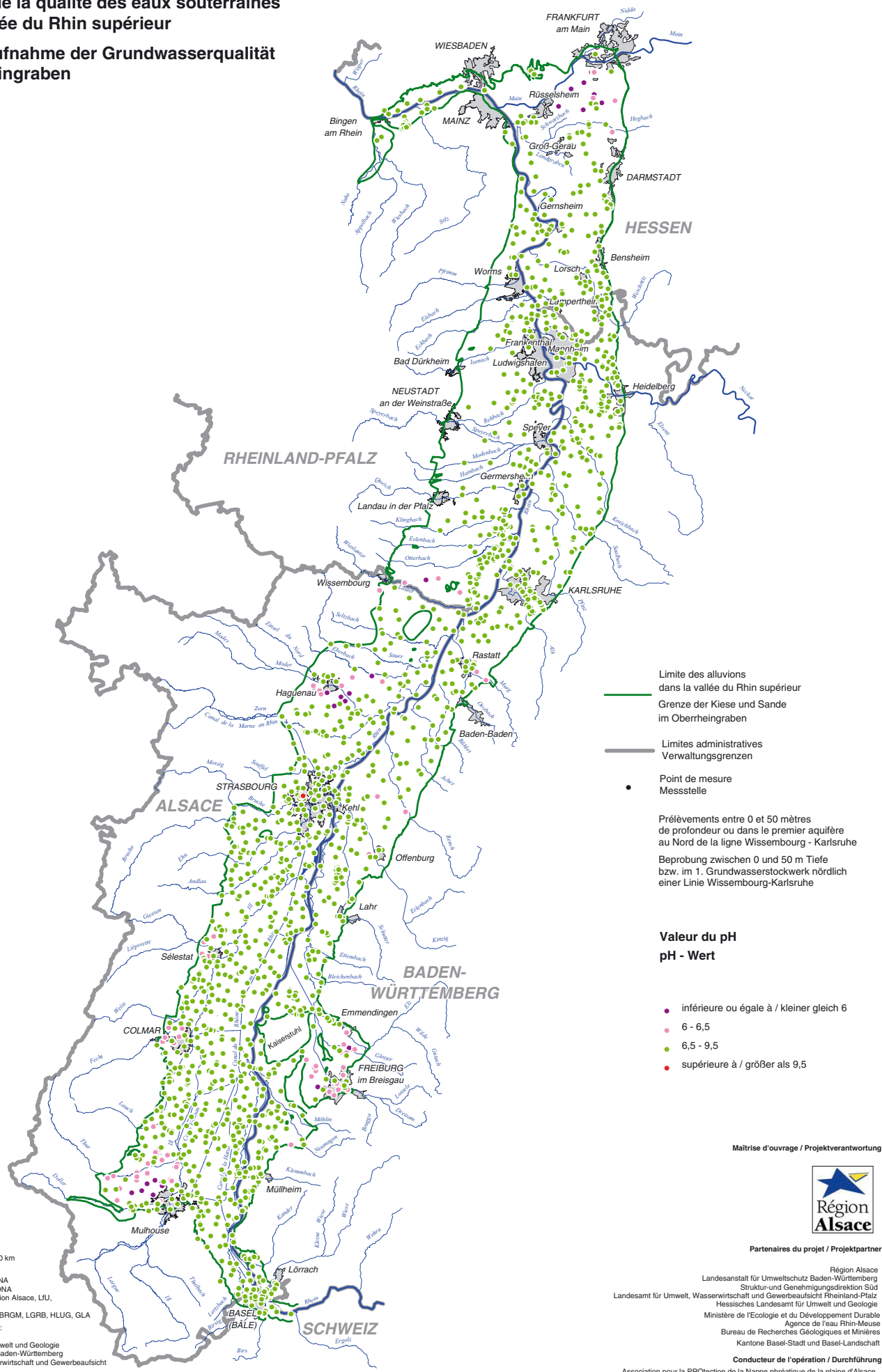
Im Vergleich zu 1997 ist keine signifikante Veränderung der Erhebungsergebnisse in Bezug auf den pH-Wert zu verzeichnen.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

pH

2002 - 2003



3.2.5 Oxygène dissous

Généralités

L'eau (lorsqu'elle est en contact avec l'atmosphère) contient de l'oxygène dissous dont la concentration varie entre autres avec la température et la pression. La concentration naturelle en oxygène dépend également de la présence de matières oxydables organiques ou inorganiques. Ainsi, dans les zones marécageuses l'oxygène est consommé par les phénomènes d'oxydation qui s'y déroulent.

Les conditions oxydantes ou réductrices dans les eaux souterraines résultent de la présence ou de l'absence d'oxygène dissous. Ces conditions influencent la solubilité de nombreuses substances.

Dans les eaux pauvres en oxygène, compte tenu des conditions réductrices, l'oxygène lié présent dans les substances (par ex. sulfates, nitrates) est consommé. Dans de tels milieux, les substances existent sous forme réduite : ammonium, nitrites, sulfures, hydrogène sulfuré, fer II et manganèse II. Au contraire, dans les eaux riches en oxygène prédominent les formes oxydées : nitrates et sulfates, alors que les sels de fer III et de manganèse IV dissous sont précipités.

3.2.5 Gelöster Sauerstoff

Allgemeines

Wasser, in Kontakt mit der Atmosphäre, enthält gelösten Sauerstoff, der Gehalt schwankt unter anderem mit der Temperatur und den Druckverhältnissen. Der natürliche Sauerstoffgehalt wird darüber hinaus auch durch das Vorhandensein von oxidierbarem organischen und anorganischen Material (z.B. Humus in moorigen Bereichen) bestimmt, da bei der Oxidation Sauerstoff verbraucht wird.

Das Vorhandensein oder Fehlen von freiem Sauerstoff ist im Grundwasser ausschlaggebend dafür, ob oxidierende oder reduzierende Bedingungen herrschen. Das Redoxpotential hat grundlegende Bedeutung für die Löslichkeit vieler Stoffe.

In reduzierendem Milieu wird zunächst freier, dann gebundener Sauerstoff (z.B. Sulfat, Nitrat) abgebaut. Dadurch werden die reduzierten Stickstoff- und Schwefelformen Ammonium, Nitrit, Sulfid und Schwefelwasserstoff und auch Eisen-II, Mangan-II gebildet. In sauerstoffreichen Wässern hingegen liegen die oxidierten Formen Nitrat und Sulfat vor, Eisen-III und Mangan-IV werden ausgefällt.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

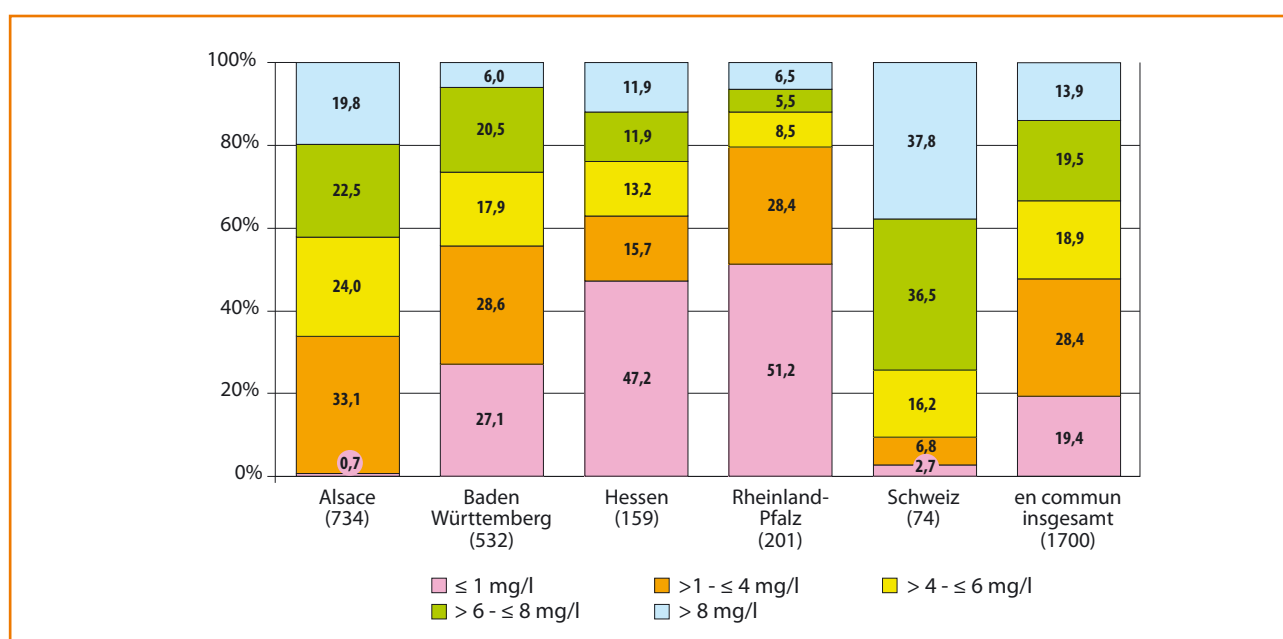


Fig. 3.2.3 : Répartition par classe de concentrations en oxygène dissous (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.3: Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La moyenne et la médiane des valeurs pour l'ensemble de la zone d'étude ne seront pas présentées en raison d'une grande disparité nord / sud des résultats de mesures.

Les concentrations en oxygène dissous élevées

Les concentrations en oxygène dissous élevées (>6 mg/l) sont principalement rencontrées en Suisse et au sud de l'Alsace, dans des zones vastes (Forêt de la Hardt, Centre Plaine, Ried). La moyenne et la médiane sont de 5,5 et 5,4 mg/l en Alsace et de 6,9 et 7,3 mg/l en Suisse. En Allemagne, la moyenne et la médiane restent inférieures à 3,6 mg/l. Le Bade-Wurtemberg comporte aussi deux zones vastes où les concentrations en oxygène sont élevées, le Markgräfler Land et dans le Rhein-Neckar-Raum, le cône d'alluvions du Neckar.

Les autres secteurs ne présentent des valeurs élevées que ponctuellement.

En Suisse, en raison du court temps de séjour des eaux souterraines dans l'aquifère, la concentration en oxygène dissous est importante, proche de celle enregistrée dans les eaux superficielles, compte tenu de la part importante des eaux d'infiltration du Rhin.

En Alsace, la zone concernée par les fortes concentrations en oxygène dissous est située, comme en 1997, en Centre plaine, de Saint-Louis à Benfeld. Les infiltrations du Rhin et des canaux, ainsi que les terrains graveleux de bonne transmissivité dans ce secteur permettent une vitesse de circulation élevée de l'eau souterraine et réduisent le temps de séjour dans l'aquifère. Contrairement aux résultats de 1997, le nombre de points dans le Pliocène de Haguenau dont la concentration en oxygène dissous est élevée n'est pas aussi important, mais ceci est sans doute dû à l'évolution du réseau de mesures.

Dans le Bade-Wurtemberg, au sud du Kaiserstuhl, dans le Markgräfler Land, prédominent également des concentrations élevées, plus rarement supérieures à 8 mg/l que du côté suisse ou alsacien, mais souvent supérieures à 6 mg/l. Les conditions hydrogéologiques et hydrodynamiques sont ici proches de celles décrites plus haut pour le côté alsacien. Les eaux de la Forêt-Noire s'infiltrant presque complètement dans la nappe phréatique et contribuant pour une très gran-

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die Messergebnisse im Nord-Süd-Vergleich stark auseinanderklaffen.

Hohe Werte für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff

Werte im oberen Segment für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff (>6 mg/l) finden sich vor allem in der Schweiz und im südlichen Elsass in z.T. größeren Gebieten (Forêt de la Hardt, Centre Plaine, Ried). Der Durchschnittswert und der Medianwert liegen im Elsass bei 5,5 bzw. 5,4 mg/l, in der Schweiz bei 6,9 bzw. 7,3 mg/l. Im deutschen Teilgebiet des Oberrheingrabens liegen Mittel- und Medianwert unter 3,6 mg/l. Auch auf baden-württembergischer Seite gibt es zwei größere sauerstoffreiche Gebiete, nämlich das Markgräfler Land und im Rhein-Neckar-Raum auf dem Neckarschwemmfächer.

In den anderen Teilgebieten Werte finden sich nur vereinzelt hohe Werte.

In der Schweiz finden sich aufgrund der kurzen Verweildauer des Grundwassers im Grundwasserleiter hohe Werte für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff, die sich in Anbetracht des hohen Anteils von Sickerwasser aus dem Rhein nur wenig von den Werten der Oberflächengewässer unterscheiden.

Das Gebiet, das im Elsass hohe Konzentrationen aufweist, liegt wie 1997 in der Mitte des elsässischen Teils der Rheinebene und erstreckt sich von Saint-Louis bis Benfeld. Die Infiltrationen aus dem Rhein und den Kanälen sowie die gute Durchlässigkeit der kieshaltigen Böden in diesem Bereich sorgen für hohe Fließgeschwindigkeit des Grundwassers und geringere Verweildauer im Aquifer. Im Gegensatz zu 1997 sind bei der neuen Erhebung die Messstellen im Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter, an denen hohe Werte für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff gemessen wurden, weniger zahlreich, dies ist jedoch sicherlich im Zusammenhang mit der Neugestaltung des Messnetzes zu sehen.

In Baden-Württemberg sind südlich des Kaiserstuhls im Markgräfler Land ebenfalls hohe Konzentrationen anzutreffen, die seltener als auf schweizerischer und elsässischer mehr als 8 mg/l betragen, jedoch meistens auch über 6 mg/l liegen. Die hydro-logischen, hydro-geo-logischen und hydro-dynamischen Bedingungen sind hier ähnlich wie oben für die elsässische Seite beschrieben. Nahezu vollständig in das Grundwasser infiltrierende Schwarzwaldflüsse mit

de part à son renouvellement, la profondeur de la nappe et des vitesses d'écoulement élevées caractérisent également la zone du Markgräfler Land.

Dans le Rhein-Neckar-Raum, l'infiltration des eaux riches en oxygène du Neckar dans le cône d'alluvions et l'infiltration souvent totale des eaux des ruisseaux de l'Odenwald le rejoignant au nord occasionnent des valeurs supérieures à 6 mg/l à de nombreux points de mesures.

Dans le secteur de la Rhénanie-Palatinat, on mesure des concentrations supérieures uniquement en bordure du Fossé (milieux oxydants), dans les hautes terrasses des Riedelflächen du sud du Palatinat antérieur ainsi qu'entre Mainz et Bingen.

Pour l'ensemble de la zone, sauf peut-être en Rhénanie-Palatinat, au niveau des bordures est et ouest de la nappe, on mesure localement des concentrations élevées liées à des apports d'eau riche en oxygène (apport des rivières vosgiennes, de Forêt Noire et de l'Odenwald). Ce phénomène est particulièrement visible dans le Bade-Wurtemberg, dans le Markgräfler Land et dans le Rhein-Neckar-Raum, ou en Alsace au débouché de la Fecht et de la Lauch.

einem sehr hohen Anteil an der Grundwasserneubildung, ein tief reichender Grundwasserleiter und hohe Fließgeschwindigkeiten sind auch für das Markgräfler Land kennzeichnend.

Im Rhein-Neckar-Raum verursacht das in den Schwemmfächer infiltrierende sauerstoffreiche Flusswasser des Neckars und die sich nördlich anschließenden oft vollständig infiltrierenden Odenwaldbäche an vielen Messstellen höhere Werte von größer 6 mg/l.

Höherer Sauerstoffwerte (oxidierende Milieus) im rheinland-pfälzischen Teilgebiet finden sich lediglich am Grabenrand, im Bereich der Riedelflächen der südlichen Vorderpfalz sowie zwischen Mainz und Bingen.

Im gesamten Untersuchungsgebiet, mit Ausnahme vielleicht von Rheinland-Pfalz, sind im Bereich der westlichen und östlichen Randlagen des Aquifers örtlich Werte im oberen Segment für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff anzutreffen (Eintrag aus den Gebirgsflüssen aus Vogesen, Schwarzwald und dem Odenwald). Dies wird vor allem in Baden-Württemberg im Markgräfler Land und im Rhein-Neckar-Raum deutlich oder im Elsass im Eintrittsbereich von Fecht und Lauch.

Les concentrations en oxygène dissous faibles

Les concentrations en oxygène dissous faibles (< 4 mg/l) sont surtout observées dans les zones hydromorphes réductrices.

Ces zones sont présentes dans chacune des régions ou Länder sauf en Suisse.

Pour l'Alsace, il s'agit du Ried central, entre Colmar et Strasbourg, d'une zone proche de l'III située à l'aval de Mulhouse et des zones humides situées entre la Doller et la Thur.

Pour le Bade-Wurtemberg, il s'agit d'une zone à l'est du Kaiserstuhl, le long du piémont d'Emmendingen et de Lahr (cf. rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol. 2 ; Région Alsace, 2000) et dans la dépression de Kehl / Offenbourg.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, les secteurs proches du Rhin, de Kunheim à Mainz et en particulier la zone de Ludwigshafen / Mannheim / Bensheim, sont les secteurs les plus concernés.

Niedrige Werte für den Gehalt an gelöste Sauerstoff

Niedrige Werte (< 4 mg/l) für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff sind vor allem in Bereichen mit hydromorphen und reduzierenden Bedingungen zu finden.

Solche Bereiche finden sich mit Ausnahme der Schweiz in jeder Region bzw. Bundesland.

Im Elsass handelt es sich hier um das Mittlere Ried zwischen Colmar und Strasbourg, ein Gebiet in der Nähe der III unterhalb von Mulhouse und die Feuchtgebiete zwischen Doller und Thur.

In Baden-Württemberg liegen entsprechende Gebiete östlich des Kaiserstuhls in der historischen Ostrheinsenke, entlang der Vorgebirgszone bei Emmendingen bis Lahr (vgl. Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd.2, Région Alsace, 2000) und in der Kehl/Offenburger Senke.

Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet finden sich ausgeprägte Gebiete mit entsprechenden Werten am Rhein zwischen Kunheim und Mainz, insbesondere ist hier auch der Bereich Ludwigshafen / Mannheim / Bensheim zu nennen.

Au nord de Rastatt, des deux côtés du Rhin, les teneurs les plus faibles, inférieures à 1 mg/l, sont très majoritaires. Cela se reflète également dans les statistiques des Länder : en Rhénanie-Palatinat et Hesse, respectivement 51 et 47 % des points de mesures présentent des concentrations inférieures à 1 mg/l contre moins de 1 % des points en Alsace et 27 % des points en Bade-Wurtemberg.

Du côté de la Rhénanie-Palatinat, on mesure fréquemment des concentrations inférieures à 1 mg/l dans les couches superficielles de la nappe, dans la zone des basses terrasses. Il s'agit par conséquent de zones à milieu réducteur dont l'origine est liée à la présence de substances organiques dans le sous-sol, aux très faibles profondeurs du niveau des eaux de la nappe phréatique, aux durées de rétention relativement longues, aux faibles vitesses d'écoulement ainsi qu'à un faible renouvellement de la nappe.

Plusieurs raisons différentes ou complémentaires, selon les secteurs, expliquent la présence très faible d'oxygène dissous dans ces zones :

- la faible profondeur de la nappe, associée à une couverture de sols peu perméables a pu entraîner une diminution des apports d'oxygène.
- la présence de carbone organique dans l'aquifère (par ex. de tourbe) qui entraîne une consommation d'oxygène.
- des phénomènes de piégeage des matières organiques suite à la déconnexion d'anciens bras du Rhin, ont pu entraîner une consommation de l'oxygène par les bactéries qui décomposent la matière organique.
- enfin la présence de marais ou de tourbières entraîne également une consommation microbienne d'oxygène.

Par rapport à 1997, il n'y a pas d'évolution significative des concentrations en oxygène dissous. Les variations locales, à petite échelle, des concentrations entre 1997 et 2003 peuvent s'expliquer par de nombreux phénomènes dont en particulier, des variations locales de la composition de l'aquifère, de la couverture de sols, de l'utilisation du sol mais aussi par les conditions de prélèvements et les conditions météorologiques particulières de l'année 2003 (année extrêmement sèche).

Nördlich von Rastatt überwiegen auf beiden Rheinseiten mehrheitlich niedrige Werte unter 1 mg/l. Die spiegelt sich auch in der Länderstatistik wider: in Rheinland-Pfalz und Hessen liegen an 51 % bzw. 47 % der Messstellen die Werte unter 1 mg/l, im Elsass trifft dies auf 1 % und in Baden-Württemberg auf 27 % der Messstellen zu.

Auf rheinland-pfälzischer Seite sind im Bereich der Niederterrasse verbreitet Sauerstoffwerte unter 1 mg/l im oberflächennahen Grundwasser anzutreffen, mithin handelt es sich also um Gebiete reduzierenden Milieus. Ursächlich hierfür ist das Vorkommen organischer Substanz im Untergrund, nur sehr geringe Grundwasserflurabstände, relativ lange Verweilzeiten bzw. Fließgeschwindigkeiten sowie eine nur geringe Grundwasserneubildung.

Für den geringen Gehalt an gelöstem Sauerstoff kommen in den genannten Bereichen mehrere Gründe in Betracht, die teils einzeln, teils komplementär wirksam werden:

- Geringe Mächtigkeit des Grundwasserleiters im Zusammenwirken mit einer wenig durchlässigen Deckschicht hat einen geringen Sauerstoffeintrag zur Folge.
- Vorkommen von organischem Kohlenstoff (z.B. Torfeinschaltungen) im Grundwasserleiter und damit verbundener Sauerstoffzehrung.
- Die Abtrennung ehemaliger Rheinarme hat zur Folge, dass organische Stoffe nicht mehr abtransportiert werden, so dass Bakterien Sauerstoff verbrauchen, um organisches Material abzubauen.
- In Sümpfen oder Mooren wird ebenfalls Sauerstoff mikrobiell verbraucht.

Gegenüber 1997 ist keine signifikante Veränderung der Werte für den Gehalt an gelöstem Sauerstoff zu verzeichnen. Örtlich begrenzte, geringfügige Veränderungen im Vergleich zwischen 1997 und 2003 sind auf unterschiedliche Gründe zurückzuführen, so auf örtliche Abweichungen in der Zusammensetzung des Grundwasserleiters, die Deckböden, die Bodennutzung, aber auch auf die Bedingungen bei der Probenahme und die besonderen meteorologischen Gegebenheiten im Jahr 2003 (extremes Trockenjahr).

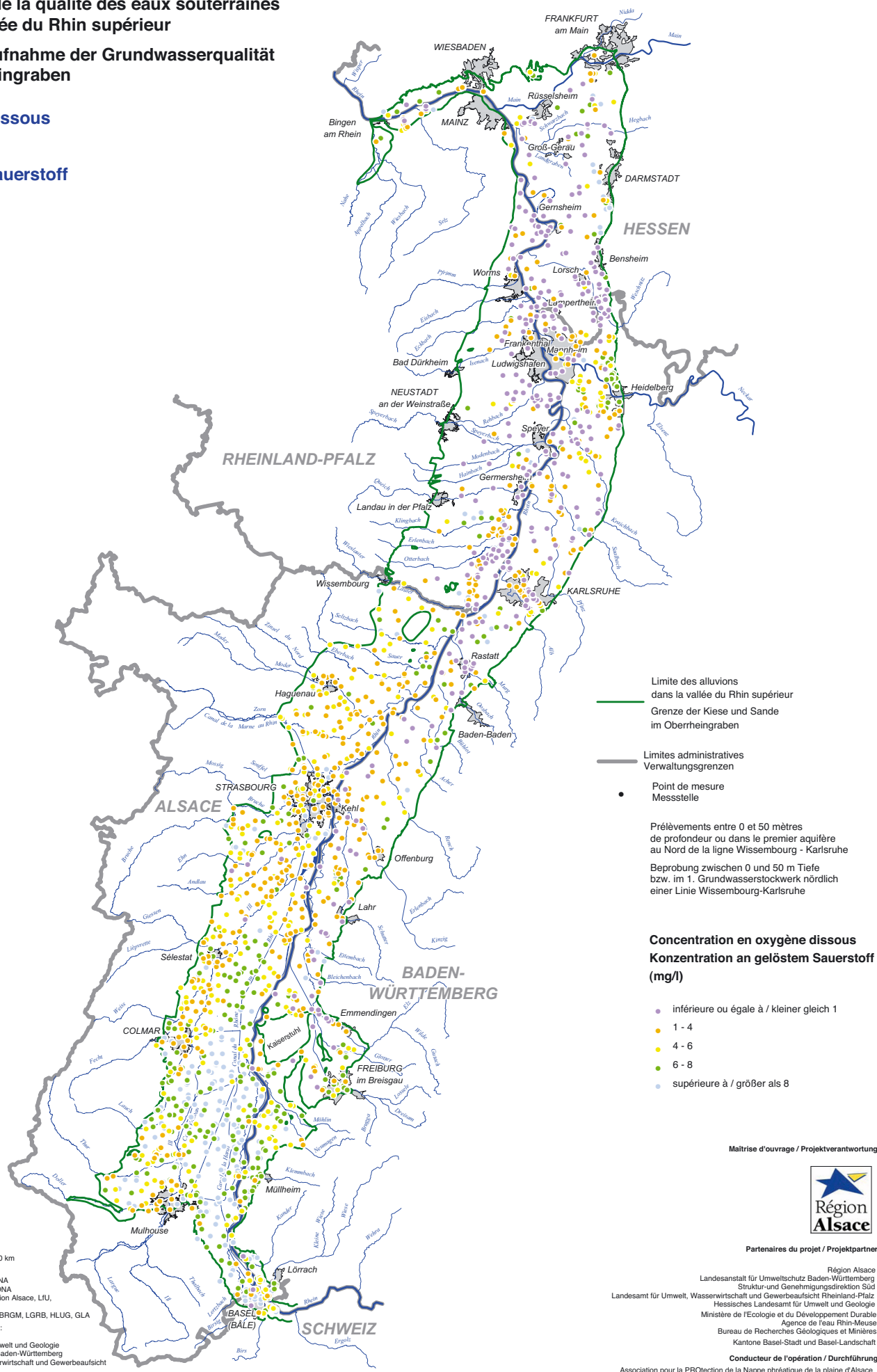
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Oxygène dissous

2002 - 2003

Gelöster Sauerstoff



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Cartho / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.2.6 Dureté totale

Généralités

La dureté totale est exprimée en unités différentes en France et en Allemagne. Aussi est-elle présentée ici en unité européenne exprimée en mg/l d'ion calcium (Ca), calculée par la somme pondérée des concentrations en calcium et magnésium. Les éléments strontium et baryum ne sont généralement présents qu'à l'état de traces et ne sont pas pris en compte dans le calcul.

La dureté est déterminée par la composition des sols, au travers desquels s'infiltrent les eaux de pluie, et par celle des alluvions où s'écoulent les eaux souterraines. Les influences anthropiques (pollutions industrielles, zones urbanisées ou pratiques agricoles) peuvent également contribuer à l'augmentation de la dureté.

3.2.6 Gesamthärte

Allgemeines

Das Maß für die Gesamthärte wird in Frankreich und Deutschland unterschiedlich ausgedrückt. Deswegen wird hier die Gesamthärte nach europäischem Vorbild über die Summe der Calcium- und Magnesium-Konzentrationen ermittelt und in mg/l Calcium ausgedrückt. Die auch dazu gehörenden Elemente Strontium und Barium sind meist nur in Spuren vorhanden und werden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Die Härte resultiert aus der Zusammensetzung des Bodens und der ungesättigten Zone (Kalkgehalt), durch welche das Sickerwasser perkoliert, und des gesättigten Bereichs, in welchem das Grundwasser zirkuliert. Anthropogene Einflüsse wie Belastungen aus Industrie, Siedlungen und Landwirtschaft können zu einer Erhöhung der Härte führen.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

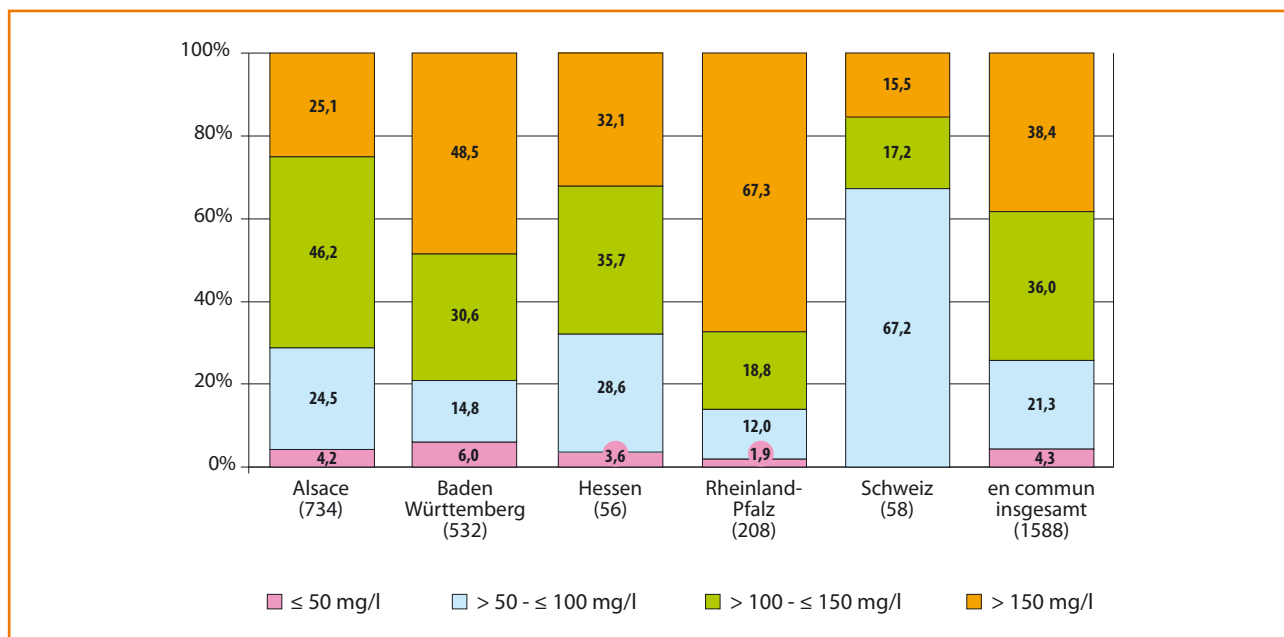


Fig. 3.2.4 : Répartition par classe de concentrations de la dureté totale exprimé en mg/l de calcium (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.4: Verteilung der Werte für die Gesamthärte in mg/l Ca (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les mesures effectuées mettent en évidence le caractère majoritairement hydrogénocarbonaté-calcique des eaux de la nappe rhénane, avec toutefois des variations révélant, par secteur, un contexte hydrogéologique différencié.

Les valeurs médiane et moyenne de la dureté pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs moyennes et médianes pour chaque sous-secteur ou chaque Land.

Tab. 3.2.1 : Dureté totale : valeurs moyennes et médianes

Tab. 3.2.1: Gesamthärte: Mittel- und Medianwerte

UNITÉ / EINHEIT : mg/l Ca	MOYENNE / MITTELWERT	MÉDIANE / MEDIAN
Alsace	143,9	121,6
Baden-Württemberg	147,3	148,2
Hessen	131,7	118,6
Rheinland-Pfalz	209,7	198,2
Schweizer Kantone	96,7	77,0

La répartition de la dureté totale est très semblable à celle de la conductivité et est liée aux mêmes origines que celles exposées au paragraphe 3.2.3 (conductivité).

La dureté des eaux souterraines est très faible (moins de 50 mg/l) dans le sud du Fossé rhénan car elles sont alimentées par les eaux pauvres en calcaire provenant des Vosges et de la Forêt-Noire et les éboulis rocheux cristallins des Vosges ou de la Forêt-Noire en bordure du Fossé contiennent trop peu de calcaire pour en augmenter la dureté. Elle est également très faible dans les terrains sableux du Pliocène de la couche aquifère entre Haguenau et Wissembourg où s'infiltrent les eaux de la Moder, de l'Eberbach et de la Sauer. Il en est de même du Bienwald et des plaines alluviales du Rhin au sud du secteur Rhénanie-Palatinat, de la Staufferer et la Freiburger Bucht et des zones d'infiltration le long des rivières de la Forêt-Noire : Kinzig, Rench et Murg (cf. paragraphe 3.2.3).

De Bâle à Karlsruhe, les eaux circulant dans les alluvions rhénanes, dans le sud du Fossé, qui sont chargées de matériaux calcaires apportés des Alpes, sont caractérisées

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Aufgrund der qualitativen Daten können die Grundwässer im Oberrheingraben geohydrochemisch im Allgemeinen dem Calcium-HydrogenCarbonat-Typ zugeordnet werden, allerdings mit lokalen Unterschieden, die auf unterschiedliche hydrogeologische Verhältnisse zurückzuführen sind.

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

Nachstehende Tabelle enthält die Mittel- und Medianwerte für die einzelnen Teilgebiete bzw. die einzelnen Bundesländer.

Die Verteilung der Gesamthärte ist der Verteilung der Leitfähigkeit sehr ähnlich und beruht meist auf denselben Ursachen, wie sie schon im Kapitel 3.2.3 (Leitfähigkeit) angeführt worden sind.

In den randnahen Ablagerungen im Süden des Oberrheingrabens ist die Gesamthärte des Grundwassers sehr gering (weniger als 50 mg/l), da dort das Grundwasser von kalkarmen Flusswässern der Vogesen und des Schwarzwalds gespeist werden und zugleich die hier liegenden kristallinen Vogesen- oder Schwarzwaldgerölle am Grabenrand zu wenig Kalk enthalten, um hier die Gesamthärte zu erhöhen. Auffällig flächenmäßig gering ist die Gesamthärte in den sandigen Böden des Pliozän-Grundwasserleiters zwischen Haguenau und Wissembourg, wo die Flüsse Moder, Eberbach und Sauer infiltrieren. Dies gilt auch für den Bienwald sowie die Rheinauen im südlichen Teilgebiet von Rheinland-Pfalz, wie auch auf baden-württembergischer Seite für die Staufferer und Freiburger Bucht und für die Flusswasserinfiltrationsbereiche entlang der Schwarzwaldnebenflüsse Kinzig, Rench und Murg (siehe auch Abschnitt 3.2.3).

Die von Basel bis Karlsruhe in den Rheinalluvionen des südlichen Grabens fließenden Grundwässer sind infolge der vermehrten Anteile an kalkhaltigen Gesteinen aus

par une dureté moyenne (50 à 100 mg/l Ca), voire élevée (100 à 150 mg/l Ca) lorsqu'il existe une couverture de loess.

Les apports des affluents en bordure de la nappe en provenance des roches calcaires et gypseuses recouvertes de loess des piémonts, comme autour de Müllheim et Lahr, augmentent la dureté dans le sud du Fossé rhénan.

Entre Offenburg/Kehl et Karlsruhe, la dureté totale est généralement comprise entre 100 et 150 mg/l en surface, soit nettement plus faible qu'au sud d'Offenburg et qu'au nord de Karlsruhe. Cela est lié entre autres aux rivières Kinzig et Murg dont les vallées comportent peu d'éboulis rocheux calcaires et un pourcentage élevé de matières organiques. Le renouvellement de la nappe sur des terrains en partie recouverts d'un humus de type anmoor et les matières organiques présentes dans l'aquifère génèrent en conséquence une dureté plus faible. De plus, le piémont n'est ni aussi grand ni aussi marqué dans cette zone que dans le sud du Fossé. La couverture de loess y est également plus faible de sorte que les affluents en bordure et la nappe en provenance des roches dures du piémont apportent moins de calcaire dissous dans cette zone du Fossé que dans le sud.

Au nord de Karlsruhe la dureté est généralement très élevée (supérieure à 150 mg/l Ca) des deux côtés du Rhin en partie parce que les alluvions de bordure sont très calcaires et que la disponibilité des liaisons calcium et magnésium est en conséquence élevée.

Sur le côté du Bade-Wurtemberg, près de Karlsruhe, se trouve la limite entre les paysages naturels du Kraichgau et le nord de la Forêt-Noire. Au nord de Karlsruhe, dans le Kraichgau, les roches très riches en calcaire, et en partie recouvertes de loess, du Muschelkalk et du Keuper s'approchent de la bordure orientale. Elles succèdent en bordure est du Fossé rhénan supérieur aux roches dures pauvres en calcaire de la Forêt-Noire (grès du Buntsandstein, roches cristallines) accompagnant jusqu'ici le Fossé depuis le sud. Le Kraichgau présente même des gypses du Keuper très calciques. Les eaux riches en calcaire provenant du Kraichgau des affluents en bordure de la nappe et les eaux d'infiltration des rivières et ruisseaux (Saalbach, Kraichbach) sont ici, au nord de Karlsruhe, à l'origine de la dureté totale élevée du Fossé rhénan supérieur. Les eaux d'infiltration du Neckar en particulier se propagent sur de grandes distances dans le Fossé rhénan supérieur, depuis le cône d'alluvions de Heidelberg jusque loin à l'ouest et aussi jusqu'à Mannheim.

Les apports anthropiques ont également un rôle important, comme par exemple les amendements calcaires des sols sableux de plaine.

den Alpen durch mittlere Härtegrade (50 bis 100 mg/l Ca) gekennzeichnet bzw. bei Lössbedeckung sogar durch hohe Härtegrade (100 bis 150 mg/l Ca).

Auch die Grundwasserrandzuströme aus den lößbedeckten kalk- und gipshaltigen Gesteinen der Vorbergzonen z.B. bei Müllheim und Lahr erhöhen die Gesamthärten im südlichen Oberrheingraben.

Zwischen Offenburg/Kehl und Karlsruhe liegen die Gesamthärten meist mit Werten von 100 – 150 mg/l Ca in der Fläche auffällig niedriger als südlich von Offenburg und als nördlich von Karlsruhe. Ursache ist u.a. die hier verlaufende Kinzig-Murg-Rinne mit weniger kalkreichen Geröllen und einem hohen Anteil von organischem Material. Die Grundwasserneubildung auf den z.T. anmoorigen Böden und das im Aquifer liegende organische Material verursachen daher eine geringere Gesamthärte. Weiterhin ist die Vorbergzone in diesem Bereich nicht so groß und ausgeprägt wie im südlichen Grabenteil. Sie hat hier auch eine geringere Lössbedeckung, so dass die Grundwasserrandzuflüsse aus dem Vorbergzonen-Festgestein am Grabenrand hier weniger gelösten Kalk in den Graben einbringen als im südlichen Grabenteil.

Im Norden von Karlsruhe ist die Härte auf beiden Rheinseiten wieder sehr hoch (über 150 mg/l Ca), z.T. wegen stark kalkhaltiger Alluvionen im Randbereich und damit der hohen geogenen Verfügbarkeit von Calcium- und Magnesiumverbindungen.

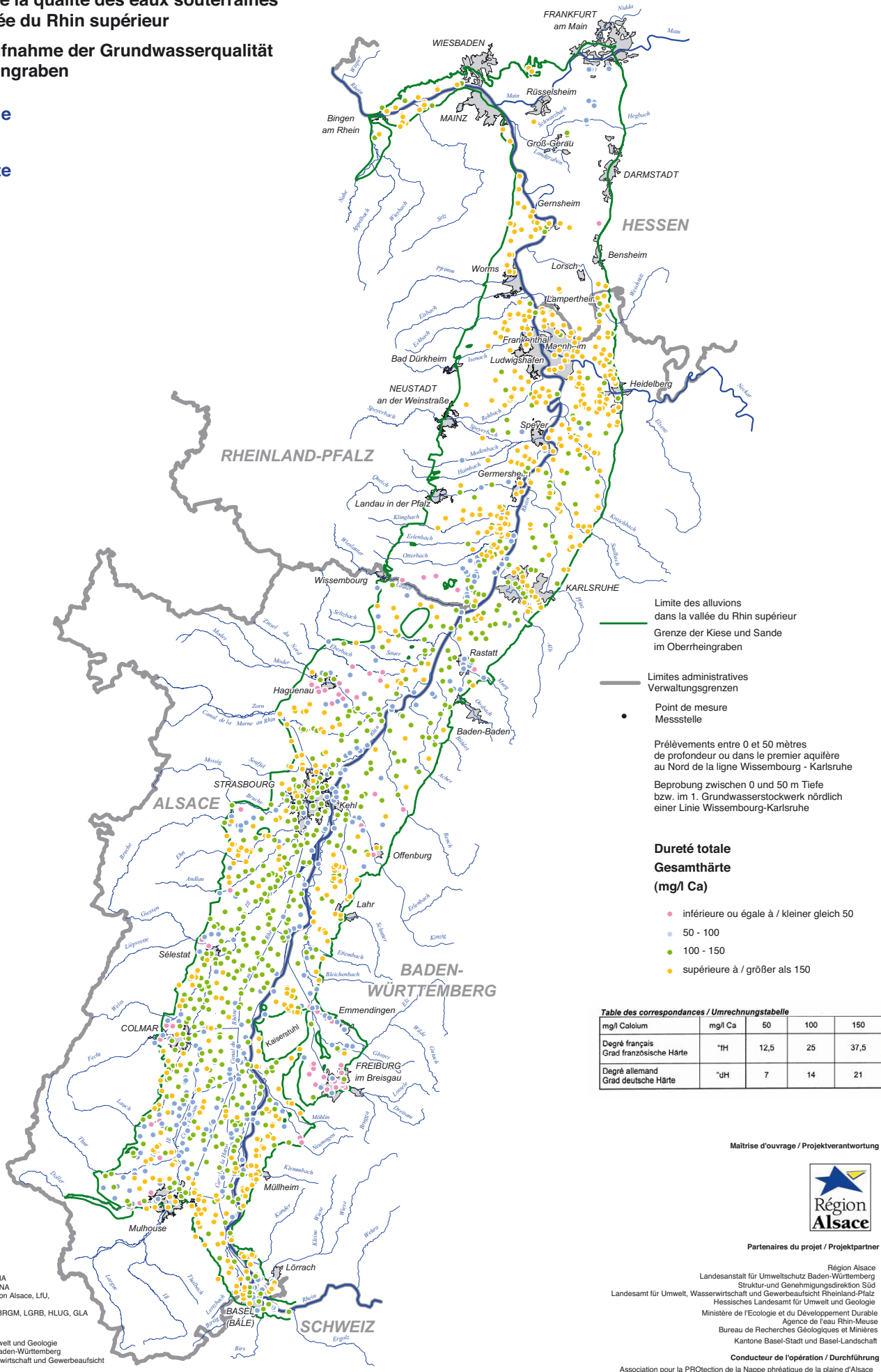
Auf der baden-württembergischen Seite ist bei Karlsruhe die Grenze zwischen den Naturlandschaften Kraichgau und Nordschwarzwald. Auf der baden-württembergischen Seite treten nördlich von Karlsruhe die z.T. lößbedeckten und sehr kalkreichen Muschelkalk- und Keupergesteine des Kraichgaus an den östlichen Rand heran. Sie lösen am östlichen Oberrheingrabenrand die bisher von Süden her den Graben begleitenden kalkarmen Festgesteine des Schwarzwaldes (Buntsandstein, Kristallin) ab. Z.T. liegen im Kraichgau sogar stark calciumsulfathaltige Gipskeupergesteine vor. Über die aus dem Kraichgau somit kalkreicheren Wässer aus Grundwasserrandzuflüssen und versickernden Flüssen und Bächen (Saalbach, Kraichbach) erklärt sich die hier nördlich von Karlsruhe nun wieder höhere Gesamthärte im Oberrheingraben. Insbesondere die Infiltrationen des Flusses Neckar reichen weit in den Oberrheingraben hinein, vom Schwemmfächer bei Heidelberg bis weit westlich davon, wie auch bis nach Mannheim.

Auch spielen anthropogene Einflüsse eine Rolle, wie z.B. die Ausbringung von Kalkdüngemitteln auf sandigen Böden.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Dureté totale
2002 - 2003
Gesamthärte



3.2.7 Hydrogénocarbonates (HCO_3^-) / Titre alcalimétrique Complet (TAC)

Généralités

Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) est la quantité d'acide nécessaire pour neutraliser complètement les ions carbonates et hydrogénocarbonates (bicarbonates). Cette grandeur convertie exprime donc approximativement la concentration en ions hydrogénocarbonates.

Les eaux souterraines dans les aquifères calcaires ont des valeurs de TAC plus élevées que celles des eaux des roches acides. La pluie contient naturellement du dioxyde de carbone pouvant transformer le calcaire des roches en hydrogénocarbonates en solution. De plus, les eaux d'infiltration absorbent le gaz carbonique de l'air du sol riche en dioxyde de carbone. En présence de matière organique, du gaz carbonique peut apparaître par processus bactérien, qui peut mener à une dissolution des carbonates.

Pour l'exploitation statistique et la cartographie, c'est la concentration en ions hydrogénocarbonates qui a été retenue. La conversion des limites de classe est représentée dans le tableau ci-dessous.

3.2.7 Hydrogencarbonat (HCO_3^-) / Säurekapazität

Allgemeines

Die Säurekapazität (KS 4,3) ist die Menge an Säure, die erforderlich ist, um Wasser auf pH 4,3 einzustellen, d.h. es liegen dann praktisch keine Carbonat- und Hydrogencarbonat-Ionen mehr im Wasser vor. Diese Größe entspricht daher umgerechnet und näherungsweise der Konzentration an Hydrogencarbonat-Ionen.

In Grundwässern kalkhaltiger Aquifere ist die Säurekapazität höher als in Grundwasserleitern aus sauren Gesteinen. Regen enthält natürlicherweise Kohlensäure, welche Kalk aus dem Gestein als Hydrogencarbonat in Lösung bringen kann. Zusätzlich nimmt das Sickerwasser über die kohlendioxidreiche Bodenluft Kohlensäure auf. Wenn organisches Material im Untergrund vorhanden ist, kann zudem durch bakterielle Prozesse Kohlenstoffdioxid entstehen, das wiederum Carbonate lösen kann.

In der statistischen Auswertung und auf der grenzübergreifenden Karte wird einheitlich der Gehalt an Hydrogencarbonat-Ionen verwendet. Die Umrechnung der Klassengrenzen ist aus Tabelle 3.2.2 zu entnehmen.

Tab. 3.2.2 : Limites des classes de valeurs pour les hydrogénocarbonates et valeurs correspondantes du TAC jusqu'à pH 4,3

Tab. 3.2.2: Klassengrenzen für Hydrogencarbonat und entsprechende Werte der Säurekapazität bis pH 4,3

Hydrogénocarbonates Hydrogencarbonat	[mg/l]	30	200	300	400
TAC Säurekapazität bis pH 4,3	[mmol/l]	0,5	3,3	5,0	6,6

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

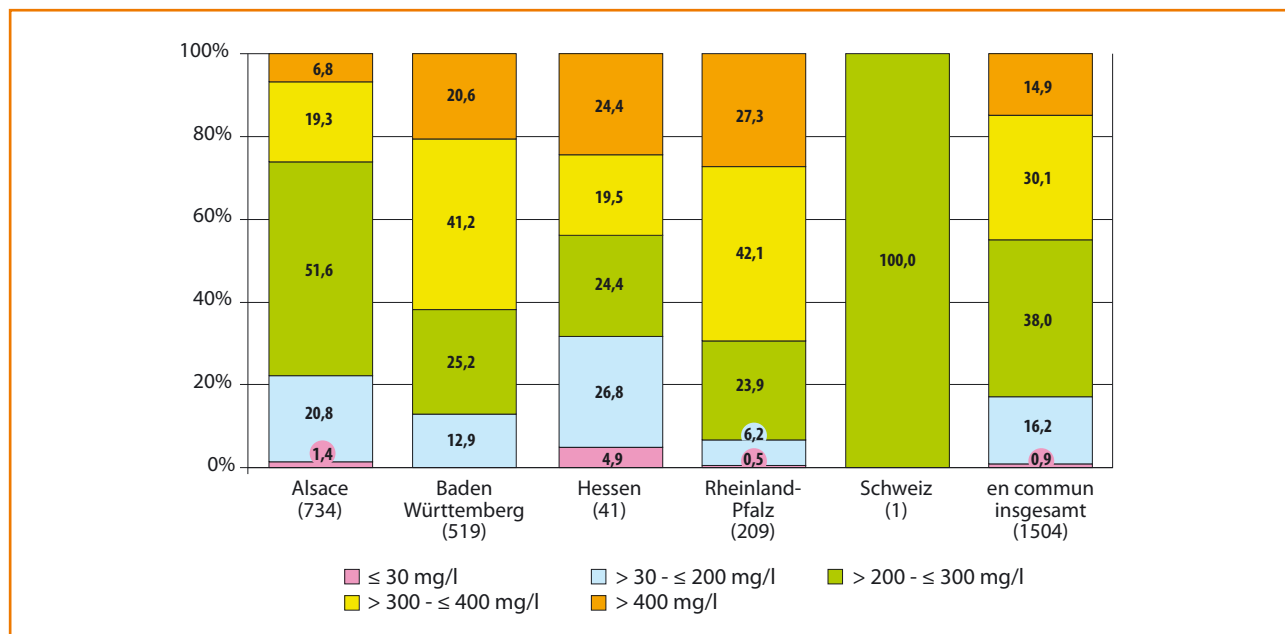


Fig. 3.2.5 : Répartition par classe de concentrations en hydrogénocarbonates (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.5: Verteilung der Hydrogencarbonat-konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en hydrogénocarbonates pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

De plus il faut noter que peu de points de mesures de ce paramètre ont été pris en compte en Hesse (41) et en Suisse (1 seul point de prélèvement).

La répartition des concentrations en ions hydrogénocarbonates est liée à celle de la dureté totale présentée au paragraphe 3.2.6. Les origines des différentes concentrations en hydrogénocarbonates dans le Fossé rhénan supérieur sont donc pour la plupart les mêmes que celles déjà mentionnées aux paragraphes « Conductivité » et « Dureté totale ».

En Alsace, 74 % des points de mesures ont donné des valeurs inférieures ou égales à 300 mg/l contre 38,2 %, respectivement 56,1 %, des points de mesures dans le Bade-Wurtemberg et en Rhénanie-Palatinat.

En Alsace, les concentrations en hydrogénocarbonates sont plus faibles au sud (< 300 mg/l) qu'au nord de Strasbourg (> 300 mg/l). Dans le Bade-Wurtemberg, les concentrations les plus faibles se trouvent principalement à l'est du Kaiserstuhl, dans la Freiburger Bucht, où on trouve des valeurs < 300 mg/l et même < 200 mg/l, comme en Alsace, au sud de Colmar. Ici, les eaux pauvres en carbonates des cours d'eaux en provenance des granits vosgiens et des roches cristallines de la Forêt-Noire pénètrent dans la nappe phréatique.

Les eaux du Rhin sont également peu carbonatées en moyenne (entre 130 et 250 mg/l), la teneur en carbonates augmente cependant en aval. On trouve donc le long du Rhin, jusqu'à Strasbourg environ, dans les zones de filtration en bordure du fleuve et le long des canaux alsaciens, qui conduisent les eaux du Rhin, des points de mesures isolés présentant des teneurs en carbonates < 200 mg/l.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

Außerdem sind in Hessen nur wenige Messpunkte (41) und in der Schweiz nur eine Probenahmestelle auf diesen Parameter untersucht wurden.

Die Verteilung der Werte für den Gehalt an Hydrogencarbonat-Ionen steht in engem Zusammenhang mit der Gesamthärte wie in Abschnitt 3.2.6 dargestellt. Daher sind die Ursachen für die im Oberrheingraben unterschiedlichen Hydrogen-carbonat-konzentrationen meist die gleichen wie die schon in den Kapiteln Leitfähigkeit und Gesamthärte angeführten.

An 74 % der Messstellen im Elsass ergaben die Messungen Werte von kleiner oder gleich 300 mg/l gegenüber 38,2 % bzw. 56,1 % der Messstellen in Baden-Württemberg bzw. Rheinland-Pfalz.

Im Elsass liegen die Werte für die Hydrogencarbonat-Konzentration südlich von Straßburg niedriger (< 300 mg/l) als nördlich davon (> 300 mg/l). In Baden-Württemberg finden sich niedrige Werte vornehmlich östlich des Kaiserstuhls in der Freiburger Bucht, wo nicht nur Werte < 300 mg/l zu finden sind, sondern sogar von < 200 mg/l, wie es auch im Elsass südlich von Colmar vorkommt. Hier gelangt über Vorfluter aus dem Vogesengranit und aus dem Kristallin des Schwarzwaldes Wasser mit geringem Carbonatgehalt in das Grundwasser.

Auch das Rheinwasser ist im Durchschnitt nur in geringem Umfang carbonathaltig (zwischen 130 und 250 mg/l), der Gehalt steigt jedoch im weiteren Flussverlauf auf höhere Werte an. Daher sind entlang des Rheinsverlaufs bis etwa Strasbourg im Uferfiltratbereich, wie auch entlang von elsässischen Kanälen, die Rheinwasser führen, vereinzelt Grundwassermessstellen mit geringeren Carbonatgehalten von < 200 mg/l zu erkennen.

En Alsace et Bade-Wurtemberg les eaux les plus carbonatées sont localisées :

- dans les zones de fracture à formations calcaires d'âges divers (secteur de Ribeauvillé)
- à l'aval de zone de piémonts calcaires (aval du Fossé de Sierentz, secteur de Müllheim, secteur entre le Kaisertuhl et Offenbourg, dans le cône d'alluvions du Neckar près de Heidelberg)
- au droit de secteurs sous couverture de loess (environs de Strasbourg, zone de piémont, entre le Kaisertuhl et Offenbourg, zone de piémont près de Müllheim).

La répartition des concentrations en hydrogénocarbonates en Alsace et dans le Bade-Wurtemberg est cohérente et ne présente pas de modifications par rapport à la campagne d'analyses de 1997.

En Rhénanie-Palatinat, comme pour la dureté totale, les concentrations en hydrogénocarbonates les plus élevées se trouvent dans la zone des surfaces agricoles des hautes terrasses (Riedelflächen) du sud du Palatinat antérieur ainsi que dans la région urbaine de Ludwigshafen et au nord de celle-ci. Outre la disponibilité géogène des éboulis rocheux riches en calcaire du comblement du Fossé, les pratiques agricoles (amendements calcaires) jouent un rôle important.

En ce qui concerne les teneurs en hydrogénocarbonates des eaux souterraines et des eaux brutes de la Hesse, on peut répartir le Fossé rhénan supérieur en différents secteurs. Les alluvions sont essentiellement déposées par le Rhin. Ces alluvions sont plus ou moins riches en calcaire. Au nord de la ligne Trebur – Groß-Gerau – Dreieich-Sprendlingen, les sédiments du Main pauvres en calcaire ou exempts de calcaire du Quaternaire récent sont de plus en plus présents à l'approche du cours actuel du Main, qui s'écoulait bien plus au sud autrefois. Les eaux souterraines et les eaux brutes de ces zones présentent de faibles concentrations en hydrogénocarbonates.

Au sud de la ligne Trebur – Groß-Gerau – Dreieich-Sprendlingen, les eaux souterraines de la partie hessoise du Fossé rhénan supérieur présentent pour la plupart des teneurs en hydrogénocarbonates d'environ 290 mg/l. Aux abords du Rhin, dans la zone des méandres, on rencontre localement à proximité de la surface des concentrations en hydrogénocarbonates supérieures (300 mg/l).

Im Elsass und in Baden-Württemberg finden sich die höchsten Werte für den Hydrogencarbonatgehalt in folgenden Bereichen:

- in den Bruchzonen mit kalkhaltigem Gestein aus verschiedenen Erdzeitaltern (Bereich Ribeauvillé)
- unterhalb der kalkhaltigen Vorbergzone (unterhalb der Sierentzer Senke, Vorbergzone bei Müllheim, Vorbergzone zwischen Kaisertuhl und Offenbourg, auf dem Schwemmfächer des Neckars bei Heidelberg)
- in Bereichen mit Lössdecke (Umgebung von Strasbourg, Vorbergzone zwischen Kaisertuhl und Offenbourg, Vorbergzone bei Müllheim)

Die Verteilung der Hydrogen-carbonat-konzentrationen im Elsass und in Baden-Württemberg ist kohärent und weist im Vergleich zur Beprobung 1997 keine Veränderungen auf.

In Rheinland-Pfalz finden sich analog der Gesamthärte die höchsten Hydrogencarbonatwerte im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Riedelflächen der südlichen Vorderpfalz sowie im Großraum Ludwigshafen und nördlich davon. Neben der geogenen Verfügbarkeit kalkreicher Gerölle der Grabenfüllung spielt die landwirtschaftliche Bodennutzung (Düngekalkung) eine bedeutende Rolle.

Im Hinblick auf die Hydrogencarbonatgehalte der hessischen Grund- und Rohwässer kann der Oberrheingraben in Teilbereiche differenziert werden. Überwiegend wurden die Lockerablagerungen vom Rhein aufgeschüttet. Sie sind mehr oder weniger kalkreich. Nördlich der Linie Trebur - Groß-Gerau - Dreieich-Sprendlingen wird das jüngere Quartär mit Annäherung an den heutigen Mainlauf, der früher weiter südlich floss, in zunehmendem Maße durch kalkarme und z.T. fast kalkfreie Sedimente des Mains repräsentiert. In diesen Gebieten werden geringe Hydrogencarbonate in den Grund- und Rohwässern angetroffen.

Südlich der Linie Trebur - Groß-Gerau - Dreieich-Sprendlingen weisen die Grundwässer im hessischen Teil des Oberrheingrabens meist Hydrogencarbonatgehalte um 290 mg/l auf, in Rheinnähe im Mäanderbereich sind oberflächennah örtlich auch höhere Hydrogencarbonatkonzentrationen (> 300 mg/l) anzutreffen.

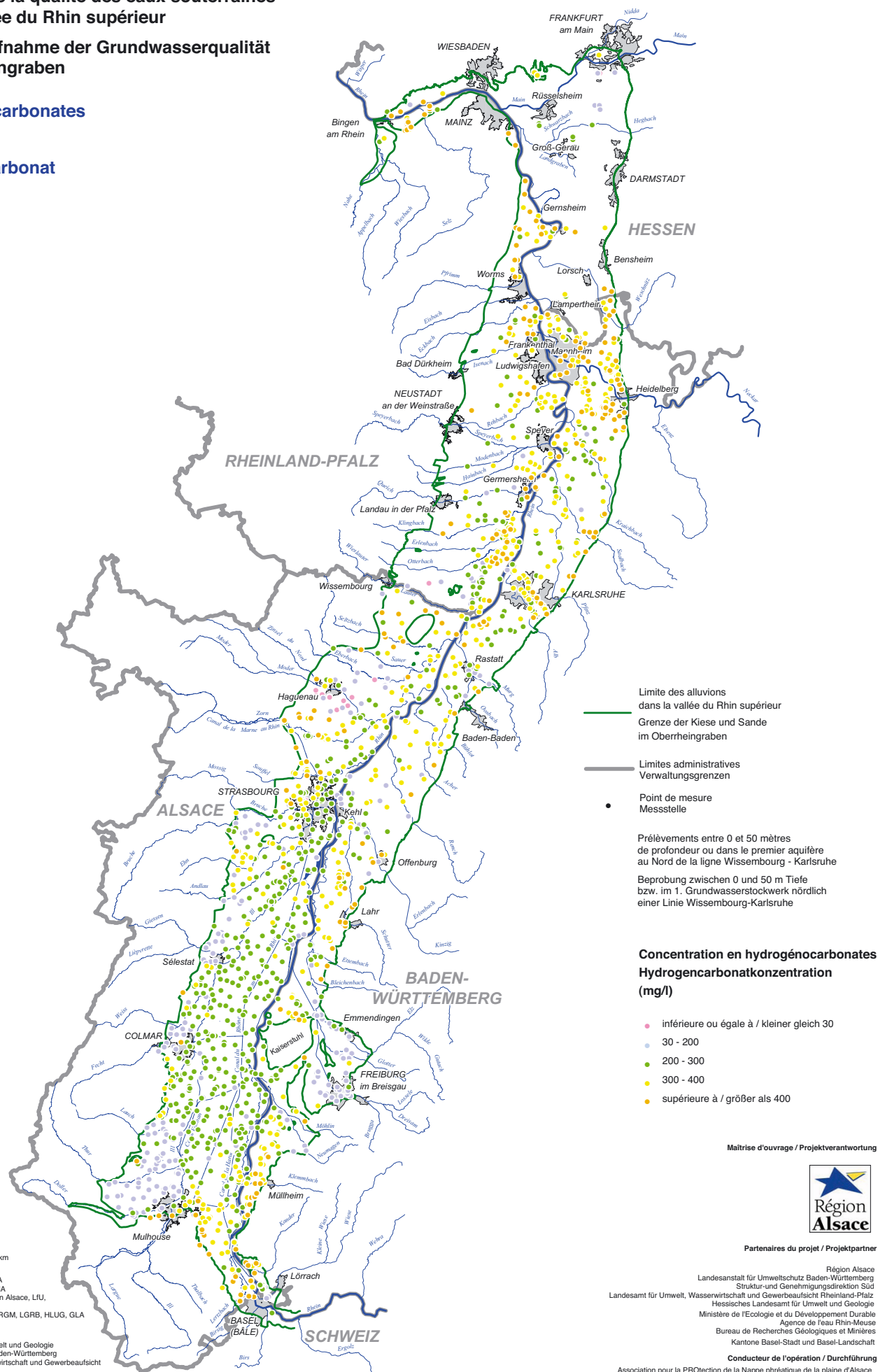
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Hydrogencarbonates

2002 - 2003

Hydrogencarbonat



3.2.8 Calcium (Ca)

Généralités

Le calcium est le cation le plus courant dans les eaux douces. Il est présent, sous forme de carbonates, dans de nombreuses roches, en particulier dans les couches calcaires et gypseuses du Jurassique, du Muschelkalk, du Keuper ou dans le loess. Le calcium est libéré lors de l'attaque des roches calcaires par l'anhydride carbonique dissous (CO_2). Sa répartition dépend donc fortement de la géologie du sous-sol.

Les apports anthropiques peuvent être dus aux amendements (fertilisants) ou aux eaux usées domestiques et industrielles.

L'équilibre calco-carbonique définit la quantité d'ions calcium qui sont dissous. Il est l'élément principal de la dureté de l'eau. Le calcium est un composant de la dureté totale, déjà étudiée dans les paragraphes précédents, les origines des différences des teneurs en calcium sont donc pour la plupart des cas les mêmes que celles mentionnées dans ces paragraphes.

3.2.8 Calcium (Ca)

Allgemeines

Calcium ist das häufigste Süßwasser-Kation. Es kommt in Form von Carbonat in zahlreichen Gesteinen vor, insbesondere in den kalk- und gipshaltigen Schichten von Jura, Muschelkalk und Keuper oder im Löss. Calcium wird freigesetzt, wenn gelöstes Kohlenstoffdioxid (CO_2) auf kalkhaltiges Gestein einwirkt. Die Verbreitung ist damit in hohem Maß von der geologischen Zusammensetzung des Unterbodens abhängig.

Anthropogene Einträge kommen in Form von Bodenanreicherungen (Kalkdüngemittel) oder Haushalts- und Industrieabwasser vor.

Für die Menge gelöster Calcium-Ionen ist das Kalk/Kohlensäure-Gleichgewicht ausschlaggebend. Calcium ist der Hauptfaktor für die Härte des Wassers. Calcium ist Bestandteil der schon in den vorherigen Kapiteln diskutierten Gesamthärte, daher sind die Ursachen für unterschiedliche Calciumgehalte meist die dieselben wie in den Kapiteln Gesamthärte, Leitfähigkeit und Hydrogencarbonat schon erwähnt.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

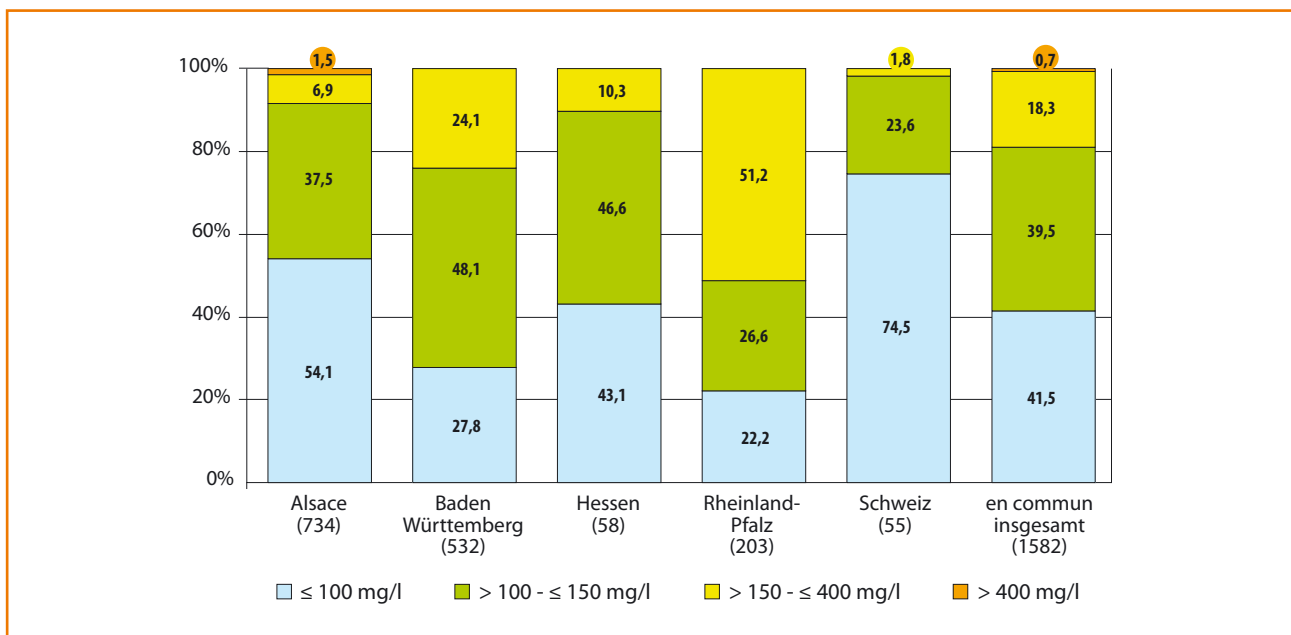


Fig. 3.2.6 : Répartition par classe de concentrations en calcium (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.6: Verteilung der Calcium-konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Constat

• ALSACE

La moyenne des concentrations en Alsace a peu évolué (111,7 mg/l en 2003 contre 112,6 mg/l en 1997).

Les concentrations en calcium les plus faibles concernent le piémont des Vosges, où les alluvions sont constituées par les cônes de déjection d'alluvions vosgiennes pauvres en carbonates, ainsi que les zones sous influence des infiltrations des rivières vosgiennes, faiblement chargées en calcium. Les infiltrations des eaux du Rhin et du canal de Rhône au Rhin contribuent également à l'abaissement des concentrations en calcium.

Ainsi plus de la moitié des résultats d'analyses présente des concentrations inférieures à 100 mg/l. Par ailleurs, plus du tiers des résultats (37,5 % des points de mesures) a révélé des concentrations en calcium comprises entre 100 et 150 mg/l. On observe donc que sur un peu plus du tiers des points de mesures, les concentrations en calcium se situent dans un intervalle de 50 mg/l, entre 100 et 150 mg/l. Ce constat permet de confirmer l'enrichissement naturel en calcium de l'eau de la nappe au contact des alluvions silico-calcaires rhénanes d'origine alpine.

Il existe également des apports calciques en provenance des terrains situés dans le Sundgau (Oligocène calcaire, Cailloutis du Sundgau, loess) ou dans les zones de champs de fractures (formations du Keuper et du Muschelkalk) mais également par percolation à travers les loess qui recouvrent totalement ou partiellement les alluvions, près de Strasbourg.

Les concentrations supérieures à 150 mg/l concernent 6,9 % des points du réseau, qui sont, pour la plupart, situés dans les secteurs évoqués précédemment.

On note au nord de Mulhouse, une zone où les concentrations dépassent 400 mg/l. Il s'agit d'apports calciques dus soit à l'infiltration des eaux de lessivage des terrils du bassin potassique qui contiennent de l'anhydrite, soit à des remontées de saumures profondes. Cette contamination de la nappe est confinée grâce au dispositif mis en place dans le cadre des travaux de la remédiation des terrils des anciennes mines de potasse. Elle est en voie de régression ainsi que le met en évidence la comparaison des

Befund

• ELSASS

Im Elsass hat sich die durchschnittliche Konzentration kaum verändert (111,7 mg/l im Jahr 2003 gegenüber 112,6 mg/l im Jahr 1997).

Die geringsten Calciumkonzentrationen sind im Randgebiet am Fuß der Vogesen im Bereich der carbonatarmen Geschiebekegel der Vorfluter aus den Vogesen anzutreffen sowie in Gebieten, in denen Flusswasser aus den Vogesen mit geringem Calciumgehalt in das Grundwasser eindringt. Das Eindringen von Flusswasser aus dem Rhein und dem Rhein-Rhone-Kanal bewirkt ebenfalls eine Absenkung des Calciumgehalts.

Bei mehr als der Hälfte der Messergebnisse lag der Calciumgehalt unter 100 mg/l. In mehr als einem Drittel der Fälle (37,5 % der Messstellen) lag allerdings die Calciumkonzentration zwischen 100 und 150 mg/l. Mithin liegt an etwas mehr als einem Drittel der Messstellen der Calciumgehalt bei einem Schwankungsbereich von 50 mg/l zwischen 100 und 150 mg/l. Dies bestätigt, dass die natürliche Anreicherung des Grundwassers mit Calcium auf den Kontakt mit den in hohem Maß carbonathaltigen Schwemmsedimenten alpinen Ursprungs der grundwasserführenden Schicht im Oberrheingraben zurückzuführen ist.

Zudem erfolgt ein Calciumeintrag aus dem Sundgau (kalkhaltiges Oligozän, Kiesboden im Sundgau, Löss) bzw. aus den Grabenbruchzonen (Keuper- und Muschelkalk-Formationen), aber auch durch Einsickerung durch den Löss, der die Sedimentschicht um Straßburg teilweise oder vollständig überdeckt.

Konzentrationen über 150 mg/l ergaben sich an 6,9 % der Messstellen, diese liegen zumeist in den zuvor bezeichneten Gebieten.

Nördlich von Mulhouse befindet sich ein Gebiet, in dem Konzentrationen von über 400 mg/l ermittelt wurden. Hier handelt es sich um einen calciumhaltigen Eintrag aufgrund von ins Grundwasser einsickernden anhydrithaltigen Auswaschungen aus den Halden des elsässischen Kalibeckens. Die Grundwasserbelastung in diesem Bereich wird durch das Instrumentarium räumlich eingegrenzt, das im Rahmen der Maßnahmen zur Sanierung der Halden der ehemaligen Kalibergwerke

résultats du diagnostic de 1997 et de celui effectué dans le cadre du présent projet. En effet, la valeur de concentration maximale mesurée en 1997 était de l'ordre de 5 g/l ; elle est à présent de 2 g/l environ.

• BADE-WURTEMBERG

Les concentrations en calcium sont comprises dans une fourchette de 16 mg/l à 299 mg/l. Il n'y a pas de concentrations supérieures à 300 mg/l, même dans la zone des gisements et des terrils de potasse du Markgräfler Land près de Buggingen/Heitersheim. Même dans ces zones, les concentrations ne sont pas aussi élevées qu'en aval des terrils de potasse en Alsace.

Les origines des différences de répartition surfacique sont les mêmes que celles mentionnées aux paragraphes « Conductivité », « Dureté totale » et « Hydrogénocarbonates ».

Environ un quart des points de mesures présentent des concentrations inférieures à 100 mg/l, il s'agit ici – comme en Alsace – essentiellement de zones de graviers pauvres en calcaire dans lesquelles s'infiltrent en outre les eaux pauvres en calcaire des rivières de la Forêt-Noire : Freiburger Bucht, le long du Neumagen près de la Stauffer Bucht, le long de l'Elz, de la Kinzig ou de la Murg près de Rastatt et le long de la dépression de la Kinzig-Murg pauvre en calcaire, mais riche en humus. Le long du Rhin également, environ jusqu'à Karlsruhe, on peut reconnaître l'influence des eaux d'infiltration pauvres en calcaire. Il est frappant de constater que la dépression de la Kinzig-Murg ne présente pratiquement aucune valeur supérieure à 150 mg/l.

Des concentrations comprises entre 100 et 150 mg/l et plus se trouvent au sud du Kaiserstuhl et au nord de Karlsruhe.

Au sud du Kaiserstuhl, la teneur en calcaire des graviers alpins est supérieure à celles des graviers pauvres en calcaire au nord de la Forêt-Noire. Par ailleurs de grandes parties de la plaine sont ici recouvertes de loess. Les apports des affluents en bordure de la nappe provenant des terrains mésozoïques, en partie gypseux, recouverts d'une couche de loess très épaisse contribuent en outre à augmenter les concentrations en calcium dans la plaine. La zone de piémont de Lahr contribue moins à la calcification de la plaine en amont car dans cette zone affleurent non seulement des roches riches en calcaire, mais aussi

apportée. Hier est le Trend rückläufig, wie der Vergleich der Ergebnisse aus dem Jahr 1997 mit den Messergebnissen ergibt, die im Rahmen des vorliegenden Projekts gewonnen wurden. 1997 wurde als Höchstkonzentration ein Wert um die 5 g/l gemessen; jetzt liegt dieser Wert bei rund 2 g/l.

• BADEN-WÜRTTEMBERG

Die Calciumkonzentrationen umfassen eine Wertespanne von Werten von 16 mg/l bis zu 299 mg/l. Werte größer 300 mg/l gibt es nicht, auch nicht im Bereich der Kalilagerstätten und Abraumhalden im Markgräfler Land bei Buggingen/Heitersheim. Dort werden keine so hohen Werte erreicht wie unterhalb der Kaliabraumhalden im Elsass.

Die Ursachen für die unterschiedlichen Verteilungen über die Fläche sind die gleichen, wie die schon in den Kapiteln Leitfähigkeit, Gesamthärte und Hydrogencarbonat aufgeführten.

An etwa jeder vierten Messstelle liegt die Konzentration unter 100 mg/l, hierbei handelt es sich – wie im Elsass – überwiegend um Bereiche mit kalkarmen Schottern, in die zusätzlich die kalkarme Wasser führenden Schwarzwaldflüsse infiltrieren: Freiburger Bucht, entlang des Neumagens bei der Stauffer Bucht, entlang der Elz, der Kinzig oder auch der Murg bei Rastatt und entlang der kalkarmen aber humusreichen Kinzig-Murg-Rinne. Auch entlang des Rheins sind bis etwa Karlsruhe vereinzelt die calciumarmen Rheinwasserinfiltrationen im Uferbereich zu erkennen. Auffällig ist, dass die Kinzig-Murg-Niederung in ihrer gesamten Fläche nahezu keine Werte größer 150 mg/l aufweist.

Bereiche mit 100 – 150 mg/l und darüber sind südlich des Kaiserstuhls und nördlich von Karlsruhe zu finden.

Südlich des Kaiserstuhls ist der Kalkgehalt in den alpinen Schottern höher als in den nördlich liegenden kalkärmeren Schwarzwaldschottern, außerdem sind hier weite Teile der Ebene lößbedeckt. Die hier am Grabenrand im Markgräflerland stehenden mesozoischen z.T. gipshaltigen Schollen mit sehr großer Lößbedeckung erhöhen hier zusätzlich über den Grundwasserrandzustrom die Calciumwerte in der Ebene. Die Lahrer Vorbergzone trägt weniger zur Aufkalkung der vorgelagerten Ebene bei, da hier neben kalkreichen Gesteinen auch kalkarme Gesteine wie Buntsandstein anstehen, so dass hier

des roches pauvres en calcaire telles que les grès du Buntsandstein, de sorte que comparativement très peu de concentrations dépassent 150 mg/l. L'accumulation à petite échelle de teneurs supérieures à 150 mg/l dans la plaine au nord-ouest de Lahr est probablement due au lessivage d'engrais calciques. Les cultures spéciales nécessitant une fertilisation intensive sont relativement nombreuses dans cette zone de faible étendue.

Sur le côté du Bade-Wurtemberg, près de Karlsruhe, se trouve la limite entre les paysages naturels du Kraichgau et le nord de la Forêt-Noire. Au nord de Karlsruhe, dans le Kraichgau, les roches très riches en calcaire, et en partie recouvertes de loess, du Muschelkalk et du Keuper se situent en bordure est du Fossé rhénan supérieur. Elles succèdent aux roches dures pauvres en calcaire de la Forêt-Noire (grès du Buntsandstein, roches cristallines) longeant jusqu'ici le Fossé depuis le sud. Le Kraichgau présente même des gypses du Keuper très calciques. Les eaux riches en calcaire provenant du Kraichgau des affluents en bordure de la nappe et les eaux d'infiltration des rivières et ruisseaux (Saalbach, Kraichbach) sont ici, au nord de Karlsruhe, à l'origine de la teneur en calcium élevée du Fossé rhénan supérieur. Les eaux d'infiltration du Neckar en particulier se propagent à grande distance dans le Fossé rhénan supérieur, depuis le cône d'alluvions de Heidelberg jusque loin à l'ouest et aussi jusqu'à Mannheim.

• RHÉNANIE-PALATINAT

Les concentrations en calcium des analyses des eaux souterraines effectuées sur 203 points de mesures proches de la surface pour la période 2002/2003 s'étendent sur une fourchette de valeurs inférieures à 50 mg/l à des valeurs supérieures à 300 mg/l. La moyenne arithmétique et la valeur médiane sont ici très proches avec respectivement 159 et 153 mg/l.

Sur environ un cinquième des points de mesures analysés sur la partie de Rhénanie-Palatinat incluse dans la zone d'étude, on relève des teneurs en calcium inférieures à 100 mg/l. Ces points de mesures sont toutefois exclusivement concentrés sur le territoire du Bienwald, où on a pu mesurer des valeurs inférieures à 50 mg/l, ainsi que dans les cônes d'alluvions du Speyerbach et de la Queich. Le chimisme des eaux souterraines dans ces cônes d'alluvions est marqué par les éboulis d'érosion pauvres en carbonates de la zone de grès du Buntsandstein du Pfälzerwald. Ces secteurs ne sont pas notablement touchés par des facteurs anthropiques tels que les pratiques agricoles.

vergleichsweise nur sehr wenige Konzentrationen 150 mg/l überschreiten. Die nordwestlich von Lahr in der Ebene erkennbare kleinräumige Akkumulation von Gehalten größer 150 mg/l ist wahrscheinlich auf die Auswaschung calciumhaltiger Dünger zurückzuführen. In diesem kleinräumigen Bereich werden relativ viele düngereintensive Sonderkulturen angebaut.

Auf der baden-württembergischen Seite ist bei Karlsruhe die Grenze zwischen den Naturlandschaften Kraichgau und Nordschwarzwald. Nördlich von Karlsruhe treten die z.T. lößbedeckten und sehr kalkreichen Muschelkalk- und Keupergesteine des Kraichgaus an den östlichen Rand heran. Sie lösen am östlichen Oberrheingrabenrand die bisher von Süden her den Graben begleitenden kalkarmen Festgesteine des Schwarzwaldes (Buntsandstein, Kristallin) ab. Z.T. liegen im Kraichgau sogar stark calciumsulfathaltige Gipskeupergesteine vor. Über die aus dem Kraichgau somit kalkreicheren Wässer aus Grundwasserrandzuflüssen und versickernden Flüssen und Bächen (Saalbach, Kraichbach) erklärt sich der hier nördlich von Karlsruhe auffällig höhere Calciumgehalt im Oberrheingraben. Insbesondere die Infiltrationen des Flusses Neckar reichen weit in den Oberrheingraben hinein, vom Schwemmfächer bei Heidelberg bis weit westlich davon, wie auch bis nach Mannheim.

• RHEINLAND-PFALZ

Die Calciumwerte der zur Verfügung stehenden Grundwasseranalysen an 203 oberflächennahen Messstellen des Zeitraums 2002/2003 umfassen eine Spanne von Werten unter 50 mg/l bis hin zu Werten über 300 mg/l. Das arithmetische Mittel und der Medianwert liegen dabei mit 159 bzw. 153 mg/l recht eng zusammen.

An etwa jeder Fünften der untersuchten Messstellen im rheinland-pfälzischen Teil des Projektgebietes finden sich Calciumgehalte unter 100 mg/l. Diese Messstellen konzentrieren sich aber ausschließlich auf das Gebiet des Bienwaldes, wo Werte unter 50 mg/l gemessen werden können, sowie auf die Schwemmfächer von Speyerbach und Queich. Der Chemismus des Grundwassers im Bereich der Schwemmfächer wird mitgeprägt durch den carbonatarmen Erosionsschutt aus dem Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes. Eine nennenswerte anthropogene Überprägung z.B. durch landwirtschaftliche Bodennutzung findet in diesen Teilgebieten nicht statt.

Environ 25 % des points de mesures se trouvent dans la classe 100 à 150 mg/l. Dans cette classe également, on peut distinguer un regroupement de concentrations dans la plaine du Rhin du sud du Palatinat antérieur, le long de la bande rhénane. Il se produit ici une interaction entre les eaux de la nappe alluviale et les eaux de surfaces pauvres en calcium. De plus, la couverture forestière des sites alluviaux a également un effet positif dans cette zone.

Plus de 50 % des points de mesures des eaux souterraines analysés en Rhénanie-Palatinat doivent être placés dans la classe de concentrations 150 à 400 mg/l. Des valeurs de 150 à 200 mg/l ont été mesurées dans les zones de pratiques agricoles des hautes terrasses (Riedelflächen) du sud du Palatinat antérieur. La teneur en calcium des couches superficielles de la nappe augmente encore vers le nord. Cela est dû d'une part au fond géochimique et au renouvellement plus faible de la nappe phréatique, mais aussi à l'intensification des pratiques agricoles (cultures maraîchères par ex.) aux environs de Frankenthal/Ludwigshafen. Des teneurs en calcium de 200 à 250 mg/l ont été mesurées en de nombreux points de cette zone.

Les alluvions du nord du Fossé rhénan supérieur sont essentiellement constituées de sables et de graviers calcaires. Les teneurs en calcium des eaux souterraines atteignent ainsi des pointes de 300 à 350 mg/l dans les terres de l'Eicher Rheinbogen et dans la zone comprise entre Mainz et Bingen. Le fond géochimique élevé y est nettement enrichi par des facteurs anthropiques.

Les analyses des eaux souterraines effectuées dans la période 2002/2003 n'ont pas permis de détecter des valeurs de la classe supérieure à 400 mg/l en Rhénanie-Palatinat.

• HESSE

Les ions calcium participent pour une part importante à la formation de l'équilibre calco-carbonique des eaux souterraines, équilibre qui, au premier abord, est déterminant pour leur concentration en calcium.

Les minéraux contenant du calcium, qui déterminent principalement les concentrations de calcium dans l'eau souterraine, sont tous facilement dégradables ou relativement solubles ; c'est pourquoi une part importante du calcium est présente sous forme échangeable. Mais en principe, la présence d'une faible couche de loess suffit déjà à modifier fortement une minéralisation

Etwa 25 % der Messstellen liegen in der Messwertklasse 100 bis 150 mg/l. Auch bei dieser Klasse ist eine lokale Schwerpunktbildung in der Rheinniederung der südlichen Vorderpfalz, im Bereich der Flussaue auszumachen. Durch die Auenlandschaft findet eine Wechselwirkung mit dem Calcium-ärmeren Oberflächengewässer statt. Zudem wirkt sich hier die Bewaldung der Auenlandschaft positiv aus.

Mehr als 50 % aller untersuchten Grundwassermessstellen im rheinland-pfälzischen Teil des Projektgebiets sind allerdings der Messwertklasse 150 bis 400 mg/l zuzuordnen. Werte von 150 bis 200 mg/l finden sich bei landwirtschaftlicher Bodennutzung im Bereich der Riedelflächen in der südlichen Vorderpfalz. Nach Norden hin nehmen die Calciumgehalte des oberflächennahen Grundwassers weiter zu. Ursächlich hierfür ist neben der geogenen Grundlast und der geringer werdenden Grundwasserneubildung auch die intensivere landwirtschaftliche Bodennutzung (z.B. Gemüseanbau) um Frankenthal / Ludwigshafen. In diesem Bereich sind verbreitet Calciumgehalte des Grundwassers von 200 bis 250 mg/l zu messen.

Die Ablagerungen im nördlichen Oberrheingraben bestehen überwiegend aus kalkhaltigen Sanden und Kiesen. Im landseitigen Teil des Eicher Rheinbogens sowie im Gebiet zwischen Mainz und Bingen erreichen die Calciumwerte des Grundwassers daher Spitzen von 300 bis 350 mg/l. Hier findet bei hoher geogener Grundlast zudem noch eine deutliche anthropogene Überprägung statt.

Messwerte der Klasse über 400 mg/l sind im rheinland-pfälzischen Teil des Projektgebiets bei den vorliegenden Grundwasseranalysen des Zeitraums 2002/2003 nicht zu verzeichnen.

• HESSEN

Die Calciumionen sind entscheidend an der Bildung des Kalk-/Kohlensäuregleichgewichtes der Grundwässer beteiligt, welches in erster Näherung deren Calciumkonzentrationen bestimmt.

Ca-haltige Minerale, die vornehmlich die Calciumkonzentrationen der Grundwässer bestimmen, sind sämtlich leicht verwitterbar bzw. relativ gut löslich, weshalb ein wesentlicher Teil des Calciums in austauschbarer Form vorliegt. Im Prinzip reicht aber schon das Vorhandensein einer geringmächtigen Löss-decke aus, um eine geologisch bedingte typische Mineralisation stark zu verändern. In

typique résultant de la géologie. Au sens pédologique, le contenu en calcium des sols ne provient pas seulement des roches qui les composent mais également de l'apport d'engrais.

Pour la partie du Fossé Rhénan située en Hesse, le contenu de calcium moyen est estimé à 105 mg Ca/l. La médiane donne une valeur de 103 mg Ca/l. Ces concentrations moyennes de calcium doivent être considérées comme typiques d'une eau souterraine sous l'influence d'alluvions riches en carbonate. Un peu plus de 40 % de toutes les eaux souterraines de la Hesse ont des concentrations en calcium inférieures à 100 mg/l. Pour presque la moitié de toutes les eaux souterraines (47 %), la teneur en calcium se situe entre 100 et 150 mg/l. On ne trouve des concentrations en calcium supérieures ou égales à 150 mg/l que dans 10 % de toutes les eaux souterraines.

En raison du nombre réduit de données disponibles le jour de référence il est difficile de se prononcer sur les concentrations en calcium des eaux souterraines et des eaux brutes par rapport à l'ensemble de la zone. Il résulte toutefois des analyses réalisées précédemment en Hesse, que des décennies d'exploitation agricole intensive, et avec elles l'apport de chaux, ont fortement modifié la teneur en calcium des eaux souterraines et des eaux brutes. Dans les secteurs sous forte influence des surfaces agricoles, un accroissement de l'ordre de 10 à 30 mg/l des concentrations de calcium dans les eaux souterraines et les eaux brutes n'est pas exclu.

• SUISSE

En comparaison avec les autres régions, la teneur en calcium des points de mesures en Suisse est relativement faible. Cela est probablement lié d'une part à l'âge des eaux souterraines, relativement jeunes en Suisse. D'autre part, les pratiques agricoles y sont moins importantes qu'en Hesse par exemple, de sorte que les concentrations en calcium sont d'origine naturelle uniquement. Des concentrations élevées en nitrates peuvent cependant faire varier les concentrations en calcium en raison de l'équilibre du bilan ionique dans la couche aquifère.

den Böden im pedologischen Sinn stammt der Calciumgehalt nicht nur aus den Ausgangsgesteinen, sondern auch aus der Düngung.

Der mittlere Calciumgehalt berechnet sich für den hessischen Anteil des Oberrheingrabens auf 105 mg/l Ca. Für den Median ergibt sich ein Wert von 103 mg/l Ca. Diese durchschnittlichen Calciumkonzentrationen sind als typisch für die Grundwässer, die durch carbonatreiche Flusssedimente beeinflusst sind, anzusehen. Etwas mehr als 40 % aller hessischen Grundwässer weisen Calciumkonzentrationen kleiner 100 mg/l auf. In nahezu der Hälfte aller Grundwässer (47 %) liegen die Calciumgehalte zwischen 100 und 150 mg/l. Nur in 10 % aller Grundwässer werden Calciumgehalte größer/gleich 150 mg/l angetroffen.

Die geringe Anzahl der Calciumwerte, die zum Stichtag vorlagen, erlaubt keine flächenhafte Aussage hinsichtlich der Calciumkonzentrationen der Grund- und Rohwässer. Aus früheren hessischen Auswertungen geht allerdings hervor, dass die jahrzehntelange intensive landwirtschaftliche Nutzung und damit auch Kalkdüngung einen großen Einfluss auf die Calciumgehalte der Grund- und Rohwässer ausübt. In Einflussbereich von ackerbaulich genutzten Flächen ist danach eine Erhöhung der Calciumkonzentrationen in den Grund- und Rohwässern in der Größenordnung von 10 bis 30 mg/l nicht auszuschließen.

• SCHWEIZ

Im Vergleich zu den anderen Ländern liegt der Calciumgehalt in den Messstellen in der Schweiz relativ tief. Dies hängt zum Einen vermutlich mit dem Alter des Grundwassers zusammen, da in der Schweiz relativ junges Grundwasser gefördert wird. Zum Anderen ist die landwirtschaftliche Nutzung geringer als beispielsweise in Hessen, so dass Calciumkonzentrationen nur geogen bedingt sind. Bei erhöhten Nitratkonzentrationen können jedoch auch Schwankungen in der Calciumkonzentration auftreten, dies aufgrund des Ausgleichs der Ionenbilanz im Grundwasserleiter.

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Pour l'ensemble de la zone d'étude, la valeur médiane des concentrations en calcium est de 109 mg/l et la valeur moyenne de 120 mg/l. La moyenne et la médiane sont proches, mais la distribution n'est pas homogène.

L'Alsace est concernée par quelques fortes valeurs au nord de Mulhouse, mais globalement, les concentrations sont inférieures à 150 mg/l (91,6 % des points). La médiane s'établit à 97,3 mg/l, proche de la valeur de 1997 où elle atteignait 99,5 mg/l.

Le nord de la zone (nord du Bade-Wurtemberg et de Rhénanie-Palatinat) rassemble plus de points où les concentrations sont supérieures à 150 mg/l que le sud de la zone. Les médianes sont respectivement de 124,0 et 153,0 mg/l.

Dans le secteur de Hesse, la densité de points pour lesquels le calcium a été analysé est trop faible pour établir un diagnostic approfondi.

Pour la Suisse, sous influence directe de l'infiltration des eaux du Rhin, la médiane est la plus faible et s'établit à 63,20 mg/l.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet liegt der Medianwert für den Calciumgehalt bei 109 mg/l und der Mittelwert bei 120 mg/l. Der Mittelwert und der Medianwert liegen nicht weit auseinander, die Verteilung ist jedoch nicht homogen.

Nördlich von Mulhouse treten im Elsass mehrere hohe Werte auf, insgesamt liegt der Gehalt aber unter 150 mg/l (an 91,6 % der Messstellen). Der Medianwert liegt mit 97,3 mg/l nahe bei dem entsprechenden Vergleichswert von 99,5 mg/l aus dem Jahr 1997.

Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets (nördliches Baden-Württemberg und nördliches Rheinland-Pfalz) liegen mehr Messstellen mit Konzentrationen über 150 mg/l als im südlichen Teil. Die Medianwerte liegen hier bei 124,0 mg/l bzw. 153,0 mg/l.

Im hessischen Teil des Untersuchungsgebiets ist der Anteil der Messstellen, die auf Calcium beprobt wurden, zu gering für eine aussagefähige Diagnose.

In der Schweiz liegt aufgrund der unmittelbaren Einwirkung von Flusswasser aus dem Rhein, das in das Grundwasser eindringt, der Medianwert mit 63,20 mg/l am niedrigsten.

Tab. 3.2.3 : Teneurs en calcium : valeurs moyennes et médianes

Tab. 3.2.3: Calciumgehalt: Mittel- und Medianwerte

	Moyenne / Mittelwert	Médiane / Median
Pour toute la zone / insgesamt	120,0 mg/l	109,0 mg/l
Alsace	111,7 mg/l	97,3 mg/l
Baden-Württemberg	122,3 mg/l	124,0 mg/l
Hessen	104,5 mg/l	103,0 mg/l
Rheinland-Pfalz	159,1 mg/l	153,0 mg/l
Schweizer Kantone	79,83 mg/l	63,20 mg/l

C'est en Suisse, puis en Alsace qu'on observe le plus grand nombre de points de mesures où les concentrations sont inférieures à 100 mg/l (respectivement 74,5 et 54,1 % des points).

En Suisse, les résultats révèlent des concentrations en calcium inférieures ou égales à 100 mg/l pour 98,2 % des points de mesures. Ce constat est à mettre en relation

In der Schweiz und des weiteren im Elsass sind die meisten Messstellen mit Konzentrationen unter 100 mg/l anzutreffen (74,5 bzw. 54,1 % der Messstellen).

In der Schweiz ergaben die Messungen an 98,2 % der Messstellen Werte für den Calciumgehalt von kleiner oder gleich 100 mg/l. Diese Beobachtung ist mit dem Phänomen

avec le phénomène d'infiltration des eaux du Rhin, dont les concentrations en calcium sont, en moyenne, comprises entre 50 et 80 mg/l (LfU, 2004).

En Alsace et en Bade-Wurtemberg, les concentrations en calcium sont faibles dans les secteurs où l'aquifère est constitué d'alluvions siliceuses provenant des Vosges ou de la Forêt-noire. De plus, l'infiltration des rivières des Vosges cristallines ou de la Forêt Noire ainsi que celle des canaux contribue à l'abaissement des concentrations en calcium des eaux souterraines.

La présence de concentrations plus élevées, comprises entre 100 et 400 mg/l, résulte de plusieurs phénomènes. Elle peut être d'origine naturelle, dans les zones de piémont, dans les loëss ainsi qu'au niveau des formations du Keuper et du Muschelkalk présentes dans les champs de fractures. Elle peut être d'origine anthropique en raison de l'utilisation d'engrais calciques pour les cultures particulières ou intensives.

Les concentrations en calcium dans les eaux souterraines et dans les eaux brutes de la Hesse n'ont pas uniquement pour origine les alluvions riches en carbonates. Les pratiques agricoles intensives et avec elles l'apport de chaux jouent également un rôle important. L'analyse des eaux soumises à cette agriculture intensive a montré que l'apport de chaux pouvait augmenter la concentration en calcium d'environ 10 à 30 mg/l.

Les alluvions du nord du Fossé rhénan supérieur, du secteur Rhein-Neckar et de la dépression du Rhin en Hesse rhénane sont essentiellement constituées de sables et de graviers calcaires. De ce fait, on relève ici aussi des concentrations en calcium nettement supérieures à 150 mg/l. En plus des composants géogènes, la forte densité de population et les pratiques agricoles intensives constituent des facteurs anthropiques qui enrichissent fortement les concentrations en calcium des couches superficielles de la nappe.

Les concentrations les plus élevées (supérieures à 400 mg/l) concernent uniquement l'Alsace. Elles correspondent aux langues de pollution en aval hydraulique des terrils riches en anhydrite (sulfate de calcium) et laissés par l'exploitation minière de la potasse dans le bassin potassique alsacien.

des Eindringens von Flusswasser aus dem Rhein in das Grundwasser in Verbindung zu setzen, dessen Calciumgehalt durchschnittlich zwischen 50 und 80 mg/l liegt (LfU, 2004).

Im Elsass und in Baden-Württemberg sind die Calciumkonzentrationen in den Gebieten gering, in denen der Grundwasserleiter aus kieselensäurereichen aber kalkarmen Sedimenten aus den Vogesen und dem Schwarzwald besteht. Zudem wird durch die Infiltration von Flusswasser aus dem kristallinen Vogesengestein und aus dem Schwarzwald sowie aus den Kanälen der Calciumgehalt im Grundwasser gesenkt.

Höhere Konzentrationen zwischen 100 und 400 mg/l sind auf verschiedene Phänomene zurückzuführen. Zum einen hat dies natürliche Ursachen, nämlich in den Gebieten am Fuß der Randgebirge, in Lössgebieten und im Bereich der Keuper- und Muschelkalkformationen in den Grabenbruchzonen. Es kommen jedoch auch anthropogene Ursachen im Zusammenhang mit dem Einsatz calciumhaltiger Düngemitteln im Rahmen intensiver Bodenbewirtschaftung in Frage.

Die Calciumkonzentrationen in den hessischen Grund- und Rohwässern lassen sich nicht nur durch die carbonatreichen Flusssedimente erklären. Eine große Rolle spielt auch die jahrzehntelange intensive landwirtschaftliche Nutzung und damit auch Kalkdüngung. Grund- und Rohwässer mit intensiver Landwirtschaft im Einzugsgebiet zeigen, dass die Kalkdüngung eine Erhöhung der Calciumkonzentration im Grundwasser in der Größenordnung von 10 bis 30 mg/l zur Folge haben kann.

Da die Ablagerungen im nördlichen Oberrheingraben, dem Rhein-Neckar-Raum sowie der rheinhessischen Rheinniederung, überwiegend aus kalkhaltigen Sanden und Kiesen bestehen, finden sich hier auch flächenhaft hohe Calciumwerte deutlich über 150 mg/l. Neben der geogenen Komponente ist infolge der dichten Besiedlung sowie der bereichsweise intensiven landwirtschaftlichen Bodennutzung auch eine anthropogene Überprägung der Calciumwerte des oberflächennahen Grundwassers zu erkennen.

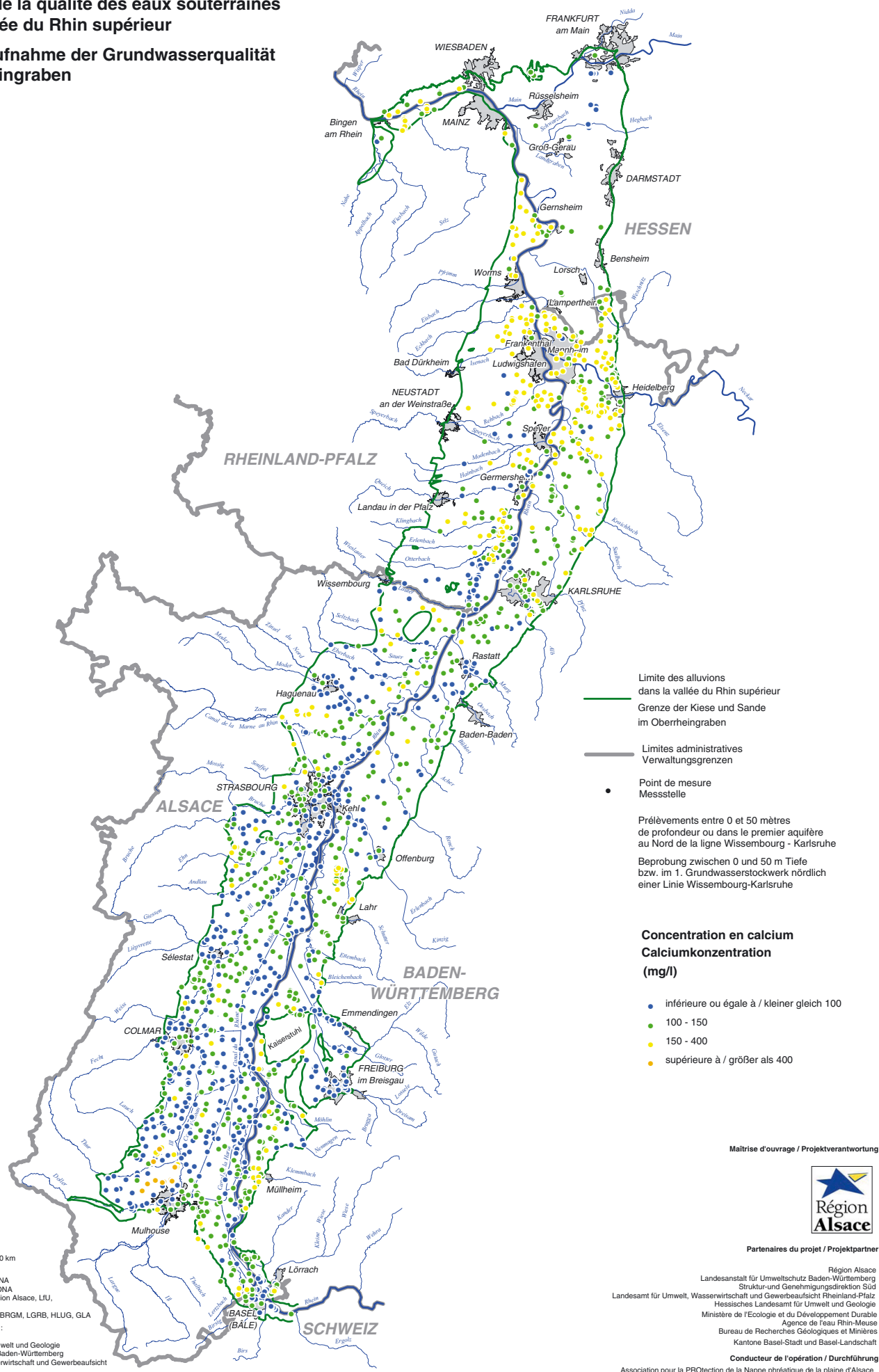
Die höchsten Konzentrationen (über 400 mg/l) sind ausschließlich im Elsass anzutreffen. Hierbei handelt es sich um eine anthropogene Grundwasserbelastung, die in Höhe und in Fließrichtung des Grundwassers unterhalb der anhydrithaltigen (Calciumsulfat) Halden des elsässischen Kalibeckens zu beobachten ist.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Calcium

2002 - 2003



3.2.9 Magnésium (Mg)

Généralités

Le magnésium est un élément très répandu naturellement dans de nombreux minéraux et dans les roches calcaires. Comme le calcium, il s'agit d'un métal alcalino-terreux. Il est très présent entre autres dans les roches dolomitiques du Muschelkalk et du Keuper.

Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans en être l'élément principal. Le rapport magnésium / calcium est en général très inférieur à 1 (environ 1 pour 10).

La répartition de cet élément résulte principalement du contexte géologique. Le processus de libération du magnésium est le même que pour le calcium (cf. paragraphe 3.2.8). Bien que la solubilité des carbonates de magnésium soit dans la plupart des cas supérieure à celle des carbonates de calcium, les teneurs en magnésium dans les eaux souterraines sont souvent nettement plus faibles que les teneurs en calcium en raison de la disponibilité géogène plus faible.

La présence de magnésium va souvent de pair avec des concentrations élevées en sels dans l'eau souterraine, issus de remontées d'eaux thermales ou de gisements de sels.

3.2.9 Magnesium (Mg)

Allgemeines

Magnesium ist ein Element, das in zahlreichen Mineralen und in kalkhaltigem Gestein natürlicherweise häufig vorkommt. Wie bei Ca handelt es sich um ein Erdalkalimetall. Es findet sich unter anderem im Dolomitgestein des Muschelkalk und des Keuper.

Magnesium beeinflusst die Wasserhärte, jedoch nicht als Hauptelement. Das Magnesium/Calcium-Verhältnis liegt in der Regel weit unter 1 (ungefähr 1 zu 10).

Wo Magnesium anzutreffen ist, bestimmen in der Hauptsache die geologischen Verhältnisse. Bei der Freisetzung von Magnesium spielt sich derselbe Prozess ab wie bei Calcium (vgl. Abschnitt 3.2.8). Obwohl die Löslichkeit der Magnesiumcarbonate die der Calciumcarbonate meist übersteigt, sind die Magnesiumgehalte im Grundwasser aufgrund der geringeren geogenen Verfügbarkeit meist deutlich geringer als die Calciumgehalte.

Wo Magnesium im Grundwasser anzutreffen ist, ist oftmals auch eine erhöhte Salzkonzentration aufgrund von aufsteigendem Thermalwasser oder von Salzlagerstätten gegeben.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

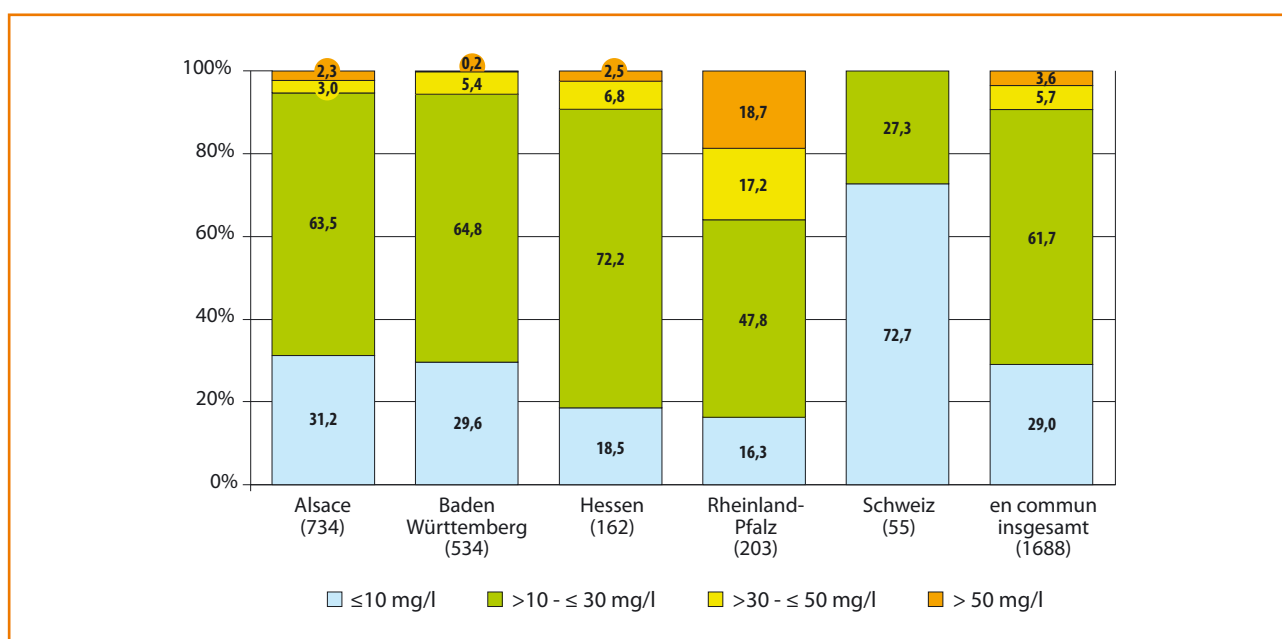


Fig. 3.2.7 : Répartition par classe de concentrations en magnésium (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.7: Verteilung der Magnesium-konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Sur les cinq sous-secteurs d'étude identifiés dans la vallée du Rhin supérieur, la répartition géographique des concentrations en magnésium apparaît relativement homogène sur 4 des 5 territoires.

Seule la Rhénanie-Palatinat présente une certaine particularité pour les teneurs élevées. Dans ce Land près de 40 % des points de mesures sont caractérisés par des concentrations supérieures à 30 mg/l contre 5 à 9 % pour l'Alsace, le Bade-Wurtemberg et la Hesse. Cette particularité est due à la nature des roches davantage magnésiennes en rive gauche du Rhin et vers le nord du Land.

Le comblement du Fossé dans la zone nord-ouest est aussi marqué par les éboulis rocheux de l'épaule du Fossé (calcaires tertiaires de la Hesse rhénane) où en plus des facteurs anthropiques on relève une disponibilité géogène supérieure de magnésium.

En Hesse, en rive droite du Rhin, la situation est différente principalement en raison de l'influence des eaux du Main et de son aquifère d'accompagnement moins calcaire et moins magnésien que le Rhin.

La moyenne des concentrations en magnésium est de 31,3 mg/l en Rhénanie-Palatinat alors qu'elle n'est que de 10,6 mg/l en Suisse, 15,4 mg/l en Bade-Wurtemberg, 16,4 mg/l en Alsace et 18 mg/l en Hesse. L'écart à la moyenne est compris entre 1,3 mg/l et 2,1 mg/l pour le Bade-Wurtemberg, la Suisse et la Hesse. L'écart augmente en Alsace pour atteindre 4 mg/l et est maximal à 8,3 mg/l en Rhénanie-Palatinat. En Alsace l'écart par rapport à la moyenne s'explique par de fortes valeurs dans le bassin potassique, liées probablement à l'exploitation historique des mines de potasse d'Alsace. En Rhénanie-Palatinat, les valeurs maximales sont moins importantes qu'en Alsace (maximum de 160 mg/l contre 350 mg/l en Alsace) mais concernent plus de points ; elles sont mieux réparties géographiquement de façon plus homogène, même si elles ne concernent que la partie nord du Land. Ce constat révèle davantage une signature géologique qu'une pollution anthropique comme en Alsace.

En Alsace et en Bade-Wurtemberg, des zones de fortes teneurs, comprises entre 30 et 50 mg/l, apparaissent également dans d'autres zones isolées, hors du bassin potassique. Trois situations peuvent être mises en évidence :

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Der Magnesiumgehalt im Grundwasser stellt sich in vier der fünf Teilgebiete, in die das Oberrheintal im Rahmen der vorliegenden Erhebung aufgeteilt wurde, relativ homogen dar.

Lediglich in Rheinland-Pfalz sind besondere Verhältnisse im Bereich der hohen Werte gegeben. An knapp 40 % der rheinland-pfälzischen Messstellen liegen die Werte über 30 mg/l, im Elsass, in Baden-Württemberg und in Hessen ist dies hingegen nur an 5 % bis 9 % der Messstellen der Fall. Ursache für diese besonderen Verhältnisse ist das linksrheinische und in Richtung Norden des Bundeslandes anzutreffende stärker magnesiumhaltige Gestein.

Die Grabenfüllung im nordwestlichen Bereich wird auch durch Gerölle der Grabenschulter (Tertiäre Kalke Rheinhessens) bestimmt, womit neben der hohen anthropogenen Überprägung auch eine höhere geogene Verfügbarkeit von Magnesium vorliegt.

Dass dies auf das rechtsrheinisch gelegene Hessen nicht zutrifft, ist dem Einfluss des Mains und dem - im Vergleich zum Rhein - geringen Kalk- und Magnesiumgehalt im parallel zum Main verlaufenden Unterbodengestein zuzuschreiben.

Der Mittelwert für Magnesium liegt in Rheinland-Pfalz bei 31,3 mg/l, in der Schweiz sind es nur 10,6 mg/l, in Baden-Württemberg 15,4 mg/l, im Elsass 16,4 mg/l und in Hessen 18 mg/l. Die Abweichungen vom Mittelwert betragen in Baden-Württemberg, der Schweiz und in Hessen 1,3 mg/l bis 2,1 mg/l. Im Elsass ist die Abweichung mit 4 mg/l bedeutender, am auffälligsten ist sie in Rheinland Pfalz mit 8,3 mg/l. Bezogen auf das Elsass ist die Abweichung vom Mittelwert mit den hohen Werten im Kalibecken zu erklären, die mit der früheren Abbautätigkeit in den elsässischen Kalibergwerken in Zusammenhang stehen dürfte. In Rheinland-Pfalz liegen die Höchstwerte nicht so hoch wie im Elsass (maximal 160 mg/l gegenüber 350 mg/l im Elsass), dafür entfallen sie auf mehr Messstellen und weisen damit eine gleichmäßigere räumliche Verteilung auf, auch wenn sie nur im nördlichen Teil des Landes anzutreffen sind. Entsprechend ist hier auch eher von einer geologisch bedingten Ursache auszugehen als von anthropogener Grundwasserbelastung wie im Elsass.

Im Elsass und in Baden-Württemberg sind vereinzelt Werte im oberen Segment von 30 bis 50 mg/l auch in anderen Gebieten anzutreffen, nicht nur im Kalibecken. Drei Fälle lassen sich hier beschreiben: Randlagen, in

les zones de bordure où affleurent des formations géologiques du Trias, les zones de recouvrement loessique ou enfin des zones où sont mis en œuvre des amendements magnésiens (vignobles alsaciens et vignobles du Kaiserstuhl). La répartition des teneurs en magnésium dans le Bade-Wurtemberg est pour l'essentiel la même que celle des teneurs en calcium et de la dureté totale car les voies d'entrée géogènes et anthropiques sont identiques, comme décrit aux paragraphes correspondants.

En Suisse, tous les points de mesures présentent une concentration inférieure à 30 mg/l avec plus de 70 % des points dont les concentrations sont inférieures à 10 mg/l. De même, et plus généralement, les zones proches des cours d'eau et des canaux, c'est-à-dire sous influence de l'infiltration des eaux superficielles, présentent par effet de dilution des concentrations plus faibles que la moyenne des concentrations de 17,8 mg/l établie sur toute la zone d'étude.

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en magnésium pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur, et en particulier en Rhénanie-Palatinat.

denen die geologischen Formationen des Trias an die Oberfläche treten, Gebiete mit Lössdecke und schließlich Gebiete, in denen dem Boden Magnesium zugesetzt wird (Weinanbaugebiete im Elsass und am Kaiserstuhl). Die Verteilung der Magnesiumgehalte auf der baden-württembergischen Rheinseite gleicht im wesentlichen der des Calciums und der Gesamthärte, da die geogenen und anthropogenen Eintragspfade dieselben sind, wie in den entsprechenden Kapiteln geschildert.

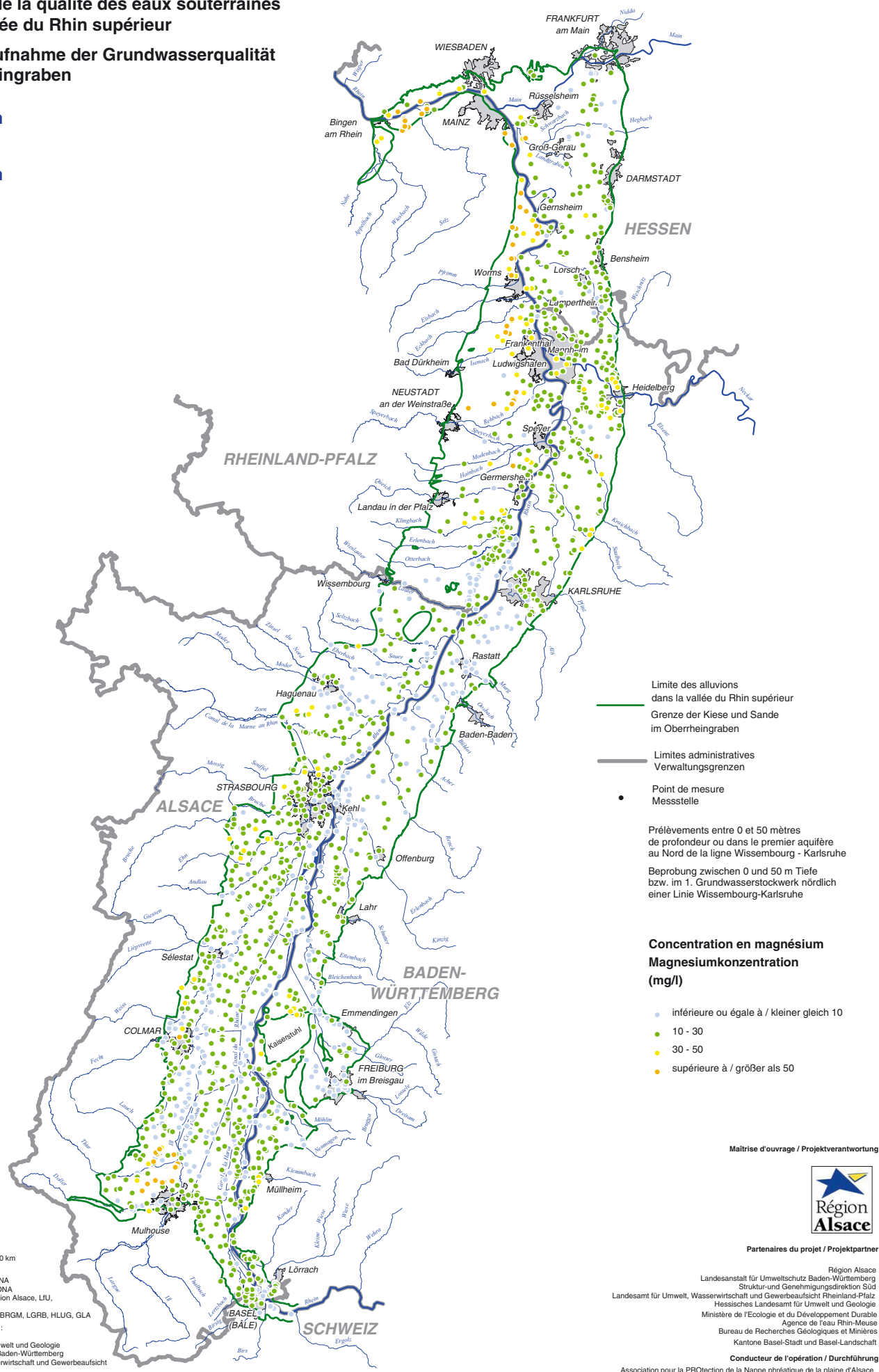
In der Schweiz liegen an allen Messstellen die Werte unter 30 mg/l, an über 70 % sogar unter 10 mg/l. Ebenso gilt ganz allgemein, dass in der Nähe von Wasserläufen und Kanälen aufgrund des Verdünnungseffekts unter der Einwirkung des Oberflächenwassers die Werte für den Magnesiumgehalt im Grundwasser unter dem mit 17,8 mg/l ermittelten Durchschnittswert für das gesamte Untersuchungsgebiet liegen.

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist, besonders in Rheinland-Pfalz.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Magnésium
2002 - 2003
Magnesium



3.2.10 Sodium (Na)

Généralités

Le sodium est un métal alcalin très abondant à l'état naturel. Il entre dans la composition des minéraux argileux, des feldspaths, des roches magmatiques et dans le ciment des grès.

Libéré par altération des roches, il est très soluble et peu adsorbé ce qui explique son omniprésence dans les eaux superficielles et souterraines.

Le sodium est présent dans les gisements de potasse au sud de la vallée du Rhin supérieur. L'exploitation des Mines de potasse d'Alsace et du Bade-Wurtemberg a conduit au stockage, sous la forme de terrils, de résidus contenant du chlorure de sodium (NaCl) non exploitable. Le lessivage des terrils par les pluies est à l'origine de pollutions des eaux souterraines. L'entraînement des sels de déneigement, les rejets d'eaux usées domestiques ou industrielles peuvent également contribuer à la pollution globale. En outre, il peut y avoir contamination des couches superficielles de l'aquifère par remontées d'eaux profondes salées, à Wolfisheim à l'ouest de Strasbourg par exemple ou au niveau du diapir de Weinstetten au sud du Kaiserstuhl.

3.2.10 Natrium (Na)

Allgemeines

Natrium ist ein in der Natur sehr häufig vorkommendes Alkalimetall. Es ist in Tonmineralen, Feldspäten, magmatischem Gestein und Sandstein enthalten.

Natrium wird bei der Gesteinsverwitterung freigesetzt, es ist sehr gut löslich und wird nur in geringem Umfang adsorbiert, weshalb es im Oberflächen- und Grundwasser überall anzutreffen ist.

Natrium findet sich in den Kalisalzagerstätten im südlichen Teil des Oberrheintals. Im Elsass und in Baden-Württemberg wurde der Abraum des Kalibergbaus, der nicht verwertbares Natriumchlorid (NaCl) enthält, auf Halde gelagert. Durch Niederschläge, die die Halden auswaschen, entsteht eine Belastung des Grundwassers. Weiterhin trägt Streusalz, das ins Grundwasser geschwemmt wird, ebenso wie Abwasser aus den Haushalten und aus der Industrie zur Natrium-Gesamtbelastung bei. Zudem gelangt gegebenenfalls Salz in aus tieferen Schichten aufsteigendem salzhaltigem Wasser ins oberflächennahe Grundwasser, wie dies beispielsweise in Wolfisheim westlich von Strasbourg oder im Bereich des Salzstockes bei Weinstetten südlich des Kaiserstuhls der Fall ist.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

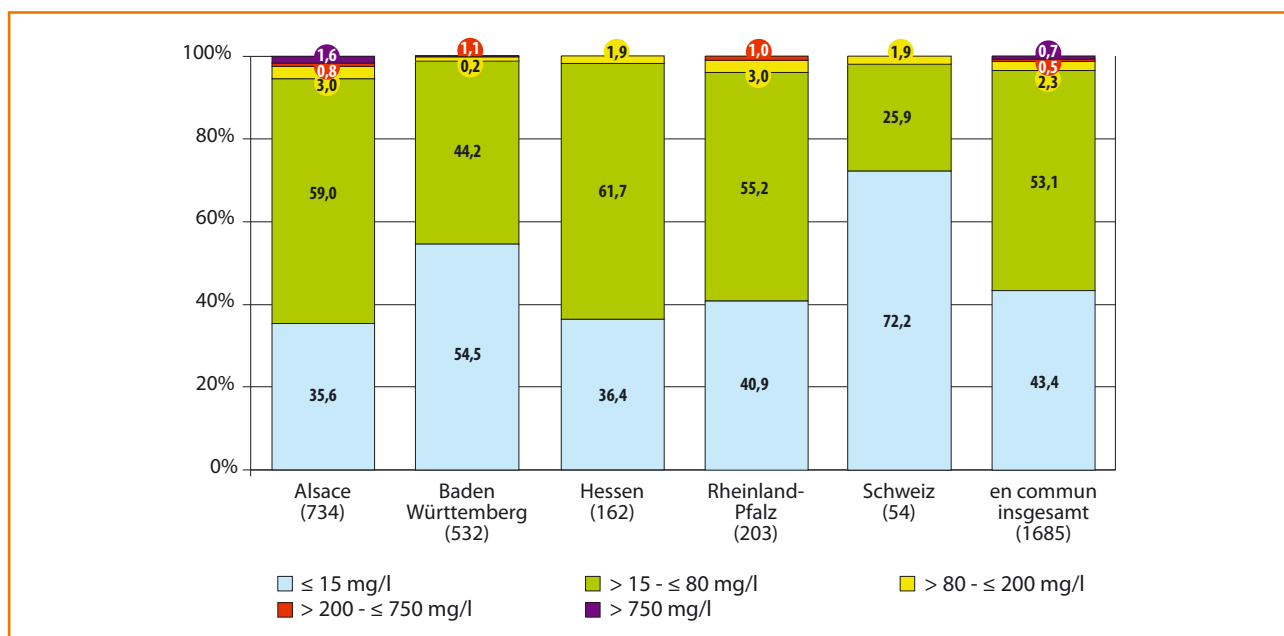


Fig. 3.2.8 : Répartition par classe de concentrations en sodium (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.8: Verteilung der Natriumkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La moyenne se situe à 110,5 mg/l en Alsace où elle est la plus élevée de la zone. Par ordre décroissant, les moyennes des autres secteurs sont de 29,3 mg/l en Rhénanie-Palatinat, 25,3 mg/l en Hesse, 18,5 mg/l en Bade-Wurtemberg et 14,8 mg/l en Suisse. Les écarts de la médiane par rapport à la moyenne sont faibles, et sont compris entre 4,6 et 9,3 mg/l pour les Länder allemands. En Alsace, l'écart beaucoup plus important entre la médiane (19,0 mg/l) et la moyenne (110,5 mg/l) indique l'existence de quelques valeurs extrêmement élevées qui peuvent même être supérieures à 15 g/l sur un point de mesures dans le bassin potassique.

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en sodium pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

Tab. 3.2.4 : Teneurs en sodium : valeurs moyennes et médianes

Tab. 3.2.4 : Natriumgehalt: Mittel- und Medianwerte

	Moyenne / Mittelwert	Médiane / Median
Alsace	110,5 mg/l	19,0 mg/l
Baden-Württemberg	18,5 mg/l	13,9 mg/l
Hessen	25,3 mg/l	20,1 mg/l
Rheinland-Pfalz	29,3 mg/l	20,0 mg/l
Schweizer Kantone	14,8 mg/l	9,5 mg/l

La limite de potabilité de 200 mg/l est dépassée sur 1,1 % des points de mesures. Sur ces 21 points, 86 % (soit 18 points) sont situés en Alsace. Parmi ceux-ci, 12 points sont caractérisés par des valeurs plus de 5 fois supérieures à la limite de potabilité. Les autres secteurs concernés par des dépassements de limite de potabilité sont la Rhénanie-Palatinat avec 2 points et le Bade-Wurtemberg avec 1 point.

Les points de mesures dont les concentrations en sodium de la nappe se situent à un niveau inférieur à 15 mg/l (niveau considéré comme « naturel » dans le cadre de cette étude) concernent plus de 43 % des points du réseau transfrontalier. Les concentrations les plus faibles sont observées au débouché des rivières vosgiennes et des rivières de Forêt Noire mais également plus au nord, au niveau des rivières de Hesse qui s'infiltrent dans la nappe. Dans le sud de l'Alsace, entre le Rhin et les canaux, il subsiste de grandes zones présentant de faibles concen-

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Der Durchschnittswert für das Elsass beträgt 110,5 mg/l und liegt dort auch vergleichsweise am höchsten. In abnehmender Reihenfolge sind für den Durchschnittswert zu nennen: 29,3 mg/l in Rheinland-Pfalz, 25,3 mg/l in Hessen, 18,5 mg/l in Baden-Württemberg und 14,8 mg/l in der Schweiz. Die Abweichungen zwischen Median- und Mittelwert sind geringfügig und liegen in den Teilgebieten in den deutschen Bundesländern zwischen 4,6 und 9,3 mg/l. Im Elsass ist die erhebliche Abweichung zwischen Medianwert (19,0 mg/l) und Mittelwert (110,5 mg/l) als Hinweis auf einige sehr hohe Werte zu sehen, an einer Messstelle im Kalibecken wurden sogar über 15 g/l gemessen.

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

In Der Grenzwert für Trinkwasser von 200 mg/l wird an 1,1 % der Messstellen überschritten. Von den betroffenen 21 Messstellen liegen 18 und damit 86 % im Elsass. Von diesen wiederum sind es 12, an denen die Werte den Grenzwert für Trinkwasser um ein Fünffaches überschreiten. In den anderen Teilgebieten wird der Grenzwert für Trinkwasser an 2 Messstellen in Rheinland-Pfalz und an 1 Messstelle in Baden-Württemberg überschritten.

Bezogen auf das grenzübergreifende Grundwasser beprobungsnetz ergeben sich an über 43 % der Messstellen Werte unter 15 mg/l (Natriumgehalt der als „natürlich“ im Rahmen des vorliegenden Projekts bezeichnet wurde). Die niedrigsten Werte sind in den Eintrittsbereichen der Vogesen- und Schwarzwaldflüssen in die Ebene und flächenhaft in der Kinzig-Murg-Rinne zu finden, aber auch weiter nördlich im Untersuchungsgebiet dort, wo in Hessen Wasser aus den Flüssen ins Grundwasser eindringt. Im südlichen Elsass finden sich zwischen dem Rhein und den Kanälen

trations en sodium. De telles concentrations résultent des phénomènes de dilution par les eaux superficielles des canaux dont les prises d'eau sont localisées sur le Rhin, juste à l'aval de Bâle. La plupart des concentrations en sodium sont également faibles dans le Pliocène de Haguenau et en Hesse.

Des concentrations un peu plus élevées sont observées le long du Rhin, de part et d'autre du fleuve. Ce phénomène est lié aux infiltrations du Rhin, qui était jusqu'en 2002 alimenté en eau salée par les rejets provenant du traitement de la potasse.

Les concentrations les plus élevées sont en général liées, en Alsace comme en Bade-Wurtemberg, à l'exploitation des mines de potasse.

En Alsace, le bassin potassique est fortement touché par le lessivage des terrils des mines de potasse. Les nombreux terrils dans cette zone expliquent la multiplication des sources de pollution identifiables pour certaines sur la carte ci-après par les points dont les concentrations sont supérieures à 750 mg/l. Cette contamination est visible de façon continue en Alsace jusqu'au nord de Sélestat, avec des concentrations en sodium évoluant, du sud vers le nord, d'une tranche de valeurs de 80 à 200 mg/l, à des valeurs de fond (15 à 80 mg/l) plus élevées que le seuil « naturel » de 15 mg/l.

Côté Bade-Wurtemberg, la zone concernée par les fortes concentrations est liée à la présence des terrils de Heitersheim et Buggingen.

Localement, des valeurs comprises dans les classes de 15 à 80 mg/l ou de 80 à 200 mg/l sont observées à certains points de mesures sans être liées aux mines de potasse. Ces valeurs se rencontrent dans tous les secteurs de la zone d'étude, en général dans les zones de bordure (à l'exception des zones à proximité des rivières de montagne), dans les roches du Pliocène en Alsace ou dans la zone des grandes agglomérations urbaines (Bâle, Colmar, Strasbourg, Mannheim, Karlsruhe, Wiesbaden, etc.). Les impacts des agglomérations, sel d'épandage et contamination des eaux usées, se manifestent localement à Freiburg, Emmendingen, Lahr, Offenburg et Karlsruhe. Dans cette dernière ville, ces impacts sur l'environnement sont nettement plus fréquents.

nach wie vor umfängliche Bereiche mit geringem Natriumgehalt. Die hier ermittelten Werte sind darauf zurückzuführen, dass das Grundwasser durch Oberflächenwasser aus den Kanälen verdünnt wird, die aus unmittelbar unterhalb von Basel liegenden Rheinwasserentnahmestellen gespeist werden. Im Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter, im Bereich des Bienwaldes im südlichen Rheinland-Pfalz und in Hessen sind die Werte für Natrium zumeist ebenfalls niedrig.

Etwas höhere Werte finden sich direkt entlang des Rheins, und zwar auf beiden Seiten. Grund hierfür ist infiltrierendes Rheinwasser, in das bis 2002 salzhaltiges Abwasser aus der Kaliverarbeitung eingeleitet wurde.

In Bezug auf die sehr hohen und hohen Werte besteht in der Regel im Elsass wie in Baden-Württemberg ein Zusammenhang mit dem Kalibergbau.

Im elsässischen Kalibecken hat die Auswaschung der Halden nachhaltige Folgen für das Grundwasser. Die Vielzahl der Halden ist die Erklärung für die hohe Zahl von Belastungsquellen, von denen einige auf der nachstehenden Karte an den Messstellen mit Konzentrationen über 750 mg/l erkennbar sind. Im Elsass ist das Grundwasser bis nördlich von Sélestat durchgehend mit Natrium belastet, die von Süden nach Norden abnehmenden Werte bewegen sich vom Segment 80 bis 200 mg/l zu Dauerbelastungswerten, die im Segment 15 bis 80 mg/l immer noch über dem „natürlichen“ Gehalt von 15 mg/l liegen.

Auf baden-württembergischer Seite finden sich Messstellen mit Werten aus dem oberen Segment 80 bis 200 mg/l und darüber - Maximum 279 mg/l - im Bereich der Abraumhalden bei Heitersheim und Buggingen.

Vereinzelt ergeben sich Werte im Segment 15 bis 80 mg/l oder 80 bis 200 mg/l an Messstellen, für die kein Zusammenhang mit dem Kalibergbau besteht. Sie sind in sämtlichen Teilgebieten des Untersuchungsgebiets anzutreffen, in der Regel in Randlagen außerhalb der Gebirgstalvorfluter, im elsässischen Pliozängestein oder auch im Bereich der Siedlungsgroßräume (Basel, Colmar, Strasbourg, Mannheim, Karlsruhe, Wiesbaden, usw.). Einzelne Einflüsse der Siedlungsgebiete mit Streusalz und Abwasserbelastung sind in Freiburg, Emmendingen, Lahr, Offenburg und Karlsruhe zu erkennen, dagegen treten solche gegenüber der Umgebung auffällig gehäuft in Karlsruhe auf.

Dans le Bade-Wurtemberg, des valeurs comprises dans la classe de 15 à 80 mg/l se rencontrent dans le sud de la plaine du Rhin en bordure de piémont, au nord du Kaiserstuhl et au nord de Karlsruhe jusqu'à Heidelberg et Mannheim où les eaux des affluents de bordure riches en sodium provenant des roches dures augmentent la teneur en sodium dans la plaine.

Les teneurs élevées entre 15 et 80 mg/l du nord de Karlsruhe jusqu'à Mannheim sont principalement liées aux affluents de bordure de la nappe naturellement riches en sels et aux infiltrations des eaux des rivières (Saalbach, Neckar) provenant du Kraichgau et du grand bassin versant du Neckar, mais aussi en partie aux anciennes décharges au sud-ouest de Heidelberg et aux épandages récents de lisier sur les plaines de Hardt. Le Neckar transportait autrefois de grandes quantités de sel car son bassin versant recèle des roches naturellement riches en sel ainsi que des dômes de sel, utilisés alors par l'industrie (Heilbronn).

En Rhénanie-Palatinat, des teneurs en sodium supérieures à 80 mg/l se trouvent localement dans la région urbaine de Ludwigshafen et dans la zone située entre Mainz et Bingen. Des valeurs supérieures à 200 mg/l ont été mesurées à deux points de mesures en aval d'anciennes décharges.

Par rapport à 1997, la situation semble s'améliorer côté badois. En Alsace par contre la contamination n'est pas encore complètement maîtrisée du fait de l'impact de l'utilisation de sel de déneigement, de pollutions industrielles et domestiques, de l'impact des décharges d'ordures ménagères, etc.

In Baden-Württemberg finden sich Werte im Bereich zwischen 15 und 80 mg/l flächenhaft in der südlichen Oberrheinebene am Vorbergzonenrand, nördlich des Kaiserstuhls und nördlich von Karlsruhe bis nach Heidelberg und Mannheim, wo die natriumreicheren Randzuströme aus dem Festgestein den Natriumgehalt in der Ebene erhöhen.

Für die höheren Gehalte von 15 und 80 mg/l von nördlich Karlsruhe bis nach Mannheim sind hauptsächlich die natürlich salzreicheren Grundwasserrandzuströme und Flusswasserversickerungen (Saalbach, Neckar) aus dem Kraichgau und dem großen Neckareinzugsgebiet verantwortlich, aber auch z.T. bekannte Altablagerungen südwestlich von Heidelberg und frühere Wiesenbewässerungen mit Abwasser in den Hardtebenen. Der Neckar führte insbesondere früher größere Mengen Salz mit sich, da in seinem Einzugsgebiet z.T. natürlicherweise salzreichere Gesteine vorkommen und auch Salzstöcke liegen, welche industriell genutzt wurden (Heilbronn).

Hohe Natriumwerte über 80 mg/l finden sich in Rheinland-Pfalz vereinzelt im Großraum Ludwigshafen und im Gebiet zwischen Mainz und Bingen. An zwei Messstellen im Abstrom von Altablagerungen wurden Werte über 200 mg/l gemessen.

Im Vergleich zu 1997 zeichnet sich offenbar auf badischer Seite eine Verbesserung ab. Im Elsass hingegen wirken sich Streusalz, Industrie- und Haushaltsabwasser und Hausmülldeponien nach wie vor belastend auf das Grundwasser aus.

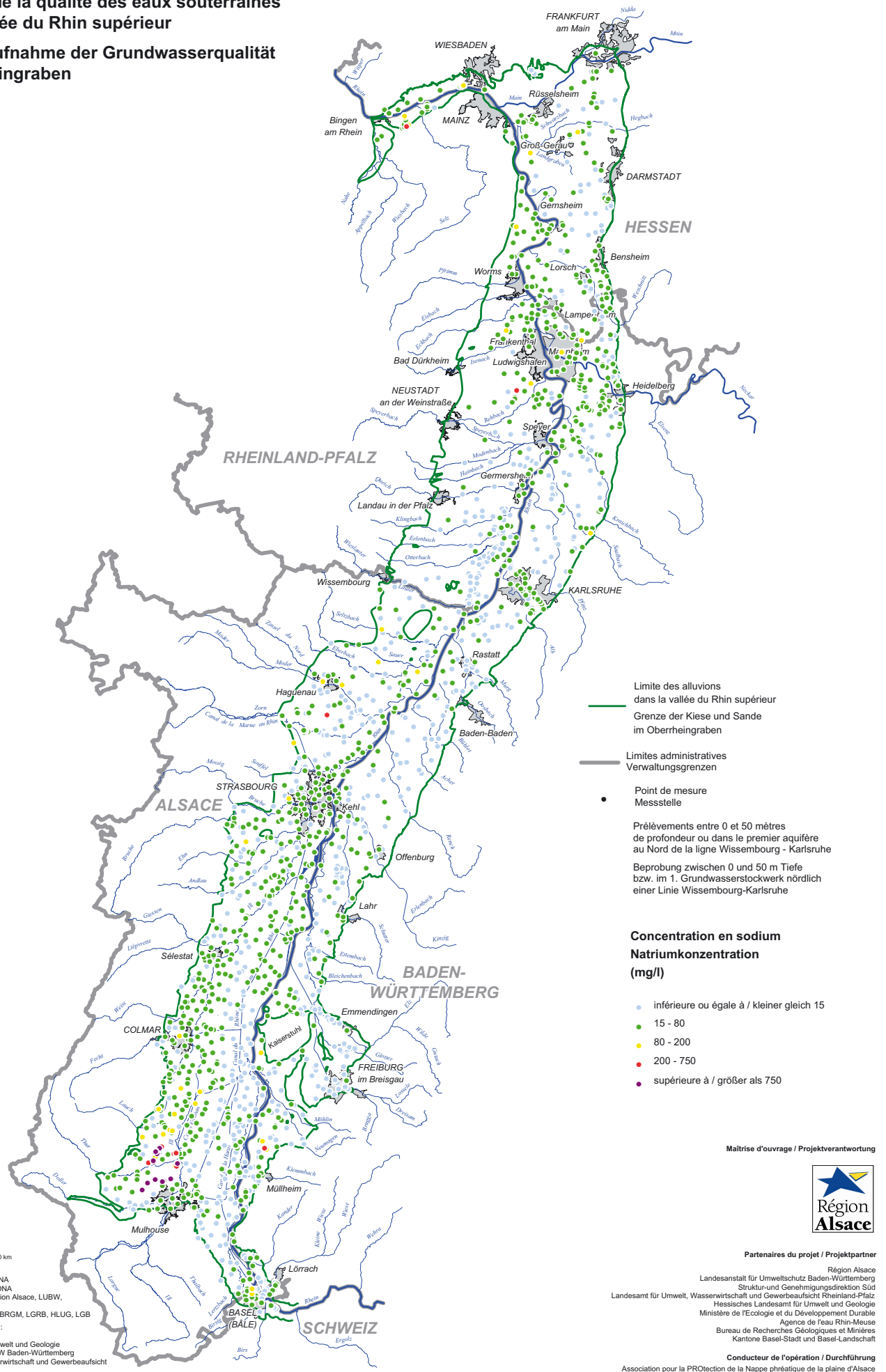
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Sodium

2002 - 2003

Natrium



3.2.11 Potassium (K)

Généralités

Le potassium est un métal alcalin comme le sodium. Il est présent dans les minéraux tels que les feldspaths alcalins et les micas potassiques dans les roches magmatiques. Il est plus rapidement adsorbé par les minéraux argileux que le sodium, par conséquent il est moins mobile dans les eaux souterraines et sa distribution géographique est plus hétérogène.

Sa présence dans les eaux souterraines à des concentrations qui dépassent 20 à 25 mg/l peut être liée à des remontées d'eaux profondes salées ou d'eaux minérales en relation avec des gisements de sels.

Comme le sodium, le potassium est présent dans les résidus d'exploitation des mines de potasse alsaciennes et badoises qui, mélangés avec les stériles, ont été stockés en terrils. Leur lessivage a entraîné les chlorures de potassium et de sodium vers la nappe, engendrant une contamination massive et durable des secteurs concernés.

Le potassium entre également dans la composition des lessives, des engrais et peut être rejeté dans la nappe par l'intermédiaire des eaux usées domestiques et industrielles. Les décharges peuvent également libérer du potassium par lixiviation ou par contact direct entre la nappe et les déchets.

Des concentrations en potassium élevées dans les eaux souterraines servent ainsi également d'indicateur de contamination.

3.2.11 Kalium (K)

Allgemeines

Kalium ist wie Natrium ein Alkalimetall. Es kommt chemisch gebunden als Kalifeldspat und Kaliglimmer in Magmatiten vor. An Tonmineralen wird es stärker adsorbiert als Natrium, daher ist es im Grundwasser weniger beweglich und die räumliche Verteilung heterogener.

Tritt Kalium im Grundwasser in Konzentrationen von über 20 bis 25 mg/l auf, ist dies gegebenenfalls auf aus tieferen Schichten aufsteigendes salzhaltiges Wasser zurückzuführen oder auf mineralienhaltiges Wasser in Verbindung mit Salzlagerstätten.

Kalium ist wie Natrium im Abraum der elsässischen und baden-württembergischen Kaligruben enthalten, der mit taubem Gestein vermischt auf Halde geräumt wurde. Die Auswaschung der Halden bringt Kalium- und Natriumchlorid ins Grundwasser, das hier eine massive nachhaltige Belastung aufweist.

Kalium ist auch in Wasch- und Düngemitteln enthalten und gelangt aus Haushalts- und Industrieabwasser ins Grundwasser. Auch aus Mülldeponien gelangt gegebenenfalls Kalium durch Auswaschung oder direkten Grundwasserkontakt des Mülls ins Grundwasser.

Erhöhte Kaliumwerte im Grundwasser gelten daher auch als Verschmutzungsindikator.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

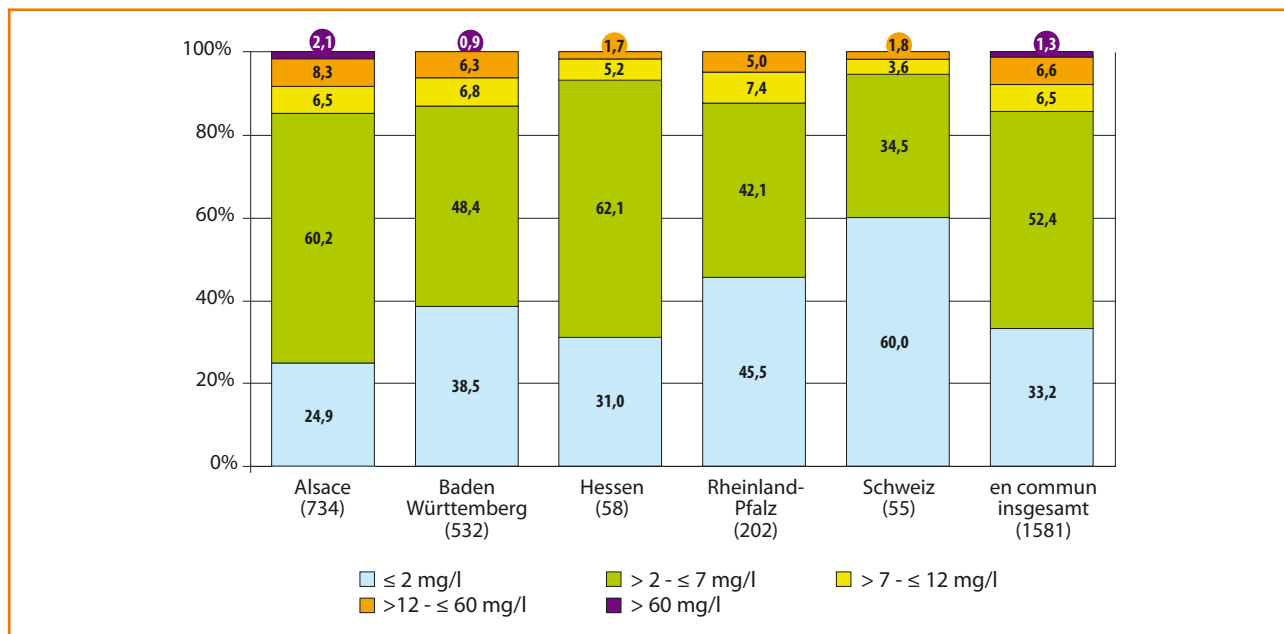


Fig. 3.2.9 : Répartition par classe de concentrations en potassium (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.9: Verteilung der Kaliumkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La médiane des concentrations en potassium est à peu près équivalente dans tous les sous-secteurs du domaine d'étude, variant de 1,9 à 3,2 mg/l. La moyenne la plus élevée concerne l'Alsace avec 10,4 mg/l. La Hesse, le Bade-Wurtemberg et la Rhénanie-Palatinat ont une moyenne comprise entre 3,5 et 4,9 mg/l. La moyenne la plus faible, de 2,7 mg/l, concerne la Suisse. L'écart constaté entre la médiane et la moyenne côté alsacien comme pour le sodium est à mettre en relation avec la présence de très fortes teneurs dans cette zone d'étude.

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en potassium pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Die Kalium-Medianwerte für die Teilbereiche sind ungefähr äquivalent und liegen zwischen 1,9 und 3,2 mg/l. Von den Mittelwerten liegt der elsässische mit 10,4 mg/l am höchsten. In Hessen, Baden-Württemberg und im Rheinland-Pfalz liegt der Mittelwert zwischen 3,5 und 4,9 mg/l. Der niedrigste Mittelwert ist mit 2,7 mg/l in der Schweiz anzutreffen. Die große Abweichung zwischen Median- und Mittelwert im Elsass ist hier wie bei Natrium der Tatsache anzulasten, dass im Elsass teilweise sehr viel höhere Werte als in den anderen Teilregionen zu verzeichnen sind.

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

Les plus faibles concentrations en potassium dites « naturelles » (inférieures à 2 mg/l) sont observées aux débouchés et le long des cours d'eau, dans la partie sud de la Rhénanie-Palatinat, ainsi que dans le centre de la plaine alsacienne, hors des zones humides où les concentrations peuvent être naturellement plus élevées.

Les plus fortes valeurs sont observées dans le bassin potassique d'Alsace ainsi qu'au niveau d'un ancien terril des mines de potasse, côté allemand près de Buggingen. La valeur maximale, 113 mg/l, côté allemand a été relevée en aval de ce terril. De fortes valeurs sont également observées au nord du Kaiserstuhl. A cet endroit, elles sont vraisemblablement liées au lessivage des engrais utilisés dans les vignes, les champs de pommes de terre et de maïs ou aux infiltrations d'eaux usées depuis des fermes isolées. En zone de bordure de nappe ou encore dans le Pliocène de Haguenau, l'origine des fortes teneurs en potassium est à mettre en relation avec la dissolution naturelle des minéraux potassiques des granites et des grès. Les points de mesures concernés par ces concentrations, situés au nord du Bade-Wurtemberg et en Hesse, sont imputables à des sources de contamination localisées et isolées, d'origines diverses. Dans le nord du Bade-Wurtemberg, les impacts des eaux usées et des anciennes décharges sont dans la plupart des cas à l'origine de ces concentrations élevées.

En Rhénanie-Palatinat, les concentrations en potassium les plus élevées sont observées dans la région urbaine de Ludwigshafen et au nord de celle-ci. Ces concentrations élevées sont liées d'une part à la densité de population et de façon plus générale aux facteurs anthropiques, et d'autre part à la particularité déjà citée de l'épaulement du Fossé dans la zone nord-ouest

D'autres valeurs élevées, entre 12 et 60 mg/l, un peu moins élevées, entre 7 et 12 mg/l, sont localisées en aval de sites industriels ou de grandes agglomérations (Thann, Haguenau, Müllheim, Rhein-Neckar-Raum).

L'utilisation d'engrais potassiques peut également être à l'origine de concentrations élevées en potassium, ce qui est particulièrement le cas lorsque ces mêmes zones sont concernées par de fortes concentrations en nitrates. C'est le cas des zones de piémont alsacien, de certains secteurs du Pliocène de Haguenau, de la zone de culture de la pomme de terre au nord du Kaiserstuhl ou d'autres zones d'agriculture intensive.

Die untersten Werte für eine Kaliumkonzentration in sogenannter „natürlicher“ Höhe unter 2 mg/l sind in der südlichen Vorderpfalz und in der Mitte des elsässischen Teils der Rheinebene außerhalb der Feuchtgebiete anzutreffen, für die natürlicherweise mit höheren Werten zu rechnen ist.

Die höchsten Werte finden sich im elsässischen Kalibecken sowie auf deutscher Seite im Bereich einer ehemaligen Kalibergbau-Abraumhalde in der Nähe von Buggingen. Im Abstrom der Abraumhalde von Buggingen findet sich das deutsche Maximum von 113 mg/l. Hohe Werte sind auch nördlich des Kaiserstuhls anzutreffen und stehen dort mit Düngemittelauswaschungen aus Weinbergen, Kartoffel- und Maisfeldern und mit Abwasserinfiltrationen von Aussiedlerhöfen in Zusammenhang. In Randlagen oder im Bereich des Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiters ist die Ursache für den hohen Kaliumgehalt in der natürlichen Auslösung der Kaliminerale aus Granit und Sandstein zu sehen. Wenn an Messstellen im nördlichen Baden-Württemberg und in Hessen hohe Werte festzustellen sind, ist dies örtlich begrenzten, vereinzelt Verschmutzungsquellen unterschiedlicher Provenienz zuzuschreiben. Im nördlichen Baden-Württemberg sind meist Abwassereinflüsse und Altablagerungen die Ursachen.

In Rheinland-Pfalz finden sich die höchsten Kaliumwerte im Großraum Ludwigshafen und nördlich davon. Diese hohen Werte sind zum einen dichter Besiedlung bzw. allgemein hoher anthropogener Überprägung zuzuordnen, zum anderen der schon genannten Besonderheit der Grabenschulter im nordwestlichen Bereich.

Weiterhin finden sich Werte im Segment von 12 bis 60 mg/l und von 7 bis 12 mg/l unterhalb von Industrieanlagen oder Siedlungsgroßräumen (Thann, Haguenau, Müllheim, Rhein-Neckar-Raum).

Der Einsatz von Kalidünger kann ebenfalls die Ursache für einen erhöhten Kaliumgehalt im Grundwasser sein, dies ist vor allem dann der Fall, wenn im selben Gebiet hohe Werte für den Nitratgehalt gemessen werden. Dies trifft auf die elsässische Vorbergzone, bestimmte Abschnitte des Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiters, das Kartoffelanbaugebiet nördlich des Kaiserstuhls oder andere intensiv landwirtschaftliche genutzte Gebiete zu.

Dans les zones de la Hesse où les pratiques agricoles intensives coïncident avec des couvertures de sable, les concentrations en potassium sont élevées car les sols sableux ne peuvent fixer le potassium que faiblement de sorte que l'impact des mesures de fertilisation se fait fortement sentir.

En Rhénanie-Palatinat, les zones de concentrations en nitrates élevées dans le secteur des surfaces agricoles des hautes terrasses (Riedelflächen) ne correspondent pas aux zones de concentrations en potassium élevées. Par contre, dans le nord-ouest du secteur de la Rhénanie-Palatinat, on observe des concentrations en potassium élevées à côté de concentrations en nitrates élevées.

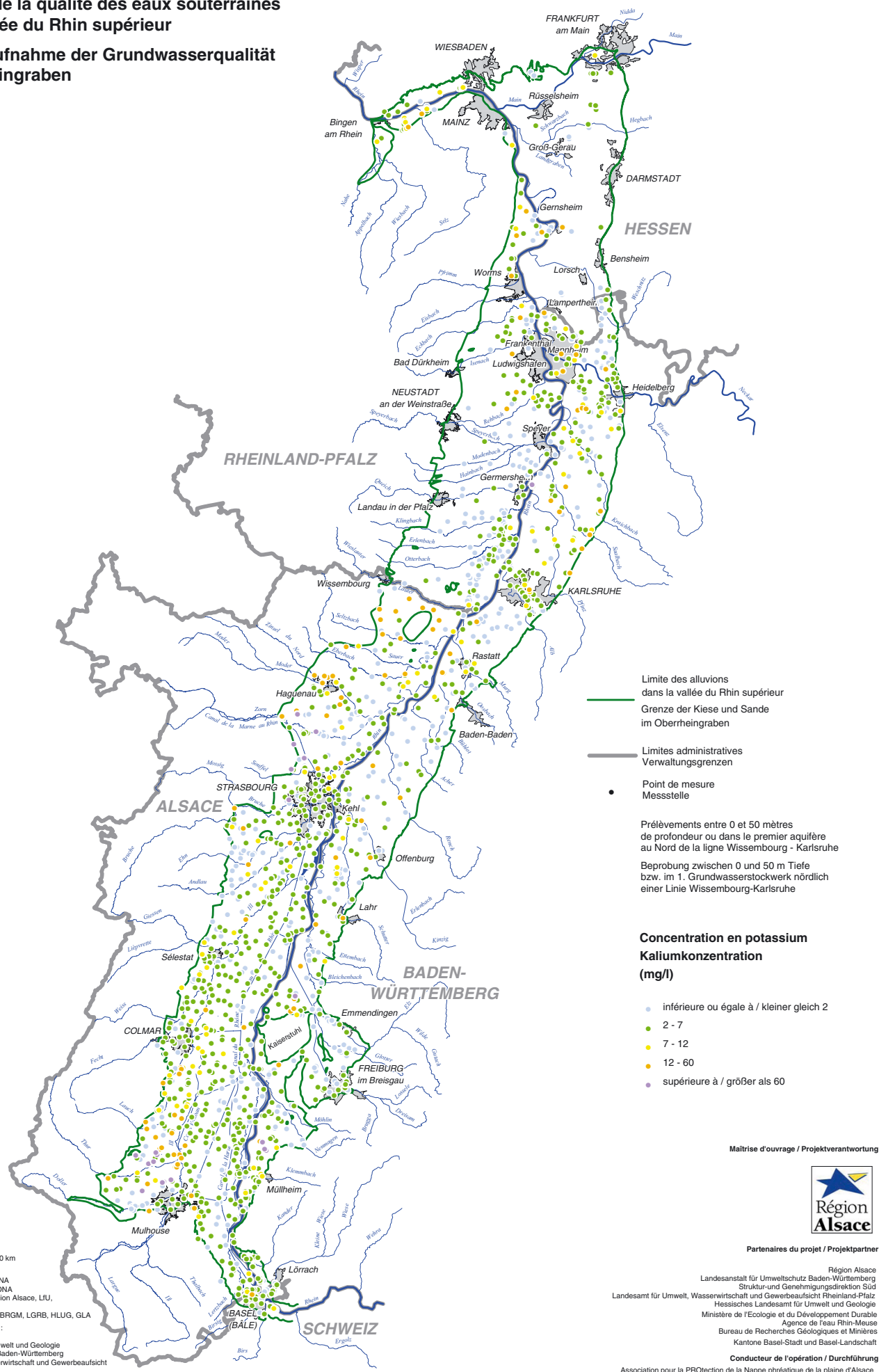
In den hessischen Gebieten, in denen intensive landwirtschaftliche Flächennutzung und sandige Deckschichten zusammenfallen, sind die Kaliumkonzentrationen erhöht, da die leichten Böden nur über eine geringe Kaliumfixierung verfügen, so dass sich der Einfluss der Düngungsmaßnahmen stärker bemerkbar macht.

In Rheinland-Pfalz korrespondieren die erhöhten Nitratwerte im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Riedelflächen nicht mit erhöhten Kaliumwerten. Im Nordwesten des rheinland-pfälzischen Teilgenietes finden sich dagegen erhöhte Kalium- neben erhöhten Nitratwerten.

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

2002 - 2003

Kalium



3.2.12 Nitrates (NO_3^-)

Généralités

L'azote, élément essentiel de la croissance végétale, ne peut être assimilé par la plupart des plantes que sous forme de nitrates et, dans une moindre mesure, sous forme d'ammonium. Les nitrates parviennent principalement dans les sols à travers l'utilisation de lisiers et d'engrais minéraux. Les autres principales sources de nitrates sont les déchets et les déjections d'origine humaine ou animale, les rejets de stations d'épuration ou les industries. Les retombées atmosphériques de NO_x constituent également une source de nitrates.

L'apport de fertilisants azotés (organiques ou minéraux) s'est généralisé dans l'agriculture afin d'accroître les rendements. Les nitrates non assimilés par les plantes sont, du fait de leur grande mobilité, très facilement lessivés par les eaux d'infiltration. Les sols drainants en terrain plat, morphologie principale la plus représentative de la vallée du Rhin supérieur, constituent un facteur de vulnérabilité important de la nappe rhénane.

3.2.12 Nitrat (NO_3^-)

Allgemeines

Das für ihr Wachstum wichtige Element Stickstoff können die meisten Pflanzen nur in Form von Nitrat und in geringerem Umfang auch in Form von Ammonium aufnehmen. In den Kulturböden gelangen Nitrate hauptsächlich aufgrund des Einsatzes von Gülle und mineralischen Düngemitteln. Ansonsten stammen Nitrate in der Hauptsache aus menschlichen und tierischen Abfällen und Ausscheidungen sowie aus Abwässern von Kläranlagen oder aus der Industrie. Eine weitere Quelle stellen aber auch atmogene NO_x -Depositionen dar.

In der Landwirtschaft werden zur Ertragssteigerung regelmäßig (organische oder mineralische) Stickstoffdünger eingesetzt. Von den Pflanzen nicht aufgenommene Nitrate werden aufgrund ihrer großen Mobilität mit dem Sickerwasser sehr leicht aus den Böden ausgewaschen. Wasserdurchlässige Böden im ebenen Gelände - Hauptmerkmal der Morphologie des Oberrheingrabens - sind ein entscheidender Risikofaktor für die Qualität des oberflächennahen Grundwassers.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

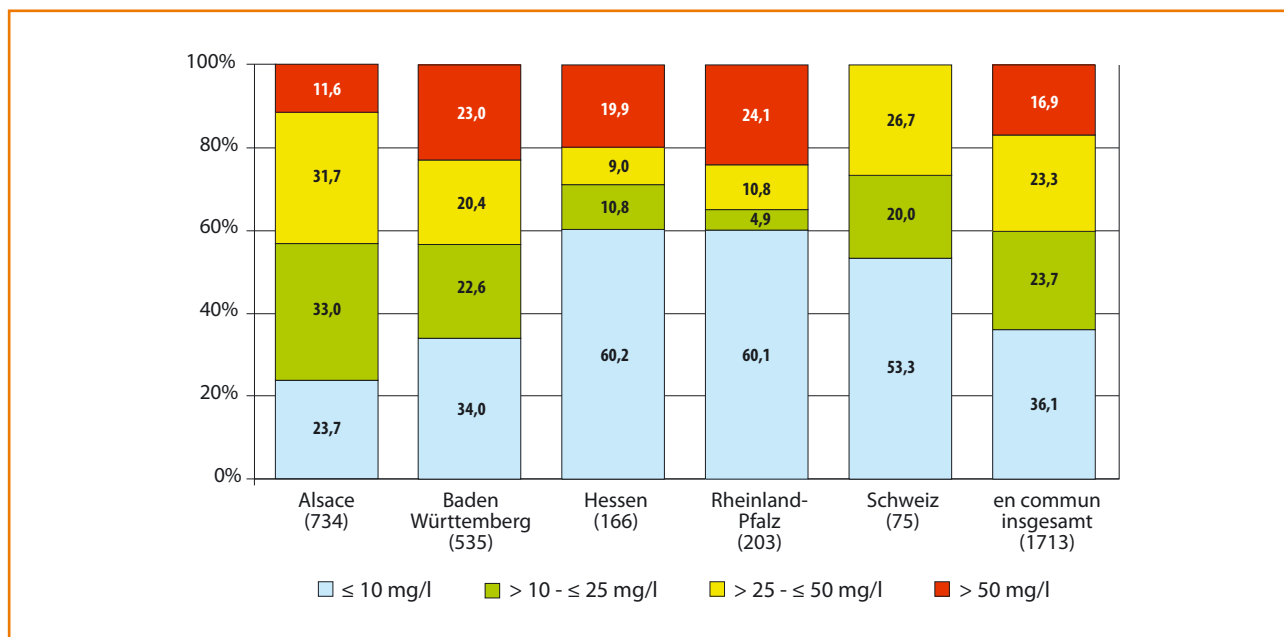


Fig. 3.2.10 : Répartition par classe de concentrations en nitrates (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.10: Verteilung der Nitratkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Constat

• ALSACE

Malgré quelques améliorations locales, l'état de la ressource reste dégradé par les nitrates à un niveau qui demeure préoccupant puisque la moyenne globale est toujours supérieure à la valeur guide européenne pour l'eau potable de 25 mg/l.

Tab. 3.2.5 : Alsace : Teneurs en nitrates (en mg/l)

Tab. 3.2.5: Elsass: Nitratgehalt (in mg/l)

	1991	1997	2003
Valeur moyenne Mittelwert	27,5	28,6	26,9
Valeur médiane Medianwert	21,0	23,0	21,5

Bien que la valeur moyenne soit en diminution depuis 1997, atteignant un niveau comparable à celui de 1991, on constate une stabilisation de la répartition surfacique des différentes classes de teneurs en nitrates. D'une façon globale, on observe donc une certaine stabilisation du niveau de contamination de la nappe d'Alsace par les nitrates.

Ce constat est confirmé par l'examen des différentes mesures effectuées semestriellement sur les 40 points du réseau de bassin des eaux souterraines (RBES), réseau co-géré par l'Etat et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse. La moyenne des teneurs en nitrates observées depuis 1999 varie entre 32 mg/l et 25,4 mg/l, avec des oscillations saisonnières, autour d'une valeur de 27,2 mg/l, qui ne permettent pas de mettre en évidence une réelle tendance à la diminution.

Les valeurs de concentrations dites naturelles, inférieures à 10 mg/l, correspondant approximativement au fond géochimique, concernent 23,7 % des points de mesures, majoritairement présents dans la partie nord de l'Alsace.

Par ailleurs, on observe fréquemment une répartition des points dont les concentrations sont inférieures ou égales à 10 mg/l, suivant le linéaire hydrologique des cours d'eau, et donc en lien avec les faibles concentrations des eaux d'infiltration. L'étendue de ces zones est à mettre en relation avec l'importance des échanges nappe rivières eux-mêmes conditionnés par différents facteurs comme les conditions pluviométriques, la saison, le niveau de la nappe, etc.

Befund

• ELSASS

Trotz örtlicher Verbesserungen ist das Grundwasser nach wie vor insofern in Besorgnis erregendem Maß mit Nitrat belastet, als der Gesamtdurchschnitt immer noch über dem EU-Richtwert für Trinkwasser von 25 mg/l liegt.

Der Mittelwert ist zwar seit 1997 rückläufig und inzwischen wieder auf dem Stand von 1991, bezogen auf die flächenmäßige Verteilung der Nitratkonzentration ist jedoch eine Stabilisierung festzustellen. Insgesamt ist also in Bezug auf die Nitratbelastung des Grundwassers im elsässischen Teil des Oberrheingraben eine gewisse Stabilisierung zu beobachten.

Die halbjährlichen Messungen an den 40 Messstellen des in Frankreich vom Staat und der Agence de l'eau Rhin-Meuse gemeinsam verwalteten Messnetzes (Réseau de bassin des eaux souterraines – RBES) bestätigen dies. Seit 1999 liegt der Nitratgehalt mit saisonalen Schwankungen mit einem Durchschnittswert von 27,2 mg/l zwischen 32 mg/l und 25,4 mg/l, woraus ein rückläufiger Trend tatsächlich nicht abzulesen ist.

Werte von unter 10 mg/l, die dem natürlichen Nitratgehalt aufgrund der geochemischen Verhältnisse entsprechen, wurden an 23,7 % der Messstellen mehrheitlich im nördlichen Teil des Elsass gemessen.

Häufig ist auch zu beobachten, dass die Messstellen, an denen Konzentrationen von kleiner oder gleich 10 mg/l gemessen werden, parallel zum Verlauf der oberirdischen Gewässer angeordnet sind, was auf einen Zusammenhang mit dem geringen Nitratgehalt des ins Grundwasser eindringenden Flusswassers schließen lässt. Wie weiträumig sich dieser Einfluss bemerkbar macht, hängt ab vom Umfang des Austauschs zwischen dem oberirdischen Fließgewässer und dem Grundwasser, der seinerseits wiederum von verschiedenen Faktoren wie Niederschläge, Jahreszeit, Grundwasserpegel usw. abhängig ist.

En répartition surfacique (cf. tab. 3.2.6), l'étendue des zones où les concentrations sont inférieures à 10 mg/l est évaluée à environ 25 %. Ces zones sont localisées, comme en 1997, au débouché des rivières vosgiennes (principalement la Doller, la Thur, la Fecht, le Giessen et la Bruche) ou dans les secteurs de dénitrification déjà connus dans le Bruch de l'Andlau, au nord de Strasbourg et dans la nappe du Pliocène. Les zones de dénitrification sont liées aux conditions réductrices des sols. Un tel contexte ne permet pas de conclure à un impact anthropique moindre sur la qualité de l'eau souterraine dans ces secteurs.

Les parts relatives des concentrations comprises entre 10 et 25 mg/l, d'une part, et entre 25 et 50 mg/l, d'autre part, sont quasiment équivalentes mais on peut noter, par rapport à 1997, une inversion dans les tendances d'évolution. En 1997 la tranche 25-50 mg/l concernait 33,3 % des points de mesures et la tranche 10 - 25 mg/l, 28,3 % des points. En 2003, le nombre de points dans la tranche 10-25 mg/l est plus élevé que dans celle de 25-50 mg/l (respectivement 31,7 % et 33,0 % des points de mesures).

Les zones de fortes teneurs (25-50 mg/l) concernent près de 32 % des points de mesures et sont localisées en prolongement des secteurs très fortement contaminés, au droit des zones de culture intensive (monoculture de maïs) et dans les secteurs où la transmissivité des alluvions est faible (nappe du pliocène de Haguenau).

En répartition surfacique, on n'observe pas toutefois cette inversion des tendances d'évolution entre les gammes de concentrations. Les surfaces de concentrations comprises entre 10 et 25 mg/l concernent 33,4 % de la surface totale de la nappe ; les concentrations comprises entre 25 et 50 mg/l concernent 33,9 % de la surface totale (cf. tab. 3.2.6).

On ne peut conclure à une évolution significative des parts relatives de ces deux tranches de concentrations, en termes de surfaces, entre 1997 et 2003. La comparaison des constats établis en 1991/1992 et en 1996/1997, mettait en évidence une nette dégradation de l'état de la nappe pour la classe des fortes teneurs, entre 25 et 50 mg/l. La comparaison avec les résultats de 1997 fait apparaître, pour la première fois depuis les années 1970, une stabilisation de la contamination de la nappe pour les fortes valeurs, un certain ralentissement de la contamination ayant été déjà constaté en 1996/1997.

Bezogen auf die Gesamtfläche (vgl. Tab. 3.2.6) machen die Gebiete, in denen der Nitratgehalt im Grundwasser unter 10 mg/l liegt, rund 25 % aus. Sie liegen wie 1997 im Eintrittsbereich der Vogesenvorfluter (vor allem Doller, Thur, Fecht, Giessen und Bruche) oder in Gebieten mit bekanntermaßen geringen Nitratwerten wie der Andlaubbruch nördlich von Strasbourg und die Pliozängebiete. Die geringen Nitratkonzentrationen in diesen Gebieten sind die Folge der reduzierenden Eigenschaften des Bodens. In diesem Kontext ist der Rückschluss auf geringere anthropogene Einwirkung auf die Grundwasserqualität in diesen Gebieten nicht zulässig.

Konzentrationen zwischen 10 und 25 mg/l zum einen und zwischen 25 und 50 mg/l zum anderen machen jeweils praktisch denselben Anteil aus, gegenüber 1997 ist jedoch eine Umkehrung des Entwicklungstrends zu beobachten. 1997 ergaben 33,3 % der beprobten Messstellen Werte zwischen 25-50 mg/l und 28,3 % Werte zwischen 10-25 mg/l. Im Jahr 2003 sind es mehr Messstellen mit Werten zwischen 10-25 mg/l als Messstellen mit Werten zwischen 20-50 mg/l (31,7 % bzw. 33,0 % der Messstellen).

Knapp 32 % der Messstellen verweisen auf Gebiete mit hoher Nitratbelastung (25-50 mg/l), die Gebieten mit sehr hoher Belastung aufgrund intensiver Bodenbewirtschaftung (Mais in Monokultur) zugeordnet werden können oder in einer geringen Durchlässigkeit des Sediments begründet liegen (Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter).

Bezogen auf die Flächenanteile wiederholt sich die Umkehr des Verlaufs im Verhältnis der Konzentrationen allerdings nicht. 33,4 % der Grundwassergesamtfläche weist einen Nitratgehalt von 10 bis 25 mg/l auf, 33,9 % einen Gehalt zwischen 25 und 50 mg/l (vgl. Tab. 3.2.6).

Bezogen auf die Fläche lässt sich eine signifikante Veränderung bezogen auf den Anteil der Konzentrationsbereiche im Zeitraum zwischen 1997 bis 2003 nicht erkennen. Der Vergleich der Ergebnisse von 1991/1992 mit denen von 1996/1997 ergab noch eindeutig eine weitere Verschlechterung der Grundwasserqualität bezogen auf die Werte von 25 bis 50 mg/l für erhöhten Nitratgehalt. Bei der Gegenüberstellung mit den Ergebnissen aus dem Jahr 1997 ergibt sich jetzt zum ersten Mal seit den 70er Jahren eine Stabilisierung der Grundwasserbelastung im Bereich der Werte für erhöhten Nitratgehalt, nachdem sich 1996/1997 immerhin die Zunahme verlangsamt hatte.

Tab. 3.2.6 : Alsace : Teneurs en nitrates (en mg/l)**Tab. 3.2.6:** Elsass: Nitratgehalt (in mg/l)

En %	1991	1997	2003
0 – 10 mg/l	26,2	24,9	24,7
10 – 25 mg/l	37,4	33,1	33,4
25 – 50 mg/l	29,4	33,8	33,9
> 50 mg/l	7,0	8,2	7,9

Les zones de très fortes teneurs, supérieures à la limite de potabilité de 50 mg/l, concernent 11,6 % des points de mesures contre 12,6 % en 1997.

En répartition surfacique, on passe de 8,2 % de la surface de la nappe d'Alsace présentant des concentrations supérieures à 50 mg/l en 1997 à 7,9 % en 2003 (cf. tab. 3.2.6). Ces zones sont essentiellement localisées le long des collines sous-vosgiennes, ainsi que le long du piémont oriental du Sundgau.

Malgré cette tendance à la stabilisation des pourcentages de surfaces de nappe supérieures à 50 mg/l, on observe pour la première fois depuis les années 1970, au centre de la plaine entre Colmar et Sélestat, l'apparition d'une zone supérieure à 50 mg/l.

La valeur seuil de 40 mg/l est dépassée sur près de 20 % des points de mesures. Cette valeur, qui est retenue par les autorités françaises au titre de la directive cadre sur l'eau pour répertorier les masses d'eau susceptibles de ne pas atteindre le bon état en 2015, correspond à 80 % de la limite de potabilité.

De façon globale, l'analyse de l'évolution des teneurs en nitrates par grands secteurs géographiques met en évidence une tendance à l'amélioration en plaine, au sud de Colmar et jusqu'à Saint-Louis, mais une dégradation en bordure des collines sous-vosgiennes.

Auf Gebiete mit sehr hohem Nitratgehalt oberhalb des Trinkwassergrenzwerts von 50 mg/l entfallen 11,6 % der Messstellen, 1997 waren es 12,6 %.

Bezogen auf den Flächenanteil steht dem Wert von 8,2 % der Grundwasserfläche im Elsass mit einem Nitratgehalt über 50 mg/l aus dem Jahr 1997 der Wert 7,9 % im Jahr 2003 gegenüber (vgl. Tab. 3.2.6). Die entsprechenden Gebiete liegen vor allem entlang des Hügellands am Fuß der Vogesen und des östlichen Sundgavorgebirges.

Trotz des Trends zu einem Rückgang des Anteils der Grundwasserfläche, in der der Nitratgehalt über 50 mg/l liegt, taucht zum ersten Mal seit den 70er Jahren in der Mitte des elsässischen Teils der Oberrheinischen Tiefebene zwischen Colmar und Sélestat ein Gebiet mit über 50 mg/l Nitratgehalt im Grundwasser auf.

An knapp 20 % der Messstellen wird der Grenzwert von 40 mg/l überschritten. Dieser bei 80 % des Trinkwassergrenzwerts angesetzte Wert wurde von den französischen Behörden in der Wasser-Rahmenrichtlinie als Grenzwert für Wasservorkommen festgelegt, für die eine einwandfreie Qualität bis 2015 voraussichtlich nicht zu erreichen ist.

Insgesamt lässt sich bei der Auswertung der Veränderungen im Nitratgehalt des Grundwasser bezogen auf größeren räumliche Abschnitte ein Trend zur Verbesserung in der Ebene südlich von Colmar bis Saint-Louis erkennen, jedoch eine Verschlechterung am Rand des Vogesenvorgebirges.

• BADE-WURTEMBERG

Pour les 535 points de mesures de l'eau souterraine qui ont fait l'objet d'une analyse des nitrates, la valeur moyenne est de 30,3 mg/l et la valeur médiane de 19,3 mg/l. Cette moyenne est bien supérieure à la valeur guide européenne pour l'eau potable qui est de 25 mg/l.

Pour 14 % des points de mesures, on n'a pas détecté de nitrates et pour les 86 % restants, les concentrations étaient comprises entre 0,1 mg/l et 224 mg/l.

Les contaminations sont principalement dues à l'utilisation de fertilisants azotés d'origine minérale pour les cultures en plein champ (maïs), la viticulture, le maraîchage et sur les surfaces de cultures spéciales : tabac, asperges et autres légumes.

Des concentrations inférieures à 10 mg/l apparaissent sur env. 34 % des points de mesures. Ces chiffres correspondent à quelques 38 % de la surface de la partie du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg. Ces secteurs longent les zones d'infiltration des rivières de la Forêt Noire (celles-ci diluent l'eau de la nappe du Fossé rhénan par des apports d'eau pauvre en nitrates). Ces secteurs se trouvent également dans des zones où l'eau de la nappe est pauvre en oxygène ou sans oxygène et où des processus microbiens de dénitrification diminuent la teneur en nitrates des apports. On peut prendre comme exemple la zone située entre Emmendingen et Lahr, la dépression d'Ortenau entre Offenburg et Kehl, la partie de la Kinzig-Murg-Rinne qui s'étend de l'est au nord-est de Rastatt et certains secteurs entre Karlsruhe et Kraichbach.

Des concentrations comprises entre 10 et 50 mg/l sont détectées sur 43 % des points de mesures. Ces chiffres correspondent à environ 52 % de la surface du secteur de la plaine du Rhin supérieur situé dans le Bade-Wurtemberg.

La valeur seuil de 50 mg/l est dépassée pour 23 % des points de mesures. Ces chiffres correspondent à environ 10 % de la surface du secteur du Fossé rhénan supérieur situé dans le Bade-Wurtemberg.

Dans ce qui suit, les zones présentant des dépassements des valeurs seuils sont décrites du sud vers le nord.

Au nord de Lörrach et de la rivière Kander, une traînée de nitrates s'écoule dans le Fossé rhénan avec deux dépassements des valeurs limites. L'origine remonte à une fertilisation excessive aux nitrates dans une petite vallée à vocation viticole près de la localité de Fischingen

• BADEN-WÜRTTEMBERG

Für die 535 auf Nitrat untersuchten Grundwassermessstellen liegt der Mittelwert bzw. der Medianwert bei 30,3 mg/l bzw. 19,3 mg/l. Der Mittelwert liegt weit über dem EU-Richtwert von 25 mg/l für Trinkwasser.

An 14 % der Messstellen wird kein Nitrat gefunden, an 86 % in Konzentrationen von 0,1 mg/l bis 224 mg/l.

Die Belastungen sind in der Hauptsache auf den Einsatz mineralischer Nitratdünger zurückzuführen und zwar in Ackerbau (Maisanbau), Weinbau, Gartenbau und auf Flächen mit Sonderkulturen wie Tabak, Spargel und anderem Gemüse.

Konzentrationen von kleiner 10 mg/l liegen an etwa 34 % der Messstellen vor. Diese umschreiben etwa 38 % der Fläche des baden-württembergischen Teils des Oberrheingrabens. Diese Gebiete liegen entlang von Infiltrationszonen der Schwarzwaldflüsse, die das Grundwasser im Oberrheingraben mit nitratarmem Flusswasser verdünnen oder in Bereichen mit sauerstoffarmem bis sauerstofffreiem Grundwasser, wo mikrobielle denitrifizierende Prozesse den Gehalt an eingebrachtem Nitrat verringern. Beispiele hierfür sind die Zone zwischen Emmendingen und Lahr, die Ortenausenke zwischen Offenburg und Kehl, der Teilbereich der Kinzig-Murg-Rinne östlich bis nordöstlich von Rastatt und einige Bereiche zwischen Karlsruhe und Kraichbach.

Konzentrationen von 10 – 50 mg/l liegen an 43 % der Messstellen vor. Diese umschreiben etwa 52 % der Fläche des baden-württembergischen Teils des Oberrheingrabens.

An 23 % aller Messstellen wird der Grenzwert von 50 mg/l überschritten. Diese umschreiben etwa 10 % der Fläche des baden-württembergischen Teils des Oberrheingrabens.

Gebiete mit Grenzwertüberschreitungen werden im folgenden von Süden nach Norden beschrieben.

Nördlich von Lörrach und dem Fluss Kander ergießt sich eine Nitratfahne mit zwei Grenzwertüberschreitungen in den Oberrheingraben. Die Ursache liegt in einer wohl ehemals übermäßigen Nitratdüngung in einem Weinbaulich genutzten Rundtal bei der

et éventuellement sur les monocultures de maïs sur le plateau limitrophe du piémont. Il se peut que les concentrations ici parfois très élevées soient dues également à d'anciens remembrements agricoles avec des déplacements massifs de terrains et la libération d'azote qui en résulte. Dans les années 1980 – 1990, des concentrations supérieures à 200 mg/l ont été constatées ici. Dans ce secteur où l'eau souterraine contient de l'oxygène, un concept de dépollution est en cours d'élaboration.

Dans le Markgräfler Land entre Müllheim et le Kaiserstuhl, secteur dans lequel la nappe est profonde et bien oxygénée, la pollution par les nitrates est généralisée. À l'origine de cette pollution on trouve la prédominance de la culture du maïs et, sans doute aussi, la culture des asperges pratiquée ici depuis toujours et qui a pris de l'ampleur ces dernières années. Le lessivage des nitrates est aussi favorisé par l'irrigation généralisée des champs de maïs. La viticulture qui, sur le bord du Fossé rhénan, est presque exclusivement pratiquée dans le secteur du piémont, depuis Lörrach en remontant pratiquement jusqu'à Freiburg, apporte de l'azote supplémentaire dans la plaine par l'intermédiaire des affluents en bordure de la nappe. Pourtant cette contribution à la pollution semble être plus faible que celle provenant de la culture du maïs, comme le montrent les faibles concentrations de nitrates sur le bord du Fossé à proximité des vignobles.

Dans la partie septentrionale de la Freiburger Bucht, il existe une petite zone polluée entre les rivières Glotter et Elz avec une profondeur de la nappe très importante et la présence d'oxygène. La fertilisation des surfaces de cultures de maïs, de vergers et de maraîchage – asperges et fraises entre autres – est responsable de cette pollution.

Au nord du Kaiserstuhl ce ne sont pas seulement les cultures du maïs, des pommes de terre, des légumes et des fruits (asperges et fraises entre autres) de la plaine qui sont responsables de la pollution locale, mais également la viticulture dans le Kaiserstuhl. De plus les émissions locales d'azote de certaines exploitations agricoles qui s'étaient déjà distinguées avec des pollutions concernant d'autres paramètres peuvent également participer à cette pollution par les nitrates. Il semble en effet que des quantités considérables de lisier ou d'eaux usées domestiques pénètrent à cet endroit dans le sous-sol.

La zone située au nord-ouest de Lahr, où sont cultivés le maïs et des cultures spéciales telles l'asperge et le tabac, présente de nombreux dépassements des valeurs limites. Cette zone se singularise également par d'autres paramètres, par exemple le calcium.

Ortschaft Fischingen und evtl. auf der sich anschließenden Hochfläche in der Vorbergzone mit Maismonokulturen. Wahrscheinlich spielen bei den hier z.T. sehr hohen Nitratkonzentrationen auch ehemalige Flurbereinigungen mit massiven Geländebewegungen und daraus resultierenden Stickstofffreisetzungen eine Rolle. In den Jahren 1980 – 1990 wurden hier z.T. Konzentrationen von über 200 mg/l erreicht. Für dieses Gebiet mit sauerstoffhaltigem Grundwasser wird derzeit ein Sanierungskonzept ausgearbeitet.

Im Markgräfler Land zwischen Müllheim und dem Kaiserstuhl ist eine flächendeckende Nitratbelastung gegeben bei sehr großem Grundwasserflurabstand mit oxidierenden Verhältnissen. Ursache ist hier der im Ackerbau vorherrschende Maisanbau und wohl auch der hier immer schon praktizierte und in den letzten Jahren zunehmende Spargelanbau. Gefördert wird die Nitratauswaschung auch durch die hier flächenhaft praktizierte Beregnung der Maisfelder. Der Weinbau, welcher hier am Grabenrand nahezu lückenlos in der Vorbergzone zwischen Lörrach bis hoch nach Freiburg existiert, bringt über den Grundwasserrandzufluss zusätzlichen Stickstoff in die Ebene. Jedoch scheint dieser Belastungsbeitrag geringer zu sein als derjenige aus dem Maisanbau, wie es die geringeren Nitratkonzentrationen am Grabenrand in der Nähe der Weinberge aufzeigen.

In der nördlichen Freiburger Bucht existiert ein kleines Belastungsgebiet zwischen den Flüssen Glotter und Elz bei oxidierenden Verhältnisse und geringem Grundwasserflurabstand. Hier ist die Düngung von Mais, Obst- und von Gemüseanbauflächen für die Belastung verantwortlich, u.a. auch Spargel und Erdbeeren.

Am nördlichen Rand des Kaiserstuhls ist nicht nur der Anbau von Mais, Kartoffeln, Gemüse und Obst (u.a. Spargel und Erdbeeren) in der Ebene für die hiesige Belastung verantwortlich, sondern auch der Weinanbau im Kaiserstuhl. Außerdem kann die Belastung auch von lokalen Stickstoffemissionen von Einzelgehöften, welche schon bei anderen Parametern und Stoffen auffielen, da sie offenbar z.T. erhebliche Mengen von Gülle oder häuslichem Abwasser an den Untergrund verlieren beeinflusst werden.

Das Gebiet nordwestlich von Lahr mit Anbau von Mais und Sonderkulturen wie Spargel und Tabak hat viele Grenzwertüberschreitungen. Dieses Gebiet fällt auch bei anderen Parametern auf (siehe z.B. Calcium).

Les nombreux dépassements des valeurs limites dans la zone située au nord de Karlsruhe (de Kraichbach jusqu'à Heidelberg) sont dus pour la plupart à la fertilisation des cultures du maïs, des légumes et des asperges. A la limite nord de Heidelberg les zones de jardins ouvriers parfois très grandes, jouent aussi un rôle dans la pollution par les nitrates, comme le font également, plus au nord jusqu'à la frontière du Land, les vignobles en bordure du Fossé sur les coteaux de l'Odenwald.

La figure 3.2.11 présente l'évolution à long terme de la pollution au cours des dix dernières années en se basant sur un nombre partiel de 378 points de mesures sur 535 analysés en 2002/2003. Depuis ces dix dernières années, sur ces points de mesures, échantillonnés chaque année en automne, la pollution annuelle moyenne (valeur moyenne annuelle pour l'ensemble des 378 points de mesures) a baissé, passant de 35,41 mg/l en 1994 à 31,05 mg/l en 2003. La baisse de la pollution de 4,4 mg/l correspond à un pourcentage d'env. 12,5 %, ce qui équivaut à une diminution de 0,40 mg/l par an. La pollution moyenne en 2003 est toutefois toujours bien supérieure à la valeur guide européenne pour l'eau potable qui est de 25 mg/l.

Par rapport au dernier inventaire 1996/1997 de la qualité des eaux souterraines dans le Fossé rhénan, le recul de pollution moyenne est de 1,8 à 2,1 mg/l.

Die vielen Grenzwertüberschreitungen im Gebiet nördlich von Karlsruhe vom Kraichbach bis hoch nach Heidelberg sind meist auf die Düngung der Kulturen Mais, Gemüse und Spargel zurückzuführen. Am nördlichen Stadtrand von Heidelberg sind auch z.T. sehr große Schrebergärtenareale für die Nitratbelastung mitverantwortlich, wie auch weiter im Norden bis zur Landesgrenze die Weinberge am Grabenrand auf den Odenwaldhängen eine Rolle spielen.

Die längerfristige Belastungsentwicklung über die letzten zehn Jahre zeigt Abb. 3.2.11 anhand einer Teilmenge von 378 der 535 in 2002/2003 untersuchten Messstellen. An diesen immer wieder in den letzten zehn Jahren jährlich im Herbst beprobten Messstellen sinkt die mittlere jährliche Belastung (Mittelwert pro Jahr über alle 378 Messstellen) von 35,41 mg/l in 1994 auf 31,05 mg/l in 2003. Der Belastungsrückgang von 4,4 mg/l entspricht einem prozentualen Rückgang von etwa 12,5 % oder einem rückläufigen Trend um 0,40 mg/l pro Jahr. Jedoch liegt die mittlere Belastung in 2003 immer noch weit über dem EU-Richtwert von 25 mg/l für Trinkwasser.

Gegenüber der letzten Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben in 1996/1997 beträgt der mittlere Belastungsrückgang 1,8 bis 2,1 mg/l.

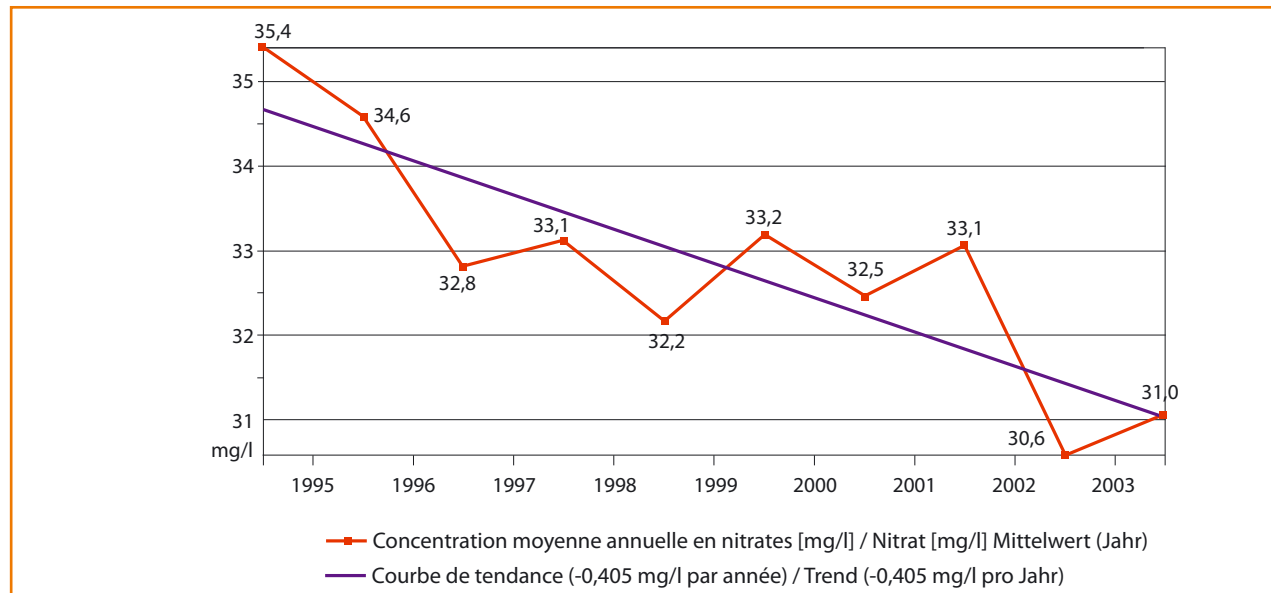


Fig. 3.2.11 : Secteur du Rhin supérieur situé dans le Bade-Wurtemberg - Concentrations en nitrates : Évolution de la contamination moyenne par les nitrates de 1994 à 2003 (origine des données : échantillon de 378 points de mesures sur 535 analysés en 2002/2003). L'ensemble des 378 points de mesures ont été analysés chaque année à l'automne entre 1994 et 2003 (dernier inventaire : 1996)

Abb. 3.2.11: Baden-württembergische Oberrheinebene - Nitratkonzentrationen: Entwicklung der mittleren Nitratbelastung von 1994 bis 2003. (Datengrundlage: Teilmenge von 378 der 535 in 2002/2003 untersuchten Messstellen. Alle 378 Messstellen wurden jährlich im Herbst von 1994 - 2003 untersucht (letzte Bestandsaufnahme: 1996)

• RHÉNANIE-PALATINAT

Pour la partie Rhénanie-Palatinat de la zone d'étude, 203 points de mesures des couches superficielles de la nappe phréatique ont pu être analysés, la zone ouest en bordure du Fossé n'ayant été étudiée que dans un quadrillage à larges mailles. Il a été constaté que les couches superficielles de la nappe sont contaminées dans une large mesure par les nitrates, même si on peut constater des différences régionales notables. La moyenne arithmétique des concentrations en nitrates des analyses des prélèvements effectués au cours de la période 2002/2003 est de 39,2 mg/l et donc nettement supérieure à la valeur guide européenne de potabilité de 25 mg/l. Par contre, la valeur médiane n'est que de 1,8 mg/l. Cet écart exceptionnel entre valeur moyenne et valeur médiane en comparaison avec les autres sous-secteurs laisse entrevoir que les particularités locales doivent être prises en compte dans les évaluations.

Pour près de 60 % des points de mesures, les concentrations en nitrates sont inférieures à 10 mg/l, valeur dite naturelle. Par contre, plus d'un tiers des points mesures présentent des concentrations en nitrates supérieures à 25 mg/l et un quart des points de mesures des concentrations supérieures à 50 mg/l (fig. 3.2.10 : Répartition par classe de concentrations en nitrates). En raison des particularités hydrogéologiques, des points de mesures présentant des concentrations en nitrates très élevées peuvent être relativement proches de point de mesures exempt de nitrates. Ce phénomène est lié aux différences du potentiel rédox dans la nappe phréatique.

Comme les prélèvements pour analyse de la qualité des eaux souterraines effectués en 1996/1997 ne s'étendaient que jusqu'à une ligne Wissembourg-Karlsruhe et ne comportaient donc pas la partie nord de la zone d'étude, il n'est pas possible ici de se prononcer sur l'évolution des concentrations en nitrates en Rhénanie-Palatinat. D'autres études ont cependant montré qu'aucune modification significative des concentrations en nitrates n'a pu être constatée jusqu'à présent. Le pourcentage de points de mesures avec tendance à la baisse correspond à peu près au pourcentage des points de mesures avec tendance à la hausse. Les concentrations en nitrates stables avec fortes variations saisonnières sont cependant prédominantes (LfW, 2001a). Avec une vitesse d'écoulement relativement faible et un faible renouvellement de la nappe phréatique, des mesures de réduction d'apports de nitrates ne peuvent agir qu'à long terme.

• RHEINLAND-PFALZ

Für den rheinland-pfälzischen Teil des Projektgebietes konnten 203 Messstellen des oberflächennahen Grundwassers ausgewertet werden, wobei der westliche Grabenrandbereich nur sehr weitmaschig erfasst ist. Dabei zeigt sich, dass das oberflächennahe Grundwasser in hohem Maße mit Nitraten belastet ist, wobei jedoch regional deutliche Unterschiede festzustellen sind. Das arithmetische Mittel aller für die Bestandsaufnahme 2002/2003 zur Verfügung stehenden Nitratanalysen beträgt 39,2 mg/l und liegt damit deutlich über dem EU-Richtwert für Trinkwasser von 25 mg/l. Demgegenüber steht ein Medianwert von nur 1,8 mg/l. Aus dieser im Vergleich zu den anderen Teilgebieten außerordentlich hohen Diskrepanz von Mittelwert und Median wird allein schon ersichtlich, dass lokale Besonderheiten bei den Bewertungen zu berücksichtigen sind.

Bei rund 60 % aller Messstellen liegen die Nitratwerte unter 10 mg/l, dem als natürlicher Hintergrund angesetzten Wert. Demgegenüber sind bei mehr als jeder dritten Messstelle Nitratwerte über 25 mg/l zu messen, an jeder vierten Messstelle sogar mehr als 50 mg/l (Abb.: 3.2.10 – Verteilung der Nitratkonzentrationen). Auf Grund hydrogeologischer Besonderheiten können dabei Messstellen mit sehr hohen Nitratwerten relativ nahe zu nitratfreien Messstellen liegen. Ursächlich hierfür sind unterschiedliche Redox-Verhältnisse im Grundwasser.

Da die Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität 1996/1997 nur bis zu einer Linie Wissembourg – Karlsruhe reicht und damit das nördliche Projektgebiet nicht umfasst wurde, können an dieser Stelle für Rheinland-Pfalz keine vergleichenden Aussagen zur Entwicklung der Nitratwerte getroffen werden. Aus anderen Untersuchungen aber ist bekannt, dass signifikante Änderungen der Nitratwerte im oberflächennahen Grundwasser bislang noch nicht zu erkennen sind. Der Anteil von Messstellen mit fallendem Trend entspricht in etwa dem Anteil der Messstellen mit steigendem Trend. Ganz überwiegend jedoch sind gleichbleibende Nitratwerte bei zum Teil hohen saisonalen Schwankungen festzustellen (LfW, 2001a). Bei relativ langsamer Grundwasserfließgeschwindigkeit und nur geringer Grundwasserneubildung, können Maßnahmen zur Minderung der Nitratreinträge auch erst langfristig greifen.

De grandes parties de la zone d'étude en Rhénanie-Palatinat présentent une nappe phréatique à milieux réducteurs. Il s'agit ici essentiellement de la dépression du Fossé rhénan supérieur même (plaines alluviales, basses terrasses), des cônes d'alluvions boisés du Speyerbach et de la Queich ainsi que de la zone du Bienwald au sud. Avec de très faibles profondeurs du niveau des eaux de la nappe phréatique et la présence de carbone organique dans l'aquifère, des milieux réducteurs stables se forment occasionnant la décomposition microbienne des nitrates en libérant l'oxygène de la nappe.

Alors que la zone des cônes d'alluvions boisés et du Bienwald ne subissent pas de pression polluante forte par les nitrates, la réduction des nitrates dans les eaux souterraines de la zone de la dépression du Rhin liée aux pratiques agricoles intensives augmente sensiblement les concentrations en ammonium. Des apports de nitrates ont lieu dans les eaux souterraines de cette zone, mais ils ne sont pas directement mesurables en raison des processus réducteurs. Les points de mesures représentés dans ces sous-secteurs font ainsi partie de la classe de concentrations < 10 mg/l.

Avec seulement 10 points de mesures (env. 5 %), la classe de concentrations de 10 à 25 mg/l n'est guère représentée, la zone de passage du milieu réducteur au milieu oxydant est ainsi relativement fortement délimitée. La classe de concentrations de 25 à 50 mg/l (env. 10 %) se concentre sur des points de mesures situés dans la zone de cultures spéciales autour de Frankenthal et de Ludwigshafen. En raison de la forte pression de contamination, il est possible qu'il existe des concentrations en nitrates élevées malgré le milieu réducteur des eaux souterraines.

Les eaux souterraines entre Mainz et Bingen présentent de très fortes concentrations en nitrates. Dans cette zone, l'épaisseur de l'aquifère sous les couches de sable n'est que de quelques mètres. Combinée à l'agriculture (arbres fruitiers notamment), cette situation a pour conséquence des concentrations en nitrates élevées pouvant dépasser 100 mg/l. Les terres du Eicher Rheinbogen, les zones de cultures maraîchères autour de Ludwigshafen et de Frankenthal ainsi que les zones des hautes terrasses (Riedelflächen) dans le sud du Palatinat antérieur se distinguent par des concentrations en nitrates très élevées dont les valeurs maximales – notamment dans les zones de cultures maraîchères – peuvent atteindre de 200 à 300 mg/l dans les couches superficielles de la nappe.

Weite Teile des Projektgebietes zeigen in Rheinland-Pfalz reduzierende Grundwassermilieus. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um die Oberrheinniederung selbst (Flussaue, Niederterrasse), die bewaldeten Schwemmfächer von Speyerbach und Queich sowie das Gebiet des Bienwaldes im Süden. Bei nur sehr geringen Grundwasserflurabständen und dem Auftreten von organischem Kohlenstoff im Aquifer bilden sich stabile, reduzierende Milieus aus, in deren Folge es bei Sauerstofffreiheit des Grundwassers zum mikrobiellen Nitratabbau kommt.

Während im Bereich der bewaldeten Schwemmfächer und des Bienwaldes kein größerer Belastungsdruck bezogen auf den Parameter Nitrat vorliegt, zeigt das (Nitrat-) reduzierte Grundwasser im Bereich der Rheinniederung bei intensiver landwirtschaftlicher Bodennutzung deutlich erhöhte Ammoniumwerte. Hier findet zwar ein Nitratintrag in das Grundwasser statt, der aber letztlich in Folge der reduzierenden Prozesse nicht mehr direkt messbar ist. Die dargestellten Messstellen in diesen Teilgebieten gehören damit der Messwertklasse < 10 mg/l an.

Die Messwertklasse 10 bis 25 mg/l ist mit nur 10 Messstellen (rd. 5 %) kaum vertreten, der Übergangsbereich von reduzierendem zu oxidierendem Milieu damit relativ scharf abgegrenzt. Die Messwertklasse 25 bis 50 mg/l (rd. 10 %) konzentriert sich auf Messstellen im Anbaugebiet von Sonderkulturen um Frankenthal und Ludwigshafen. Auf Grund des hohen Belastungsdrucks kann es vorkommen, dass trotz reduzierenden Grundwassermilieus erhöhte Nitratwerte zu messen sind.

Sehr hohe Nitratwerte finden sich im Grundwasser zwischen Mainz und Bingen. Hier ist der Grundwasserleiter unter sandigen Deckschichten nur wenige Meter mächtig ausgebildet. In Verbindung mit der Landbewirtschaftung (insbesondere Obstanbau) führt dies zu hohen Nitratwerten im Grundwasser, die auch 100 mg/l übersteigen können. Auch der landseitige Teil des Eicher Rheinbogens, die Gemüseanbaugebiete um Ludwigshafen und Frankenthal (größtes Folienanbaugebiet in Deutschland) sowie die Riedelflächen in der südlichen Vorderpfalz fallen mit sehr hohen Nitratwerten auf. In der Spitze können dabei – insbesondere im Bereich der Gemüseanbaugebiete – Nitratwerte von 200 bis 300 mg/l im oberflächennahen Grundwasser gemessen werden.

Outre la forte pression de contamination, la protection défavorable des couches de couverture, la faible capacité de rétention des nitrates du sol de certains secteurs, la faible épaisseur de l'aquifère localement et le faible renouvellement de la nappe – moins de 50 mm/a en moyenne dans la partie nord (Hesse rhénane), de 80 à 100 mm/a dans la zone sud (Palatinat antérieur) – jouent un rôle décisif dans ces régions.

Malgré la très forte contamination des couches superficielles de la nappe par les nitrates, l'alimentation de la population en eau potable est assurée dans la région. Dans la zone nord, elle est assurée par les filtrats de rives et par les prélèvements dans les couches aquifères profondes exemptes de nitrates dans le sud.

• HESSE

La présence de nitrates dans les eaux souterraines ne peut pas être attribuée primairement aux conditions hydro-géologiques, car l'azote (organique) ne joue pas un rôle important dans les aquifères. C'est pourquoi les nitrates peuvent être considérés comme l'un des plus importants indicateurs d'une contamination anthropogène des eaux souterraines. Les apports les plus importants de nitrates dans les eaux de la nappe sont en corrélation directe avec l'exploitation agricole des sols. Les nitrates proviennent soit de la transformation microbienne des substances organiques du sol soit de l'utilisation d'engrais azotés. Le lessivage des sols sablonneux qui ont une capacité de rétention d'eau plus faible est plus important et plus rapide que pour les marnes, les loess ou les argiles. En particulier dans les cas de cultures spécialisées (viticulture, maraîchage) ou dans zones d'élevage intensif on trouve souvent des nitrates en fortes concentrations dans les eaux souterraines. En outre, l'apport de nitrates est surtout fonction du renouvellement de la nappe phréatique, de la gestion des surfaces agricoles (par ex. quantité et périodicité de la fertilisation azotée, durée de recouvrement des sols ou privation d'azote de la masse végétale, cultures intermédiaires) et le potentiel naturel de restitution de l'azote (quantité de substances organiques dégradables).

Pour les eaux souterraines de la partie du Fossé Rhénan situé en Hesse, on détermine une moyenne de 27 mg/l pour la teneur en nitrates. La médiane correspondante est pourtant de l'ordre de 6 mg/l seulement. Cet énorme écart entre moyenne et médiane indique qu'il n'y a pas de répartition normale relative aux concentrations en

Neben dem hohen Belastungsdruck spielen in diesen Regionen die ungünstige Schutzfunktion der Deckschichten, das bereichsweise geringe Nitratrückhaltevermögen der Böden, die lokal nur geringe Aquifermächtigkeit sowie die geringe Grundwasserneubildung eine entscheidende Rolle. Diese beträgt im nördlichen Teil (Rheinhessen) im Mittel weniger als 50 mm/a, im südlichen Bereich (Vorderpfalz) nur 80 bis 100 mm/a.

Trotz der regional sehr hohen Nitratbelastung des oberflächennahen Grundwassers ist die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung aber sicher gestellt. Sie erfolgt im nördlichen Bereich durch die Gewinnung von Uferfiltrat, im südlichen Bereich durch Entnahmen in tieferen, nitratfreien Grundwasserleitern.

• HESSEN

Die Nitratkonzentration im Grundwasser ist nicht primär auf die hydrogeologischen Gegebenheiten zurückzuführen, da in Grundwasserleitern (organischer) Stickstoff nur eine sehr geringe Bedeutung hat. Deswegen kann Nitrat als einer der wichtigsten Indikatoren für eine anthropogene Beeinflussung des Grundwassers angesehen werden. Der größte Eintrag von Nitrat in das Grundwasser erfolgt im Zusammenhang mit der ackerbaulichen Flächennutzung. Das Nitrat stammt entweder aus der mikrobiellen Umwandlung der organischen Substanz der Böden oder aus den N-Düngergaben. Sandböden, die eine geringere Wasserspeicherkapazität als Lehm-, Löß- oder Tonböden haben, werden stärker und schneller ausgewaschen als diese. Vor allem unter Sonderkulturen (Weinbau, Gemüsebau) bzw. in Gebieten mit einem hohen Viehbesatz werden in den Grundwässern häufig hohe Nitratkonzentrationen beobachtet. Daneben wird der Nitratreintrag vor allem durch die Höhe der Grundwasserneubildung, das landwirtschaftliche Management (z.B. Höhe und Zeitpunkt der Stickstoffdüngung, Bedeckungsdauer bzw. N-Entzug des Pflanzenbestandes, Zwischenfruchtanbau) und das natürliche Stickstoffnachlieferungsvermögen (Menge abbaubarer organischer Substanz) bestimmt.

Für die Grundwässer des hessischen Anteils am Oberrheingraben errechnet sich ein durchschnittlicher Nitratgehalt von 27 mg/l. Der entsprechende Median beläuft sich allerdings nur auf 6 mg/l. Dieses „Auseinanderklaffen“ von Mittelwert und Median zeigt an, dass hinsichtlich der Nitratkonzentrationen keine

nitrate. La répartition négativement asymétrique est due au grand nombre de prélèvements présentant des concentrations en nitrates très faibles (en règle générale 1 à 2 mg NO₃/l). Cela s'exprime clairement par une médiane de 6 mg/l de nitrates (50 % des points de mesures présentent une concentration inférieure à cette valeur). Les faibles concentrations en nitrates sont souvent dues aux conditions réductrices qui marquent la partie du Fossé Rhénan située en Hesse.

Dans le Rheingau qui constitue la partie septentrionale du Fossé Rhénan, on enregistre surtout de fortes concentrations en nitrates (> 50 mg/l) dans les eaux souterraines et les eaux brutes. Ces résultats sont essentiellement dus à la culture de la vigne. En ce qui concerne la contamination par les nitrates, la viticulture occupe une place particulière. La dynamique des nitrates dans les terrains viticoles se distingue énormément des autres surfaces agricoles. Contrairement à ce qu'on constate pour les surfaces agricoles, il n'existe pas de déplétion du sol en viticulture. L'apport intensif d'engrais et le travail du sol, associés à une faible demande d'azote, une période de végétation courte (180-190 jours), un faible nombre de plantes et une surface très faible de feuilles à l'hectare entraînent fréquemment de fortes migrations de nitrates vers les eaux souterraines et les eaux brutes. Des concentrations équivalentes sont également constatées dans la zone de la « Hessische Bergstrasse » qui est également un secteur viticole.

Il en est de même pour les secteurs de Darmstadt, Rüsselsheim et au sud de Francfort, où des concentrations en nitrates supérieures à 50 mg/l ont été mesurées dans les eaux souterraines et les eaux brutes. Ces concentrations élevées sont principalement liées aux cultures maraîchères telles que, entre autres, les asperges, les salades et les carottes. Ces plantes maraîchères sont notamment cultivées sur des sols très sablonneux qui, pour la plupart, ont une faible capacité de rétention d'eau. En règle générale, ces surfaces agricoles de culture intensive doivent être irriguées artificiellement pendant la période de végétation. Les propriétés de ces sites portent intrinsèquement un grand risque potentiel de lessivage des nitrates. Le grand nombre de points de mesures révélant une contamination des eaux souterraines et des eaux brutes polluées en fournit la preuve.

Normalverteilung vorliegt. Die vorliegende linksschiefe Verteilung wird durch eine große Anzahl von Grundwässern mit sehr geringen Nitratkonzentrationen (in der Regel 1 bis 2 mg/l NO₃) verursacht. Dies wird durch den Median von 6 mg/l Nitrat (50 % aller Grundwässer Nitratgehalte liegen unterhalb dieser Konzentration) klar zu Ausdruck gebracht. Die niedrigen Nitratgehalte sind oftmals auf die reduzierenden Bedingungen, die in hessischen Anteil des Oberrheingrabens anzutreffen sind, zurückzuführen.

Im Rheingau, am nördlichen Ende des Oberrheingrabens, sind überwiegend hohe Nitratkonzentrationen (> 50 mg/l Nitrat) in den Grund- und Rohwässern anzutreffen. Diese sind vornehmlich auf die Bewirtschaftung der Rebflächen zurückzuführen. Der Weinbau nimmt im Bezug auf die Nitratbelastung eine Sonderstellung ein. Die Nitratdynamik weinbaulich genutzter Areale unterscheidet sich wesentlich von den anderen landwirtschaftlichen genutzten Flächen. Eine Entleerung des Bodenprofils, wie es in landwirtschaftlich genutzten Flächen beobachtet wird, tritt im Weinbau in der Regel nicht ein. Die intensive Düngung und Bodenbearbeitung in Verbindung mit einem niedrigen Stickstoffentzug, einer mit 180 – 190 Tagen kurzen Vegetationszeit, einer geringen Pflanzenzahl und Blattfläche je Hektar führen meist zu hohen Nitratreinträgen in das Grund- und Rohwasser. Ähnlich hohe Nitratkonzentrationen sind auch Bereich der „Hessischen Bergstraße“, an der ebenfalls Weinbau betrieben wird, anzutreffen.

Gleichfalls werden in den Bereichen Darmstadt, Rüsselsheim sowie unterhalb von Frankfurt häufig Nitratkonzentrationen > 50 mg/l in den Grund- und Rohwässern nachgewiesen. Diese hohen Nitratgehalte sind überwiegend auf den Anbau von Markfrüchten wie Spargel, Salat; Möhren u. a. zurückzuführen. Diese Markfrüchte werden meist auf stark sandhaltigen Böden, die meist eine geringe Feldkapazität aufweisen, angebaut. In der Regel werden diese intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen während der Vegetationsperiode zusätzlich beregnet. Diese Standorteigenschaften bedingen eine hohe potentielle Nitratauswaschungsfähigkeit. Dies belegen anschaulich die hohe Anzahl von belasteten Grund- und Rohwässern.

De faibles concentrations en nitrates (<10 mg/l) sont observées dans les secteurs des anciens bras du Rhin ainsi que dans celui des anciens méandres du Neckar. En règle générale, la matière organique qui y est piégée est à l'origine des conditions réductrices dans cette partie de la nappe. C'est pourquoi on trouve de faibles taux de nitrates dans les eaux souterraines et les eaux brutes notamment dans les régions de Gernsheim et Lorsch.

• SUISSE

Selon la législation suisse relative aux produits alimentaires, la teneur en nitrates de l'eau potable ne doit pas être supérieure à 40 mg/l. De plus, la législation relative à la protection des eaux fixe pour objectif de limiter à 25 mg/l la teneur en nitrates des eaux souterraines. Des plans directeurs concernant l'assolement et l'utilisation d'engrais ont été mis en place pour préserver la qualité des sols agricoles et promeuvent avec succès la limitation de l'utilisation d'engrais.

La partie suisse du Fossé rhénan supérieur se limite aux aires d'eaux souterraines des communes du canton de Bâle-Campagne de Pratteln, Muttenz et Birsfelden. Les puits d'eaux souterraines analysés en général tous les mois sont situés dans les graviers alluviaux du Quartenaire de la Birs et du Rhin.

L'eau souterraine des puits situés à proximité des rives du Rhin présente de faibles teneurs en nitrates. Cela explique le pourcentage supérieur à 50 % d'eau souterraine contenant au maximum 10 mg de nitrates par litre. Seules les eaux souterraines de la Birs, soit 2 puits, présentent des teneurs légèrement supérieures dans la zone d'étude.

Pour conclure, il convient de noter qu'après une tendance claire à la baisse, les nitrates ont de nouveau tendance à augmenter ces derniers temps.

Geringe Nitratkonzentrationen (<10 mg/l) werden in den Bereichen der Altrheinarme sowie im Bereich der ehemaligen Neckarmäander angetroffen. Die dort abgelagerte organische Substanz führt in der Regel zu stark reduzierenden Verhältnissen im Grundwasserraum. Vor allem in den Regionen um Gernsheim und Lorsch sind deshalb nur geringe Nitratgehalte in den Grund- und Rohwässern vorzufinden.

• SCHWEIZ

Gemäß Eidg. Lebensmittelgesetzgebung gilt ein Toleranzwert von 40 mg Nitrat pro Liter Trinkwasser. Darüber hinaus wird in der Gewässerschutzgesetzgebung ein Qualitätsziel von 25 mg/l im Grundwasser propagiert. Zwecks Qualitätserhaltung der landwirtschaftlich genutzten Böden existieren Richtpläne zur Fruchtfolge und zum Düngereinsatz. Dadurch wird ein möglichst moderater Düngerverbrauch angestrebt und auch erzielt.

Der schweizerische Teil des Oberrheingrabens beschränkt sich auf die basellandschaftlichen Grundwasserareale der Gemeinden Pratteln, Muttenz und Birsfelden. Die in der Regel monatlich beprobten Grundwasserbrunnen liegen in den quartären Alluvialschottern von Birs und Rhein.

Die aus Rheinufer nahen Brunnen genutzten Grundwässer enthalten tendenziell geringere Nitratgehalte. Dies erklärt auch den über 50 % liegende Anteil von Grundwasser mit höchstens 10 mg/l Nitrat. Leicht höhere Gehalte sind im Untersuchungsgebiet nur im Birsgrundwasser, d.h. aus 2 Brunnen anzutreffen.

Abschliessend ist dazu zu bemerken, dass sich die Nitratgehalte nach einem eindeutigen Abwärtstrend in letzter Zeit tendenziell wieder etwas erhöhen.

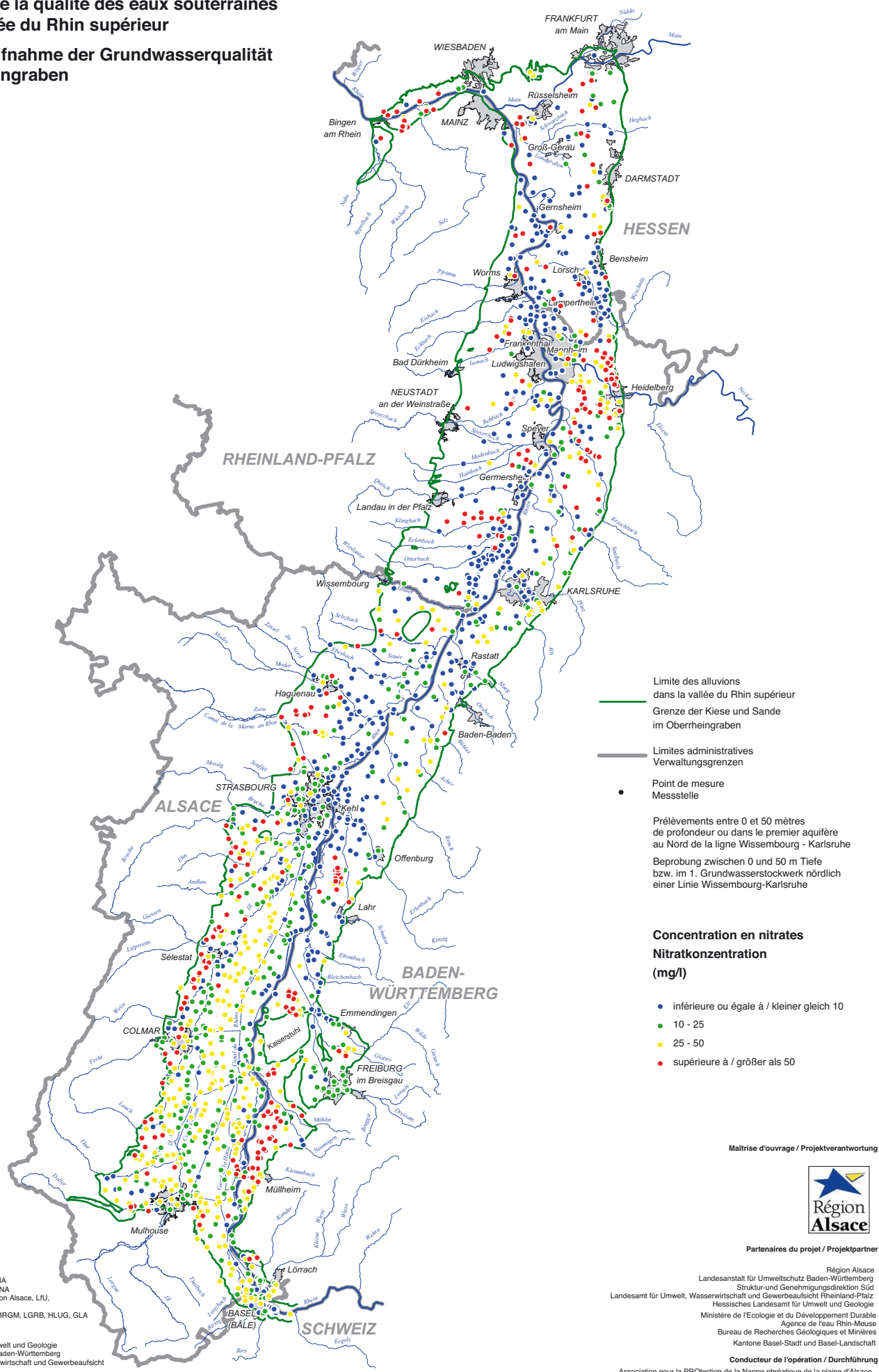
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Nitrates

2002 - 2003

Nitrat



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Cartho / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LfU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La concentration moyenne en nitrates dans la nappe du Rhin supérieur est de 28,9 mg/l. Elle dépasse la valeur guide européenne pour l'eau potable qui est de 25 mg/l et demeure comparable à la moyenne définie en 1997, d'une valeur de 28,6 mg/l et établie pour un secteur d'étude plus réduit.

La valeur médiane des concentrations pour l'ensemble de la zone d'étude, se situe à 18,1 mg/l. Il faut cependant noter que, selon les secteurs, des teneurs très élevées coexistent avec des teneurs très faibles, ce qui crée des différences parfois très importantes entre les moyennes et les médianes. C'est notamment le cas dans les secteurs où les eaux souterraines sont réductrices comme dans le nord du Fossé rhénan, en Hesse et en Rhénanie-Palatinat.

Tab. 3.2.7 : Teneurs en nitrates : valeurs moyennes et médianes

Tab. 3.2.7: Nitratgehalt: Mittel- und Medianwerte

	Moyenne / Mittelwert	Médiane / Median
Pour toute la zone / insgesamt	28,9 mg/l	18,1 mg/l
Alsace	26,9 mg/l	21,5 mg/l
Baden-Württemberg	30,3 mg/l	19,3 mg/l
Hessen	27,2 mg/l	6 mg/l
Rheinland-Pfalz	39,2 mg/l	1,8 mg/l
Schweizer Kantone	14,6 mg/l	8,1 mg/l

La norme européenne de qualité pour l'eau potable de 50 mg/l est dépassée sur 17 % des points de mesures dans l'ensemble du Fossé rhénan, et la valeur guide de 25 mg/l sur 40 % des points.

Les zones de très fortes teneurs, supérieures à la norme de qualité de 50 mg/l, sont présentes dans toute la zone d'étude, que ce soit dans les zones de piémont où les alluvions sont peu puissantes et la dilution faible, ou dans les zones où sont pratiquées des cultures spéciales intensives.

La Rhénanie-Palatinat, la Hesse et le Bade-Wurtemberg apparaissent plus touchés proportionnellement par les très fortes teneurs (plus de 50 mg/l), sur 20 à 24 % des points de mesures, contre 12 % pour l'Alsace.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Der durchschnittliche Nitratgehalt des oberflächennahen Grundwassers im Oberrheingraben liegt bei 28,9 mg/l. Er übersteigt damit den EU-Richtwert für Trinkwasser von 25 mg/l und bewegt sich in einer vergleichbaren Größenordnung gegenüber dem 1997 für ein kleineres Untersuchungsgebiet ermittelten Durchschnittswert von 28,6 mg/l.

Der Medianwert aller Konzentrationen liegt bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet bei 18,1 mg/l. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass in manchen bestimmten Gebieten gegebenenfalls sehr hohe Werte in unmittelbarer Nachbarschaft von sehr niedrigen Werten auftreten, weshalb zum Teil der Mittelwert und der Medianwert erheblich voneinander abweichen. Dies ist insbesondere in Gebieten der Fall, in denen das Grundwasser reduzierend wirkt, wie im Norden des Rheingrabens, in Hessen und in Rheinland-Pfalz.

Bezogen auf das gesamte Oberrheingebiet liegen an 17 % der Messstellen die Werte über dem Wert der EU-Qualitätsnorm für Trinkwasser von 50 mg/l, an 40 % wird der Richtwert von 25 mg/l überschritten.

Gebiete mit sehr hohem Nitratgehalt, in denen die Werte über der EU-Qualitätsnorm von 50 mg/l liegen, finden sich im gesamten Untersuchungsgebiet, und zwar sowohl am Fuß der Randgebirge in Gebieten mit gering mächtigem Grundwasserleiter und mit geringer Verdünnung als auch in Gebieten mit intensiver Bodenbewirtschaftung.

Sehr viele Messstellen mit sehr hohen Werten für den Nitratgehalt (von über 50 mg/l) sind vor allem in Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg zu finden, nämlich an 20 % bis 24 % aller untersuchten Messstellen gegenüber nur 12 % im Elsass.

Ces trois secteurs allemands sont également les plus concernés par les phénomènes de dénitrification. Les faibles teneurs en nitrates des zones de dénitrification ne sont pas liées à de meilleures pratiques environnementales, mais ont pour origine la décomposition microbienne naturelle des nitrates dans le sous-sol.

La pression de contamination par l'apport de nitrates dans les eaux souterraines peut se constater en présence de conditions réductrices, mais aussi, entre autres, par des teneurs élevées en ammonium.

En Suisse, aucun point ne dépasse la norme de 50 mg/l.

Sur la partie nord du Fossé rhénan (Rhénanie-Palatinat et Hesse), la contamination revêt un caractère plus ponctuel qu'au sud (Alsace et Bade-Wurtemberg).

Le sud du Fossé rhénan est principalement concerné par les fortes teneurs (25-50 mg/l), là où la culture du maïs est pratiquée à grande échelle, sur des sols drainants. Il semblerait que, jusqu'à présent, la capacité de dilution de la nappe, par sa puissance, a permis d'éviter un dépassement des seuils de potabilité.

De façon générale, l'Alsace et le Bade-Wurtemberg apparaissent plus touchés par une contamination extensive à caractère diffus, les teneurs supérieures à 25 mg/l concernant plus de 40 % des points de mesures (contre 27 à 35 % pour les autres secteurs).

Cette contamination est d'autant plus préoccupante que dans les zones d'agriculture intensive, les teneurs proches de la limite de potabilité (40-50 mg/l) concernent plus de points de mesures (9,7 % pour l'Alsace et 7,7 % pour le Bade-Wurtemberg) que dans les secteurs du nord du Fossé rhénan (0 pour la Hesse et 4 % pour la Rhénanie-Palatinat).

In diesen drei deutschen Gebieten sind auch verbreitet Denitrifikationsphänomene zu beobachten. Die Nitratarmut des Grundwassers in diesen Teilgebieten ist also nicht das Ergebnis von verstärkter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit, sondern sie ist auf den natürlichen, mikrobiellen Nitratabbau im Untergrund zurückzuführen.

Der Belastungsdruck auf das Grundwasser durch den Eintrag von Nitraten kann sich beim Vorliegen reduzierender Verhältnisse dann aber u. a. durch erhöhte Ammoniumwerte bemerkbar machen.

In der Schweiz wird an keiner Messstelle die Norm von 50 mg/l überschritten.

Im nördlichen Teil des Oberrheingrabens (Rheinland-Pfalz und Hessen) ist die Grundwasserbelastung mit Nitraten stärker punktuell ausgeprägt als im Süden (Elsass und Baden-Württemberg).

Im Süden des Rheingrabens sind hohe Nitratwerte zwischen 25 und 50 mg/l besonders dort anzutreffen, wo großflächig Mais auf wasserdurchlässigen Böden angebaut wird. Bisher bewirkt offenbar die Verdünnungskapazität des Grundwasserleiters, die in dessen Mächtigkeit begründet liegt, dass die Grenzwerte für Trinkwasser nicht überschritten werden.

Generell sind das Elsass und Baden-Württemberg stärker von der diffusen flächenhaften Belastung betroffen, an mehr als 40 % der Messstellen überschreiten die Nitratkonzentrationen 25 mg/l (gegenüber 27-35 % in den übrigen Gebieten).

Diese Belastung ist insbesondere auch insofern besonders besorgniserregend weil in den Gebieten intensiver Landwirtschaft Nitratkonzentrationen in der Nähe der EU-Qualitätsnorm (40-50 mg/l) an mehr Messstellen gemessen wurden (9,7 % im Elsass und 7,7 % in Baden-Württemberg) als im Norden des Rheingrabens (0 % in Hessen und 4 % in Rheinland-Pfalz).

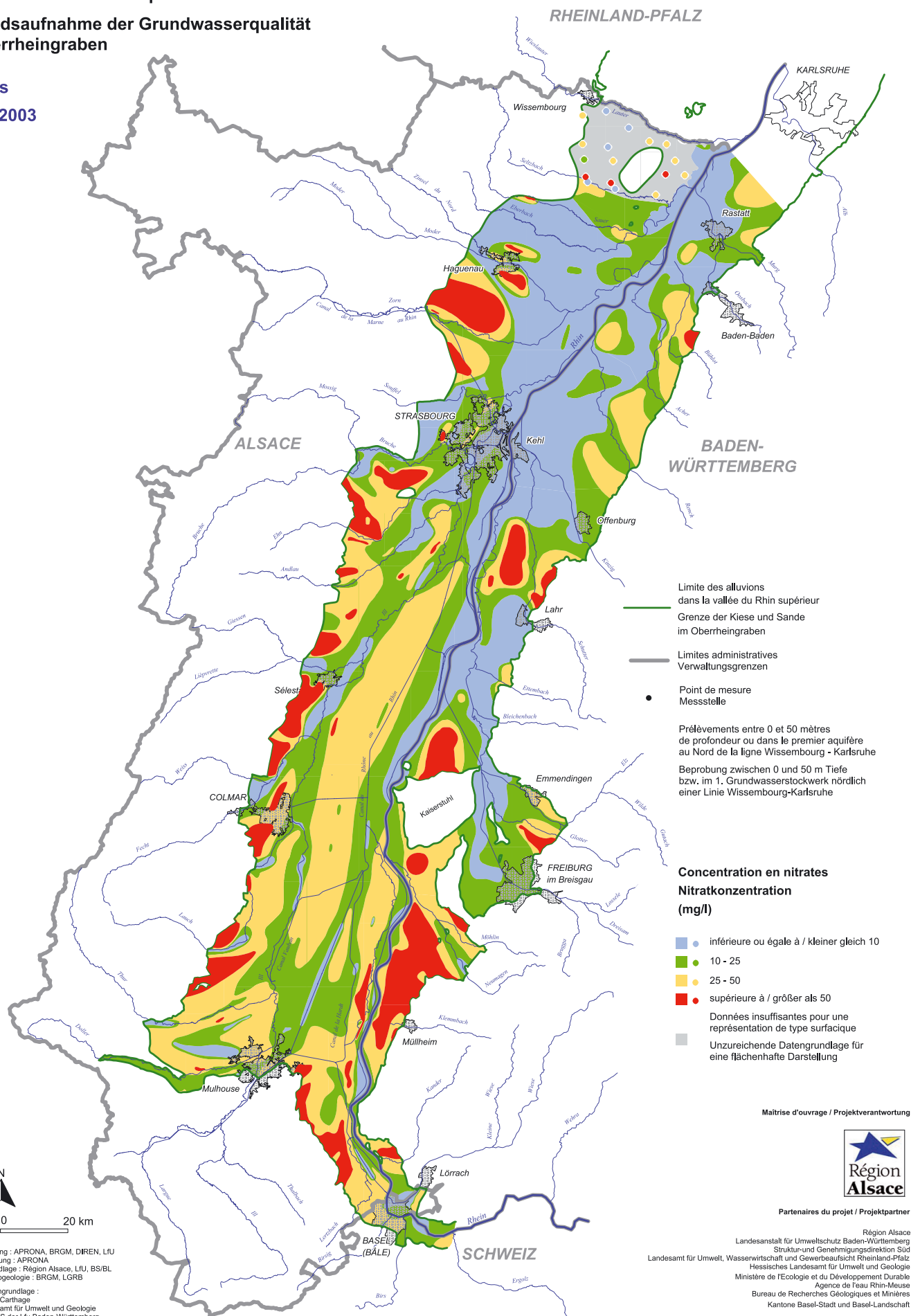
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Nitrates

2002 - 2003

Nitrat



3.2.13 Ammonium (NH_4^+)

Généralités

L'ammonium fait partie du cycle de l'azote. Il peut être synthétisé microbiologiquement par consommation de l'oxygène et minéralisation de l'azote fixé principalement dans l'humus. Dans le sol ou dans l'eau souterraine, en milieu pauvre en oxygène, les nitrates sont réduits en nitrites puis en ammonium (dénitrification). En règle générale, de fortes concentrations en ammonium apparaissent là où la concentration en oxygène est faible et donc là où le potentiel redox de l'eau souterraine est faible.

Des informations complémentaires sur le cycle de l'azote sont consultables dans le rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol. 2 aux pages 59, 60, 67 et 70 (Région Alsace, 2000).

3.2.13 Ammonium (NH_4^+)

Allgemeines

Ammonium ist Teil des Stickstoffkreislaufs. Es kann mikrobiologisch unter Sauerstoffverbrauch und Mineralisierung des insbesondere im Humus gebundenen Stickstoffs synthetisiert werden. Im sauerstoffarmen Milieu im Boden oder im Grundwasser wird Nitrat zu Nitrit und weiter zu Ammonium abgebaut (Denitrifikation). Üblicherweise sind hohe Werte für die Ammoniumkonzentration dort anzutreffen, wo die Sauerstoffkonzentration und damit das Redoxpotenzial gering sind.

Weiterreichende Informationen zum Stickstoffkreislauf sind im Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd. 2 (Région Alsace, 2000) auf den Seiten 59, 60, 67 und 70 nachzulesen.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

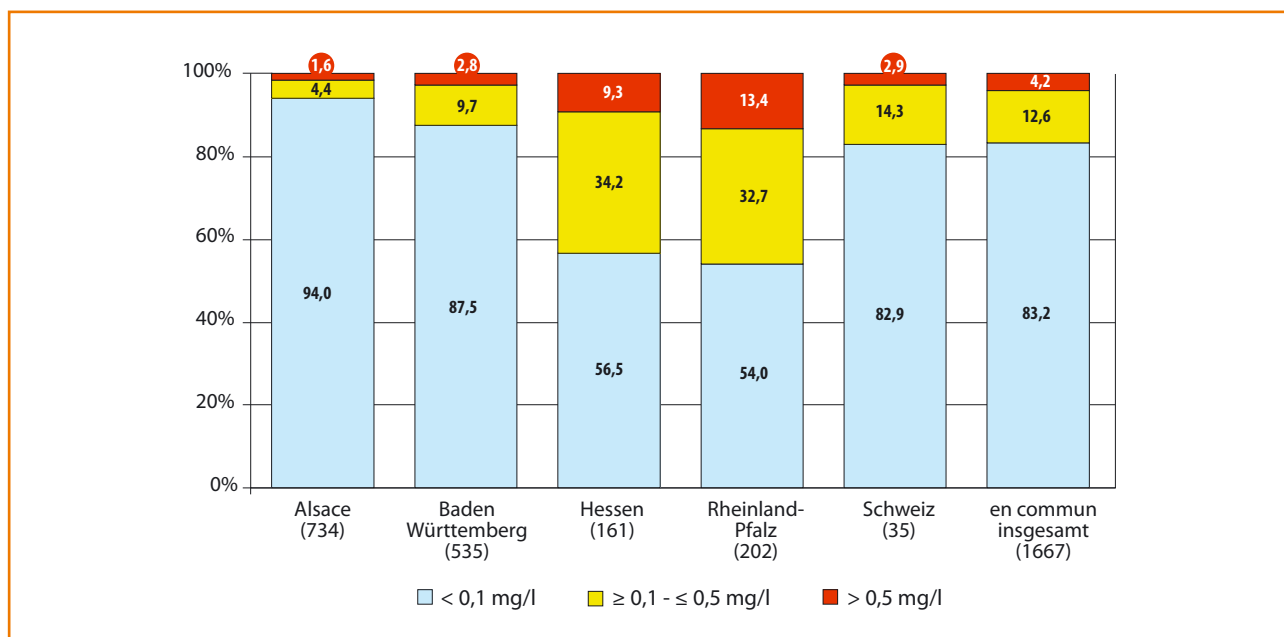


Fig. 3.2.12 : Répartition par classe de concentrations en ammonium (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.12: Verteilung der Ammonium-konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en ammonium pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

Sur l'ensemble de la zone d'étude, l'ammonium a été détecté sur 47,5 % des points de mesures. Cependant la limite de quantification étant très variable d'un laboratoire d'analyse à l'autre, et donc d'une région ou d'un Land à l'autre, la limite de quantification maximale a été retenue pour la cartographie et l'analyse statistique.

La limite de quantification maximale s'élevant à 0,1 mg/l, 83,2 % des points de mesures, présentent une concentration inférieure à ce seuil. La limite de potabilité est dépassée sur 4,2 % des points de mesures soit 70 ouvrages. La répartition géographique des valeurs les plus élevées n'est pas uniforme. Le Land de Rhénanie-Palatinat est le plus concerné avec 13,4 % des points de mesures dont les concentrations dépassent la limite de potabilité de 0,5 mg/l. Le Land de Hesse totalise 9,3 % des points de mesures ; le Bade-Wurtemberg, la Suisse et l'Alsace sont moins concernés avec respectivement 2,8 %, 2,9 % et 1,6 % des points de mesures dépassant la limite de potabilité. Dans la tranche de concentration intermédiaire (0,1 à 0,5 mg/l), le même phénomène est observé avec un pourcentage de points par région ou Land qui diminue significativement du nord vers le sud passant 34,2 % des points en Hesse à 4,4 % des points en Alsace.

Les concentrations les plus élevées se trouvent dans la partie nord de la plaine du Rhin supérieur, là où des concentrations en oxygène sont les plus faibles (cf. paragraphe 3.2.5). L'ammonium est présent essentiellement en milieu réducteur hydromorphe, riche ou non en matière organique. Il s'agit des zones situées en Hesse et Rhénanie-Palatinat et avec une étendue plus limitée dans la partie sud de la zone d'étude.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurde Ammonium an 47,5 % der Messstellen erfasst. Da die Quantifizierungsgrenze je nach Labor sehr unterschiedlich ist und somit von Region zu Region bzw. Bundesland zu Bundesland variiert, wurde für die kartographische Darstellung und die statistische Analyse die obere Quantifizierungsgrenze verwendet.

An 83,2 % der Messstellen liegen die Messergebnisse unter dem oberen Quantifizierungsgrenzwert von 0,1 mg/l. Der Grenzwert für Trinkwasser wird an 4,2 % der Messstellen und damit in 70 Fällen überschritten. Die geographische Verteilung der höchsten Werte gestaltet sich nicht einheitlich. Mit 13,4 % weist Rheinland-Pfalz den größten Anteil Messstellen auf, an denen der mit 0,5 mg/l vorgegebene Grenzwert für Trinkwasser überschritten wird. In Hessen sind dies insgesamt 9,3 % der Messstellen, in Baden-Württemberg, der Schweiz und im Elsass ist hier der Anteil mit 2,8 %, 2,9 % und 1,6 % geringer. Im dazwischenliegenden Segment (Konzentration von 0,1 bis 0,5 mg/l) gestaltet sich das Bild vergleichbar, da auch hier der Anteil der Messstellen in den einzelnen Teilgebieten signifikant von Norden nach Süden von in Hessen 34,2 % auf im Elsass 4,4 % abnimmt.

Die höchsten Werte finden sich im nördlichen Teil des Oberrheingrabens dort, wo jeweils die Sauerstoffkonzentration am geringsten ist (vgl. Abschnitt 3.2.5). Ammonium ist vor allem im hydromorphen, reduzierenden Milieu anzutreffen, unabhängig davon, ob es reich an organischen Stoffen ist oder nicht. Es handelt sich dabei um Gebiete in Hessen und in Rheinland-Pfalz und in begrenzterem Umfang im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets.

Le sud de la Rhénanie-Palatinat, dans les plaines alluviales du Rhin, présente certes des teneurs en ammonium élevées, jusqu'à 0,5 mg/l, mais naturelles, résultant de la réduction des nitrates biogènes provenant de la putréfaction des plantes. Au nord de cette zone, autour de la région urbaine de Ludwigshafen, des apports importants de nitrates liés aux pratiques agricoles subissent localement, également dans un milieu réducteur, une réduction microbienne les transformant en ammonium dans les eaux souterraines. Des teneurs en ammonium nettement supérieures à 0,5 mg/l sont également relevées dans ce secteur.

En Hesse, des processus redox (microbiens) forment ou détruisent des liaisons N. Des nitrates se forment lors de la minéralisation de liaisons N organiques par des bactéries nitrificatrices. D'autre part, une réduction des nitrates, pouvant aller jusqu'à la formation d'ammonium ou d'ammoniaque, peut se produire en présence de conditions anaérobiques. Ces processus sont liés à la présence de matières organiques facilement disponibles. Ces conditions sont avant tout présentes aux abords du Rhin et dans la zone des alluvions du Neckar. Les teneurs en nitrates des eaux souterraines et des eaux brutes provenant de ces zones sont en général très faibles. Les teneurs en ammonium de ces eaux sont pour la plupart comprises entre 0,1 et 0,5 mg/l.

En Alsace, les secteurs concernés sont les zones de Ried, entre Colmar et Sélestat ainsi que dans la basse vallée de l'Andlau. Le Pliocène de Haguenau, qui est un domaine réducteur, présente également des teneurs élevées significatives.

Dans le Bade-Wurtemberg, on trouve un secteur réducteur dans la dépression située entre Offenburg et Kehl, où il semble que, outre une charge de fond géogène des sols marécageux, la réduction microbienne de la fertilisation azotée provenant des exploitations de grandes cultures et de la viticulture contribue à la présence de teneurs en ammonium comprises entre 0,1 et 0,5 mg/l.

En dehors de ces zones, quel que soit le secteur, les points isolés présentant des concentrations en ammonium supérieures à 0,1 mg/l sont souvent liés à des défaillances des systèmes d'assainissement collectifs, individuels ou spécifiques (stations d'épuration d'industrie ou d'exploitation agricole) et à la présence d'anciennes décharges, comme par exemple à Lahr, Offenburg, Rastatt, Karlsruhe, sur le Saalbach et au nord de Mannheim.

Im südlichen Rheinland-Pfalz finden sich im Bereich der Rheinauen zwar erhöhte, aber natürliche Ammoniumgehalte bis zu 0,5 mg/l als Folge der Reduktion von biogenem Nitrat aus der Pflanzenzersetzung. Nördlich davon im Großraum um Ludwigshafen werden lokal bei ebenfalls reduzierendem Milieu dagegen erhöhte Nitratreinträge aus der landwirtschaftlichen Bodennutzung im Grundwasser mikrobiell zu Ammonium reduziert. Hier finden sich auch Ammoniumgehalte deutlich über 0,5 mg/l.

In Hessen, N-Verbindungen werden durch (mikrobielle) Redoxvorgänge gebildet bzw. abgebaut. Nitrate bilden sich bei der Mineralisation von organischen N-Verbindungen durch nitrifizierende Bakterien. Andererseits kann bei anaeroben Verhältnissen eine Reduktion des Nitrates bis hin zur Bildung von Ammonium bzw. Ammoniak erfolgen. Diese Prozesse sind gekoppelt an das Vorhandensein von leicht verfügbarem organischen Material. Diese Bedingungen sind vor allem in Rheinnähe und im Bereich der Neckarablagerungen gegeben. Die Nitratgehalte der Grund- und Rohwässer aus diesen Bereichen weisen in der Regel sehr geringe Nitratkonzentrationen aus. Die Ammoniumgehalte liegen in diesen Wässern meist im Bereich von 0,1 bis 0,5 mg/l.

Im Elsass handelt es sich bei den diesbezüglichen Bereichen um das Ried zwischen Colmar und Sélestat sowie das untere Andlautal. Der Bereich des Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiters als reduzierendes Milieu weist ebenfalls signifikant hohe Werte für den Gehalt auf.

In Baden-Württemberg liegt ein reduzierter Bereich in der Senke zwischen Offenburg und Kehl, wo offenbar neben einer geogenen Grundlast aus den dort moorigen Böden die mikrobielle Reduktion des Nitratdüngers aus Acker- und Weinbau zu den Ammoniumgehalten von 0,1 bis 0,5 mg/l beiträgt.

Wenn außerhalb dieser Bereiche unabhängig vom Teilgebiet an vereinzelten Messstellen Ammoniumwerte über 0,1 mg/l anzutreffen sind, dann sind häufig Mängel an Sammel-, Einzel- und Sonderabwasserentsorgungsanlagen (Kläranlagen von Industrie- bzw. Landwirtschaftsbetrieben) und Altablagerungen die Ursache, wie z.B. in Lahr, Offenburg, Rastatt, Karlsruhe, am Saalbach und nördlich von Mannheim.

Ces défaillances peuvent provenir de fuites dans les réseaux ou de dysfonctionnements des stations d'épuration. Pour le Bade-Wurtemberg, la valeur maximale de 18,5 mg/l est détectée sur le point de mesures au nord du Kaiserstuhl, en relation avec une exploitation agricole pour laquelle on a aussi constaté une pollution ponctuelle importante concernant d'autres paramètres. Le lisier et les eaux usées domestiques semblent ici pénétrer dans le sous-sol. Une eau dont la qualité microbiologique est dégradée engendre, par consommation de l'oxygène par les bactéries des conditions réductrices locales qui peuvent conduire à des teneurs en ammonium significatives.

Les zones d'épandage de lisiers dans les zones d'élevage intensif peuvent également provoquer l'apparition d'ammonium.

Dans la partie du Fossé rhénan supérieur située en Rhénanie-Palatinat, l'élevage ne joue pratiquement aucun rôle. Cette source potentielle d'azote reste donc sans importance pour les eaux souterraines.

L'épandage de lisier pouvant augmenter les teneurs en ammonium des eaux souterraines et des eaux brutes ne joue qu'un rôle subalterne sur les surfaces agricoles des parties hessoise et badoise du Fossé rhénan supérieur.

Die Schäden bestehen u.U. in Lecks in den Leitungen oder Betriebsstörungen. Das baden-württembergische Maximum von 18,5 mg/l liegt an der Messstelle nördlich des Kaiserstuhls, an der im Zusammenhang mit einem Landwirtschaftsbetrieb auch bei anderen Parametern und Stoffen schon eine beträchtliche punktuelle Belastung festgestellt wurde. Gülle oder häusliches Abwasser gelangt hier offenbar in den Untergrund. Ist die mikrobiologische Qualität des Grundwassers schlecht, ergeben sich lokal durch den Verbrauch des Sauerstoffs durch die Bakterien reduzierende Bedingungen, die gegebenenfalls signifikant hohe Ammoniumwerte nach sich ziehen.

Wenn in bestimmten Gebieten mit hohem Viehbesatz Gülle ausgebracht wird, kann dies ebenfalls zu erhöhten Ammoniumwerten im Grundwasser führen.

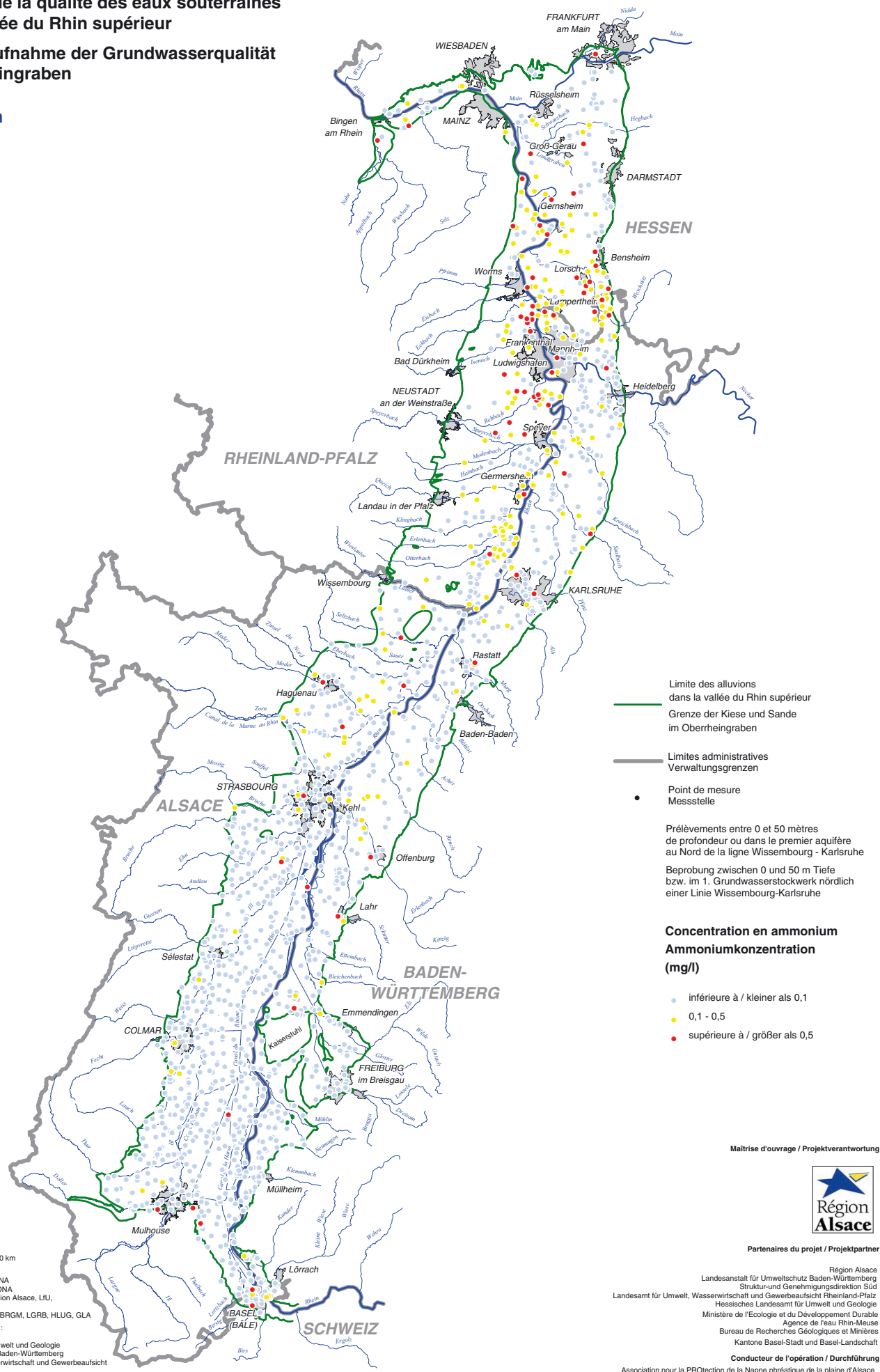
Im rheinland-pfälzischen Teil des Oberrheingraben spielt Viehhaltung praktisch keine Rolle, so dass diese potenzielle Stickstoffquelle für das Grundwasser hier ohne Bedeutung bleibt.

Eine Gülleausbringung, die mit erhöhten Ammoniumgehalten in den Grund- und Rohwässern einhergehen kann, spielt auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen im hessischen und baden-württembergischen Teil des Oberrheingraben nur eine untergeordnete Rolle.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Ammonium
2002 - 2003



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Cartho / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LIU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.2.14 Nitrites (NO_2^-)

Généralités

Les nitrites sont des éléments intermédiaires instables dans les réactions de transformation des nitrates en ammonium ou de l'ammonium en nitrates. De ce fait, cette substance se trouve rarement en forte concentration dans les eaux souterraines. Du fait de l'instabilité de ces éléments, les résultats de mesures sont pour la plupart difficilement reproductibles. Les prélèvements de nitrites ne peuvent se conserver que pendant un jour environ.

Les nitrites sont en général considérés comme des indicateurs de contamination. La présence de nitrites indique en général une contamination locale par du lisier ou des eaux usées domestiques. Mais la présence de nitrites n'indique souvent aussi que l'existence d'un milieu réducteur dans les eaux souterraines dans lequel les nitrates sont transformés en nitrites.

Des informations complémentaires sur le cycle de l'azote sont consultables dans le rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol. 2, aux pages 59, 60, 67 et 70 (Région Alsace, 2000).

3.2.14 Nitrit (NO_2^-)

Allgemeines

Nitrite sind instabile Zwischenverbindungen bei der Umwandlung von Nitrat zu Ammonium oder Ammonium zu Nitrat. Deshalb ist dieser Stoff im Grundwasser nur selten in erhöhter Konzentration anzutreffen. Die Instabilität dieser Verbindung führt meist auch zu nur schlecht reproduzierbaren Messergebnissen. Nitritproben besitzen eine Lagerkapazität von nur etwa einem Tag.

Nitrit gilt allgemein als Verschmutzungsindikator. Wenn Nitrit im Grundwasser anzutreffen ist, kann dies auf lokale Verunreinigungen durch Gülle oder Haushaltsabwasser hinweisen. Oft handelt es sich aber auch nur um reduzierende Grundwassermilieus, in denen Nitrit ausgehend von Nitraten nachzuweisen ist.

Weiterreichende Informationen zum Stickstoffkreislauf sind im Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd. 2 (Région Alsace, 2000) auf den Seiten 59, 60, 67 und 70 nachzulesen.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

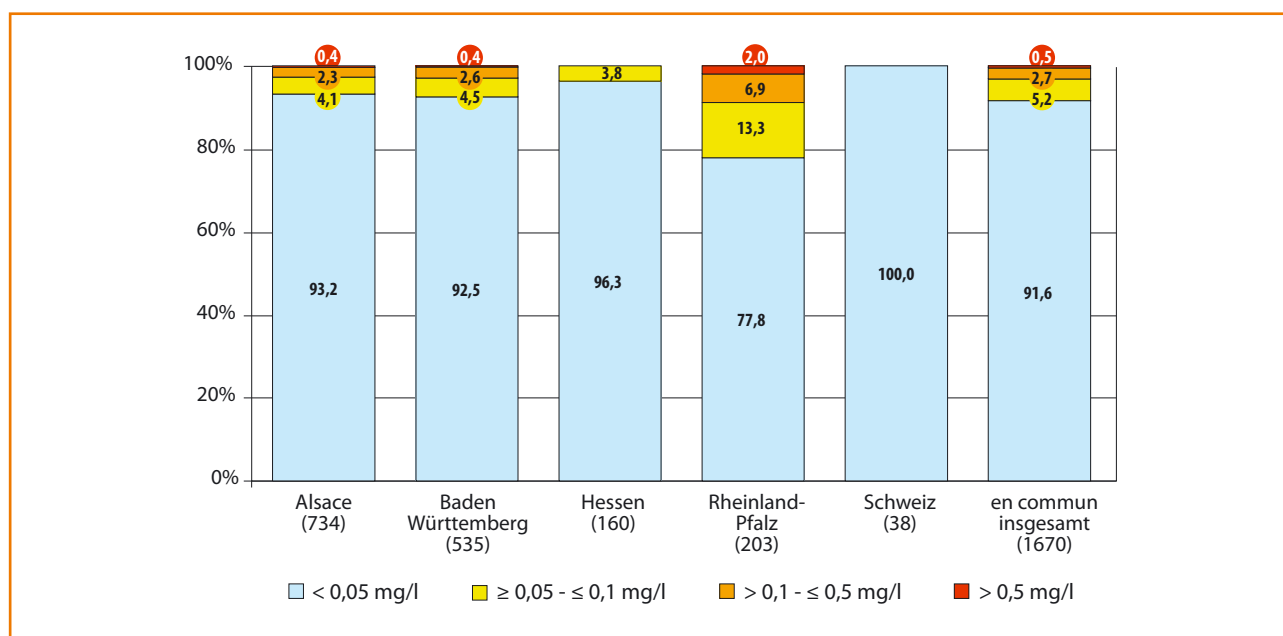


Fig. 3.2.13 : Répartition par classe de concentrations en nitrites (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.13: Verteilung der Nitritkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en nitrites pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

De plus, pour l'ensemble de la vallée du Rhin supérieur, la médiane des concentrations en nitrites est inférieure aux limites de quantification propres à chaque laboratoire. 91,6 % des points de mesures présentent une concentration inférieure à la limite de quantification maximale commune de 0,05 mg/l. Les dépassements de la limite de potabilité de 0,5 mg/l concernent 9 points de mesures soit moins de 1 % du réseau de mesures transfrontalier. Ces points sont repartis comme suit : 4 en Rhénanie-Palatinat, 3 en Alsace et 2 en Bade-Wurtemberg.

La répartition des valeurs de concentration en nitrites correspond approximativement à celle observée pour l'ammonium.

En Alsace, Bade-Wurtemberg et Rhénanie-Palatinat, la répartition des teneurs les plus élevées, supérieures à 0,05 mg/l, est cohérente avec celle observée pour l'ammonium (cf. paragraphe 3.2.13).

En Hesse, les eaux souterraines et les eaux brutes présentent presque exclusivement des concentrations en nitrites < 0,05 mg/l. Seules les eaux souterraines où se produit une interaction notable avec les cours d'eaux présentent en partie des concentrations en nitrites comprises entre 0,05 et 0,1 mg/l.

Comme l'ammonium, les nitrites se rencontrent essentiellement en milieu réducteur hydromorphe, riche en matière organique. Des teneurs en nitrites élevées sont généralement liées à la décomposition microbienne des nitrates dans les eaux souterraines.

La présence de nitrites peut également être liée à une détérioration de la qualité microbiologique de l'eau. On en retrouve souvent à l'aval des habitations ou des installations au système d'assainissement défaillant (stations d'épuration, fermes isolées).

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

Außerdem liegt der Medianwert für den Nitritgehalt im Grundwasser bezogen auf das gesamte Oberrheingebiet unterhalb der verschiedenen Quantifizierungsgrenzen der einzelnen Labors. An 91,6 % der Messstellen liegt der Nitritgehalt unter der gemeinsamen oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 mg/l. An 9 Messstellen und damit an weniger als 1 % der Messstellen des grenzübergreifenden Erhebungsnetzes wird der mit 0,5 mg/l vorgegebene Grenzwert für Trinkwasser überschritten. Die betreffenden Messstellen verteilen sich wie folgt: 4 in Rheinland-Pfalz, 3 im Elsass und 2 in Baden-Württemberg.

Die Verteilung der Werte für den Nitritgehalt deckt sich im Großen und Ganzen mit den Beobachtungen für Ammonium.

Im Elsass, in Baden-Württemberg und in Rheinland-Pfalz deckt sich die Verteilung der höheren Werte über 0,05 mg/l mit den Beobachtungen in Bezug auf Ammonium (vgl. Abschnitt 3.2.13).

In Hessen werden in den Grund- und Rohwässern fast ausschließlich Nitritkonzentrationen < 0,05 mg/l angetroffen. Nur in den Grundwässern, die eine merkliche Interaktion zu den Vorflutern aufweisen, werden teilweise Nitritkonzentrationen von 0,05 bis 0,1 mg/l ausgewiesen.

Wie Ammonium sind auch Nitrite vor allem im an organischen Stoffen reichen hydromorphen reduzierenden Milieu anzutreffen. Erhöhte Nitritwerte treten üblicherweise in Folge des mikrobiellen Nitratabbaus im Grundwasser auf.

Sind Nitrite vorhanden, lässt gegebenenfalls auch die mikrobiologische Qualität des Wassers zu wünschen übrig. Sie treten in Fließrichtung des Grundwassers unterhalb von Siedlungsgebieten oder Anlagen mit schadhaftem Abwassersystem (Kläranlagen, alleinstehende Bauernhäuser) auf.

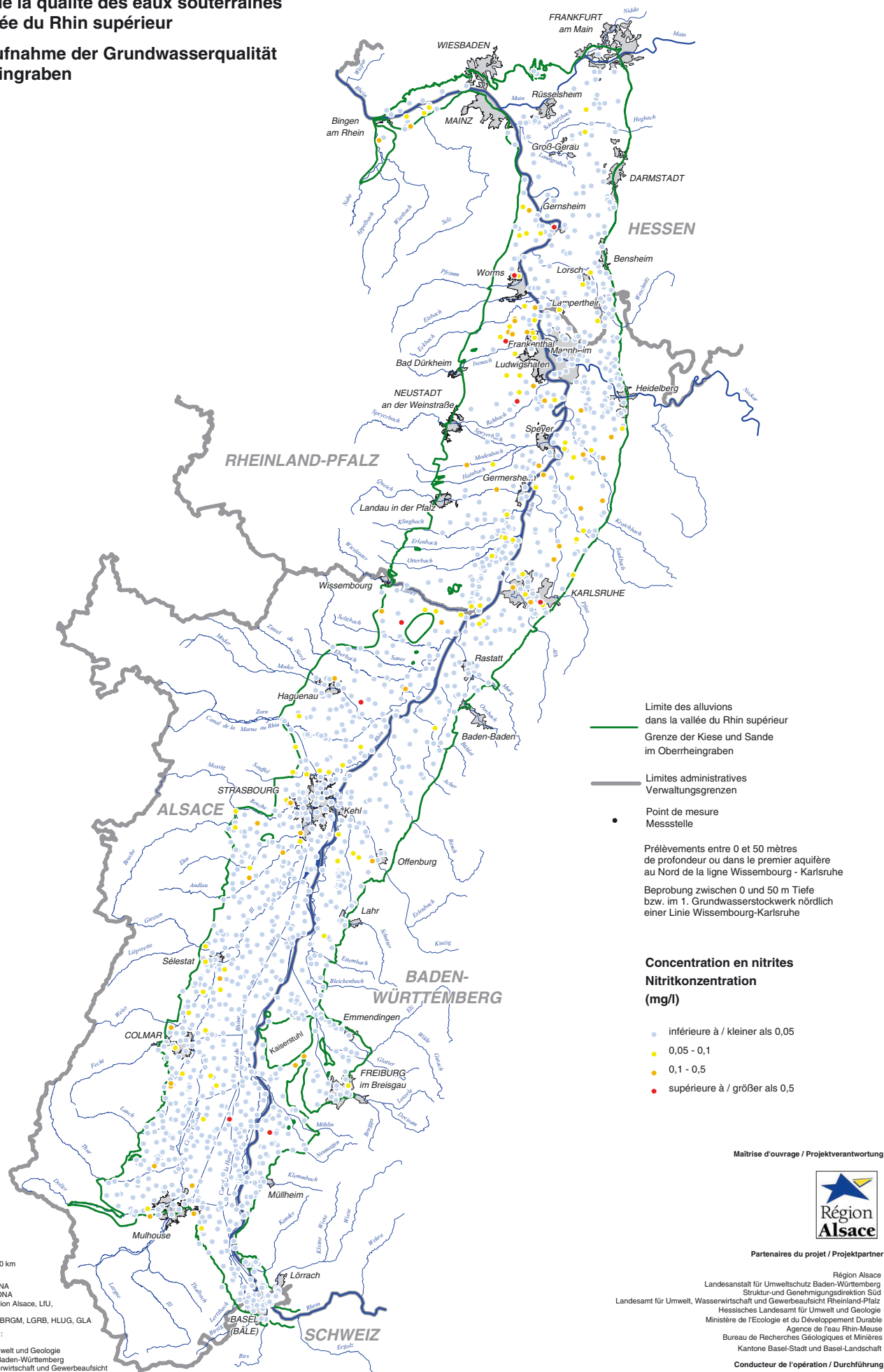
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Nitrites

2002 - 2003

Nitrit



3.2.15 Chlorures (Cl)

Généralités

Les chlorures se trouvent de façon naturelle à forte concentration dans l'eau de mer et donc dans des sédiments marins comme les évaporites et les gisements de sel. Les couches superficielles de la nappe peuvent être contaminées par la remontée d'eaux profondes aux concentrations en sel élevées. Les chlorures font partie des anions les plus mobiles et sont ainsi parfaitement appropriés pour décrire les processus de propagation dans les eaux souterraines.

Les apports anthropiques de chlorures résultent de l'utilisation de sel pour les routes, des décharges, des rejets des eaux usées et du stockage de résidus miniers contenant du sel. Cette dernière source est un problème d'actualité au sud de la vallée du Rhin supérieur.

3.2.15 Chlorid (Cl)

Allgemeines

Chloride sind in der Natur in hohen Konzentrationen im Meerwasser und daher auch in marinen Sedimenten wie z.B. in Salzlagerstätten vorhanden. Im oberflächennahen Grundwasser kann der Chloridgehalt durch aufsteigende salzhaltige Tiefenwässer beeinflusst werden. Chloride gehören zu den mobilsten Anionen und eignen sich daher sehr gut zur Beschreibung von Ausbreitungsprozessen im Grundwasser.

Ein anthropogener Eintrag von Chlorid erfolgt durch Auftausalze, Deponien, Abwässer und die Ablagerung salzhaltigen Materials aus dem Bergbau. Letzteres ist im südlichen Oberrheingraben ein aktuelles Problem.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

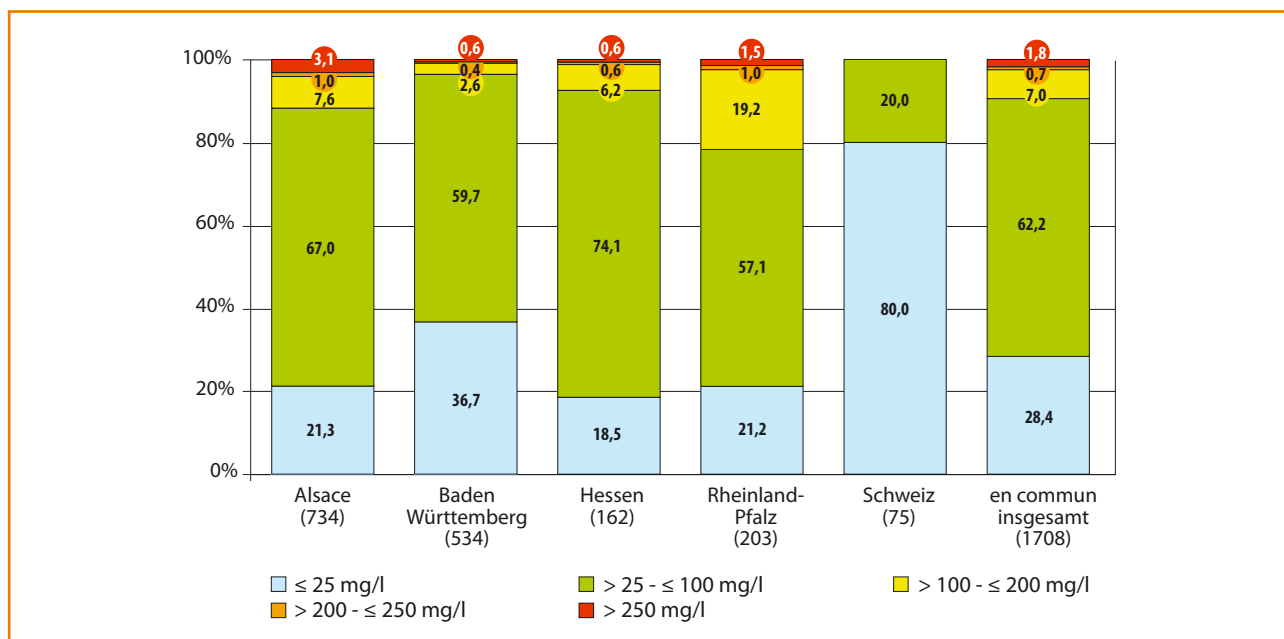


Fig. 3.2.14 : Répartition par classe de concentrations en chlorures (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.14: Verteilung der Chloridkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Constat

• ALSACE

La concentration moyenne de chlorures en Alsace est de 216,4 mg/l. La médiane est très sensiblement inférieure et s'élève à 42 mg/l. Elle est en baisse par rapport à 1997 (cf. tab. 3.2.8) passant de 45 à 42 mg/l alors que la moyenne est en hausse d'un peu plus de 40 mg/l.

Tab. 3.2.8 : Alsace : Teneurs en chlorures (en mg/l)

Tab. 3.2.8: Elsass: Chloridgehalt (in mg/l)

	1973	1983	1991	1997	2003
Valeur médiane Medianwert	31	44	45	45	42

L'écart entre la moyenne et la médiane est dû à la présence de quelques valeurs de concentration très élevées. La teneur maximale mesurée est de 23 720 mg/l.

Les dépassements de la limite de potabilité de 250 mg/l concernent 23 points de mesures soit 3,1 % du réseau. En 1997, la limite de potabilité française était de 200 mg/l et 32 points de mesures présentaient des concentrations supérieures à cette limite. Avec une coupure à 250 mg/l, on constate que 23 des 32 points de 1997 sont concernés par des concentrations supérieures à 250 mg/l. Le nombre de points supérieurs à 250 mg/l est donc stable entre 1997 et 2003. De plus, sur les 16 points communs analysés en 1997 et 2003, il y a autant de points où les concentrations en chlorures sont en augmentation ou en diminution. En 2003, la part de surface de la nappe dont la concentration des couches superficielles dépasse 250 mg/l atteint 1,8 %.

En raison de la présence des résidus d'exploitation des mines de potasse dans le sud de l'Alsace (terrils de la société alsacienne d'extraction Mines de Potasse d'Alsace MDPa), les zones à l'aval du bassin potassique sont très fortement contaminées. Deux panaches de pollution, de concentration supérieure à 200 mg/l, respectivement dénommés « langue Est » et « langue Ouest », s'étendent jusqu'à l'amont de Colmar. Du fait du phénomène d'écoulement densitaire des chlorures, la situation dans les couches profondes de l'aquifère est également

Befund

• ELSASS

Der Mittelwert für den Chloridgehalt des Grundwassers beträgt im Elsass 216,4 mg/l. Der Medianwert liegt mit 42 mg/l deutlich darunter. Gegenüber 1997 ist er von 45 auf 42 mg/l zurückgegangen (vgl. Tab. 3.2.8), der Durchschnittswert hingegen liegt im Vergleich mit 1997 um knapp 40 mg/l höher.

Ursache für die Abweichung zwischen dem Durchschnitts- und dem Medianwert sind einige sehr hohe Einzelwerte. Der höchste gemessene Wert beträgt 23.720 mg/l.

Überschreitungen des bei 250 mg/l liegenden Grenzwerts für Trinkwasser sind an 23 und damit an 3,1 % der Messstellen zu verzeichnen. 1997 lag in Frankreich der Grenzwert für Trinkwasser bei 200 mg/l, damals lag an 32 Messstellen die Konzentration darüber. Setzt man 250 mg/l als Bezugswert an, ergibt sich, dass an 23 der 32 Messstellen aus dem Jahr 1997 die Werte darüber lagen. Die Anzahl der Messstellen mit Werten über 250 mg/l ist mithin im Vergleich zwischen 1997 und 2003 unverändert. Weiterhin sind an 16 der sowohl 1997 als auch 2003 beprobten Messstellen Veränderungen der Chloridkonzentration nach oben oder nach unten zu verzeichnen. 2003 sind auf 1,8 % der Grundwasserfläche in den oberen Schichten Werte über 250 mg/l anzutreffen.

Aufgrund des Abbaus aus den Kaligruben im südlichen Elsass (Halden der elsässischen Bergbaugesellschaft Mines de Potasse d'Alsace MDPa) sind die Bereiche unterhalb des Kalibeckens sehr stark belastet. Zwei Verschmutzungsbereiche mit Werten über 200 mg/l, bezeichnet als „Ostzunge“ bzw. „Westzunge“, erstrecken sich bis vor Colmar. Aufgrund des durch ihr spezifisches Gewicht begründeten Fließverhaltens der Chloride ist auch der Zustand der tieferen Grundwasserschichten problematisch (siehe die betreffenden Passagen im

préoccupante (cf. rapport de l'Inventaire 1996/1997 sur les couches profondes – vol.3, Région Alsace, 2000). Les nouvelles analyses effectuées en 2003 et dont les résultats sont décrits dans le présent rapport (cf. chapitre 4) confirment le diagnostic de 1997. Le renouvellement de l'eau en profondeur étant très lent, cette contamination perdurera sans doute encore un certain temps malgré l'arrêt de l'exploitation des mines de potasse.

Cependant, suite aux mesures prises par la société minière des MDPA (puits de dépollution, dissolution accélérée des terrils) pour réduire les sources de pollution, la situation en surface s'améliore, notamment pour la langue Est et le long du Rhin. Les valeurs maximales sont également en très nette diminution au niveau des terrils déjà traités.

En 1997, les concentrations supérieures à 200 mg/l concernaient 2,8 % de la surface de la nappe. En 2003, la part de la surface concernée a légèrement diminué passant à 2,4 %.

D'autres sources de pollution existent, certaines d'origine naturelle, d'autres d'origine industrielle. En aval de Thann, il s'agit d'une pollution d'origine industrielle, dont l'étendue du panache semble diminuer. Au nord, proche de Roeschwoog, l'origine des chlorures est naturelle, liée à la géologie et à la tectonique du secteur.

L'impact de la dilution des eaux souterraines par les eaux du Rhin via les canaux est très nettement visible en aval de Sélestat. Au débouché des rivières vosgiennes et dans le Pliocène de Haguenau, le phénomène de dilution est également observable et particulièrement probant.

Les points dont la concentration est comprise entre 25 et 100 mg/l sont répartis sur toute la nappe. Ces concentrations plus élevées que la concentration dite « naturelle » sont probablement à mettre en relation avec l'utilisation des engrais qui contiennent souvent des chlorures, avec le salage des routes ou les activités industrielles qui génèrent souvent des rejets dont la concentration en sortie de site est supérieure à celle en entrée d'usine, ou les rejets de stations d'épuration.

Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd.3, Région Alsace, 2000). Die neuen Beprobungen aus dem Jahr 2003, deren Ergebnisse Gegenstand des vorliegenden Berichts sind (siehe Kapitel 4), bestätigen die Erkenntnisse aus dem Jahr 1997. Da in den tieferen Schichten der Grundwasseraustausch langsamer vonstatten geht, wird die Belastung dort noch eine Zeit lang anhalten, auch wenn in den Kaligruben der Betrieb schon längst eingestellt ist.

Aufgrund der von der Bergbaugesellschaft MDPA zur Eingrenzung der Grundwasserverschmutzung ergriffenen Maßnahmen (Entlastungsbrunnen, beschleunigte Auflösung der Halden) ist eine Verbesserung in den oberen Schichten, insbesondere im Bereich der Ostzunge und am Rhein entlang festzustellen. Auch im Bereich der Halden, an denen Abhilfemaßnahmen getroffen wurden, sind die Höchstwerte eindeutig rückläufig.

1997 lagen auf 2,8 % der Grundwasserfläche die Werte über 200 mg/l. 2003 ist hier ein geringfügiger Rückgang auf 2,4 % festzustellen.

Auch andere Quellen, teils natürlichen, teils industriellen Ursprungs, sind für eine Chlorid-Belastung des Grundwassers auszumachen. Unterhalb von Thann liegt eine Verschmutzung industriellen Ursprungs vor, hier ist die Ausdehnung des Verschmutzungsgebiets offensichtlich rückläufig. Im Nordelsass ist in der Nähe von Roeschwoog die Chloridbelastung auf natürliche Ursachen zurückzuführen, sie ergibt sich aus den geologischen und tektonischen Verhältnissen in diesem Gebiet.

Die Verdünnung des Grundwassers durch Rheinwasser aus den Kanälen macht sich unterhalb von Sélestat deutlich bemerkbar. Im Eintrittsbereich der Vogesenvorfluter und im Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter ist ebenfalls eine Verdünnung zu beobachten, die sich besonders nachhaltig auswirkt.

Messstellen mit Werten im Segment zwischen 25 und 100 mg/l finden sich überall im gesamten Gebiet. Wenn hier Konzentrationen über dem so genannten „natürlichen“ Gehalt vorliegen, steht dies wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem Einsatz von Düngemitteln, die häufig Chlorid enthalten, mit dem Einsatz von Streusalz auf den Straßen oder mit Industriebedarf, bei dem häufig Brauchwasser mit Chlorid angereichert als Abwasser abgegeben wird, oder auch um Abwasser aus Kläranlagen.

• BADE-WURTEMBERG

Les valeurs statistiques figurant dans le tableau 3.2.9 ne sont pas strictement comparables pour 2003. En effet, cette année là le réseau a été étendu. Les points de prélèvements ne sont donc qu'en partie identiques avec les années précédentes.

Les valeurs les plus faibles (inférieures à 25 mg/l) apparaissent dans les zones d'alimentation de la nappe par les rivières de la Forêt Noire ainsi que sur tout le périmètre de la dépression de Kinzig-Murg. Des explications sont fournies dans les paragraphes sur la conductivité et la dureté.

Des concentrations un peu plus élevées sont observées le long du Rhin, de part et d'autre du fleuve. Ce phénomène est lié aux infiltrations du Rhin, qui, jusqu'en 2002 fut alimenté en eau salée par les rejets provenant de l'exploitation de la potasse.

Tab. 3.2.9 : Bade-Wurtemberg : Teneurs en chlorures (en mg/l)

Tab. 3.2.9: Baden-Württemberg: Chloridgehalt (in mg/l)

	1973	1983	1991	1997	2003
Valeur médiane Medianwert	28,1	29,9	29,0	29,0	32,5

Les concentrations les plus fortes sont détectées dans le Markgräfler Land, sur trois points de mesures dont les valeurs mesurées sont supérieures à 250 mg/l, allant jusqu'à un maximum de 554 mg/l. Ce sont les trois seuls dépassements des limites du côté badois. Sur cinq autres points de mesures, de fortes concentrations de 100 à 200 mg/l ont été enregistrées et sur un point de mesures supplémentaire la concentration était de 200 à 250 mg/l. Sur l'ensemble des points de mesures cités plus haut, on trouve un lien de cause à effet avec l'exploitation des mines de potasse.

Les points rouges et jaunes sur la carte à proximité du Rhin et qui remontent jusqu'à Brisach et le long de la bordure occidentale du Kaiserstuhl s'expliquent par les rejets de saumure issus de bassins de stockage des résidus de l'exploitation de la potasse situés sur l'île de Fessenheim.

• BADEN-WÜRTTEMBERG

Die statistischen Kennwerte aus den in Tab. 3.2.9 angegebenen Jahren sind hinsichtlich Trendaussagen nicht vergleichbar, da das Messnetz 2003 ausgeweitet wurde, und die untersuchten Messstellen somit nur zum Teil identisch sind.

Die niedrigsten Werte von kleiner 25 mg/l sind in den Eintrittsbereichen der Schwarzwaldflüsse in die Ebene und flächenhaft in der Kinzig-Murg-Rinne zu finden. Die Gründe dafür sind in den Kapiteln Leitfähigkeit und Gesamthärte aufgeführt.

Etwas höhere Werte finden sich direkt entlang des Rheins, und zwar auf beiden Seiten. Grund hierfür ist infiltrierendes Rheinwasser, in das bis 2002 salzhaltiges Abwasser aus der Kaliverarbeitung eingeleitet

Die höchsten Werte finden sich im Markgräfler Land an drei Messstellen mit sehr hohen Werten von größer 250 mg/l und einem Maximum von 554 mg/l. Dies sind die drei einzigen Grenzwertüberschreitungen auf der badischen Seite. An weiteren fünf Messstellen werden hier auch hohe Werte von 100 bis 200 mg/l registriert, an einer zusätzlichen Messstelle eine Konzentration von 200 bis 250 mg/l. An diesen allen o.g. Messstellen besteht wie im Elsass ein Zusammenhang mit dem Kalibergbau.

Die auf der Karte in der Nähe des Rheines erkennbaren gelben und roten Punkte bis hoch nach Breisach und bis an den Westrand des Kaiserstuhls resultieren aus Versickerung von Sole aus den Kali-Absetzbecken auf der Fessenheimer Insel.

En revanche, les points jaunes, orange et rouges sur la carte, en retrait du Rhin, sur les secteurs de Heitersheim et Buggingen, correspondent à l'exploitation de la potasse dans le Bade et à ses terrils.

Dans les autres parties du Fossé rhénan, sur la rive badoise du Rhin, on n'a détecté que très rarement des concentrations élevées de chlorures, supérieures à 100 mg/l. Aucun dépassement des limites n'est à signaler. Sans aucun doute, les pollutions anthropiques supplémentaires existent partout : elles résultent des apports de fertilisants minéraux, par exemple le chlorure de potassium, dans l'agriculture et la viticulture.

En raison de la largeur de classe sélectionnée pour indiquer les concentrations, il n'apparaît pas clairement sur la carte que les teneurs en chlorures de l'eau souterraine sont plus élevées entre Heidelberg et Mannheim. Mais autour et à l'ouest de Heidelberg, le long du Neckar, on distingue une bande parsemée de nombreux points verts. Ceci est en partie lié aux quantités très importantes de chlorures charriés autrefois par le Neckar qui, via l'infiltration de l'eau de la rivière, continuent à accroître les concentrations dans l'eau de la nappe phréatique. Les concentrations de chlorures mesurées en 1990 par la station de mesure du Neckar de Mannheim se situaient entre 50 et 160 mg/l. Ce n'est que depuis 1993, lorsqu'une mine de sel arrêta son exploitation près de Heilbronn, que la concentration en chlorures a considérablement baissé dans l'eau du Neckar, la teneur en sulfates diminuant quant à elle légèrement. Voir aussi à ce sujet les explications correspondantes figurant au paragraphe des sulfates (paragraphe 3.2.16).

Au nord de Karlsruhe, les épandages d'eaux usées pratiqués autrefois et l'irrigation des prairies avec les eaux des ruisseaux du Kraichgau naturellement riches en chlorures, ont contribué à une contamination supplémentaire. Les canalisations d'eaux usées non étanches et les anciennes contaminations sont responsables des taux de chlorures localement plus élevés, supérieurs à 100 mg/l, comme l'indiquent le point orange de Saalbach et les points jaunes dans le secteur urbain de Mannheim.

Im Gegensatz dazu sind die auf der Karte abseits des Rheins erkennbaren gelben, orangenen und roten Punkte im Raum Heitersheim und Buggingen auf den badischen Kalibergbau und die dortigen Abraumhalden zurückzuführen.

In den anderen Teilen des Oberrheingrabens sind auf der badischen Rheinseite nur noch sehr wenige hohe Chloridkonzentrationen von mehr als 100 mg/l zu finden. Auch existiert keine weitere Grenzwertüberschreitung. Mit Sicherheit existieren überall anthropogene Auflastungen aus der Mineraldüngung im Acker- und Weinbau z.B. mit Kaliumchlorid.

Auf der Karte ist aufgrund der gewählten Klassenbreite der Konzentrationsangaben nicht eindeutig ersichtlich, dass zwischen Heidelberg und Mannheim die Chloridgehalte im Grundwasser höher sind. Jedoch ist um Heidelberg und westlich davon entlang des Neckarflusses ein Band vieler grüner Punkte zu erkennen. Dies beruht z.T. auf der früher sehr großen Chloridfracht des Neckars, welche über Flusswasserinfiltration die Konzentrationen im Grundwasser bis heute erhöht. So betrug die Konzentration an der Flusswassermessstation am Neckar in Mannheim in 1990 50 bis 160 mg/l Chlorid. Erst seitdem in 1993 ein Salzwerksbetrieb bei Heilbronn stillgelegt ist, ist im Flusswasser des Neckars der Chloridgehalt erheblich und der Sulfatgehalt ein wenig gesunken. Siehe dazu auch im Kapitel Sulfat die entsprechenden Erläuterungen (Abschnitt 3.2.16).

Nördlich von Karlsruhe haben auch die hier früher praktizierte Abwasserverrieselung und die Wiesenbewässerung mit den hier natürlicherweise etwas chloridhaltigeren Bachwässern aus dem Kraichgau zu einer Auflastung beigetragen. Undichte Abwasserkanäle und Altlasten sind für die lokal höheren Chloridwerte von größer 100 mg/l mitverantwortlich, wie der orange Punkt am Saalbach und die gelben Punkte im Stadtgebiet von Mannheim.

• RHÉNANIE-PALATINAT

Les teneurs en chlorures < 25 mg/l se trouvent, réparties sur un faible pourcentage surfacique, dans le sud du Palatinat antérieur, dans la zone boisée des cônes d'alluvions du Speyerbach et de la Queich ainsi que dans la Bienwald. Ces teneurs en chlorures doivent donc être considérées comme fond géogène.

Au nord, jusqu'à la hauteur de Ludwigshafen, se rattache une zone marquée par les influences anthropiques présentant des concentrations en chlorures atteignant jusqu'à 100 mg/l. Par ailleurs, les mêmes concentrations en chlorures ont été observées sur une bande de moins de 10 mètres de large le long du Rhin à la suite d'infiltration des eaux chlorurées du Rhin. L'irrigation artificielle, entre autres, des surfaces agricoles avec l'eau du Otterstädter Altrhein provoque l'augmentation des concentrations en chlorures dans les couches superficielles de la nappe phréatique. Mais les apports de chlorures dans les eaux souterraines sont également liés aux compléments minéraux des engrais salins, au salage des routes et aux eaux usées des zones d'habitation.

Des concentrations en chlorures nettement supérieures à 100 mg/l sont observées dans la région urbaine de Ludwigshafen et au nord de celle-ci. Dans la zone du Frankenthal – en raison des prélèvements dans les couches profondes de la nappe phréatique – l'influence de la filtration des rives du Rhin se fait sentir dans les couches superficielles jusqu'à plusieurs centaines de mètres à l'intérieur des terres. Dans l'Eicher Rheinbogen, des filtrats de rives sont réinfiltrés pour maintenir le niveau de la nappe. Dans ces zones, les teneurs en chlorures sont donc essentiellement liées à l'infiltration des eaux riches en chlorures du Rhin, mais sont également dues aux facteurs anthropiques mentionnés plus haut.

Des valeurs de pointe supérieures à 250 mg/l ont été mesurées à trois points de mesures (1,5 %), en aval d'anciennes décharges. Elles sont ainsi à classer comme sources ponctuelles isolées.

En résumé, on peut dire en ce qui concerne la partie Rhénanie-Palatinat de la zone d'étude que on constate, pour une charge de fond inférieure à 25 mg/l, une charge en chlorures atteignant jusqu'à 60 mg/l liée à l'utilisation d'engrais et aux facteurs anthropiques généraux ainsi qu'une charge supplémentaire d'environ 100 mg/l liée aux filtrations des rives du Rhin. Les valeurs de pointe supérieures sont toujours à classer comme sources ponctuelles.

• RHEINLAND-PFALZ

Chloridwerte der niedrigsten Klasse kleiner 25 mg/l finden sich mit einem nur geringen Flächenanteil in der südlichen Vorderpfalz, im bewaldeten Bereich der Schwemmfächer von Speyerbach und Queich sowie im Bienwald. Diese Chloridwerte sind damit als geogener Hintergrund anzusprechen.

Nördlich bis Höhe Ludwigshafen schließt sich eine anthropogen überprägte Zone mit Chloridwerten bis zu 100 mg/l an. Darüber hinaus sind in einem wenige 10er Meter breiten Streifen entlang des Rheins Chloridwerte bis zu 100 mg/l nachgewiesen, als Folge der ufernahen Infiltration von chloridhaltigem Rheinwasser. Landseitig führt unter anderem die künstliche Beregnung landwirtschaftlicher Flächen mit Wasser aus dem Otterstädter Altrhein zu einer Auflastung der Chloridwerte im oberflächennahen Grundwasser. Aber auch insbesondere als Begleitmineral der Düngesalze, aus der Verwendung als Auftausalze und aus Abwässern des Siedlungsraums können Chloride im Grundwasser auftreten.

Chloridwerte zum Teil auch deutlich über 100 mg/l treten im Großraum Ludwigshafen und weiter nördlich davon auf. Dabei reicht im Raum Frankenthal – infolge von Grundwasserentnahmen in der Tiefe – der Uferfiltrateinfluss des Rheins im oberflächennahen Bereich mehrerer 100 Meter weit ins Landesinnere. Im Eicher Rheinbogen wird uferfiltriertes Grundwasser landseitig zur Stützung des Grundwasserstandes wieder infiltriert. In diesen Bereichen sind die Chloridwerte daher im Wesentlichen auf die Infiltration chloridreichen Rheinwassers zurückzuführen, werden aber auch durch die o. g. Faktoren anthropogen überprägt.

Spitzenwerte über 250 mg/l sind an lediglich drei (1,5 %) der untersuchten Grundwassermessstellen im Abstrom von Altablagerungen zu messen. Sie sind damit einzelnen Punktquellen zuzuordnen.

Grob zusammenfassend kann für den rheinland-pfälzischen Teil des Untersuchungsgebietes gesagt werden, dass bei einer geogenen Grundlast für den Parameter Chlorid von unter 25 mg/l eine Auflastung von bis zu 60 mg/l durch Düngemittelsatz und die allgemeine anthropogene Überprägung sowie eine weitere Auflastung in Höhe von etwa 100 mg/l durch den Uferfiltrateinfluss des Rheins zu erkennen ist. Darüber hinaus reichende Spitzenwerte sind stets auf Punktquellen zurückzuführen.

• HESSE

En raison de leurs propriétés, les chlorures sont des « passe-filtres », c'est à dire qu'ils se retrouvent dans les eaux souterraines malgré les dispositifs d'épuration des eaux usées et les processus d'auto-épuration naturels du sous-sol. Ce sont ainsi d'importants indicateurs des influences anthropiques sur les eaux souterraines. Dans les zones de concentration urbaine à forte densité de voies de circulation, le salage des routes peut générer de fortes concentrations en chlorures, mais les décharges, les dépôts anciens, les canalisations non étanches, les terrils salins ainsi que les infiltrations d'eaux de surface fortement contaminées y contribuent également.

Comme pour le sodium, les apports de chlorures dans le sous-sol se produisent par les voies de renouvellement de la nappe phréatique (5 à 20 kg de chlore par hectare et par an). L'épandage d'engrais chlorurés sur les surfaces agricoles constitue cependant une source nettement plus importante et en outre anthropique d'apport de chlorures. Le lessivage des chlorures correspond approximativement à l'apport par les engrais et les précipitations.

Le potentiel géochimique des roches-réservoirs et des roches aquifères du Quaternaire dans la Hesse laissaient prévoir des concentrations en chlorures de 25 à 30 mg/l maximum. Une bonne partie des affleurements de la nappe phréatique présente cependant des concentrations supérieures. L'augmentation des concentrations en chlorures devrait être liée à la conjonction des engrais agricoles et des effets des zones à forte densité de population.

• SUISSE

Les concentrations en chlorures des points de mesures situés en Suisse sont comparativement plus basses. Cependant, ici aussi, les influences anthropiques sur les eaux souterraines sont manifestes. Elles sont principalement liées au salage des routes. La concentration de fond en chlorures géogènes est inférieure à 10 mg/l.

• HESSEN

Chlorid ist aufgrund seiner Stoffeigenschaften ein „Durchläufer“, d.h. es wird weder im Zusammenhang mit der Abwasserreinigung noch bei den natürlichen Selbstreinigungsprozessen im Untergrund festgelegt. Somit ist es ein wichtiger Indikator für eine anthropogene Beeinflussung des Grundwassers. In Ballungsräumen mit einem dichten Verkehrsnetz können höhere Chloridkonzentrationen durch den Winterstreudienst verursacht sein, es kommen dafür aber auch Deponien, Altablagerungen, undichte Kanalnetze, salzhaltige Abraumhalden sowie die Infiltration von stark belasteten oberirdischen Gewässern in Frage.

Wie beim Natrium erfolgt eine Chlorzufuhr in den Untergrund auch auf dem Wege der Grundwasserneubildung (5 - 20 kg Chlor pro Hektar und Jahr). Eine weitere, allerdings wesentlich stärkere und außerdem anthropogene Flächenquelle stellt die Aufbringung chloridhaltiger Dünger auf landwirtschaftlich genutzte Böden dar. Die Chloridauswaschung entspricht annähernd der Zufuhr durch Dünger und Niederschläge.

Aus dem geochemischen Potential der Speicher- und Leitergesteine des Quartärs im hessischen Teil des Oberrheingraben wären nur Chloridkonzentrationen bis maximal 25-30 mg/l zu erwarten. Ein guter Teil der Grundwasseraufschlüsse weisen jedoch höhere Konzentrationen auf. Die Erhöhung der Chloridkonzentrationen dürfte auf das Zusammenwirken von landwirtschaftlicher Düngung und Einfluss der dichten Besiedlung mit ihren Folgen zurückzuführen sein.

• SCHWEIZ

Die Chloridkonzentrationen in den Messstellen in der Schweiz sind vergleichsweise tief. Jedoch ist auch an diesen Messpunkten ein anthropogener Einfluss auf das Grundwasser sichtbar. Dieser kommt hauptsächlich aus der Straßensalzung. Die geogen bedingte Hintergrundkonzentration von Chlorid liegt unter 10 mg/l.

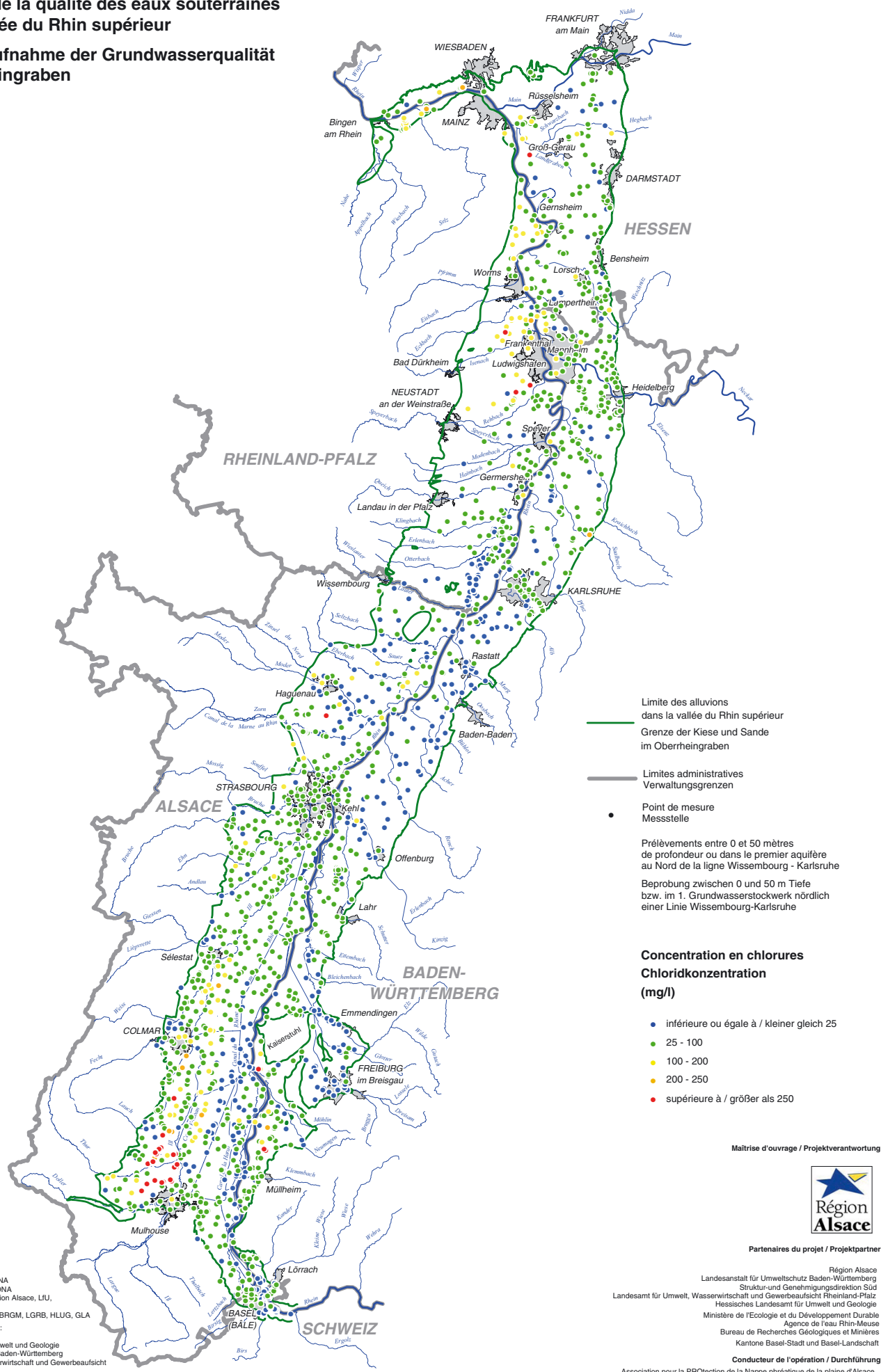
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Chlorures

2002 - 2003

Chlorid



Synthèse à l'échelle transfrontalière

La médiane pour l'ensemble de la zone d'étude s'établit à 38,7 mg/l. La moyenne n'est pas représentative de la situation car elle est fortement influencée par de très fortes teneurs mesurées en Alsace.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Als Median für das gesamte Untersuchungsgebiet ergibt sich ein Wert von 38,7 mg/l. Der Mittelwert ist nicht repräsentativ, da er sich durch die hohen Werte aus dem Elsass verschiebt.

Tab. 3.2.10 : Teneurs en chlorures : valeurs moyennes et médianes

Tab. 3.2.10: Chloridgehalt: Mittel- und Medianwerte

	Moyenne / Mittelwert	Médiane / Median
Pour toute la zone / insgesamt	119,7 mg/l	38,7 mg/l
Alsace	216,4 mg/l	42,0 mg/l
Baden-Württemberg	39,4 mg/l	32,5 mg/l
Hessen	58,8 mg/l	48,0 mg/l
Rheinland-Pfalz	68,6 mg/l	57,0 mg/l
Schweizer Kantone	18,0 mg/l	12,3 mg/l

Le secteur le plus concerné par la problématique des chlorures est l'Alsace avec une moyenne de 216,4 mg/l et une médiane de 42,0 mg/l. Le Land de Rhénanie-Palatinat est, après l'Alsace, le secteur qui présente la moyenne et la médiane la plus élevée, respectivement de 68,6 mg/l et de 57 mg/l.

Les pollutions salines du sud du Fossé rhénan supérieur sont essentiellement dues, des deux côtés du Rhin, à l'exploitation minière de la potasse et aux terrils qu'elle a laissés. Elles font l'objet d'un suivi depuis des années (voir entre autres le rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol.2, pp. 73 à 76 ; Région Alsace, 2000).

Côté alsacien, les travaux de fixation de la pollution et de dissolution accélérée des terrils, en cours depuis 1975 et 1989 respectivement, ont permis d'améliorer de façon significative la situation pour les fortes teneurs au droit et à l'aval des terrils, particulièrement au niveau de la langue de pollution Est. Aucune évolution significative n'est constatée dans les autres tranches de teneurs.

Du côté badois, par rapport aux valeurs moyennes et médianes inchangées des inventaires des années 1991, 1994 et 1997, on constate une augmentation de la valeur médiane de 29,0 à 32,5 mg/l et un recul de la valeur médiane de 45 à 39,4 mg/l. Cette augmentation n'a pas pour origine une amélioration ou une dégradation de la

An stärksten von der Chloridproblematik betroffen ist das Elsass mit einem Mittelwert von 216,4 mg/l und einem Medianwert von 42,0 mg/l. Nach dem Elsass folgt Rheinland-Pfalz als dasjenige Untersuchungs-Teilgebiet mit einem Mittel- bzw. Medianwert von 68,6 mg/l bzw. 57 mg/l.

Im südlichen Teil des Oberrheingrabens sind die Chloridbelastungen beiderseits des Rheins im Wesentlichen auf den Kali-Bergbau und dessen Abraumhalden zurückzuführen. Sie werden seit Jahren eingehend beobachtet (vgl. u.a. Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd.2, Seite 73 bis 76, Région Alsace, 2000).

Auf elsässischer Seite hat sich aufgrund der Maßnahmen zur Eindämmung der Grundwasserverschmutzung und zum beschleunigten Abbau der Halden, die 1975 bzw. 1989 ergriffen wurden, die Lage im Hinblick auf die hohen Werte für den Chloridgehalt im Grundwasser im Bereich und unterhalb der Halden signifikant verbessert. In den anderen Segmenten ist keine signifikante Veränderungen zu verzeichnen.

Auf badischer Seite ist im Vergleich zu den unveränderten Mittel- und Medianwerten der Erhebungen aus den Jahren 1991, 1994 und 1997 ein Anstieg der Medianwerts von 29,0 auf 32,5 mg/l und ein Rückgang des Mittelwerts von 45 auf 39,4 mg/l zu verzeichnen. Dies liegt aber nicht an einer zunehmenden Verbesserung oder Verschlechterung

situation, mais l'élargissement du réseau de mesure au nord du Fossé rhénan, pour la première fois en 2003 ; cet élargissement a entraîné une modification de la base de calcul des données.

Dans les Länder au nord de Karlsruhe, la Rhénanie-Palatinat présente la plus grande proportion de points de mesures, soit 31,7 %, où les concentrations sont supérieures à 100 mg/l. C'est surtout la partie nord, à peu près à partir de la hauteur de Ludwigshafen, qui est la plus impactée, avec pour origine essentielle les infiltrations des eaux riches en chlorures du Rhin et les influences anthropiques importantes.

Les teneurs en chlorures localement élevées à très élevées dans les eaux souterraines et dans les eaux brutes de la Hesse résultent de l'apport des eaux minéralisées qui remontent sur les bordures ouest et est du Fossé rhénan supérieur central.

Il convient de rappeler que la carte des concentrations en chlorures présentée ci-après ne représente que les couches superficielles de la nappe (de la sub-surface à environ 50 m de profondeur). L'eau salée plus dense pénètre dans les couches profondes de l'aquifère et les concentrations en chlorures sont généralement plus élevées en profondeur. C'est particulièrement le cas dans le bassin potassique alsacien et entre Müllheim et le sud du Kaiserstuhl, où il subsiste des saumures denses en profondeur (Regierungspräsidium Freiburg, 2002).

Des informations complémentaires sont disponibles dans le rapport de l'Inventaire 1996/1997, dans la partie concernant les couches profondes (vol. 3, Région Alsace, 2000) ainsi que dans le présent rapport au chapitre 4.

Dans le sud de la Rhénanie-Palatinat, on peut compter jusqu'à cinq aquifères hydrauliquement distincts. Quelques points de mesures des couches profondes présentent ici des teneurs en chlorures élevées dues à la forte minéralisation des eaux profondes.

der Situation, sondern an der erstmaligen Ausweitung des Messnetzes in 2003 auf den nördlichen Oberrheingraben und damit an einer Änderung der Datengrundlage.

Im Vergleich der Bundesländer nördlich von Karlsruhe führt Rheinland-Pfalz mit 31,7 % der Messstellen mit Werten über 100 mg/l die Statistik an. Besonders betroffen ist hier vor allem der nördliche Teil ab etwa Höhe Ludwigshafen. Wesentliche Ursache ist die Infiltration von chloridreichem Rheinwasser sowie die allgemein hohe anthropogene Überprägung.

Die vereinzelt hohen bis sehr hohen Chloridgehalte in den hessischen Grund- und Rohwässern resultieren aus der Beimischung von Mineralwässern, die an den westlichen und östlichen Rändern des zentralen Oberrheingrabens aufsteigen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass in nachstehender Karte zum Chloridgehalt im Grundwasser nur die oberflächennahen Grundwasserschichten berücksichtigt sind (vom unmittelbar am Boden anstehenden oberen Grundwasserbereich bis in rund 50 m Tiefe). Das salzhaltige Wasser mit seinem höheren spezifischen Gewicht sinkt im Grundwasserleiter ab, in den tieferen Bereichen ist der Chloridgehalt der Regel höher. Dies ist insbesondere im elsässischen Kalibecken und im Bereich zwischen Müllheim und südlich des Kaiserstuhls der Fall, wo nach wie vor in den tiefen Schichten salzhaltiges Wasser mit höherem spezifischem Gewicht vorhanden ist (Regierungspräsidium Freiburg, 2002).

Weitere Informationen hierzu finden sich in dem Teil des Berichts zur Bestandsaufnahme 1996/1997 (Bd.3, Région Alsace, 2000), in dem die Ergebnisse aus den tiefen Grundwasserschichten ausgewertet werden, und im vorliegenden Bericht in Kapitel 4.

Im südlichen Rheinland-Pfalz lassen sich bis zu fünf hydraulische getrennte Aquifere unterscheiden. Dabei sind in einigen Tiefmessstellen erhöhte Chloridwerte in Folge höher mineralisierter Tiefenwässer nachzuweisen.

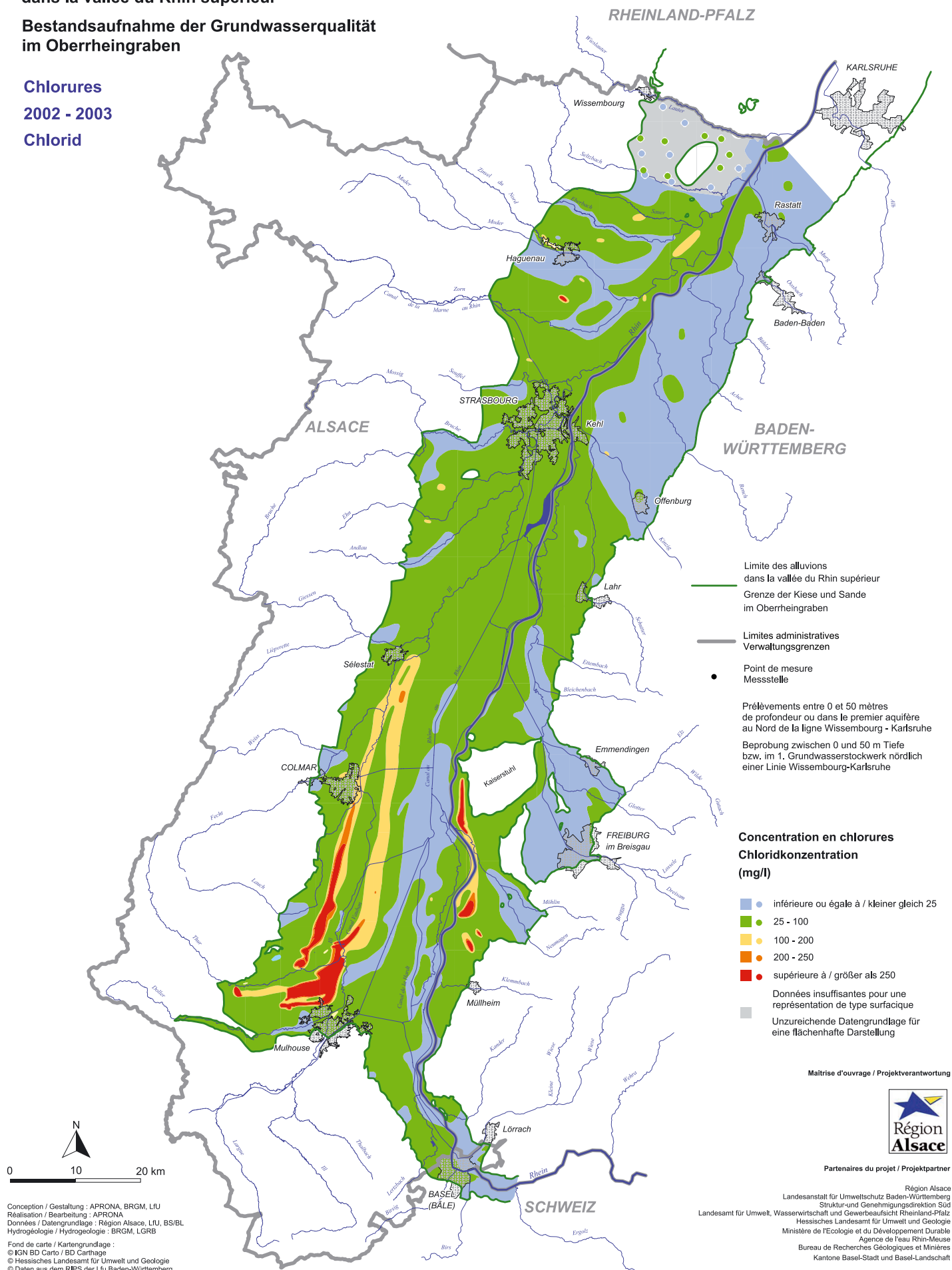
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Chlorures

2002 - 2003

Chlorid



3.2.16 Sulfates (SO_4^{2-})

Généralités

Les sulfates sont des composés naturels des eaux et sont liés aux cations majeurs comme le calcium, le magnésium et le sodium.

La concentration naturelle en sulfates dans les eaux souterraines est très influencée par la géologie locale. Les sulfates sont des composants du gypse ou de l'anhydrite dans les roches sédimentaires ou dans les gisements de potasse. La décomposition microbienne de matière organique peut aussi conduire à une augmentation de la concentration en sulfates. Dans le domaine des processus de dénitrification, la réduction chimiotrophe des nitrates peut transformer en sulfates les sulfures présents dans le sol et dans l'aquifère.

Les sulfates dans les eaux souterraines proviennent également du lessivage des engrais minéraux dans les sols, des rejets industriels (mines de potasse, industries chimiques, eaux usées) et d'infiltration d'eau au travers des décharges. Par ailleurs, l'assèchement des marais, avec la décomposition de substances organiques qui en résulte, peut provoquer un relargage de sulfates.

3.2.16 Sulfat (SO_4^{2-})

Allgemeines

Sulfate sind natürliche Bestandteile des Wassers und treten in Verbindung mit den Hauptkationen wie Calcium, Magnesium und Natrium auf.

Die Sulfatgehalte in natürlichen Grundwässern werden stark von der lokalen Geologie geprägt. Sulfate sind Bestandteil von Gips oder Anhydrit in Sedimentgesteinen oder von Kalisalzlagerstätten. Auch der mikrobielle Abbau organischer Substanz kann zu erhöhten Sulfatgehalten führen. Im Bereich denitrifizierender Prozesse kann über die chemotrophe Nitratreduktion Sulfat aus im Boden und im Aquifer vorhandenen Sulfiden aufoxidiert werden.

Sulfate gelangen aber auch durch die Auswaschung von Mineraldünger, durch die Industrie (Kaliindustrie, Chemieindustrie, industrielle Abwässer) oder durch Sickerwässer aus Mülldeponien ins Grundwasser. Außerdem kann durch die Trockenlegung von Mooren und die dadurch verursachte Zersetzung von organischer Substanz Sulfat freigesetzt werden.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

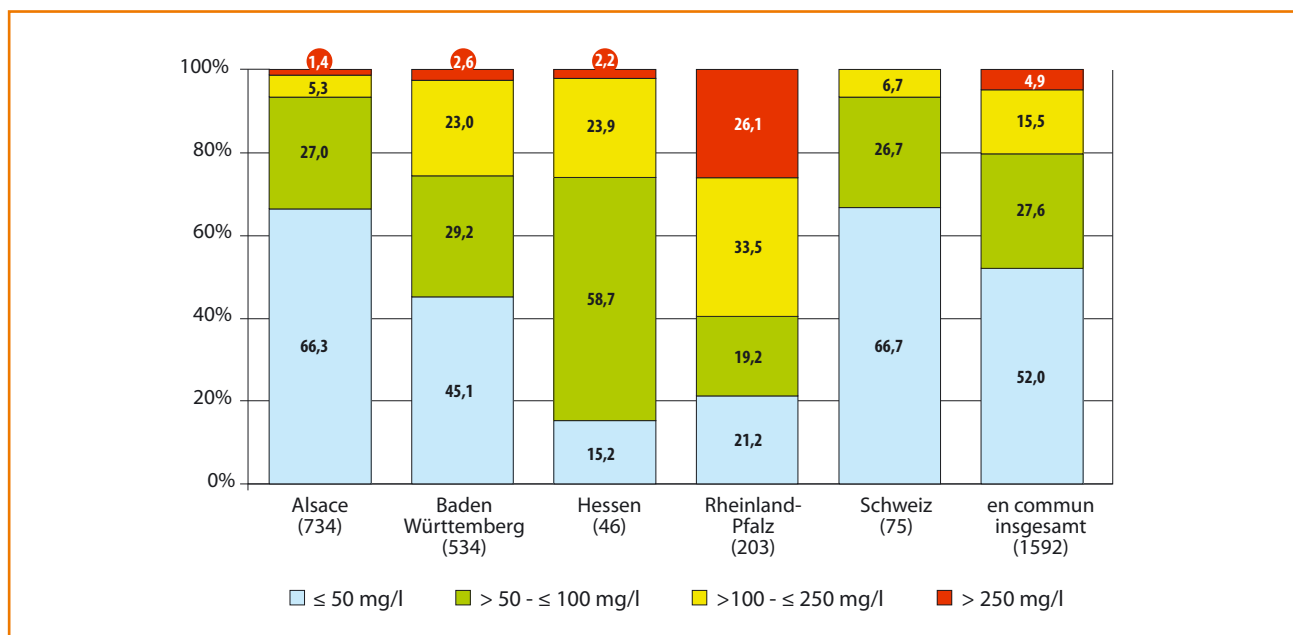


Fig. 3.2.15 : Répartition par classe de concentrations en sulfates (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.15: Verteilung der Sulfatkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Constat

• ALSACE

La médiane des concentrations en Alsace se situe à 39,3 mg/l. La moyenne, de 52,4 mg/l, est inférieure à celle de 1997 (53,3 mg/l) et demeure très inférieure à la limite européenne de qualité pour l'eau potable fixée à 250 mg/l.

En Allemagne, la limite de qualité pour l'eau potable est de 240 mg/l. Cette limite ne tient pas compte des dépassements dus au fond géochimiques pouvant atteindre 500 mg/l (texte du 21 mai 2001).

La limite de potabilité est dépassée pour 10 points de mesures, soit 1,4 % du réseau, rassemblés pour l'essentiel au nord et à l'ouest de Mulhouse. Au sud et à l'est d'Haguenau, les concentrations en sulfates sont également relativement élevées. Au nord de Strasbourg les teneurs comprises entre 50 et 250 mg/l sont dues à l'assèchement de zones tourbeuses.

La contamination par les sulfates est surtout visible à l'aval de Thann (langues de l'industrie chimique de Thann) et à l'aval des terrils du bassin potassique qui contiennent de l'anhydrite (sulfate de calcium). Deux autres points à l'est de Mulhouse et à l'est d'Haguenau sont probablement liés à des pollutions ponctuelles anthropiques. La teneur maximale a été enregistrée dans le bassin potassique et atteint 3 402 mg/l.

Le long du piémont des Vosges et dans les zones tourbeuses du Ried central, les concentrations en sulfates peuvent avoir plusieurs origines : une origine naturelle au niveau des affleurements de gypse du Keuper ou une origine anthropique par l'utilisation de produits sulfatés dans les vignes.

Les concentrations les plus faibles (inférieures à 50 mg/l) sont observées sur 66,3 % des points du réseau. Les secteurs les plus concernés sont situés au sud de Mulhouse, dans le centre de la plaine à l'est de l'Ill et au niveau de Strasbourg.

Par rapport aux mesures effectuées en 1991/1992 et en 1997, la comparaison des moyennes, des médianes et de la répartition des concentrations ne permet pas de dégager de tendance significative.

Befund

• ELSASS

Der elsässische Medianwert der Sulfatkonzentration liegt bei 39,3 mg/l. Der Mittelwert von 52,4 mg/l liegt hier unter dem Mittelwert von 1997 (53,3 mg/l) und damit nach wie vor weit unter dem EU-Grenzwert für Trinkwasser von 250 mg/l.

Der Grenzwert für Trinkwasser beträgt in Deutschland 240 mg/l wobei geogene Überschreitungen bis zu 500 mg/l außer Betracht bleiben (TrinkwV vom 21. Mai 2001).

An 10 Messstellen und damit an 1,4 % wird der Grenzwert für Trinkwasser überschritten, die betreffenden Messstellen sind in der Hauptsache nördlich und westlich von Mulhouse gelegen. Südlich und östlich von Haguenau liegen die Werte für die Sulfatkonzentration ebenfalls relativ hoch. Die nördlich von Strasbourg ermittelten Werte im Segment 50 bis 250 mg/l sind auf Mooregebietaustrocknungen zurückzuführen.

Eine Sulfatbelastung des Grundwassers ist vor allem unterhalb von Thann (Belastungsbereiche durch Einleitungen der chemischen Industrie in Thann) und unterhalb der Halden des Kalibeckens festzustellen, in deren Abraum Anhydrit (Calciumsulfat) enthalten ist. Bei zwei weiteren Messstellen östlich von Mulhouse und östlich von Haguenau handelt es sich wahrscheinlich um punktuelle anthropogene Ursachen. Der höchste Wert wurde mit 3.402 mg/l im Kalibecken gemessen.

Für den erhöhten Sulfatgehalt im Grundwasser entlang der Vogesenvorbergzone und in den moorigen Gebieten des mittleren Ried kommen unterschiedliche Ursachen in Frage. Eine natürliche Ursache liegt im Bereich von an die Oberfläche tretendem Gipskeuper vor, anthropogene Einwirkung im Falle der Verwendung von sulfathaltigen Düngemitteln im Weinanbau.

Werte im unteren Segment (unter 50 mg/l) sind an 66,3 % der Messstellen zu verzeichnen. Sie treten südlich von Mulhouse in der Mitte des elsässischen Teils der Rheinebene östlich der Ill und in der Höhe von Strasbourg auf.

Im Vergleich zu den Messkampagnen 1991/1992 und 1997 ergibt sich kein signifikanter Trend in Bezug auf die Mittelwerte, die Medianwerte und die Verteilung.

La médiane est passée de 43 en 1991/1992 à 40,0 en 1996/1997 pour s'établir en 2003 à 39,3 mg/l. Pour la moyenne, depuis 1996/1997, la valeur a diminué de moins de 1 mg/l, ce qui n'indique pas une évolution significative.

• BADE-WURTEMBERG

La répartition des teneurs en sulfates dans le Bade-Wurtemberg est pour l'essentiel la même que celle de la conductibilité, des teneurs en calcium, de la dureté totale et des hydrogénocarbonates, car les origines géogènes et les voies d'entrée anthropiques sont la plupart du temps identiques, comme décrit aux paragraphes correspondants.

Les concentrations en sulfates sont comprises dans une fourchette allant de 2 mg/l à 525 mg/l. La valeur limite de 250 mg/l est dépassée sur 14 points de mesures – ce qui représente 2,6 % de tous les points de mesures. Il n'y a pas de concentrations supérieures à 600 mg/l, même dans la zone des gisements et des terrils de potasse du Markgräfler Land près de Buggingen/Heitersheim. Même dans ces zones, les concentrations ne sont pas aussi élevées qu'en aval des terrils de potasse en Alsace.

L'ensemble du secteur au nord de Karlsruhe pose problème. Contrairement aux autres zones du Fossé rhénan côté badois, on trouve ici presque exclusivement des concentrations supérieures à 100 mg/l ; celles-ci sont signalées en jaune sur la carte. C'est également ici que se trouvent les points de mesures figurant en rouge sur la carte avec des concentrations supérieures à 250 mg/l. Des dépassements de limites ne sont signalés nulle part ailleurs.

Sur la partie du Fossé située dans le Bade-Wurtemberg, la limite entre les paysages naturels du Kraichgau et la Forêt Noire du Nord se situe près de Karlsruhe. Au nord de Karlsruhe, dans le Kraichgau, les couches du Jurassique, du Muschelkalk, du Keuper, partiellement couvertes de loess et très riches en calcaire, en chlorures et en sulfates approchent de la bordure orientale. Elles succèdent en bordure est du Fossé rhénan supérieur aux roches dures pauvres en calcaire en sulfates et chlorures de la Forêt Noire (grès du Buntsandstein, roches cristallines) qui accompagnaient jusqu'ici le Fossé depuis le sud. En outre, le Neckar coule ici sur son cône d'alluvions en direction de son point de confluence avec le Rhin et s'infiltre dans la nappe phréatique. Dans certaines parties du Kraichgau et du bassin versant du Neckar, on trouve même des gypses du

Der Medianwert, der 1991/1992 bei 43 mg/l und 1997 bei 40,0 mg/l lag, hat sich 2003 auf 39,3 mg/l eingespielt. Der Mittelwert ist seit 1996/1997 um knapp 1 mg/l gefallen, was kein Hinweis auf eine signifikante Veränderung ist.

• BADEN-WÜRTTEMBERG

Die Verteilung der Sulfatgehalte auf der baden-württembergischen Rheinseite gleicht im wesentlichen der der Leitfähigkeit, des Calciums, der Gesamthärte und des Hydrogencarbonats, da die geogenen Ursachen und die anthropogenen Eintragspfade meist dieselben sind, wie es auch in den entsprechenden anderen Kapiteln dargelegt ist.

Die Sulfatkonzentrationen umfassen eine Wertespanne von Werten von 2 mg/l bis zu 525 mg/l. An 14 Messstellen - das sind 2,6 % aller Messstellen - wird der Grenzwert von 250 mg/l überschritten. Werte größer 600 mg/l gibt es nicht, auch nicht im Bereich der Kalilagerstätten und Abraumhalden im Markgräflerland bei Buggingen/Heitersheim. Dort werden keine so hohen Werte erreicht wie im Elsass unterhalb der dortigen Kaliabraumhalden.

Auffällig ist das gesamte Gebiet nördlich von Karlsruhe. Hier finden sich im Gegensatz zu den anderen Teilen des badischen Oberrheingrabens nahezu ausschließlich Konzentrationen von größer 100 mg/l, welche in der Karte gelb gekennzeichnet sind. Hier liegen auch die auf der Karte rot gekennzeichneten Messstellen mit grenzwertüberschreitenden Konzentrationen von über 250 mg/l. Nur hier gibt es Grenzwertüberschreitungen.

Auf der baden-württembergischen Grabenseite ist bei Karlsruhe die Grenze zwischen den Naturlandschaften Kraichgau und Nordschwarzwald. Nördlich von Karlsruhe treten die z.T. lößbedeckten und sehr kalkreichen und auch chlorid- und sulfathaltigeren Muschelkalk-, Jura- und Keupergesteine des Kraichgaus an den östlichen Rand heran. Sie lösen am östlichen Oberrheingrabenrand die bisher von Süden her den Graben begleitenden kalk-, sulfat- und chloridarmen Festgesteine des Schwarzwaldes (Buntsandstein, Kristallin) ab. Weiterhin fließt hier der Neckar auf seinem Schwemmfächer zu seiner Mündung in den Rhein hin und infiltriert hier das Grundwasser. Z.T. liegen im Kraichgau und im Neckareinzugsgebiet sogar stark calciumsulfathaltige Gipskeupergesteine und schwefelhaltiger Posidonienschiefer mit Schwefelquellen. Über die aus dem Kraichgau und aus dem

Keuper très riches en sulfate de calcium et des schistes à posidonies sulfureux. Les concentrations en sulfates notablement supérieures dans le Fossé rhénan au nord de Karlsruhe s'expliquent par les eaux du Kraichgau et du grand bassin versant du Neckar naturellement plus riches en calcaire et en sulfates provenant des affluents en bordure de la nappe et des infiltrations des eaux des rivières et des ruisseaux (Saalbach, Kraichbach, Neckar). Les eaux d'infiltration du Neckar en particulier, se propagent loin dans le Fossé rhénan supérieur, depuis le cône d'alluvions de Heidelberg jusqu'à bien loin à l'ouest, à Mannheim. De par le passé ici aussi, les eaux usées rejetées dans les ruisseaux et les rivières ont augmenté la concentration de sulfates de la nappe phréatique via les eaux d'infiltration. On sait qu'en 1987 encore, un ruisseau recevait les rejets d'eaux usées très concentrées en sulfates de l'industrie du ciment. Les eaux du Neckar en particulier avaient autrefois des teneurs très fortes en sulfates et en chlorures, en raison des rejets des mines de sel près de Heilbronn. Les teneurs en sulfates mesurées à la station de mesure du Neckar de Mannheim en 1990 se situaient entre 60 et 160 mg/l. Ce n'est que depuis 1993, lorsqu'une mine de sel arrêta son exploitation près de Heilbronn, que la concentration en chlorures a considérablement baissé dans l'eau du Neckar, la teneur en sulfates diminuant quant à elle légèrement.

Dans le nord de la plaine du Rhin supérieur, les eaux remontant des profondeurs et des sources sulfureuses (champs de pétrole, schistes à posidonies) en particulier dans le Kraichgau et sur le bord du Kraichgau, ainsi que les anciennes contaminations et les canalisations non étanches, sont responsables des concentrations localement élevées de sulfates, au même titre que les pollutions anthropiques supplémentaires provenant des apports de fertilisants minéraux par l'agriculture et la viticulture, des épandages d'eaux usées pratiqués autrefois et de l'irrigation des prairies avec les eaux des ruisseaux naturellement riches en sulfates. Les dépassements de limites marqués par des points rouges le long du Saalbach ou sur le secteur urbain de Mannheim sont imputés aux anciennes contaminations industrielles ou à des canalisations non étanches.

Les zones dont les valeurs mesurées sont de l'ordre de 50 – 100 mg/l avec des pointes à 250 mg/l sont situées au sud du Kaiserstuhl dans le Markgräfler Land et dans la bordure nord du Kaiserstuhl jusqu'à Lahr.

großen Neckareinzugsgebiet natürlicherweise kalk- und sulfatreicheren Wässer aus Grundwasserrandzuflüssen und aus versickernden Flüssen und Bächen (Saalbach, Kraichbach, Neckar) erklärt sich der hier flächenhaft nördlich von Karlsruhe auffällig höhere Sulfatgehalt im Oberrheingraben. Insbesondere die Infiltrationen des Neckars reichen weit in den Oberrheingraben hinein, vom Schwemmfächer bei Heidelberg bis weit westlich davon bis nach Mannheim. In der Vergangenheit haben hier auch in den Bächen und Flüssen eingeleitete Abwässer den Sulfatgehalt des Grundwassers über die Uferfiltration erhöht. So sind von einem Bach noch bis 1987 stark sulfathaltige Abwassereinleitungen aus der Zementindustrie bekannt. Insbesondere das Neckarwasser war früher sehr stark sulfat- und chloridhaltig wg. Einleitungen der Salzwwerke bei Heilbronn. So betrugen die Konzentrationen an der Flusswassermessstation am Neckar in Mannheim in 1990 60 bis 160 mg/l Sulfat. Erst seitdem in 1993 ein Salzwwerksbetrieb bei Heilbronn stillgelegt ist, ist im Flusswasser des Neckars der Chloridgehalt erheblich und der Sulfatgehalt ein wenig gesunken.

In der nördlichen Oberrheinebene sind auch aufsteigende schweflige Tiefen- und Quellwässer (Erdölfelder, Posidonien-schiefer) insbesondere im Kraichgau und am Kraichgaurand wie auch Altlasten und undichte Abwasserkanäle für die lokal höheren Sulfatwerte mitverantwortlich, wie auch anthropogene Auflastungen aus der Mineraldüngung im Acker- und Weinbau, aus der hier früher praktizierten Abwasserverrieselung und aus der Wiesenbewässerung mit den hier natürlicherweise sulfathaltigen Bachwässern. So sind die als rote Punkte gekennzeichneten Grenzwertüberschreitungen am Saalbach bzw. im Stadtgebiet von Mannheim auf industrielle Altlasten bzw. undichte Abwasserkanäle zurückzuführen.

Bereiche mit 50 - 100 mg/l und vereinzelt bis 250 mg/l sind südlich des Kaiserstuhls im Markgräfler Land und im Gebiet vom nördlichen Kaiserstuhlrund bis Lahr zu finden.

Au sud du Kaiserstuhl, le taux de calcaire des pierres alpines est supérieur à celui des pierres de la Forêt Noire. Nous devons donc nous attendre ici à trouver des concentrations de sulfates naturellement supérieures dans l'eau de la nappe, ce que confirment les résultats de mesures. Les apports de sulfates des affluents en bordure de la nappe, des rivières et des ruisseaux, ici riches en sulfates, provenant de terrains mésozoïques voire en partie gypseux, recouverts d'une couche de loess très épaisse, contribuent en outre à augmenter les concentrations dans le Markgräflerland en bordure du Fossé Rhénan. Cette influence est également avérée dans la zone de bordure septentrionale du Kaiserstuhl jusqu'à Lahr. Ici ce sont les roches mésozoïques du nord du Kaiserstuhl et du piémont de Lahr qui accroissent les concentrations en sulfates détectées dans la plaine.

L'accumulation à petite échelle de teneurs supérieures à 50 mg/l rencontrées dans la plaine au nord-ouest de Lahr est probablement due au lessivage d'engrais riches en sulfate de calcium. Cette zone a déjà posé problème pour le calcium. Les cultures spéciales nécessitant une fertilisation intensive sont relativement nombreuses dans cette zone de faible étendue proche de la localité d'Ichenheim. Ce n'est bien sûr pas le seul endroit où l'on constate l'effet des fertilisants sur les teneurs en sulfates, on en trouve sous tous les sols de la plaine du Rhin supérieur subissant des apports de fertilisants minéraux, mais à cet endroit cette relation de cause à effet est évidente et facilement imputable.

Environ la moitié des points de mesures enregistrent des concentrations inférieures à 50 mg/l, il s'agit ici – comme en Alsace – essentiellement de zones de graviers pauvres en calcaire et en soufre, dans lesquelles s'infiltrent en outre les eaux pauvres en calcaire et en sulfates des rivières de la Forêt Noire : Freiburger Bucht, le long de la Neumagen près de la Stauffer Bucht, le long de l'Elz, de la Kinzig ou de la Murg près de Rastatt et le long de la dépression de la Kinzig-Murg, pauvre en calcaire, mais riche en humus, en particulier dans la zone située entre Offenbourg et Karlsruhe. On remarquera que la dépression de la Kinzig-Murg ne présente pratiquement aucune teneur en sulfates supérieure à 50 mg/l.

Südlich des Kaiserstuhls ist der Kalkgehalt in den alpinen Schottern höher als in den kalkärmeren Schwarzwaldschottern. Somit sind hier auch etwas natürlich höhere Sulfatgehalte im Grundwasser zu erwarten, wie es die Messergebnisse auch bestätigen. Zusätzlich erhöhen die hier im Markgräflerland am Grabenrand anstehenden sulfathaltigen mesozoischen z.T. sogar gipshaltigen Schollen mit sehr großer Lößbedeckung über die Sulfatfrachten des Grundwasserrandzustroms und der Flüsse und Bäche die Sulfatgehalte im Grundwasser in der Ebene. Dieser Einfluss ist auch im Gebiet vom nördlichen Kaiserstuhlrand bis hinauf nach Lahr gegeben. Hier erhöhen die mesozoischen Gesteine des nördlichen Kaiserstuhls und der Lahrer Vorbergzone die Sulfatgehalte in der Ebene.

Die nordwestlich von Lahr in der Ebene erkennbare kleinräumige Akkumulation von Gehalten größer 50 mg/l ist wahrscheinlich auf die Auswaschung calcium-sulfathaltiger Dünger zurückzuführen. Dieser Bereich war auch schon beim Calcium auffällig. In diesem kleinräumigen Bereich bei der Ortschaft Ichenheim werden relativ viele düngereintensive Sonderkulturen angebaut. Selbstverständlich ist der Düngeeffekt auf den Sulfatgehalt nicht nur hier vorhanden, sondern wird unter allen mit Mineräldüngern gedüngten Böden in der Oberrheinebene anzutreffen sein, jedoch ist er hier an dieser Stelle auffällig und interpretierbar.

An etwa jeder zweiten Messstelle liegt die Konzentration unter 50 mg/l, hierbei handelt es sich – wie im Elsass – überwiegend um Bereiche mit kalk- und schwefelarmen Schottern, in die zusätzlich die kalk- und sulfatarms Wasser führenden Schwarzwaldflüsse infiltrieren: Freiburger Bucht, entlang des Neumagens bei der Stauffer Bucht, entlang der Elz, der Kinzig oder auch der Murg bei Rastatt und entlang der kalkarmen aber humusreichen Kinzig-Murg-Rinne insbesondere im Bereich zwischen Offenbourg und Karlsruhe. Auffällig ist, dass die Kinzig-Murg-Niederung in ihrer gesamten Fläche nahezu keine Sulfatwerte größer 50 mg/l aufweist.

• RHÉNANIE-PALATINAT

La répartition spatiale des concentrations en sulfates dans les couches superficielles de la nappe phréatique en Rhénanie-Palatinat est en étroite corrélation avec la répartition des bases alcalinoterreuses et d'autres composants de l'eau.

Les concentrations en sulfates inférieures à 50 mg/l se trouvent exclusivement dans le sud du Palatinat antérieur, dans la zone des cônes d'alluvion du Speyerbach et de la Queich ainsi que dans la Bienwald.

Les eaux souterraines plus profondes sont ici souvent totalement exemptes de sulfates, mais présentent des taux de sulfure d'hydrogène élevés. La quasi totalité des points de mesures de la dépression du Rhin et dans la zone des basses terrasses présentent du sulfure d'hydrogène organoleptique.

Des concentrations en sulfates élevées, jusqu'à 250 mg/l, se trouvent dans la zone des surfaces agricoles des hautes terrasses (Riedelflächen) et dans les sols agricoles déshydratés de la dépression du Rhin dans le sud du Palatinat antérieur.

Des concentrations en sulfates particulièrement élevées, parfois nettement supérieures à 250 mg/l, se trouvent dans le nord-ouest du Fossé rhénan supérieur, en amont de Speyer. Des concentrations de 300 à 400 mg/l ont été mesurées en surface, les valeurs maximales dépassant 500 mg/l. Les couches superficielles de la nappe phréatique ne sont pas potables dans cette zone.

Dans la région de Worms, mais aussi autour de Landau, des eaux fossiles sulfureuses remontent de façon importante (« sources sulfureuses »). Les eaux souterraines dans la zone de la bordure nord-ouest du Fossé (roches calcaires tertiaires de la Hesse rhénane), présentent en partie des concentrations en sulfates très élevées.

L'origine des concentrations en sulfates élevées est multiple. Le sulfure d'hydrogène issu des remontées des sources fossiles peut être transformé en sulfates par oxydation dans les couches superficielles riches en oxygène de la nappe. Dans les zones de dénitrification, la réduction chimiotrophe des nitrates peut transformer les sulfures en sulfates. Une autre charge anthropique résulte de l'utilisation d'engrais sulfureux, des retombées de soufre contenu dans l'atmosphère et de nombreuses sources de contamination dans les espaces urbains.

• RHEINLAND-PFALZ

Die räumliche Verteilung der Sulfatwerte im oberflächennahen Grundwasser des rheinland-pfälzischen Teilgebietes korreliert eng mit der Verteilung der Erdalkalien sowie weiterer Wasserinhaltsstoffe.

Niedrige Sulfatwerte der Klasse kleiner 50 mg/l finden sich ausschließlich in der südlichen Vorderpfalz, im Bereich der Schwemmfächer von Speyerbach und Queich sowie im Bienwald.

Tiefere Grundwasservorkommen sind dabei häufig gänzlich frei von Sulfaten aber stark schwefelwasserstoffhaltig. Überhaupt zeigen fast sämtliche Grundwassermessstellen in der Rheinniederung und im Bereich der Niederterrasse organoleptisch deutlich Schwefelwasserstoff an.

Höhere Sulfatwerte bis zu 250 mg/l finden sich im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Riedelflächen und der entwässerten, landwirtschaftlich genutzten Böden der Rheinniederung in der südlichen Vorderpfalz.

Auffallend hohe Sulfatwerte, zum Teil auch deutlich über 250 mg/l, finden sich im nordwestlichen Oberrheingraben, oberhalb Speyer. In der Fläche können dabei Werte von 300 - 400 mg/l gemessen werden, Spitzenwerte überschreiten leicht 500mg/l. Im diesem Gebiet besitzt das oberflächennahe Grundwasser flächig keine Trinkwasserqualität.

Im Raum Worms, aber auch um Landau, steigen stark schwefelhaltige, fossile Tiefenwässer auf („Schwefelquellen“). Auch die Grundwässer im Bereich des nordwestlichen Grabenrandes (Tertiäre Kalksteine Rheinhessens) zeigen zum Teil sehr hohe Sulfatwerte.

Der Ursprung hoher Sulfatwerte im Grundwasser ist vielfältig. Aufsteigender Schwefelwasserstoff aus fossilen Quellen kann im sauerstoffreicheren, oberflächennahen Grundwasser zu Sulfat oxidiert werden. Im Bereich denitrifizierender Prozesse kann über die chemotrophe Nitratreduktion Sulfat aus Sulfiden aufoxidiert werden. Eine weitere anthropogene Auflastung ergibt sich aus dem Einsatz schwefelhaltiger Düngemittel, der atmosphärischen Schwefeldeposition und vielfältigen Belastungsquellen im urbanen Raum.

- **HESSE**

En Hesse, 15 % des eaux souterraines présentent des teneurs en sulfates inférieures à 50 mg/l. La partie principale des eaux souterraines et des eaux brutes de la Hesse présente cependant des concentrations en sulfates relativement élevées (59 % entre 50 et 100 mg/l et 24 % > 100 mg/l). Une bonne partie de ces teneurs en sulfates élevées serait liée aux engrais (éventuellement aux dégagements de sulfates par les sols). Il n'est pas exclu que les teneurs en sulfates élevées soient également liées en partie aux processus de dénitrification.

- **SUISSE**

En Suisse, les deux tiers des points de mesures présentent des concentrations en sulfates inférieures à 50 mg/l. Des concentrations comprises entre 100 et 250 mg/l sont observées sur environ 7 % des points de mesures seulement. La répartition des concentrations dépend des conditions naturelles. L'impact de l'augmentation des décharges ou des engrais contenant des sulfates n'est pas perceptible.

- **HESSEN**

Bei 15 % der hessischen Grundwässern werden Sulfatgehalte < 50 mg/l. Der überwiegende Teil der hessischen Grund- und Rohwässer weist jedoch relativ hohe Sulfatkonzentrationen auf (59 % zwischen 50 und 100 mg/l sowie 24 % > 100 mg/l Sulfat). Ein guter Teil dieser höheren Sulfatgehalte dürfte auf den Einfluss der Düngung (eventuell auch auf die höhere Sulfatfreisetzung der Böden) zurückzuführen sein. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die höheren Sulfatgehalte z.T. auch auf Denitrifikationsprozesse zurückgehen.

- **SCHWEIZ**

Zwei Drittel der Messstellen in der Schweiz zeigen Sulfatkonzentrationen unter 50 mg/l. Lediglich bei rund 7 % der Messstellen liegen die Werte zwischen 100 und 250 mg/l. Die Konzentrationsverteilung ist geogen bedingt. Eine anthropogene Erhöhung von Deponien oder sulfathaltigen Düngern kann nicht erkannt werden.

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en sulfates pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

La Rhénanie-Palatinat est la région la plus touchée, avec les valeurs de moyenne et de médiane les plus élevées : 178,6 mg/l pour la moyenne et 131 mg/l pour la médiane. L'ensemble de la Hesse et du Bade-Wurtemberg sont elles aussi marquées par de fortes concentrations en sulfates. C'est en Alsace que la pollution par les sulfates est la plus faible. Il est difficile de se prononcer pour la Hesse en raison de la faible densité du réseau de mesure dans ce land.

Dans le secteur de la plaine du Rhin supérieur situé dans la partie septentrionale du Land de Bade-Wurtemberg, les concentrations en sulfates sont presque partout supérieures à celles des secteurs du sud et du centre de ce Land, atteignant dans la plupart des cas des valeurs supérieures à 100 mg/l. Au nord d'une très nette ligne de partage au niveau de Karlsruhe, il n'existe pratiquement plus aucun point faisant état de concentrations inférieures à 50 mg/l. Cette répartition des concentrations élevées est essentiellement d'origine naturelle. C'est également ici que l'on trouve tous les dépassements de limites de Bade. Dans d'autres secteurs du Bade-Wurtemberg situés en dehors du Fossé rhénan – en particulier les zones de gypses du Keuper – il existe des régions de même étendue dont les concentrations en sulfates sont encore un peu plus élevées.

Au sud de la zone, en Alsace comme en Bade-Wurtemberg, la majorité des points des deux réseaux de mesures, est concernée par des concentrations inférieures à 50 mg/l, valeur de concentration considérée comme « naturelle ». Les concentrations plus élevées, de 50 à 100 mg/l, sont situées dans les zones de piémont Vosgien ou de Forêt Noire, là où le lessivage d'affleurement de gypse et de sédiments de piémont contribue à une augmentation des teneurs en sulfates. Il peut également y avoir des remontées d'eaux salées profondes qui créent des augmentations locales des concentrations en sulfates (cas au sud de Lahr).

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

In Rheinland-Pfalz ist die Sulfatbelastung am stärksten ausgeprägt, hier liegen der Mittelwert mit 178,6 mg/l und der Medianwert mit 131 mg/l am höchsten. Auch in Hessen und Baden-Württemberg sind flächenhaft höhere Sulfatwerte vorhanden. Im Elsass ist die Sulfatbelastung am geringsten. Für Hessen ist aufgrund der geringen Dichte des hessischen Messnetzes eine Aussage jedoch schwierig.

Im baden-württembergischen Nordteil der Oberrheinebene sind im Vergleich mit dem südlichen und mittleren Teil die Sulfatkonzentrationen nahezu flächendeckend höher und erreichen Werte von meist über 100 mg/l. Nördlich einer deutlichen Trennungslinie in Höhe von Karlsruhe ist praktisch an keiner einzigen Messstelle mehr ein Wert unter 50 mg/l anzutreffen. Diese flächenhafte Verbreitung höherer Werte ist in der Hauptsache natürlichen Ursprungs. Hier sind auch alle badischen Grenzwertüberschreitungen zu finden. In anderen Teilen Baden-Württembergs außerhalb des Oberrheingrabens gibt es ähnlich große Regionen mit noch etwas höheren natürlichen Sulfatgehalten, insbesondere in den Gipskeupergebieten.

Im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets liegen im Elsass ebenso wie in Baden-Württemberg an den meisten Messstellen die Werte für den Sulfatgehalt unter 50 mg/l und damit unter der Konzentration, die als „natürlich“ gilt. Höhere Werte im Segment von 50 bis 100 mg/l finden sich in den Vorgebietszonen der Vogesen und des Schwarzwalds dort, wo Auswaschungen aus anstehendem Gips und Sedimenten der Vorbergzone einen erhöhten Sulfatgehalt nach sich ziehen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass durch aufsteigendes Tiefensalzwasser örtlich die Sulfatkonzentration höher zu liegen kommt (so der Fall südlich von Lahr).

Côté badois comme alsacien, il est probable que le lessivage d'engrais minéraux utilisés notamment en viticulture ou l'utilisation de produits sulfatés dans les zones de viticulture peuvent également engendrer des concentrations élevées en sulfates.

Les plus fortes teneurs enregistrées en Alsace et supérieures à la limite de potabilité de 250 mg/l, sont principalement localisées à l'aval des terrils du bassin potassique qui contiennent de l'anhydrite (sulfate de calcium). C'est également dans le bassin potassique que les teneurs maximales ont été enregistrées (plus de 3 g/l).

Par contre, en Rhénanie-Palatinat les 26,1 % de points du réseau concernés ne sont pas strictement localisés dans une seule zone. Ce fait concerne également le secteur septentrional du Bade-Wurtemberg où, au nord de Karlsruhe, la quasi totalité des points de mesures présentent des valeurs supérieures à 100 mg/l et où se situent l'ensemble des 14 points de mesures (2,6 %) pour lesquels les valeurs limites sont dépassées.

Auf badischer ebenso wie auf elsässischer Seite ist es wahrscheinlich, dass insbesondere in Weinbaugebieten Auswaschungen von sulfathaltigen Düngemitteln den Sulfatgehalt im Grundwasser erhöhen.

Die im Elsass im obersten Segment oberhalb des Grenzwerts für Trinkwasser von 250 mg/l gemessenen Werte sind vor allem unterhalb der Halden im Kalibecken anzutreffen, in deren Abraum Anhydrit (Calciumsulfat) enthalten ist. Im elsässischen Kalibecken finden sich auch die höchsten Einzelwerte (über 3 g/l).

In Rheinland-Pfalz hingegen lässt sich die Verteilung der 26,1 % Messstellen in diesem Segment eindeutig einem räumlich ausgedehnten Bereich zuordnen. Dies gilt auch für den nördlichen Teil von Baden-Württemberg, wo nördlich von Karlsruhe nahezu sämtliche Messstellen Werte von über 100 mg/l zeigen und wo alle 14 Messstellen (2,6 %) mit Grenzwertüberschreitungen liegen.

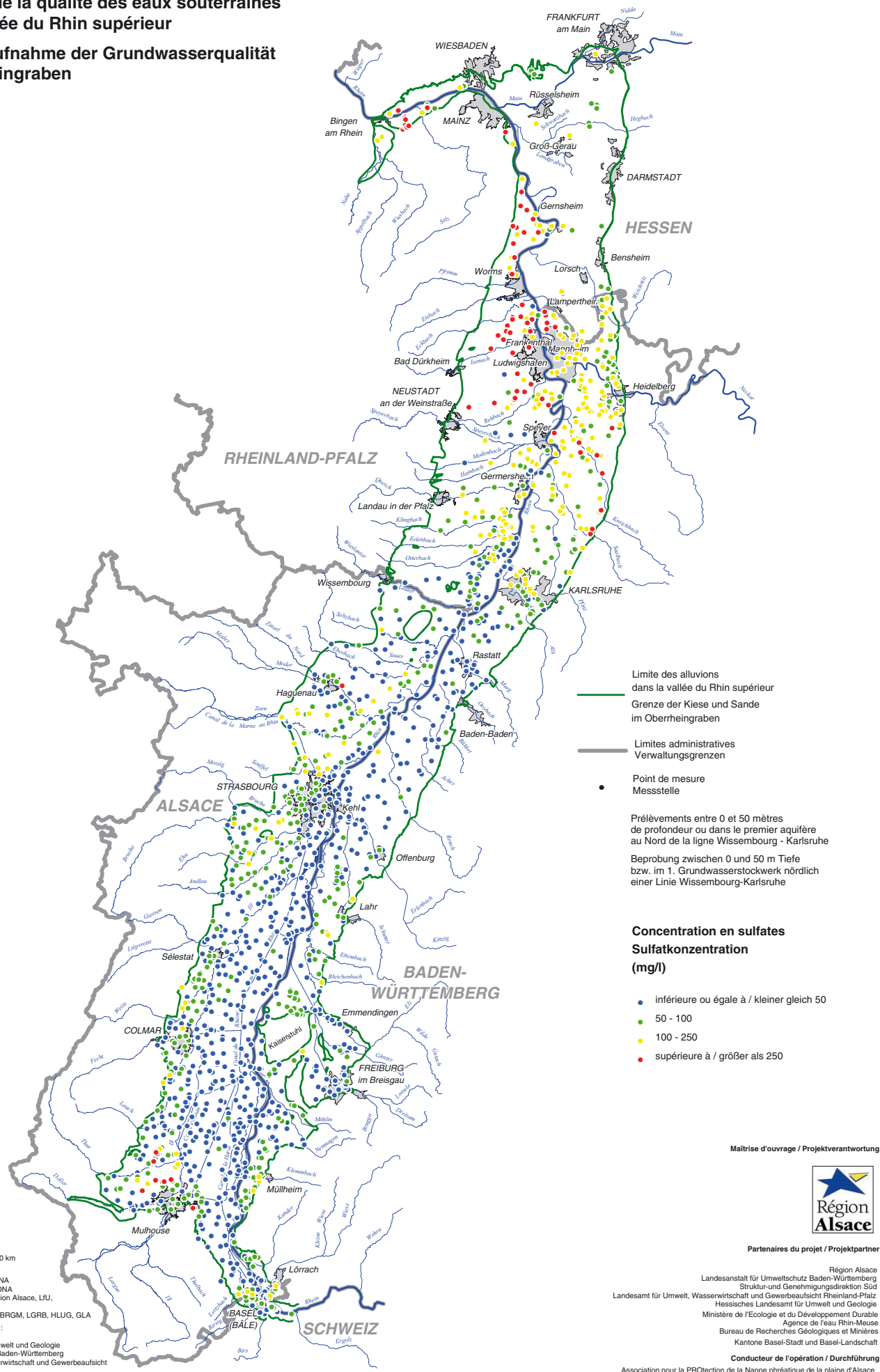
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Sulfates

2002 - 2003

Sulfat



3.2.17 Orthophosphates (PO_4^{3-})

Généralités

Les orthophosphates font partie du groupe des phosphates qui rassemble plusieurs types de produits du phosphore d'origines diverses (cf. paragraphe 3.2.22).

Plus les eaux sont pauvres en oxygène, plus le phosphate y est soluble, et inversement.

D'origine urbaine en tant que composant des détergents, ou agricole par le lessivage d'engrais, les orthophosphates constituent comme les nitrates un nutriment majeur des végétaux.

3.2.17 Orthophosphat (PO_4^{3-})

Allgemeines

Orthophosphate sind Teil der Phosphat-Gruppe, in der verschiedene Arten von Phosphorverbindungen unterschiedlicher Provenienz zusammengefasst sind (vgl. Abschnitt 3.2.22).

Im sauerstofffreiem Wasser ist die Phosphatlöslichkeit größer als in sauerstoffreichem Wasser.

Orthophosphate im Grundwasser stammen als Waschmittelbestandteil aus Haushalten oder durch Düngerauswaschung aus der Landwirtschaft, sie stellen wie die Nitrate einen der Hauptnährstoffe von Pflanzen.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

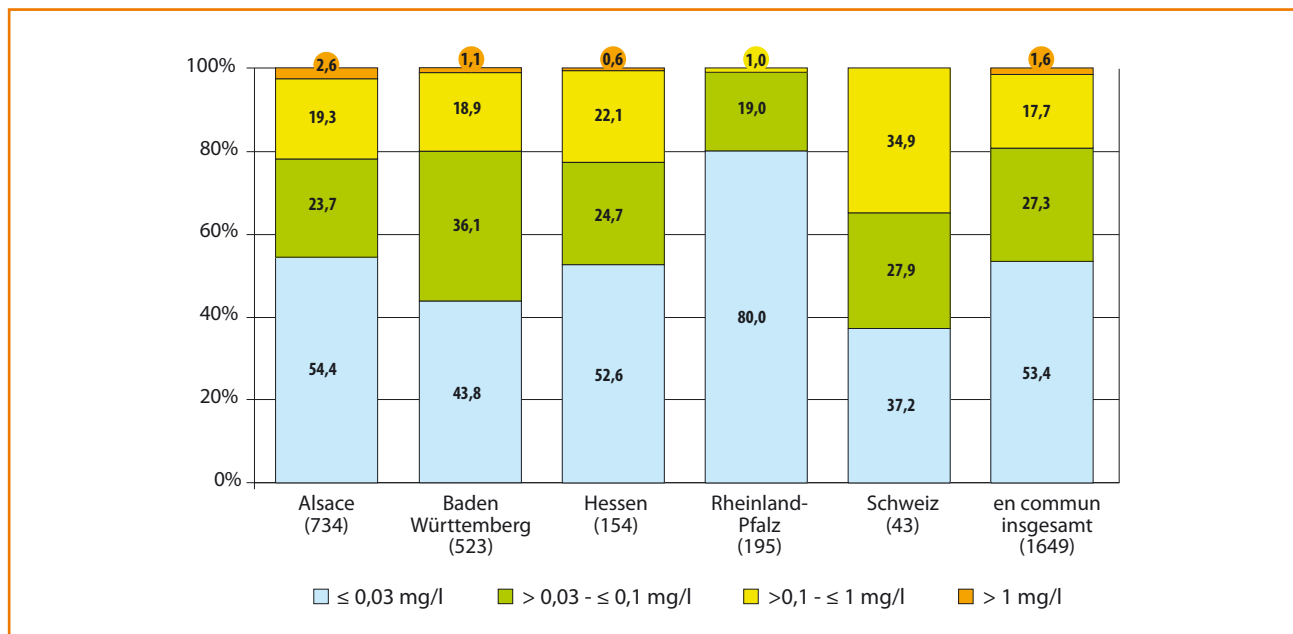


Fig. 3.2.16 : Répartition par classe de concentrations en orthophosphates (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.16: Verteilung der Orthophosphatkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les valeurs médiane et moyenne de la concentration en orthophosphates pour l'ensemble de la zone d'étude ne sont pas présentées en raison d'une répartition géographique des teneurs trop différenciée du sud au nord de la vallée du Rhin supérieur.

Les médianes varient de 0,01 mg/l, pour la valeur la plus faible en Rhénanie-Palatinat, à 0,1 mg/l pour la valeur la plus élevée enregistrée en Alsace.

Les valeurs maximales ont été enregistrées en Alsace avec 11,5 mg/l, et en Bade-Wurtemberg avec 8,92 mg/l. Dans les autres Länder, les valeurs maximales ne dépassent pas 2 mg/l.

Le sous-secteur le moins impacté par la problématique des orthophosphates est la Rhénanie-Palatinat, avec 80 % des points de mesures présentant des concentrations inférieures à 0,03 mg/l, et aucun point où les concentrations sont supérieures à 1 mg/l. Dans ce secteur, la capacité d'adsorption élevée des sols (sables fins et loess) empêche le transfert de phosphates vers les eaux souterraines.

En Hesse, un peu plus de la moitié des points de mesures (52,6 %) présente des concentrations inférieures à 0,03 mg/l. Seul 1 point de mesures présente une concentration supérieure à 1 mg/l. Dans les tranches intermédiaires (0,03 – 0,1 et 0,1 – 1 mg/l), on dénombre respectivement 24,7 et 22,1 % des points de mesures. Ces points sont surtout répartis en bordure de nappe, en aval de Rüsselsheim et le long de la rivière Hegbach. Les concentrations en orthophosphates élevées sont ici liées à l'interaction entre les eaux souterraines et la rivière.

En Alsace, 54,4 % des points du réseau de mesures présentent des concentrations inférieures à 0,03 mg/l. Ces points sont essentiellement répartis en Centre plaine, du sud/est de Mulhouse jusqu'à Lauterbourg. De Mulhouse à Sélestat, l'Ill semble faire office de limite à l'extension des eaux souterraines dont les concentrations en orthophosphates sont plus élevées à l'ouest. Les effets de dilution par les eaux d'infiltration via les canaux ainsi que l'épaisseur de la nappe doivent probablement être pris en compte pour expliquer les faibles teneurs observées en Centre Plaine.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Auf die Bestimmung eines Mittelwerts und eines Medianwerts für das gesamte Untersuchungsgebiet wird verzichtet, da die geographische Verteilung der Werte im Süden und im Norden des Rheingrabens zu unterschiedlich ist.

Die Spanne der Medianwerte reicht von 0,01 mg/l für Rheinland-Pfalz bis 0,1 mg/l im Elsass.

Die höchsten Werte ergaben sich im Elsass mit 11,5 mg/l und in Baden-Württemberg mit 8,92 mg/l. In den anderen Ländern liegen die Höchstwerte nicht über 2 mg/l.

Das Teilgebiet, in dem Orthophosphate am unproblematischsten sind, ist Rheinland-Pfalz, wo an 80 % der Messstellen die Konzentration unter 0,03 mg/l und an keiner über 1 mg/l liegt. In diesem Gebiet verhindert das hohe Sorptionsvermögen feinsandiger Böden und der Lösslehmüberdeckungen die Verlagerung von Phosphaten mit dem Sickerwasser in das Grundwasser.

In Hessen weisen über die Hälfte der Messstellen (52,6 %) Werte unter 0,03 mg/l auf. Nur an einer Messstelle liegt die Konzentration über 1 mg/l. Auf die dazwischenliegenden Segmente (0,03 – 0,1 mg/l und 0,1 – 1 mg/l) entfallen 24,7 bzw. 22,1 % der Messstellen. Diese Messstellen sind vor allem am Rand des Aquifers unterhalb von Rüsselsheim und entlang des Hegbachs gelegen. Hier sind die höheren Orthophosphatgehalte auf die Interaktion zwischen Grundwasser und dem Vorfluter zurückzuführen.

Im Elsass liegen an 54,4 % der Messstellen die Konzentrationen unter 0,03 mg/l. Es handelt sich dabei vor allem um Messstellen in der Mitte des elsässischen Teils der Rheinebene südöstlich von Mulhouse bis Lauterbourg. Zwischen Mulhouse und Sélestat begrenzt offenbar die Ill die weitere Ausbreitung der Orthophosphate im Grundwasser, nachdem der Gehalt westlich davon höher liegt. Die Verdünnung durch Sickerwasser aus den Kanälen und die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht sind als Erklärung für den geringen Gehalt in der Mitte des elsässischen Teils der Rheinebene heranzuziehen.

Les concentrations en orthophosphates les plus importantes sont principalement relevées le long du piémont vosgien, là où l'épaisseur de la nappe est plus faible et les vitesses d'écoulement moins rapides. De plus, les concentrations les plus élevées ($>0,1$ mg/l) peuvent être mises en relation avec les zones de concentrations en nitrates supérieures à 50 mg/l (Piémont oriental du Sundgau, Piémont entre Colmar et Sélestat, entre l'Andlau et la Bruche et secteur d'Haguenau).

Les points de mesures situés dans les lieux habités enregistrent souvent des valeurs comprises entre 0,03 et 0,1 mg/l, probablement dues aux émissions industrielles et à des systèmes d'assainissement défectueux (Bâle, Sélestat, Haguenau, Lörrach, Freiburg, Müllheim, Lahr, Offenburg, Rastatt).

Côté badois, de Lörrach jusqu'au nord du Kaiserstuhl, les points de mesures présentant des concentrations inférieures à 0,03 mg/l sont très rares. La plupart des points de mesures situés dans le Bade-Wurtemberg font ici état de valeurs supérieures à 0,03 et même supérieures à 0,1 mg/l.

Comme en Alsace, cette contamination peut être mise en relation avec les concentrations élevées en nitrates de ce secteur très agricole (Markgräflerland : culture intensive d'asperges, de maïs et céréales au sud du Kaiserstuhl et viticulture sur les coteaux du Kaiserstuhl et sur ceux du piémont du Markgräfler Land entre Freiburg et Lörrach) (cf. paragraphe 3.2.12).

Une grande partie des concentrations est ici toutefois d'origine naturelle. Via les affluents de la bordure, les roches dures mésozoïques du secteur piémontais sont à l'origine de teneurs en phosphates souvent géogènes dépassant légèrement 0,03 mg/l pour la nappe phréatique de la plaine alluvionnaire.

Les points de mesures situés dans la plaine au sud du Kaiserstuhl – donc plus près du Rhin – ont pour la plupart des concentrations en orthophosphates de l'ordre de 0,03 à 0,10 mg/l. Ces concentrations sont inférieures à celles que l'on trouve en bordure de piémont. Les valeurs que l'on rencontre là-bas sont plus élevées ($>0,10$ mg/l). Apparemment les concentrations déjà naturellement supérieures sont aussi soumises à une charge anthropique par la viticulture.

Die höchsten Werte für den Orthophosphatgehalt im Grundwasser sind vor allem entlang der Vorbergzone der Vogesen dort zu verzeichnen, wo die grundwasserführende Schicht weniger mächtig ist und die Fließgeschwindigkeit geringer. Zudem lässt sich ein Zusammenhang zwischen den maximalen Werten ($>0,1$ mg/l) und den Gebieten herstellen, in denen die Werte für den Nitratgehalt über 50 mg/l liegen (östliche Vorbergzone des Sundgau, Vorbergzone zwischen Colmar und Sélestat, Gebiet zwischen Andlau und Bruche und Bereich Haguenau).

Die Messstellen im Bereich von Siedlungsgebieten weisen oftmals Werte im Segment zwischen 0,03 und 0,1 mg/l auf, dies ist offenbar auf industrielle Emissionen und auf Schäden im Abwassersystem zurückzuführen (Basel, Sélestat, Haguenau, Lörrach, Freiburg, Müllheim, Lahr, Offenburg, Rastatt).

Auf badischer Seite finden sich zwischen Lörrach und dem nördlichen Kaiserstuhl nur in ganz wenigen Fällen Werte unter 0,03 mg/l. Hier liegen die flächenhaft meisten baden-württembergischen Messstellen mit Werten über 0,03 und auch über 0,1 mg/l.

Wie im Elsass lässt sich hier ein Zusammenhang mit dem hohen Nitratgehalt in einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet herstellen (Markgräflerland: intensiver Spargel- Mais- und Getreideanbau südlich des Kaiserstuhls und Weinanbau an den Hängen des Kaiserstuhls) und an den Hängen der Vorbergzone im Markgräfler Land zwischen Freiburg und Lörrach) (vgl. Abschnitt 3.2.12).

Jedoch ist hier ein großer Anteil der Konzentrationshöhe natürlich bedingt. Die mesozoischen Festgesteine der Vorbergzone geben über den Randzufluss oft geogene Phosphatgehalte von knapp über 0,03 mg/l an die Grundwässer in der Lockergesteinsebene ab.

Die südlich des Kaiserstuhls in der Ebene – also rheinnäher – gelegenen Messstellen haben meist Orthophosphatgehalte zwischen 0,03 und 0,10 mg/l. Dies sind niedrigere Konzentrationen als in der Vorbergzonenrandlage anzutreffen sind. Dort sind höhere Werte anzutreffen, nämlich über 0,10 mg/l, da hier offenbar die schon natürlich höheren Konzentrationen eine anthropogene Auflastung durch den Weinbau erfahren.

Pour le Bade-Wurtemberg, la valeur maximale de plus de 8 mg/l est atteinte sur le point de mesures situé au nord du Kaiserstuhl en relation avec une exploitation agricole pour laquelle on a aussi constaté une pollution ponctuelle importante sur d'autres paramètres. Le lisier et les eaux usées domestiques semblent ici pénétrer dans le sous-sol.

Les autres concentrations supérieures à 1 mg/l signalées par des points marron sont dues aux pollutions de l'ancien champ d'épandage fribourgeois, à la présence d'anciennes décharges et apparemment aussi à des canalisations non étanches.

Parmi les concentrations supérieures à 0,10 mg/l de la région de Lörrach, beaucoup sont également imputées aux émissions industrielles directes – principalement de l'industrie textile – et aux eaux d'infiltrations de la Wiese ; les eaux de cette rivière sont épurées mais elles semblent contenir des phosphates.

De nombreuses autres concentrations comprises entre 0,03 et 0,10 mg/l marquées par des points jaunes, présentes aussi dans les zones rurales, sont dues à des influences anthropiques non agricoles, qui se remarquent en particulier en milieu pauvre en oxygène ou sans oxygène.

Das baden-württembergische Maximum von über 8 mg/l liegt an der Messstelle nördlich des Kaiserstuhls, an der im Zusammenhang mit einem Landwirtschaftsbetrieb auch bei anderen Parametern und Stoffen schon eine beträchtliche punktuelle Belastung festgestellt wurde. Gülle oder häusliches Abwasser gelangt hier offenbar in den Untergrund.

Die anderen als braune Punkte gezeichneten Konzentrationen von größer 1 mg/l beruhen auf Belastungen aus dem früheren Freiburger Abwasserrieselfeld, aus Altablagerungen und aus offenbar undichten Abwasserkanälen.

Im Raum Lörrach sind viele der Konzentrationen von größer 0,10 mg/l auch auf direkte industrielle Emissionen - hauptsächlich aus der Textilindustrie - und auf die Uferfiltration des Flusses Wiese mit gereinigtem, aber offenbar phosphathaltigem Flusswasser zurückzuführen.

Auch viele der anderen als gelbe Punkte gekennzeichneten Konzentrationen zwischen 0,03 und 0,10 mg/l auch im ländlichen Bereich sind auf solche o.g. anthropogene nicht landwirtschaftliche Einflüsse zurückzuführen, welche sich insbesondere im sauerstoffarmen bis sauerstofffreien Milieu bemerkbar machen.

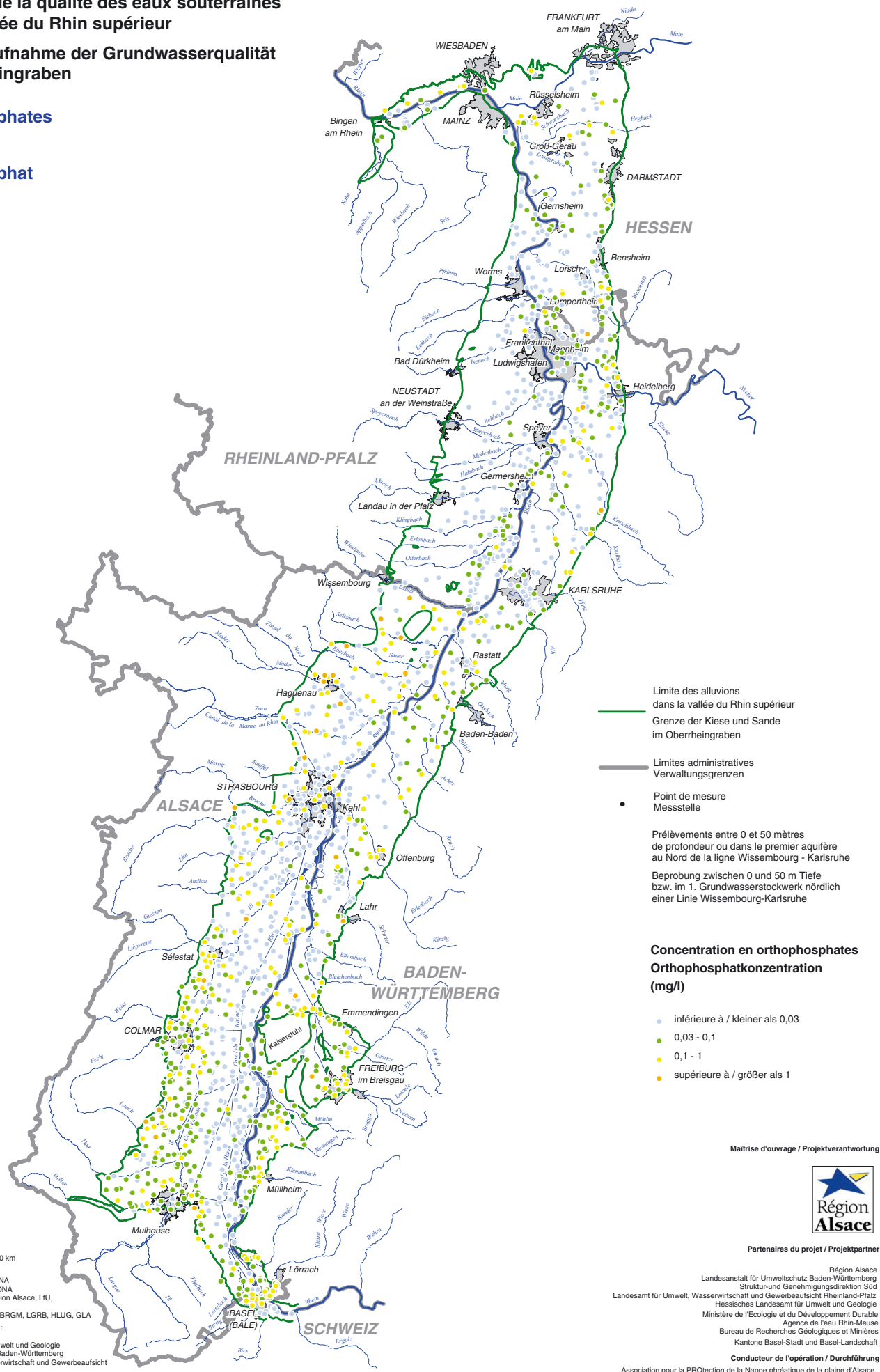
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Orthophosphates

2002 - 2003

Orthophosphat



3.2.18 Bore (B)

Généralités

Le bore se trouve sous forme de traces dans la nature et uniquement dans certains minéraux des roches volcaniques, des argiles (Keuper), des calcaires ou des dolomies. Il est également présent en fortes concentrations dans les eaux salées, dans les eaux des champs pétrolifères et dans les eaux thermales d'origine volcanique.

Il est estimé que deux tiers environ de la quantité de bore présent dans la nature sont d'origine anthropique. Très utilisé dans l'industrie, le bore est également l'un des composants des détergents et des lessives ainsi que des engrais utilisés pour le maïs, la vigne et les cultures maraîchères. Du fait de ses multiples utilisations, le bore est presque toujours présent dans les rejets d'eaux usées. Il est susceptible d'être entraîné vers les eaux souterraines par infiltration des rivières contenant des rejets de stations d'épuration ou en raison de la mauvaise étanchéité des réseaux d'assainissement.

Le bore est donc considéré comme un excellent indicateur des pollutions d'origine anthropique.

3.2.18 Bor (B)

Allgemeines

Bor ist in der Natur ein Spurenstoff, es kommt nur in einzelnen Mineralen in subvulkanischen Gesteinen, Tongesteinen (Keuper), kalk- oder dolomithaltigen Gesteinen vor. Außerdem ist Bor in hohen Konzentrationen in Salzwässern, Ölfeldwässern und vulkanogenen Thermalwässern anzutreffen.

Schätzungsweise ein Drittel des in der Natur vorhandenen Bors ist anthropogenen Ursprungs. Bor wird häufig in der Industrie verwendet und ist auch Bestandteil von Reinigungs- und Waschmitteln wie auch von Düngemitteln, die im Mais-, im Wein- und im Gemüseanbau zum Einsatz kommen. Aufgrund seiner vielseitigen Verwendung ist Bor fast immer in Abwässern zu finden. Aus undichten Kanälen oder durch infiltrierende Bäche, die Kläranlagenabläufe enthalten, kann Bor ins Grundwasser gelangen.

Bor gilt mithin als ausgezeichneter Indikator für anthropogene Gewässerverschmutzung.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

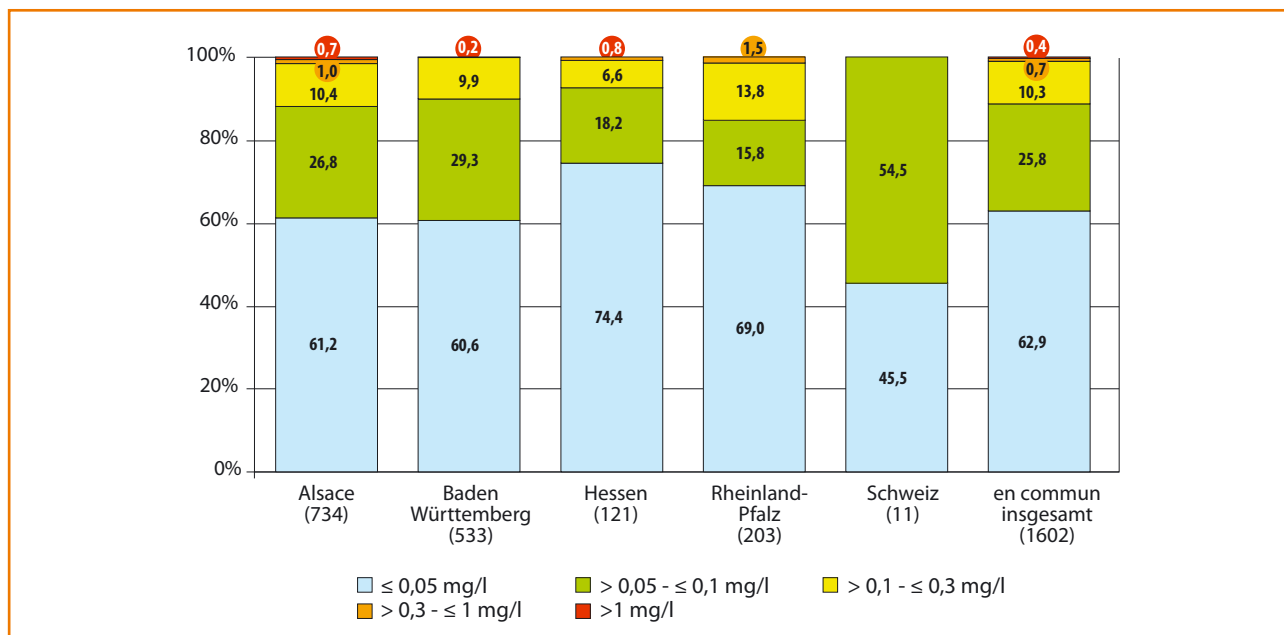


Fig. 3.2.17 : Répartition par classe de concentrations en bore (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.17: Verteilung der Borkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Dans la vallée du Rhin supérieur, la moyenne des concentrations en bore s'établit à 0,07 mg/l et la médiane est inférieure à la limite de quantification maximale de 0,05 mg/l. La valeur maximale de 5,49 mg/l a été enregistrée en Alsace. En Bade-Wurtemberg, la teneur maximale mesurée est de 2,5 mg/l ; en Hesse et Rhénanie-Palatinat, elle demeure inférieure à 1 mg/l.

Les plus fortes teneurs sont enregistrées en Alsace et Bade-Wurtemberg. 6 points de mesures présentent des teneurs supérieures à la limite de potabilité de 1 mg/l, 5 en Alsace et 1 en Bade-Wurtemberg. En Alsace, les 5 points sont localisés comme suit : 2 points au sud de Mulhouse, 2 points dans le bassin potassique et 1 point proche d'Haguenau. En Bade-Wurtemberg, le point concerné est le même qu'en 1997 et est situé au droit d'une zone militaire, en aval de jardins ouvriers et d'un ancien dépôt.

Les fortes concentrations détectées sont réparties de manière très irrégulière mais sont présentes dans toutes les régions dans une proportion de points quasi équivalente. Sauf pour le cas de la Suisse, le pourcentage de points supérieurs à 0,05 mg/l est compris selon les régions entre 30 et 40 %. Ces points se situent de manière générale, quels que soient les régions ou Länder, à proximité immédiate de sites industriels, de décharges, de stations d'épuration ou sous des agglomérations.

Les valeurs nominales des teneurs en bore dans les eaux souterraines et les eaux brutes de la Hesse sont clairement d'origine anthropique. Le bore est présent en grandes quantités dans les lessives en tant qu'agent de blanchiment (perborate) et peut être entraîné vers les eaux souterraines par infiltration des eaux usées en raison de la mauvaise étanchéité des réseaux d'assainissement. Il peut également provenir des décharges d'ordures ménagères.

En Hesse, des concentrations en bore inférieures à 0,05 mg/l ont été mesurées dans environ 75 % des eaux. Environ 18 % des affleurements de nappe phréatique présentent des teneurs en bore comprises entre 0,05 et 0,1 mg/l. Des concentrations en bore supérieures à 0,1 mg/l ont été détectées dans 7 % de l'ensemble des eaux souterraines. Ces concentrations en bore élevées sont liées à l'interaction avec les eaux de surface contenant des eaux usées.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Für das Oberrheintal ergibt sich ein Mittelwert für Bor von 0,07 mg/l, der Medianwert liegt unter der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 mg/l. Der höchste Wert wurde mit 5,49 mg/l im Elsass gemessen. In Baden-Württemberg liegt der höchste Wert bei 2,5 mg/l, in Hessen und im Rheinland unter 1 mg/l.

Die höchsten Werte sind im Elsass und in Baden-Württemberg zu verzeichnen. An insgesamt 6 Messstellen liegt der Wert über dem Grenzwert für Trinkwasser von 1 mg/l, 5 davon befinden sich im Elsass und 1 in Baden-Württemberg. Im Elsass sind die 5 Messstellen wie folgt gelegen: 2 südlich von Mulhouse, 2 im Kalibecken und 1 Messstelle in der Nähe von Haguenau. In Baden-Württemberg handelt es sich um dieselbe Messstelle wie 1997, sie liegt in einem ehemaligen militärischen Sperrgebiet unterstromig einer Kleingartenanlage und einer Altablagerung.

Die Werte im oberen Segment verteilen sich sehr ungleichmäßig, der Prozentsatz der betreffenden Messstellen ist jedoch in allen Teilgebiete praktisch gleich. Die Schweiz ausgenommen liegt der Anteil der Messstellen mit Werten über 0,05 mg/l zwischen 30 und 40 %. Die dazugehörigen Probenahmestellen liegen in der Regel unabhängig davon, ob es sich um ein französisches oder ein deutsches Teilgebiet handelt, in unmittelbarer Nähe von Industrieanlagen, Mülldeponien, Kläranlagen oder in Ballungsgebieten.

Nennenswerte Borgehalte in den hessischen Grund- und Rohwässern sind eindeutig anthropogenen Ursprungs. Bor ist in größeren Mengen in Waschmitteln als Bleichmittel (Perborat) enthalten und kann über das Abwasser durch Versickerung aus undichten Kanälen ins Grundwasser gelangen. Auch aus Hausmüllablagerungen kann Bor ins Grundwasser eindringen.

In ca. 75 % aller hessischen Wässer werden Borkonzentrationen < 0,05 mg/l gemessen. In ca. 18 % der Grundwasseraufschlüsse liegen die Borgehalte zwischen 0,05 und 0,1 mg/l. In 7 % aller Grundwässer werden Borkonzentrationen von > 0,1 mg/l detektiert. Diese erhöhten Borgehalte sind auf die Interaktion mit abwasserhaltigen Oberflächenwasser zurückzuführen.

En Rhénanie-Palatinat, des concentrations en bore de la classe de concentrations supérieures à 0,1 mg/l sont présentes dans les couches superficielles de la nappe phréatique du nord du Frankenthal (influence de la filtration des rives du Rhin). Des valeurs de cette classe de concentrations se trouvent également en bordure ouest du Eicher Rheinbogen dans la zone de l'épaulement du Fossé (calcaires du Tertiaire ; remontée locale des eaux profondes fossiles avec des teneurs en bore de 1 à 2 mg/l (LfW, 2001b) ainsi que dans la zone comprise entre Mainz et Bingen (influence de la filtration des rives). Tous les autres points de mesures de l'étude présentent des concentrations en bore de la classe de concentrations inférieures à 0,05 mg/l.

Dans la partie du Fossé rhénan située côté Bade-Wurtemberg, la quasi-totalité des concentrations de bore sont inférieures à 0,050 mg/l (points bleus) si l'on excepte quelques concentrations localement élevées au sud de Karlsruhe et aussi des concentrations élevées (points verts et jaunes) sur tout le périmètre entre le nord de Karlsruhe et Heidelberg/Mannheim.

Le seul point jaune du sud, dans le Markgräfler Land près de Buggingen/Heiterheim, signale des pollutions salines qui semblent aussi avoir une forte teneur en bore en raison de la présence, dans cette zone, des terrils d'exploitation de l'industrie de la potasse.

L'accumulation localisée de teneurs supérieures à 0,050 mg/l dans la plaine au nord-ouest de Lahr est probablement due au lessivage, entre autres, d'engrais riches en bore. Cette zone a déjà posé problème pour le calcium et les sulfates (cf. paragraphe 3.2.16 sur les sulfates).

Les concentrations élevées (points verts et jaunes) des zones urbaines de Müllheim, Freiburg, Lahr, Offenburg, Rastatt, Karlsruhe, Mannheim, partiellement aussi de l'ouest de Heidelberg et du bord du Saalbach, s'expliquent par les émissions de canalisations non étanches, de pollutions anciennes et d'entreprises industrielles.

In Rheinland-Pfalz kommen leicht erhöhte Borwerte in der Klasse größer 0,1 mg/l im oberflächennahen Grundwasser nördlich Frankenthal vor (Uferfiltrateinfluss des Rheins). Daneben finden sich Werte dieser Konzentrationsklasse am westlichen Rand des Eicher Rheinbogens im Bereich der Grabenschulter (Tertiäre Kalksteine; lokaler Aufstieg fossiler Tiefenwässer mit Borgehalten von 1 – 2 mg/l (LfW, 2001b) sowie im Gebiet zwischen Mainz und Bingen (Uferfiltrateinfluss). Bei allen anderen untersuchten Messstellen ist Bor der Konzentrationsklasse kleiner 0,05 mg/l zuzuordnen.

Auf der baden-württembergischen Seite des Oberrheingrabens liegen nahezu überall in der Fläche meist Konzentrationen von kleiner als 0,050 mg/l Bor vor (blaue Punkte), abgesehen von einzelnen lokal erhöhten Konzentrationen südlich von Karlsruhe und von den auch in der Fläche erhöhten Konzentrationen (grüne und gelbe Punkte) nördlich von Karlsruhe bis Heidelberg/Mannheim.

Der einzige gelbe Punkt im Süden im Markgräfler Land bei Buggingen/Heiterheim ist auf die offenbar auch stark borhaltige Salzbelastung durch die dortigen Abraumhalden der Kaliindustrie zurückzuführen.

Die nordwestlich von Lahr in der Ebene erkennbare kleinräumige Akkumulation von Gehalten größer 0,050 mg/l ist wahrscheinlich auf die Auswaschung von auch borhaltigen Düngern zurückzuführen. Dieser Bereich war auch schon beim Calcium und Sulfat auffällig (siehe Abschnitt 3.2.16 Sulfat).

Die erhöhten Konzentrationen (Grüne und gelbe Punkte) in den Stadtgebieten von Müllheim, Freiburg, Lahr, Offenburg, Rastatt, Karlsruhe, Mannheim, z.T. westlich von Heidelberg und am Saalbach, sind auf Emissionen aus undichten Abwasserkanälen, von Altlasten und von Industriebetrieben zurückzuführen.

Pour les concentrations élevées couvrant l'ensemble de la surface au nord de Karlsruhe, on peut évoquer les mêmes causes naturelles et anthropiques que celles exposées en détail au paragraphe des sulfates, à savoir, entre autres, les roches argileuses et calcaires du Kraichgau, éventuellement le contact avec des eaux pétrolifères et la teneur en sel des infiltrations d'eaux du Neckar (cf. paragraphe 3.2.16 sur les sulfates). La contamination élevée par la molécule complexante EDTA, détectée simultanément et signalée aussi par d'autres analyses, rappelle qu'une grande partie des concentrations de bore sont indirectement dues aux eaux usées. Apparemment, du bore a ici pénétré dans la nappe phréatique via les eaux d'infiltration des cours d'eaux dans lesquels s'écoulent des eaux usées contenant du bore.

Par rapport à 1996/1997, une évolution sensible de la répartition des points de mesures est constatée en Alsace dans les tranches de concentration 0,05 - 0,1 et 0,1 - 0,3 mg/l. Pour la tranche 0,05 - 0,1, le nombre de points de mesures concernés passe de 17,2 % à 26,8 % ; pour la tranche de teneur 0,1 - 0,3 mg/l, le pourcentage de points passe de 7,1 à 10,4 %. L'augmentation du nombre de points présentant des concentrations comprises entre 0,05 et 0,1 mg/l concerne essentiellement le sud de l'Alsace (en amont de Sélestat) particulièrement entre Colmar et Sélestat sur toute la largeur de la nappe du piémont vosgien au Rhin. Dans la tranche de concentrations 0,1 à 0,3 mg/l, la répartition de ces points est localisée sur trois principales zones : le secteur de Mulhouse, le secteur entre la Lauch, la Thur et l'Ill ainsi que le secteur de Colmar à Sélestat jusqu'au Rhin.

Für die in der Fläche erhöhten Borkonzentrationen nördlich von Karlsruhe sind die gleichen natürlichen und anthropogenen Ursachen anzuführen, wie sie im Kapitel Sulfat ausführlich aufgeführt wurden u.a. ton- und kalkhaltige Gesteine des Kraichgaus, evtl. Kontakt mit Erdölwässern, Salzgehalt des infiltrierenden Neckarwassers (siehe Kapitel 3.2.16, Sulfat). Jedoch weist die hier aus anderen Untersuchungen bekannte gleichzeitig hohe Belastung mit dem Komplexbildner EDTA, dass ein großer Anteil der Borkonzentrationen indirekt abwasserbedingt sein muss. Hier gelangt Bor offenbar über die Uferfiltration der Bäche und Flüsse, welche gereinigtes borhaltiges Abwasser führen, ins Grundwasser.

Im Vergleich mit 1996/1997 ist im Elsass eine deutliche Veränderung bei der Verteilung der Messstellen auf die Segmente 0,05 - 0,1 mg/l und 0,1 - 0,3 mg/l festzustellen. Im Segment 0,05 - 0,1 mg/l ist der Anteil der Messstellen von 17,2 % auf 26,8 % gestiegen, im Segment 0,1 bis 0,3 mg/l von 7,1 % auf 10,4 %. Die erhöhte Zahl von Messstellen im Segment 0,05 - 0,1 mg/l rührt hauptsächlich aus dem Südsass her (oberhalb von Sélestat), vor allem aus dem Bereich zwischen Colmar und Sélestat auf der gesamten Breite des Grundwasserleiters von den Vorbergen der Vogesen bis zum Rhein. Im Segment 0,1 - 0,3 mg/l verteilen sich die Messstellen vor allem auf drei Bereiche: den Raum Mulhouse, das Gebiet zwischen Lauch, Thur und Ill und den Gebietsabschnitt Colmar-Sélestat bis zum Rhein.

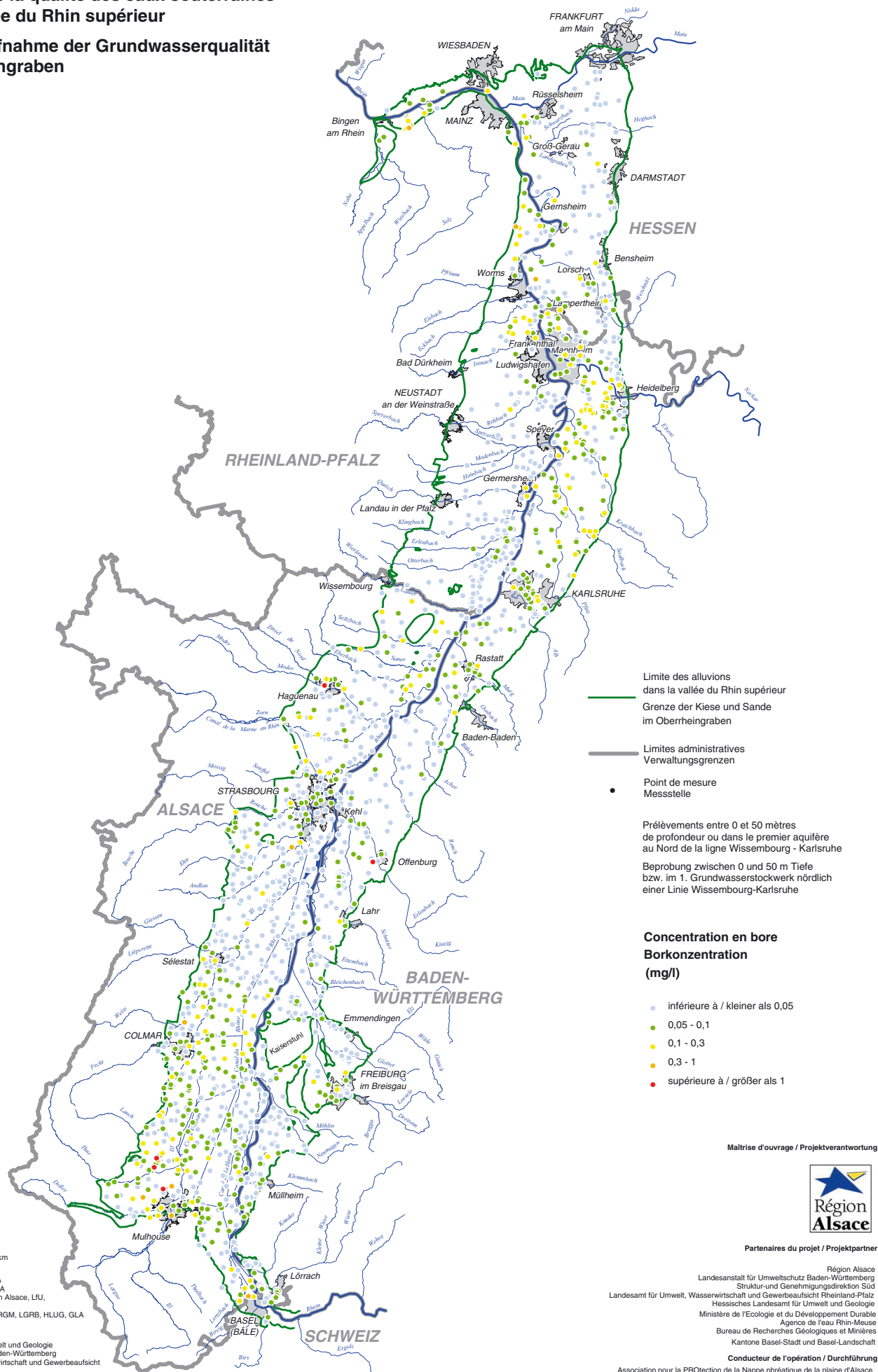
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Bore

2002 - 2003

Bor



Conception / Gestaltung : APRONA
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU, LUWG, HLUG, BS/BL
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
 Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Cartho / BD Carthage
 © Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 © Daten aus dem RIPS der LfU Baden-Württemberg
 © Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.2.19 Baryum (Ba)

Généralités

Le baryum est un métal alcalino-terreux présent comme élément trace dans les roches ignées et les roches sédimentaires. Bien qu'on ne le retrouve pas à l'état libre dans la nature, il est présent dans un certain nombre de composés, dont les plus courants sont la barytine (BaSO_4) et, dans une moindre mesure, la withérite (BaCO_3).

En tant que métal alcalino-terreux, le baryum est toujours associé au calcium. En raison de la très faible solubilité dans l'eau de ses liaisons naturelles, il est cependant hydrochimiquement exceptionnellement stable.

Le baryum a été pris en compte pour la première fois dans ce nouvel inventaire transfrontalier en raison de la définition en France, fin 2002, d'une concentration maximale admissible (CMA). La concentration des ions baryum dans les systèmes aquatiques naturels est limitée par la présence des anions naturels comme les sulfates et les carbonates et par l'adsorption possible des ions baryum sur les oxydes et les hydroxydes métalliques.

Pour les eaux souterraines dans lesquelles des bactéries réduisent en le décomposant le sulfate des minéraux contenant du sulfate de baryum, des concentrations élevées de baryum peuvent être rencontrées et il peut tout à fait exister une relation de cause à effet avec des paramètres d'oxydoréduction. Toutefois, le baryum en phase aqueuse se fixe rapidement aux minéraux argileux, aux substances organiques et aux oxydes et hydroxydes métalliques.

Les composés du baryum trouvent une grande variété d'applications industrielles. Ils servent dans l'industrie textile, dans l'industrie des plastiques et du caoutchouc ainsi que dans l'industrie de l'électronique. On les utilise également dans la fabrication de nombreux produits : peintures blanches, glaçages et émaux pour céramique, verre, papier, additifs (lubrifiants), produits pharmaceutiques et produits cosmétiques, les engrais minéraux constituant une source supplémentaire de baryum dans les régions agricoles. C'est pourquoi la nappe phréatique peut en recevoir aussi via les eaux usées.

3.2.19 Barium (Ba)

Allgemeines

Barium ist ein Erdalkalimetall, das in magmatischen und Sedimentgesteinen in Spuren vorkommt. Barium kommt in der Natur nicht frei vor, sondern tritt in einer Reihe von Verbindungen auf, und zwar mehrheitlich Schwerspat (BaSO_4) und in geringerem Umfang auch Witherit (BaCO_3).

Als Erdalkalimetall tritt Barium stets vergesellschaftet mit Calcium auf, ist auf Grund der sehr geringen Wasserlöslichkeit seiner natürlichen Verbindungen aber hydrochemisch außerordentlich immobil.

Im Rahmen der vorliegenden neuen grenzübergreifenden Bestandsaufnahme wurde Barium erstmalig erfasst, nachdem in Frankreich seit Ende 2002 eine zulässige Höchstkonzentration für Barium vorgegeben ist. In natürlichen Wassersystemen steht der Bariumionengehalt in Abhängigkeit von der Präsenz natürlicher Anionen wie Sulfat und Carbonat und der Möglichkeit der Anlagerung von Bariumionen an Metalloxide und -hydroxide.

In Grundwässern in denen sulfatreduzierende Bakterien den Sulfatgehalt aus bariumsulfathaltigen Mineralien reduzieren, können höhere Bariumkonzentrationen auftreten, so dass durchaus ein Zusammenhang zu redoxchemischen Parametern bestehen kann. Jedoch wird Barium in der wässrigen Phase meist schnell an Tonminerale, organische Substanzen und Metalloxide und -hydroxide gebunden.

Bariumverbindungen kommen in der Industrie in vielfältiger Form zum Einsatz. Sie finden in der Textilindustrie, der Kunststoff- und Gummiindustrie sowie in der Elektronikindustrie Verwendung. Auch bei der Herstellung zahlreicher Produkte kommen sie zum Einsatz: Weissfarben, Keramikglasur, Glas, Papier, Additive (Schmiermittel), pharmazeutische, kosmetische Erzeugnisse und auch Mineraldünger als weitere Quelle in landwirtschaftlich genutzten Regionen. Ein Eintrag ins Grundwasser kann daher auch über das Abwasser erfolgen.

On en trouve aussi dans les substances de contraste pour la radiographie, les produits phytopharmaceutiques, les décapants (autrefois aussi dans des produits raticides), mais également dans les produits pyrotechniques en raison de ses propriétés comburantes sous forme de nitrate de baryum et chlorate de baryum. Dans l'industrie du pétrole et du gaz, on l'utilise comme lubrifiant dans les boues de forage. Le baryum est aussi un produit de décomposition résultant de l'irradiation de l'uranium par des neutrons (fission nucléaire).

Weiterhin findet es sich in Röntgenkontrastmitteln, Pflanzenschutzmitteln, Beizmitteln, früher auch im Rattengift und wegen seiner brandfördernden Eigenschaften als Bariumnitrat und -chlorat auch in pyrotechnischen Produkten. In der Öl- und Gasindustrie wird es bei den Gesteinsbohrungen als Schmiermittel in den Bohrschlämmen eingesetzt. Bei der Bestrahlung von Uran mit Neutronen (Kernspaltung) entsteht als Zerfallsprodukt auch Barium.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

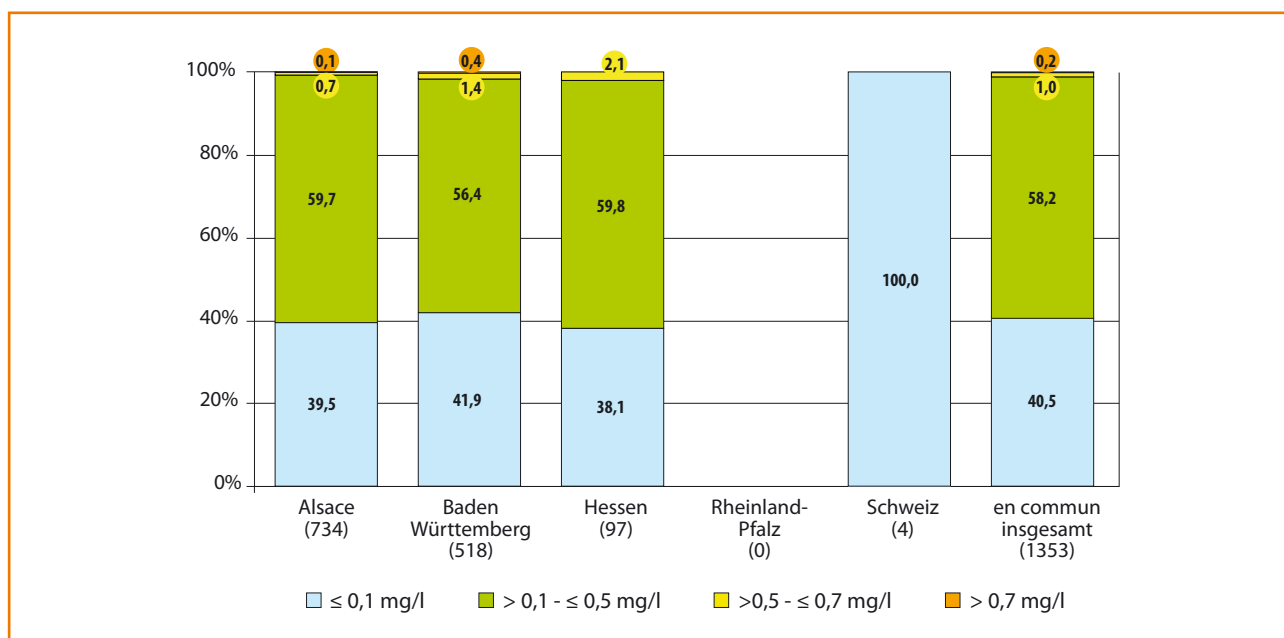


Fig. 3.2.18 : Répartition par classe de concentrations en baryum (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.18: Verteilung der Bariumkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Constat

• ALSACE

L'examen des résultats des campagnes d'analyses et la répartition géographique des différentes valeurs observées ne mettent pas en évidence de pollution anthropique significative de l'aquifère.

La valeur moyenne et la valeur médiane des concentrations sont respectivement de 0,139 et 0,120 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux données habituellement observées pour un aquifère alluvial de ce type.

Les teneurs en baryum en Alsace sont, pour 99,2 % des points, inférieures à 0,5 mg/l.

39,5 % des points du réseau sont caractérisés par des valeurs inférieures à 0,1 mg/l. Les secteurs concernés sont les débouchés des rivières vosgiennes, le Pliocène de Haguenau et les zones sous influence directe des infiltrations du Rhin.

Toutes les autres zones où le temps de contact entre les eaux et l'aquifère est suffisamment long, présentent des concentrations en baryum qui dépassent 0,1 mg/l.

Les points de mesures où la concentration des eaux souterraines est supérieure à 0,5 mg/l sont peu nombreux (6 points) et isolés les uns des autres. Il n'y a aucune information connue à l'heure actuelle qui permette de relier cette distribution des points à une contamination d'origine anthropique.

• BADE-WURTEMBERG

Dans la partie du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg non plus on ne peut mettre en évidence aucune pollution anthropique au baryum de la nappe phréatique qui serait significative sur tout le périmètre ; toutefois on peut diviser la zone géographique en secteurs dont les concentrations varient. Sur certains points de mesures dont les concentrations sont élevées, les contaminations supplémentaires d'origine anthropique d'anciennes décharges et de zones industrielles sont très probables.

Befund

• ELSASS

Aus der Auswertung der Ergebnisse der Beprobungskampagne und der geographischen Verteilung der Werte lässt sich keine signifikante anthropogene Belastung des Grundwassers ableiten.

Der Mittelwert und der Medianwert liegen bei 0,139 bzw. 0,120 mg/l. Damit entsprechen die Ergebnisse den üblichen Werten für einen alluvialen Grundwasserleiter dieses Typs.

Im Elsass weist das Grundwasser an 99,2 % der Messstellen einen Bariumgehalt unter 0,5 mg/l auf.

An 39,5 % der Messstellen liegen die Werte unter 0,1 mg/l. Dies ist vor allem im Eintrittsbereich der Vogesenvorfluter, im Pliozängebiet bei Haguenau und in solchen Gebieten der Fall, in denen Flusswasser aus dem Rhein unmittelbar in das Grundwasser eindringt.

In allen anderen Bereichen mit ausreichend langer Kontaktzeit zwischen den Oberflächengewässern und der grundwasserführenden Schicht sind Bariumkonzentration von über 0,1 mg/l anzutreffen.

Die Zahl der Messstellen, an denen ein Bariumgehalt im Grundwasser von 0,5 mg/l überschritten wurde, ist gering (6 Messstellen), zudem sind sie isoliert. Derzeit liegen keine Informationen vor, aus denen sich eine Verbindung zwischen den an diesen Messstellen erzielten Ergebnissen mit einer anthropogenen Ursache für die Belastung herstellen ließe.

• BADEN-WÜRTTEMBERG

Auch im baden-württembergischen Teil des Oberrheingrabens lässt sich keine signifikante flächenhafte anthropogene Belastung des Grundwassers mit Barium ableiten, jedoch lassen sich geografische Unterteilungen in Regionen mit flächenhaft unterschiedlichen Konzentrationen vornehmen. An einigen Messstellen mit höheren Konzentrationen sind anthropogene Konzentrationsauflastungen von Altablagerungen und Industriegebieten sehr wahrscheinlich.

Étant donné que le baryum fait partie des métaux alcalino-terreux à l'instar du calcium et du magnésium, les répartitions géographiques naturelles du baryum sont les mêmes que celles de la dureté totale, du calcium, du magnésium et des sulfates. Les sulfates sont les plus importants partenaires du baryum dans la composition pétrographique (barytine BaSO_4).

En conséquence, les origines naturelles de la répartition des concentrations de baryum sont les mêmes que celles exposées aux paragraphes correspondants : dureté totale, calcium, magnésium et sulfates. C'est à celle du magnésium que la répartition du baryum ressemble le plus.

Dans les zones pauvres en calcaire de la Freiburger Bucht et de la dépression de Kinzig-Murg, les concentrations sont naturellement les plus faibles (points bleus). Les points verts de la zone urbaine de Rastatt sont en partie situés dans une zone industrielle où les anciennes décharges d'une ancienne entreprise de recyclage sont connues et constituent un danger pour la nappe phréatique. Apparemment il y a ici une relation de cause à effet. Le point jaune de Karlsruhe est situé sur la nappe en aval de canalisations d'eaux usées et de remblais de déchets de construction et en bordure d'une ancienne caserne militaire.

Dans le Fossé rhénan au sud d'une ligne Kehl/Offenburg-Strasbourg, les concentrations en baryum se sont accrues des deux côtés du Rhin, de façon extensive et naturellement semble-t-il. Elles sont la plupart du temps situées entre 0,1 et 0,5 mg/l. Les points jaunes disséminés dans cette zone et témoignant de concentrations plus élevées – 0,5 à 0,7 mg/l – sont en partie situés en aval d'un aéroport militaire et d'une usine de robinetterie. Un point de mesures au nord-ouest de Lahr, dans une zone de cultures spéciales, pose problème avec des concentrations élevées même pour le calcium et les sulfates. Les concentrations élevées ici sont sans doute liées à la fertilisation et aux apports de chaux de l'agriculture.

Concernant les concentrations élevées sur tout le périmètre depuis le nord de Karlsruhe jusqu'à Heidelberg, il convient de prendre en compte également les origines anthropiques naturelles citées aux paragraphes sur la dureté totale, le calcium, le magnésium et les sulfates. Ici toutefois il existe souvent un lien de cause à effet avec d'anciennes décharges, des dépôts de déchets de matériaux de construction contenant du gypse ou des eaux usées. Il n'est pas interdit de penser qu'il existe également un lien direct avec les forages entrepris dans ce secteur pour sonder les réserves en pétrole du sous-sol.

Da Barium wie Calcium und Magnesium zu den Erdalkalimetallen gehört, ergeben sich bei Barium ähnliche natürlich bedingte geografische Verteilungen wie bei der Gesamthärte, beim Calcium, Magnesium und beim Sulfat. Sulfat ist der wichtigste petrographische Bindungspartner für das Barium (Schwerspat BaSO_4).

Entsprechend sind die natürlichen Ursachen für die Bariumkonzentrationsverteilungen die gleichen wie die in den entsprechenden Kapiteln Gesamthärte, Calcium, Magnesium und Sulfat aufgeführten Gründe. Am meisten ähnelt die Bariumverteilung der des Magnesiums.

In der kalkarmen Freiburger Bucht und in der kalkarmen Kinzig-Murg-Rinne sind die Konzentrationen natürlicherweise am geringsten (blaue Punkte). Die im Stadtgebiet von Rastatt vorhandenen grünen Punkte liegen z.T. in einem Industriegebiet, welches für grundwassergefährdende Altablagerungen eines ehemaligen Recyclingbetriebs bekannt sind. Hier liegt offenbar ein Zusammenhang vor. Der gelbe Punkt in Karlsruhe liegt grundwasserunterstromig von Abwasserkanälen und Bauschuttablagerungen und am Rande einer ehemaligen Militärkasernen.

Im Oberrheingraben südlich einer Linie von Kehl/Offenburg - Strassburg sind die Konzentrationen auf beiden Rheinseiten flächenhaft offenbar natürlicherweise erhöht und liegen meist zwischen 0,1 und 0,5 mg/ (grüne Punkte). Die in dieses Gebiet eingestreuten vereinzelt gelben Punkte mit höheren Konzentrationen von 0,5 bis 0,7 mg/l liegen z.T. unterstromig eines Militärflughafens und einer Armaturenfabrik. Eine Messstelle nordwestlich von Lahr in einem Gebiet mit Sonderkulturen war mit erhöhten Konzentrationen schon beim Calcium und Sulfat auffällig. Die hier erhöhte Konzentration ist wohl auf landwirtschaftliche Düngung und Kalkung zurückzuführen.

Für die nördlich von Karlsruhe bis nach Heidelberg flächenhaft erhöhten Konzentrationen kommen auch die in den Kapiteln Gesamthärte, Calcium, Magnesium und Sulfat genannten natürlichen und anthropogenen Ursachen in Betracht, jedoch ist hier des öfteren ein Zusammenhang mit Altablagerungen, gipshaltigen Bauschuttablagerungen oder Abwasser zu vermuten. Auch ist lokal ein Zusammenhang mit den hier in der Tiefe vorhandenen Erdölvorkommen und den bisher getätigten Bohrungen durchaus denkbar.

Les points de mesures pour lesquels la concentration en baryum des eaux souterraines est supérieure à 0,7 mg/l (points rouges) sont peu nombreux (2 points). Ces deux points sont situés à la frontière septentrionale du land, entre l'Odenwald et le Rhin. L'un des points de mesures se trouve en aval d'une exploitation horticole, l'autre en aval d'une entreprise électronique située plus loin et d'une fabrique de textiles et de fibres.

• RHÉNANIE-PALATINAT

Les analyses des eaux souterraines effectuées dans la période 2002/2003 dans la zone d'étude de Rhénanie-Palatinat n'ont pas pris en compte le paramètre baryum. D'autres études des eaux souterraines des sédiments meubles du Quaternaire (121 analyses) ont donné une moyenne arithmétique de 0,128 mg/l des concentrations en baryum et une valeur médiane de 0,105 mg/l, ce qui correspond tout à fait aux valeurs des autres zones d'étude.

• HESSE

La faible solubilité du sulfate de baryum fait qu'on ne trouve en règle générale qu'une très faible proportion de baryum dissous dans les eaux souterraines. On peut toutefois rencontrer de plus grandes concentrations de baryum dans les eaux de surface en raison du déversement d'eaux usées provenant de la production industrielle. Le paramètre baryum a été supprimé lors de la révision de la directive européenne sur l'eau potable. Pour le baryum, la dose présentant un danger pour l'homme est de 600 mg/l (World Health Organization, 1970).

Pour la partie du Fossé Rhénan située en Hesse, on a trouvé dans 38 % de toutes les eaux souterraines et brutes analysées, des teneurs en baryum inférieures ou égales à 0,1 mg/l. Presque 60 % de toutes les eaux souterraines et brutes présentent des concentrations en baryum comprises entre 0,1 et 0,5 mg/l. Dans seulement 2 % de toutes les eaux souterraines et brutes on a trouvé des concentrations de baryum comprises entre 0,5 et 0,7 mg/l. Parmi tous les prélèvements d'eau souterraine effectués, on n'a trouvé aucune concentration de baryum supérieure à 0,7 mg/l.

La moyenne de toutes les concentrations de baryum dans les eaux souterraines et brutes de la Hesse est de 0,15 mg/l, la médiane s'établit à 0,13 mg de baryum par litre. La proximité de la moyenne et de la médiane indique une répartition normale des concentrations de baryum. De la même manière, aucune influence an-

Die Zahl der Messstellen, an denen ein Bariumgehalt im Grundwasser von 0,7 mg/l überschritten wurde (rote Punkte), ist mit nur 2 Messstellen sehr gering. Sie liegen beide an der nördlichen Landesgrenze zwischen Odenwald und dem Rhein. Die eine Messstelle liegt im Abstrom einer Gärtnerei, die andere im Abstrom einer weiter entfernt liegenden Elektronikfirma und einer Textil- und Faserfabrik.

• RHEINLAND-PFALZ

Bei den aus Rheinland-Pfalz im Zeitraum 2002/2003 für das Projektgebiet vorliegenden Grundwasseranalysen wurde der Parameter Barium nicht bestimmt. Aus anderen Grundwasseruntersuchungen der quartären Lockergesteinssedimente (121 Analysen) ergibt sich ein arithmetisches Mittel für Barium von 0,128 mg/l sowie ein Medianwert von 0,105 mg/l, was den Ergebnissen aus den anderen Projektgebieten weitgehend entspricht.

• HESSEN

Die geringe Löslichkeit von Bariumsulfat bedingt in der Regel nur einen sehr geringen Gehalt an gelöstem Barium im Grundwasser. In oberirdischen Gewässern können allerdings durch die Einleitung industrieller Abwässer höhere Konzentrationen an Barium angetroffen werden. Der Parameter Barium wurde bei der Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie gestrichen. Die für den Menschen gefährliche Dosis liegt bei 600 mg/l Barium (World Health Organization, 1970).

Für den hessischen Teil des Oberrheingrabens werden in 38 % aller untersuchten Grund- und Rohwässer Bariumgehalte kleiner/gleich 0,1 mg/l Ba vorgefunden. Nahezu 60 % aller Grund- und Rohwässer enthalten Barium in einer Konzentration von 0,1 bis kleiner/gleich 0,5 mg/l. Lediglich in 2 % aller Grund- und Rohwässer wurden Bariumgehalte zwischen 0,5 und 0,7 mg/l angetroffen. In keiner Grundwasserprobe wurden höhere Bariumkonzentrationen als 0,7 mg/l festgestellt.

Der mittlere Bariumgehalt aller hessischen Grund- und Rohwässer beträgt 0,15 mg/l, der entsprechende Median wird mit 0,13 mg/l Barium ausgewiesen. Das nahe Beieinanderliegen von Mittelwert und Median deutet auf eine Normalverteilung der Bariumkonzentrationen hin. Gleichfalls ist kein nennenswerter anthropogener

thropogène ne peut être mentionnée qui se manifesterait par des concentrations plus élevées de baryum dans les eaux souterraines. La présence d'une répartition normale ainsi que l'absence de valeurs extrêmes indiquent que les proportions de baryum reflètent la présence d'un arrière-plan géogène. La répartition des concentrations de baryum des eaux souterraines et brutes a une forme très homogène et ne présente aucune particularité (hot spots). Il n'existe aucun indice significatif d'interactions entre des eaux de surface chargées et la nappe phréatique.

• SUISSE

Les seuls 4 résultats disponibles ne permettent pas d'effectuer une évaluation fiable. Les résultats ont été fournis dans le cadre d'études spéciales commandées par le privé. Le paramètre baryum n'est pas pris en compte dans le cadre des contrôles normaux de la potabilité de l'eau.

Einfluss, der sich durch höhere Bariumkonzentrationen in den Grundwässern bemerkbar machen müsste, zu erkennen. Das Vorliegen einer Normalverteilung sowie das Fehlen von Extremwerten deuten darauf hin, dass die vorliegenden Bariumgehalte den vorhandenen geogenen Background widerspiegeln. Die räumliche Verteilung der Bariumkonzentrationen der Grund- und Rohwässer gestaltet sich sehr homogen und weist keine Besonderheiten (hot spots) auf. Es gibt keine signifikanten Hinweise auf Interaktionen zwischen belasteten Oberflächenwässern und dem Grundwasser.

• SCHWEIZ

Mit lediglich 4 Untersuchungsergebnissen lässt sich keine gesicherte Bewertung anstellen. Die Resultate wurden im Auftrag von privaten Spezialuntersuchungen produziert. Im Rahmen der normalen Trinkwasserkontrolle wird der Parameter Barium nicht mitberücksichtigt.

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Les concentrations en baryum ont été mesurées sur 1 353 points du réseau. Toutefois, cet élément n'a pas été analysé en Rhénanie Palatinat en 2003.

La moyenne des concentrations s'établit à 0,15 mg/l et la médiane à 0,12 mg/l. Ces résultats sont équivalents pour chaque région concernée. La valeur maximale observée est de 2,9 mg/l, au nord du Bade-Wurtemberg.

La limite de potabilité française, de 0,7 mg/l, est dépassée sur 3 points de mesures, soit 0,2 % des points du réseau.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Die Bariumkonzentration wurde an 1.353 Messstellen ermittelt. In Rheinland-Pfalz wurde Barium allerdings bei der Beprobungskampagne 2003 nicht berücksichtigt.

Der Mittelwert für den Bariumgehalt liegt bei 0,15 mg/l, der Medianwert bei 0,12 mg/l. Dasselbe gilt jeweils auch für die anderen Teilgebiete. Der höchste Wert wurde mit 2,9 mg/l im Norden von Baden-Württemberg gemessen.

Der auf 0,7 mg/l festgesetzte Wert der französischen Trinkwasserqualitätsnorm wird an 3 und damit an 0,2 % der Messstellen überschritten.

Tab. 3.2.11 : Teneurs en baryum : valeurs moyennes et médianes

Tab. 3.2.11: Bariumgehalt: Mittel- und Medianwerte

	Moyenne / Mittelwert	Médiane / Median
Pour toute la zone / insgesamt	0,150 mg/l	0,120 mg/l
Alsace	0,139 mg/l	0,120 mg/l
Baden-Württemberg	0,156 mg/l	0,123 mg/l
Hessen	0,154 mg/l	0,126 mg/l
Rheinland-Pfalz	-	-
Schweizer Kantone	-	-

L'ensemble des données recueillies sur le baryum (cf. paragraphe 3.2.19 - Généralités) ainsi que les résultats des campagnes de mesures confirment l'hypothèse selon laquelle le Fossé rhénan supérieur, de par la nature du remplissage alluvionnaire qui le compose, dispose d'un fond géochimique en baryum significatif. En effet, les aquifères alluviaux contiennent toujours plus de baryum que les aquifères en roches sédimentaires et cristallines. Le niveau de présence du baryum dans les eaux du Fossé rhénan devrait donc, sans apport anthropique, demeurer significatif.

Les secteurs où les concentrations sont supérieures à 0,1 mg/l sont principalement situés au centre du Fossé et dans les secteurs de nappe proches des bordures et non influencés par les apports d'eau souterraine en provenance d'un débouché de vallée.

Plus précisément, on peut considérer que tout le secteur au sud de Strasbourg / Offenbourg (en dehors des débouchés de vallée) et la zone entre Karlsruhe et Darmstadt sont concernés par une concentration supérieure à 0,1 mg/l.

Il est très difficile d'estimer la part de la contamination anthropique, mais il a néanmoins été observé que les secteurs urbains et les zones de grandes cultures peuvent dans certains cas contribuer à augmenter la concentration moyenne et médiane de baryum déjà présent naturellement dans les eaux souterraines (OFEFP, 2004). Sur quelques points de mesures du Bade-Wurtemberg dont les concentrations sont élevées, les contaminations supplémentaires d'origine anthropique d'anciennes décharges et de zones industrielles sont très probables.

Die Hypothese, dass die geochemischen Vorgaben in dem mit Schwemmsedimenten gefüllten Oberrheingraben signifikant auf Barium verweisen, werden durch sämtliche in Bezug auf Barium ermittelten und im Abschnitt „Allgemeines“ (Abschnitt 3.2.19) sowie durch die Ergebnisse der Beprobungskampagne bestätigt. In der Tat enthalten alluviale Grundwasserleiter immer mehr Barium als Grundwasserleiter aus Sediment- und kristallinem Gestein. Entsprechend ist ohne anthropogene Einwirkung ein konstanter Bariumgehalt im Grundwasser des Rheingrabens zu vermuten.

Die Gebiete mit Bariumkonzentrationen über 0,1 mg/l liegen hauptsächlich in der Mitte des Rheingrabens und in solchen Randlagen, in denen kein unterirdischer Wassereintrag aus einem Gebirgstalvorfluter in den Grundwasserleiter erfolgt.

Im gesamten Gebiet südlich von Straßburg/Offenbourg (mit Ausnahme der Mündungsbereiche der Gebirgstalvorfluter) und im Gebiet zwischen Karlsruhe und Darmstadt liegen die Konzentrationen über 0,1 mg/l.

Der Anteil der anthropogenen Einwirkung ist sehr schwer zu beurteilen, allerdings war zu beobachten, dass in städtischen Gebieten und Gebieten mit intensiver Bodenbewirtschaftung in bestimmten Fällen der Mittel- und der Medianwert für den Bariumgehalt des Grundwassers über den Wert für den natürlichen Gehalt ansteigen (OFEFP, 2004). An einigen Messstellen in Baden-Württemberg mit erhöhten Konzentrationen liegen offenbar anthropogene Konzentrationsauflastungen von Altablagerungen und Industriegebieten vor.

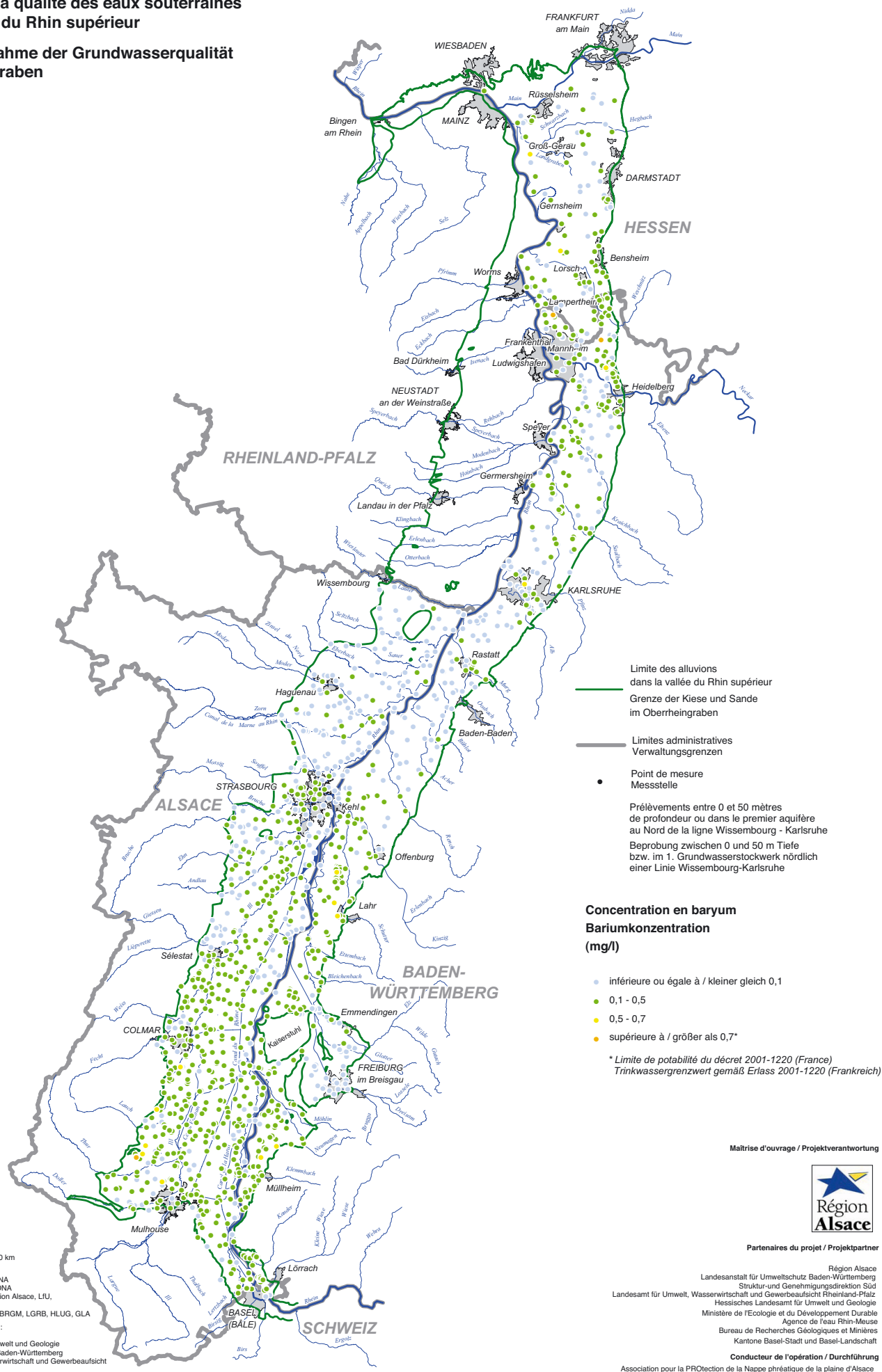
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Baryum

2002 - 2003

Barium



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LIU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.2.20 Fer (Fe)

Généralités

Le fer est contenu dans de nombreux minéraux et est, après l'aluminium, l'élément métallique le plus courant dans l'environnement. Il se trouve sous forme d'oxyde ou d'hydroxyde de fer, généralement sous la forme trivalente, et est plus ou moins soluble dans les eaux souterraines. La solubilité du fer dépend du potentiel d'oxydoréduction (ou potentiel redox) et du pH. Dans les eaux souterraines pauvres en oxygène, le fer est présent sous forme soluble de fer ferreux (bivalent). En présence d'oxygène, il est oxydé sous forme de fer ferrique (trivalent) et est transformé en hydroxyde de fer du fait du pH des eaux souterraines de la vallée du Rhin supérieur (compris généralement entre 6 et 8,5). Une faible variation du potentiel redox ou du pH suffit pour modifier de façon importante la solubilité du fer. Ce phénomène peut conduire à de fortes variations locales des concentrations en fer dans un milieu pauvre en oxygène (GLA, LfU, 1979).

Les pollutions d'origine anthropique peuvent être liées aux eaux usées, surtout aux rejets industriels, ou à la présence de sites pollués.

3.2.20 Eisen (Fe)

Allgemeines

Eisen ist in vielen Mineralen enthalten und nach Aluminium das häufigste Metall in der Umwelt. Es liegt geogen in der dreiwertigen Form meist als wenig lösliches Eisenoxid oder Eisenoxidhydrat im Grundwasser vor. Die Löslichkeit von Eisen hängt vom Redoxpotential und vom pH-Wert ab. In sauerstoffarmen Grundwässern liegt Eisen in zweiwertiger, wasserlöslicher Form vor. Durch Sauerstoff wird es zu dreiwertigem Eisen oxidiert und fällt bei den im Grundwasser der Oberrheinebene üblichen pH-Werten zwischen 6 und 8,5 als Eisenhydroxid aus. Geringe Veränderungen des Redoxpotentials oder des pH-Werts genügen, um die Löslichkeit von Eisen stark zu verändern. Dies kann in sauerstoffarmem Milieu zu örtlich stark variierenden Eisengehalten führen (GLA, LfU, 1979).

Anthropogene Verunreinigungen können durch Abwässer, vor allem Industrieabwässer, oder durch Altlasten bedingt sein.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

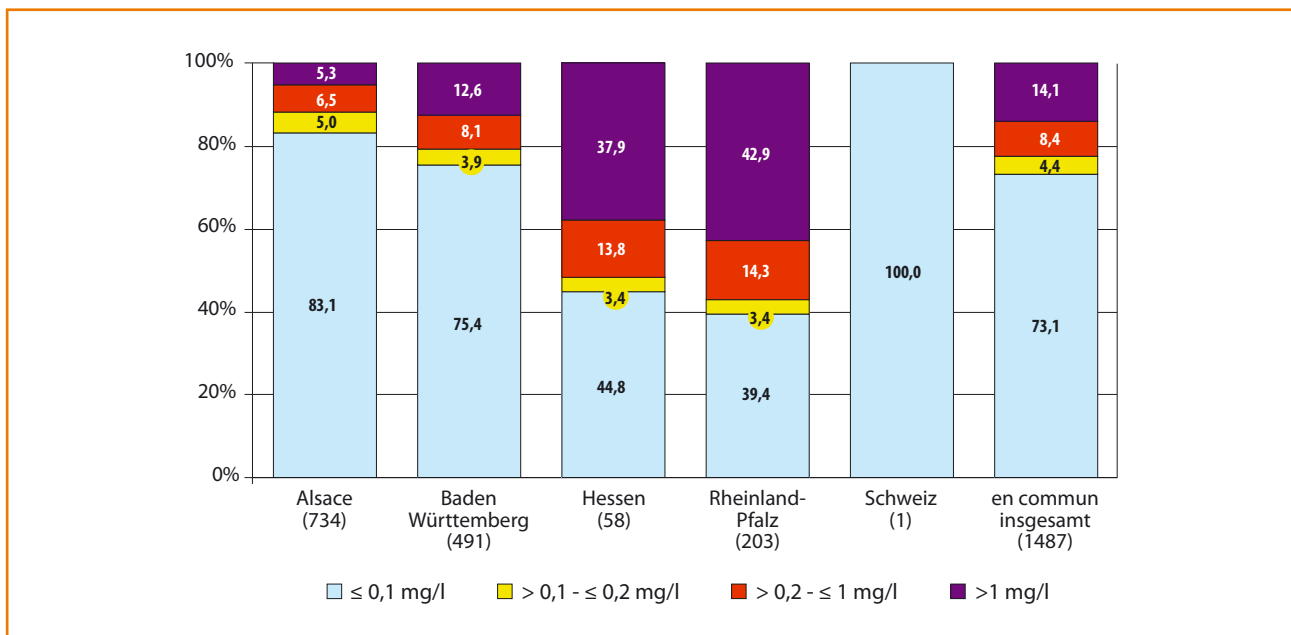


Fig. 3.2.19 : Répartition par classe de concentrations en fer (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.19: Verteilung der Eisenkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

En raison d'un faible nombre de points de mesures analysés en Hesse, il n'a pas été possible d'intégrer les données qui s'y rapportent dans l'interprétation comparative des différents sous-secteurs.

La figure 3.2.19 ci-dessus révèle très nettement une différence dans la répartition du fer entre l'ensemble géographique Alsace / Bade-Wurtemberg et la Rhénanie-Palatinat. En Alsace et Bade-Wurtemberg, respectivement 83,1 et 75,4 % des points de mesures présentent des concentrations inférieures à 0,1 mg/l contre seulement 39,4 % en Rhénanie-Palatinat.

En Alsace, la limite de potabilité de 0,2 mg/l est dépassée sur 11,8 % des points de mesures. En Bade-Wurtemberg, cette proportion atteint 20,8 % mais avec une proportion importante de points situés au nord de Rastatt. Au sud de Rastatt, il n'y a pas, par rapport à 1996/1997, d'évolution significative des teneurs en fer. A l'opposé, côté alsacien, le pourcentage de points de mesures présentant des concentrations supérieures à la limite de potabilité est en baisse, passant de 16,7 à 11,8 %. Cette baisse n'est cependant pas réellement significative. Effectivement, la solubilité du fer ferreux étant très importante, de fortes variations locales des concentrations en fer sont possibles dans les milieux pauvres en oxygène.

En Rhénanie-Palatinat, la proportion de points de mesures dont les concentrations sont supérieures à 0,2 mg/l atteint 57,2 %. 75 % de ces points présentent même des concentrations supérieures à 1 mg/l. La valeur maximale enregistrée en Rhénanie-Palatinat (16 mg/l) est très importante mais pas supérieure à celles observées en Alsace et Bade-Wurtemberg (17,3 et 18 mg/l).

Le fer comme le manganèse (cf. paragraphe 3.2.21) ne déclassent pas la ressource pour la production d'eau potable, car ils sont aisément floculables et donc éliminables pour respecter la réglementation sur les eaux potables. Les valeurs limites de potabilité servent essentiellement à garantir une coloration acceptable de l'eau. Le fer et le manganèse d'origine naturelle en quantité excessive dans l'eau s'éliminent facilement par des procédés standards (ventilation/filtration).

Dans la tranche de teneurs comprises entre 0,1 et 0,2 mg/l, on observe en Alsace, par rapport à 1996/1997, une diminution significative du nombre de points de mesures. Cette évolution est très probablement à mettre en relation avec l'amélioration des techniques de prélèvement et l'attention toute particulière qui a été mise en œuvre lors de cet inventaire pour garantir un renouvellement maximal de la

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Aufgrund der geringen Zahl der in Hessen ausgewerteten Messstellen war es nicht möglich, die für Eisen relevanten Daten in die vergleichende Bewertung der Teilgebiete einzubeziehen.

Abbildung 3.2.19 unten weist deutlich die Unterschiede bei der Verteilung der Eisenwerte zwischen Elsass/Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz aus. Im Elsass und in Baden-Württemberg sind an 83,1 % bzw. 75,4 % der Messstellen Werte unter 0,1 mg/l zu verzeichnen, in Rheinland-Pfalz sind dies nur 39,4 %.

Im Elsass liegen an 11,8 % der Messstellen die Messergebnisse über dem Grenzwert für Trinkwasser. In Baden-Württemberg handelt es sich hier um einen Anteil von 20,8 %, von denen ein großer Teil nördlich von Rastatt liegt. Südlich von Rastatt ist im Vergleich mit 1996/1997 keine signifikante Veränderung der Werte für Eisen festzustellen. Auf elsässischer Seite hingegen ist der Anteil der Messstellen mit Ergebnissen über dem Grenzwert für Trinkwasser von 16,7 % auf 11,8 % zurückgegangen. Diese Veränderung ist allerdings nicht wirklich signifikant. Da zweiwertiges Eisen sehr gut löslich ist, kann es in sauerstoffarmer Umgebung örtlich zu beträchtlichen Schwankungen der Eisenwerte kommen.

In Rheinland-Pfalz liegen an 57,2 % der Messstellen die Eisenwerte über 0,2 mg/l. Von diesen wiederum weisen 75 % eine Konzentration über 1 mg/l auf. Der höchste in Rheinland-Pfalz erfasste Wert ist mit 16 mg/l erheblich, jedoch nicht höher als die entsprechenden Spitzen im Elsass und in Baden-Württemberg (17,3 bzw. 18 mg/l).

Eisen und Mangan (vgl. Abschnitt 3.2.21) wirken sich nicht einschränkend auf die Verwendung des Wassers als Trinkwasser aus, da sie leicht ausflocken und damit eliminiert werden können, um die Werte für Trinkwasser einzuhalten. Die Grenzwerte für Trinkwasser besitzen lediglich ästhetisch-hygienische Gründe. Enteisung und Entmanganung geogen erhöhter Vorkommen dieser Stoffe im Wasser sind über einfache Standardverfahren (Belüftung / Filtration) zu erreichen.

Im Segment der Werte von 0,1 bis 0,2 mg/l ist im Elsass im Vergleich zu 1996/1997 ein signifikanter Rückgang der Messstellen zu verzeichnen. Dies ist sehr wahrscheinlich mit der Verbesserung der Probenahmetechniken und der besonderen Aufmerksamkeit in Zusammenhang zu sehen, die im Rahmen der vorliegenden Beprobungskampagne dem optimalen Austausch der Wassersäule vor der Ent-

colonne d'eau avant prélèvement des échantillons. Effectivement, une part importante des ouvrages est équipée de tubages métalliques à partir desquels du fer peut être libéré par corrosion. Si, lors du prélèvement, l'eau n'a pas été suffisamment renouvelée par pompage ou si les arrivées d'eau dans le puits étaient insuffisantes, le fer peut être sur-représenté dans l'échantillon d'eau prélevé (cf. chapitre 2 en ce qui concerne la technique de prélèvement et la configuration du réseau de mesures). Dans le Pliocène de Haguenau, où les arrivées d'eau sont souvent insuffisantes pour permettre un renouvellement suffisant de la colonne d'eau, il est impossible de différencier la part de pollution liée à ces phénomènes de celle liée à des phénomènes naturels ou anthropiques.

Tout comme le manganèse, qui lui est souvent lié, le fer provient essentiellement du démantèlement des grès et se concentre dans les franges hydromorphes et donc réductrices, entre Colmar et Sélestat, entre la Doller et la Thur, dans la basse vallée de l'Andlau, au nord de Strasbourg, mais aussi dans le Pliocène de Haguenau. Les mêmes phénomènes s'observent dans la dépression d'Ortenau entre Lahr et Kehl/Offenburg, entre Karlsruhe et Mannheim/Heidelberg, et encore dans les prairies humides le long du Rhin notamment en Rhénanie-Palatinat, où, de façon naturelle, peu d'oxygène est présent dans les eaux souterraines (cf. paragraphe 3.2.5).

Les teneurs élevées en fer et en manganèse sont en étroite corrélation avec les faibles teneurs en oxygène et ont un rapport de cause à effet avec celles-ci (cf. paragraphe 3.2.5). En raison de la disponibilité géogène élevée des composés du fer et dans une moindre mesure des composés du manganèse, ces éléments sont présents dans toutes les eaux souterraines en milieu réducteur. Une condition pour cela est la présence simultanée de matières organiques (kaustobiolithes) dans l'aquifère, ce qui est notamment le cas dans le nord du Fossé rhénan supérieur (cf. paragraphe 3.2.23).

Des concentrations élevées en fer sont également détectées au droit ou en périphérie de zones urbaines ou industrielles. Dans le cas de certaines zones comme Lahr, Rastatt, Karlsruhe et Haguenau, l'origine anthropique des fortes concentrations en fer est vraisemblable.

Ce constat s'appuie par ailleurs sur la présence de matière organique dissoute (cf. paragraphe 3.2.23) accompagnée de concentrations en oxygène dissous faibles (cf. paragraphe 3.2.5).

La prise de la mesure de la teneur en fer a été entièrement dédiée à la mesure de la teneur en fer. Ein großer Teil der Entnahmeverrichtungen ist mit Metallrohren ausgestattet, aus denen gegebenenfalls Eisen durch Korrosion freigesetzt wird. Wenn das Wasser bei der Entnahme nicht ausreichend durch Pumpen erneuert wurde oder die Wasserzufuhr aus den Brunnen unzureichend war, ist gegebenenfalls in der Entnahmeprobe Eisen überrepräsentiert (Zu Probennahmetechnik und Mesnetzkonfiguration vgl. Kapitel 2). Im Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter ist die Wasserzufuhr oftmals nicht ausreichend, um die Wassersäule in ausreichendem Maße auszutauschen, so dass es hier nicht möglich ist, den Anteil der auf diesen Faktor zurückzuführenden Eisenbelastung von dem auf natürliche oder anthropogene Ursachen entfallenden Anteil zu trennen.

Wie Mangan, zu dem oftmals ein Zusammenhang besteht, stammt Eisen vor allem von der Sandsteinverwitterung und konzentriert sich auf die Gebietsstreifen mit hydromorphen und damit reduzierenden Bedingungen zwischen Colmar und Sélestat, Doller und Thur und in der Andlau-Senke nördlich von Strasbourg, aber auch im Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter. Dieselben Erscheinungen sind in der Senke in der Ortenau zwischen Lahr und Kehl/Offenburg, zwischen Karlsruhe und Mannheim/Heidelberg oder auch in den Feuchtwiesen entlang des Rheins insbesondere in Rheinland-Pfalz zu beobachten, wo das Grundwasser natürlicherweise sauerstoffarm ist.

Das Auftreten erhöhter Werte für Eisen und Mangan korreliert sehr eng mit niedrigen Sauerstoffwerten und steht auch in kausalem Zusammenhang mit diesen (vgl. Abschnitt 3.2.5). Aufgrund der hohen geogenen Verfügbarkeit von Eisen- und nachrangig auch Manganverbindungen, kommen diese Elemente in allen Grundwässern bei reduzierendem Milieu vor. Voraussetzung hierzu ist das gleichzeitige Vorhandensein organischer Materialien (Kaustobiolithe) im Aquifer, was insbesondere im nördlichen Oberrheingraben der Fall ist (s. Abschnitt 3.2.23).

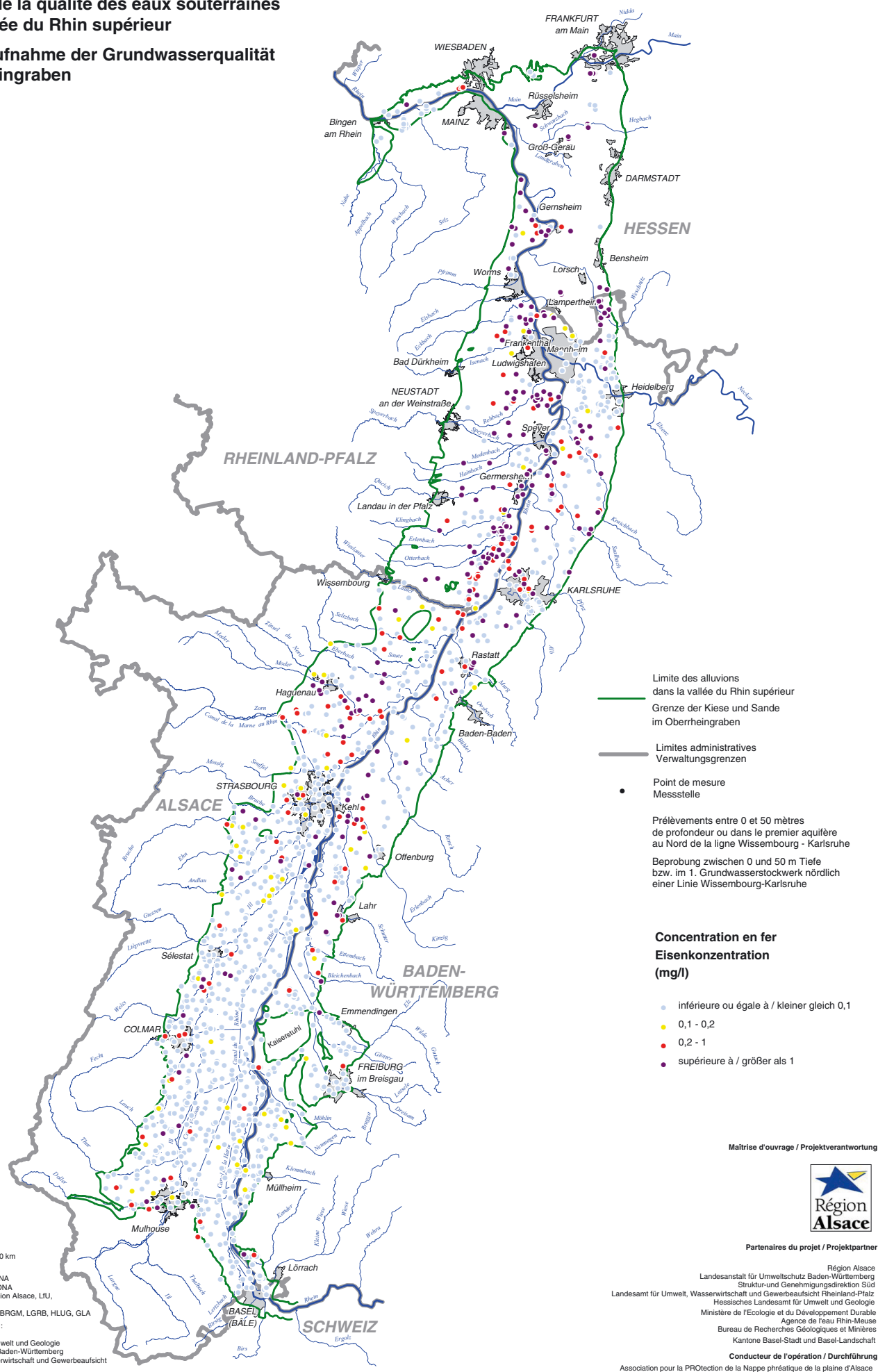
Eisengehaltswerte im oberen Segment sind auch im Bereich bzw. im Umkreis von Gebieten mit Wohn- und Industriebebauung festzustellen. In einigen Fällen wie in Lahr, Rastatt, Karlsruhe und Haguenau ist anthropogene Einwirkung als wahrscheinliche Ursache für die hohen Eisenwerte anzunehmen.

Dieser Befund wird im Übrigen durch im Grundwasser anzutreffendes gelöstes organisches Material (vgl. Abschnitt 3.2.23) zusammen mit niedrigen Werten für die Konzentration an gelöstem Sauerstoff (vgl. Abschnitt 3.2.5) gestützt.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Fer
2002 - 2003
Eisen



3.2.21 Manganèse (Mn)

Généralités

Le manganèse est contenu dans de nombreux minéraux, qui accompagnent souvent le minerai de fer. Tout comme le fer, il est présent de façon naturelle dans les eaux ayant un potentiel redox faible. En l'absence d'oxygène, il est présent sous forme d'ion manganèse bivalent, soluble dans l'eau souterraine. Contrairement au fer, le manganèse est encore soluble à des potentiels redox élevés ; la concentration en manganèse dans les eaux souterraines est pourtant généralement moins élevée que la concentration en fer.

Le manganèse est utilisé dans l'industrie et peut ainsi se retrouver dans les eaux souterraines via les eaux usées industrielles. Tout comme le fer, le manganèse détecté dans les échantillons d'eau peut également provenir des parois corrodées du tubage de l'ouvrage d'observation.

Au moment du prélèvement de l'eau souterraine, le manganèse est libéré et oxydé au contact de l'oxygène.

3.2.21 Mangan (Mn)

Allgemeines

Mangan ist ebenfalls in vielen Mineralen enthalten, die oft Eisenerze begleiten, und kommt wie Eisen natürlicherweise in Wässern mit geringem Redoxpotential vor. Es liegt bei Sauerstoffmangel gelöst als zweiwertiges Mangan-Ion im Grundwasser vor. Im Gegensatz zu Eisen wird Mangan bereits bei höheren Redoxpotentialen gelöst, der Mangangehalt im Grundwasser ist in der Regel jedoch geringer als der Eisengehalt.

Mangan wird in der Industrie verwendet und kann über industrielle Abwässer ins Grundwasser sickern. Wie Eisen kann auch Mangan durch korrodierte Rohrwandungen bei entsprechend ausgebauten Messstellen in die Grundwasserprobe gelangen.

Bei der Förderung von Grundwasser wird Mangan bei Kontakt mit Sauerstoff ebenfalls oxidiert und ausgefällt.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

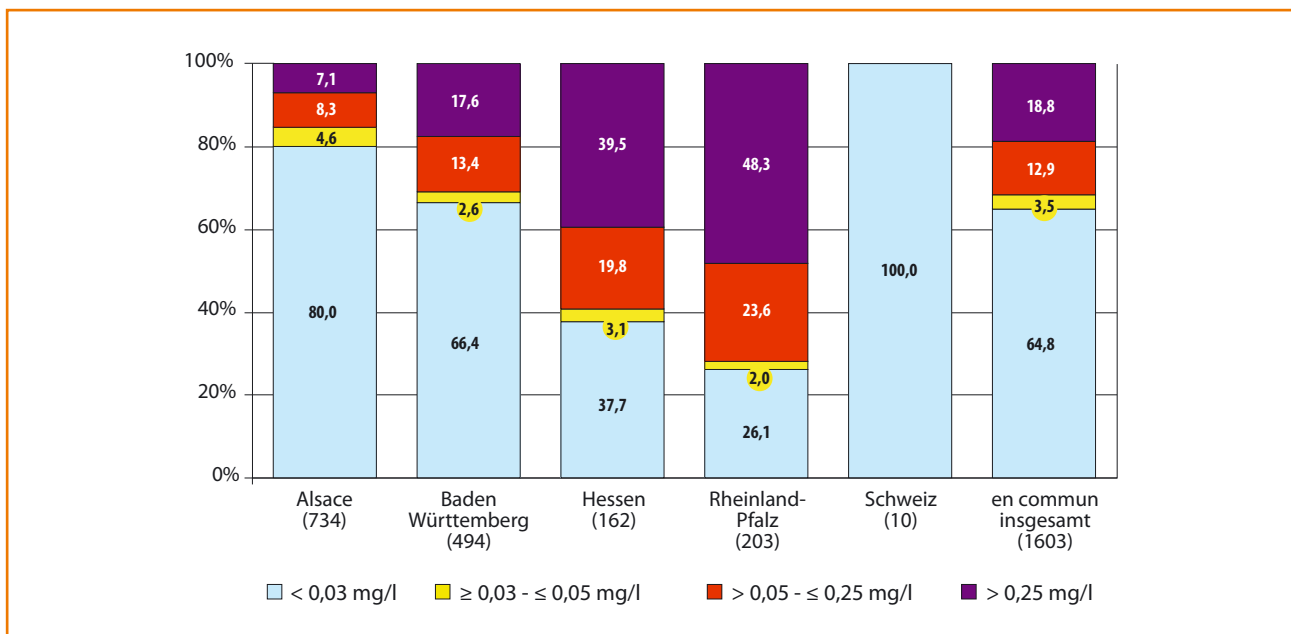


Fig. 3.2.20 : Répartition par classe de concentrations en manganèse (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.20: Verteilung der Mangankonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La carte du manganèse ainsi que la figure 3.2.20 ci-dessus montre, comme pour le fer, une très nette différence de répartition du manganèse entre le nord et le sud de la vallée du Rhin supérieur.

A l'échelle de la zone d'étude, 48,8 % des points de mesures sont concernés par des concentrations supérieures aux limites de quantification du manganèse contre 53,2 % pour le fer. On constate comme en 1996/1997 que le manganèse est moins souvent détecté que le fer.

En revanche les dépassements de limite de potabilité sont plus nombreux pour le manganèse que pour le fer. Cela tient en partie au fait que la limite de potabilité n'est que de 0,2 mg/l pour le fer contre 0,05 mg/l pour le manganèse.

Les dépassements de la limite de potabilité concernent 15,4 % des points de mesures en Alsace, 31 % en Bade-Wurtemberg, 59,3 % en Hesse et 71,9 % en Rhénanie-Palatinat. A l'échelle de l'ensemble de la zone, 31,7 % des points de mesures du réseau de contrôle du manganèse (1 603 points) sont supérieurs à la limite de potabilité. La majorité de ces points dépassent même 0,25 mg/l (5 fois la limite de potabilité).

Les valeurs médianes sont inférieures à la limite de quantification maximale de 0,03 mg/l, hormis le Land de Hesse et la Rhénanie-Palatinat où les médianes sont respectivement de 0,13 et 0,20 mg/l. La moyenne des teneurs du Land de Rhénanie-Palatinat est 1,6 fois plus élevée que celle calculée pour la Hesse. Les teneurs maximales mesurées ont été observées en Hesse et Alsace avec 10 mg/l.

Que ce soit en Alsace, en Rhénanie-Palatinat ou en Bade-Wurtemberg, les mêmes secteurs que pour le fer sont concernés par les plus fortes teneurs et ce, pour les mêmes raisons. Il s'agit principalement de la présence de secteurs hydromorphes et réducteurs. Ces zones correspondent aux secteurs de faibles teneurs en oxygène dissous et avec présence de matière organique. (cf. paragraphes 3.2.20, 3.2.5 et 3.2.23).

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Wie für Eisen weisen die Karte sowie Abbildung 3.2.20 oben auch für Mangan auf deutliche Unterschiede in der Verteilung der Werte für den Gehalt im Grundwasser hin.

An 48,8 % der Messstellen im gesamten Untersuchungsgebiet liegen die Konzentrationen über den Quantifizierungsgrenzen für Mangan, bei Eisen sind dies vergleichsweise 53,2 %. Wie 1996/1997 ist festzustellen, dass Mangan seltener als Eisen nachgewiesen wird.

Im Gegenzug sind Überschreitungen des Grenzwerts für Trinkwasser bei Mangan häufiger als bei Eisen. Dies liegt einzig daran, dass der Grenzwert für Eisen lediglich 0,2 mg/l beträgt, gegenüber 0,05 mg/l beim Mangan.

Überschreitungen des Grenzwerts für Trinkwasser sind im Elsass an 15,4 % der Messstellen, in Baden-Württemberg an 31 %, in Hessen an 59,3 % und in Rheinland-Pfalz an 71,9 % festzustellen. Bezogen auf das gesamte Beprobungsnetz liegt an 31,7 % der Messstellen (1.603 Probenahmestellen) der Manganwert über dem Grenzwert für Trinkwasser. An der Mehrzahl der betreffenden Messstellen übersteigt er sogar 0,25 mg/l und erreicht damit das Fünffache des Grenzwerts für Trinkwasser.

Die Medianwerte liegen unter dem oberen Quantifizierungsgrenzwert von 0,03 mg/l, eine Ausnahme bilden Hessen und Rheinland-Pfalz mit Medianwerten von 0,13 bzw. 0,20 mg/l. Der Mittelwert für den Mangangehalt liegt in Rheinland-Pfalz 1,6 mal so hoch wie der Wert für Hessen. Die höchsten Werte wurden in Hessen und im Elsass mit 10 mg/l gemessen.

Im Elsass, in Rheinland-Pfalz und in Baden-Württemberg fallen gleichermaßen die Bereiche mit den höchsten Werten für Mangan mit den Bereichen mit den Werten im oberen Segment für Eisen zusammen, und dies aus denselben Gründen. Es handelt sich um Gebiete mit hydromorphen und damit reduzierenden Bedingungen. Kennzeichnend für diese sind der geringe Gehalt an gelöstem Sauerstoff und das vorhandene organische Material (vgl. Abschnitt 3.2.20, 3.2.5 und 3.2.23).

En Bade-Wurtemberg, d'autres zones s'ajoutent à celles qui posent problème du point de vue du fer, comme par exemple une ancienne zone de tourbières sur la rive orientale du Rhin, entre le Kaiserstuhl et le Tuniberg ou encore le secteur hydromorphe (de type anmoor) des forêts Mooswald à l'ouest de la Freiburger Bucht. (cf. paragraphe 3.2.23 sur le carbone organique dissous).

Une fois de plus, tout comme pour le fer, il est difficile d'estimer la part de la contamination anthropique, dont l'importance éventuelle doit être considérée comme absolument subalterne, dans cette distribution. Les points de mesures faisant état de pollution anthropique au manganèse sont souvent les mêmes que ceux répertoriés au paragraphe 3.2.20 sur le fer.

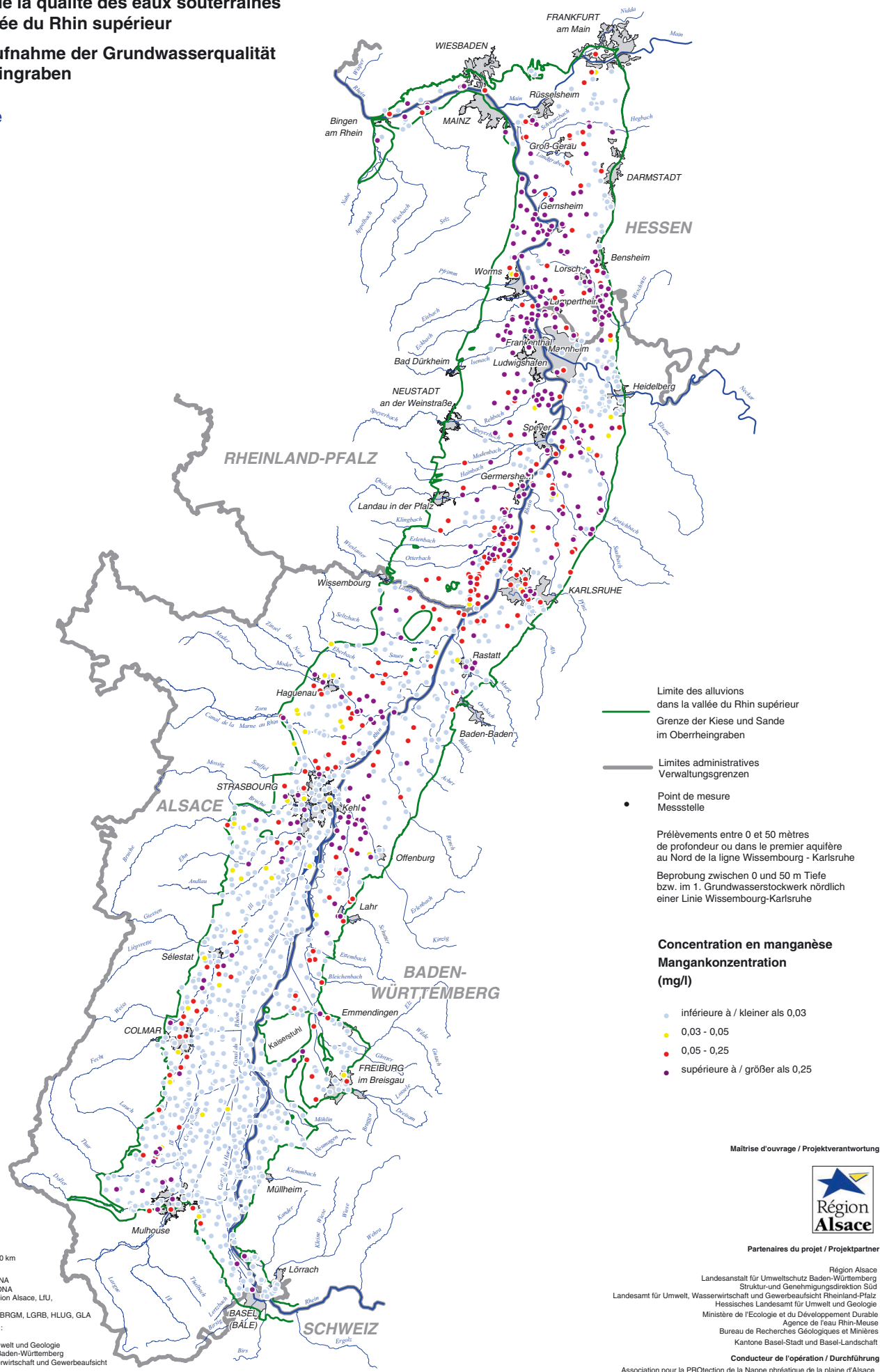
Zusätzliche auffällige Mangan-Gebiete, welche nicht beim Eisen auffällig sind, sind in Baden-Württemberg: der früher moorige Ostrheinbereich zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg und der anmoorige Bereich der Mooswälder in der westlichen Freiburger Bucht. (siehe Kap. 3.2.23 Kohlenstoff).

Bei Mangan ist es zudem wie bei Eisen schwierig, den Anteil der anthropogenen Ursachen an der Belastung abzuschätzen, die aber in ihrer möglichen Bedeutung absolut nachrangig anzusehen sind. Als anthropogen mit Mangan belastete Messstellen sind zumindest die gleichen Messstellen anzusehen, wie sie im Kap. 3.2.20 Eisen genannt sind.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Manganèse
2002 - 2003
Mangan



3.2.22 Phosphore total (P)

Généralités

Dans la nature, le phosphore est principalement présent à l'état minéralisé sous forme de phosphate, notamment dans les roches calcaires du Jurassique. Dans les eaux naturelles et les eaux usées, il est également presque intégralement présent sous forme de phosphate.

La quasi-totalité (90 %) des phosphates extraits et produits dans le monde est utilisée comme engrais en agriculture (Seyfarth, Soinée, 1997). D'autres phosphates utilisés comme adoucissant dans les produits de nettoyage et de lavage atteignent les eaux souterraines via les eaux usées domestiques.

Les phosphates sont classés comme orthophosphates (cf. paragraphe 3.2.17), phosphates condensés ou polyphosphates et phosphates liés organiquement. Les phosphates se retrouvent soit en solution, soit sous forme particulaire ou encore dans les organismes vivants :

- les polyphosphates sont ajoutés en faible quantité à certaines eaux d'alimentation dans les industries, durant leur traitement. La lessive et les autres activités de lavage contribuent également à l'apport de polyphosphates,
- les orthophosphates proviennent en grande partie du ruissellement des sols fertilisés,
- les phosphates organiques résultent principalement de procédés biologiques. Ils atteignent les eaux usées avec les rejets humains et les résidus de nourriture. Le traitement du phosphore dans les stations d'épuration n'est pas systématique et on peut ainsi retrouver cette forme de phosphates dans les eaux souterraines.

Le phosphore est un élément essentiel à la croissance des plantes. En limitant son rejet, on peut espérer réduire la croissance des algues et ainsi favoriser un ralentissement du processus d'eutrophisation des cours d'eau stagnants ou de faible débit ainsi que des gravières.

3.2.22 Gesamtphosphor (P)

Allgemeines

In der Natur kommt Phosphor hauptsächlich in mineralischem Zustand in Form von Phosphat vor, vor allem im kalkhaltigen Juragestein. In natürlichen Gewässern und im Abwasser ist Phosphor ebenfalls fast ausschließlich in Form von Phosphat vorhanden.

Weltweit wird fast die gesamte Menge (90 %) der Phosphatförderung und Phosphatproduktion zum Düngen in der Landwirtschaft verwendet (Seyfarth, Soinée, 1977). Ansonsten sind Phosphate als Weichmacher in Reinigungs- und Waschmitteln enthalten und gelangen über Haushaltsabwasser ins Grundwasser.

Phosphate unterteilen sich in Orthophosphate (vgl. Abschnitt 3.2.17), kondensierte Phosphate oder Polyphosphate und organische Phosphate. Phosphate sind gelöst, als Partikel oder in lebenden Organismen anzutreffen:

- Polyphosphate werden in geringer Menge bestimmten Arten im Zusammenhang mit der Aufbereitung von Rohwasser in der Industrie zugesetzt. Der Einsatz von Waschlaugen und andere Waschvorgänge führen ebenfalls zum Eintrag von Polyphosphaten.
- Orthophosphate stammen größtenteils aus Rieselwasser von gedüngten Böden.
- Organische Phosphate sind zumeist auf biologische Ursachen zurückzuführen. Sie gelangen mit menschlichen Ausscheidungen und Nahrungsmittelresten ins Abwasser. Da das Abwasser in den Kläranlagen nicht systematisch auf Phosphor behandelt wird, gelangen organische Phosphate auf diesem Weg ins Grundwasser.

Phosphor ist ein wichtiges Element für das Pflanzenwachstum. Wenn weniger Phosphor ins Wasser gelangt, reduziert sich das Algenwachstum und in stehenden bzw. langsam fließenden Gewässern und in Baggerseen verlangsamt sich der Eutrophierungsprozess.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

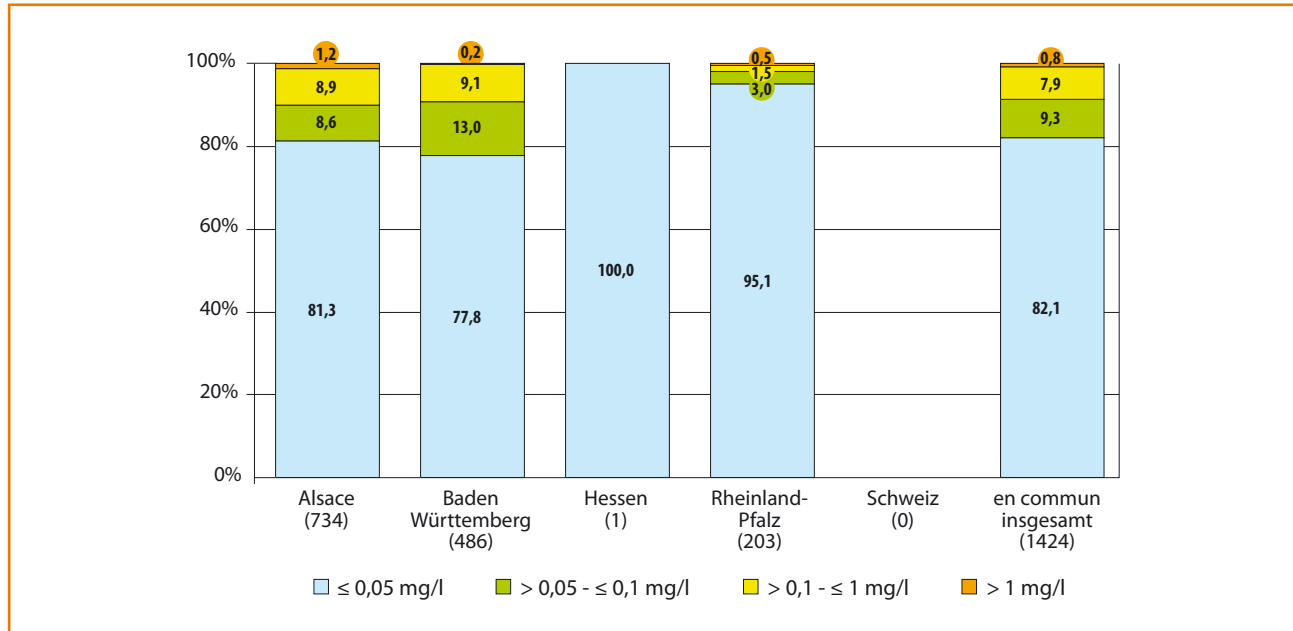


Fig. 3.2.21 : Répartition par classe de concentrations en phosphore total (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.21: Verteilung der Gesamtposphorkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

En Hesse, le nombre de points de mesures disponibles n'a pas permis d'établir de valeurs statistiques.

La valeur médiane pour l'ensemble de la zone d'étude (hors Hesse) se situe en dessous de la limite de quantification la plus élevée de 0,05 mg/l de phosphore.

A l'échelle de la zone d'étude, hors la Hesse et la Suisse, 82,1 % des points du réseau présentent une concentration inférieure à 0,05 mg/l qui est la limite de quantification maximale. En Rhénanie-Palatinat, le nombre de points inférieurs à 0,05 mg/l atteint 95,1 %.

En Alsace comme du côté badois, la répartition du nombre de points dans les classes supérieures de concentration est à peu près équivalente. On dénombre pour chacun entre 9 et 13 % de points dans la classe 0,05 à 0,1 mg/l et entre 8 et 9 % de points dans la classe supérieure à 1 mg/l.

Les points de mesures où les concentrations sont les plus élevées sont souvent situés dans des zones industrielles ou à proximité de zones urbaines. Certains points côté alsacien sont même directement situés à l'aval de stations d'épuration. En Bade-Wurtemberg, la seule valeur supérieure à 1 mg/l est enregistrée au nord du Kaiserstuhl, là où une pollution ponctuelle majeure liée à une exploitation agricole a été mise en évidence. Il est possible ici que du lisier et/ou des eaux usées domestiques pénètrent dans le sous-sol.

Par ailleurs, les zones de fortes concentrations en phosphore sont situées le long du piémont, en Alsace. Elles sont généralement liées aux conditions hydrogéologiques (faible épaisseur de nappe, vitesse de circulation de la nappe moins importante qu'en plaine) auxquelles s'ajoute une forte pression agricole et viticole. Le Pliocène de Haguenau est également très concerné par cette problématique en raison de la pression urbaine et agricole ainsi qu'en raison des caractéristiques propres de l'aquifère (transmissivité et taux de renouvellement très faible).

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Für Hessen konnten aufgrund der geringen Zahl der Messstellen keine statistischen Werte ermittelt werden.

Der Phosphor-Medianwert für das gesamte Untersuchungsgebiet (ausgenommen Hessen) liegt unter dem obersten Quantifizierungsgrenzwert von 0,05 mg/l.

Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet liegt - Hessen und die Schweiz ausgenommen - an 82,1 % der Messstellen die Konzentration unter dem oberen Quantifizierungsgrenzwert von 0,05 mg/l. In Rheinland-Pfalz sind es sogar 95,1 % der Messstellen, an denen die Werte unter 0,05 mg/l liegen.

Im Elsass liegt die Verteilung der Messstellen auf die oberen Segmente für die Konzentration ungefähr in derselben Größenordnung. 9 bis 13 % der Messstellen entfallen jeweils auf das Segment 0,05 bis 0,1 mg/l und 8 bis 9 % auf Werte über 1 mg/l.

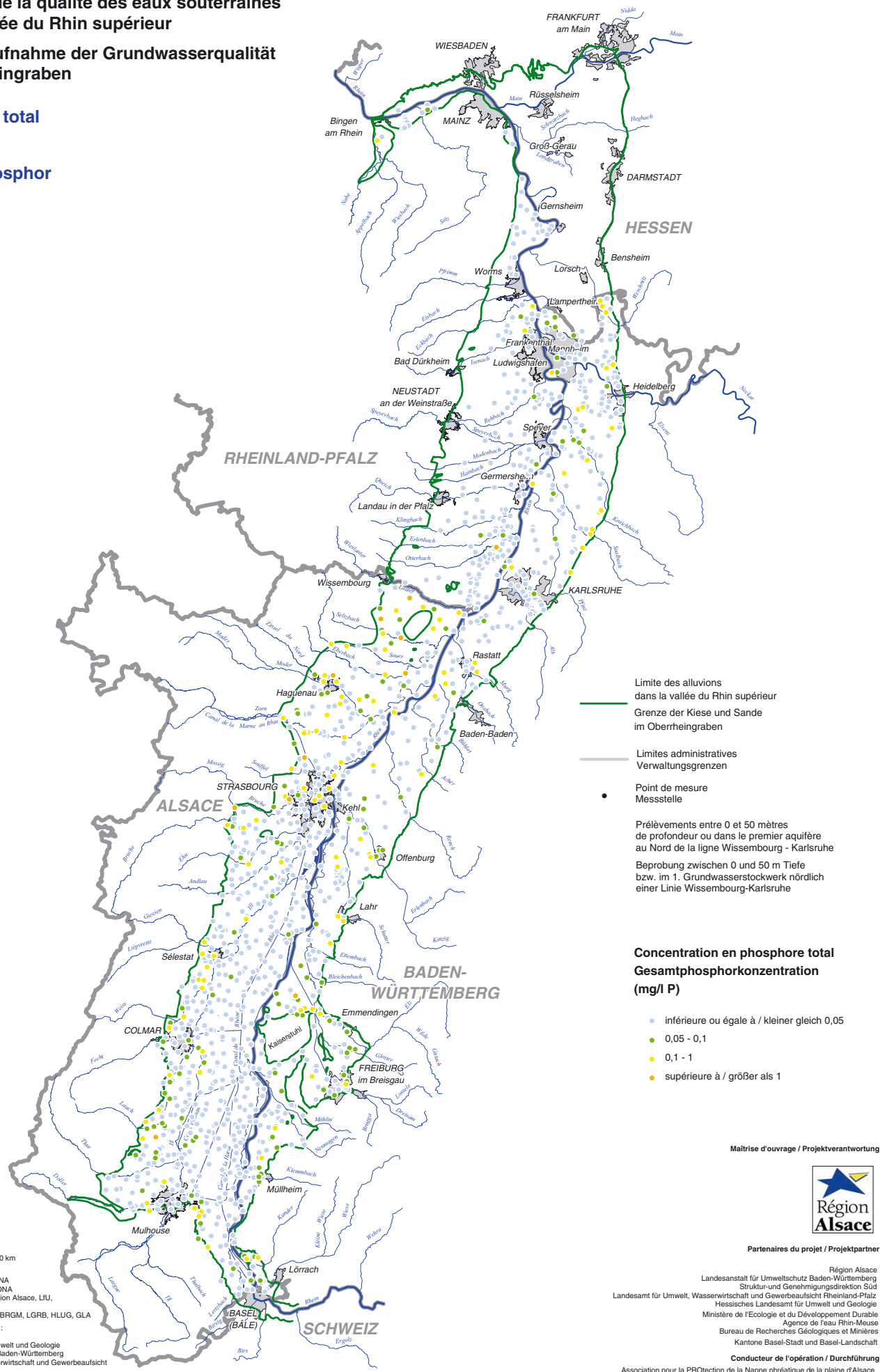
Die Messstellen mit den höchsten Werten liegen häufig in Industriegebieten oder in der Nähe von Siedlungsgebieten. Auf elsässischer Seite liegen einige der betreffenden Messstellen direkt unterhalb von Kläranlagen. In Baden-Württemberg wurde der einzige Wert über 1 mg/l an einer Stelle nördlich des Kaiserstuhls gemessen, an der im Zusammenhang mit einem Landwirtschaftsbetrieb eine beträchtliche punktuelle Belastung festgestellt wurde. Gülle und/oder häusliches Abwasser gelangt hier möglicherweise in den Untergrund.

Weitere Bereiche mit hohen Werten für den Phosphorgehalt liegen entlang der Vorbergzone im Elsass. Hier besteht in der Regel ein Zusammenhang zu den hydrogeologischen Vorgaben (geringe Mächtigkeit des Grundwasserleiters, Fließgeschwindigkeit des Grundwassers geringer als in der Ebene), zu denen eine starke Belastung aus Landwirtschaft und Weinbau hinzukommt. Der Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter ist aufgrund des Eintrags aus Haushalten und Landwirtschaft sowie aufgrund seiner Eigenmerkmale (Durchlässigkeit und Grundwasseraustausch sehr gering) ebenfalls von dieser Problematik betroffen.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Phosphore total
2002 - 2003
Gesamtphosphor



3.2.23 Carbone Organique Dissous (COD)

Généralités

La présence de matière organique dans les eaux souterraines peut avoir 2 origines principales.

Elle peut d'une part être issue de la dégradation de végétaux (par ex. résidus de récoltes ou feuilles mortes) accumulés dans un secteur spécifique par exemple les zones de tourbières. Des sources de carbone fossile (par ex. insertions de charbon, tourbes, etc.) peuvent également être présentes dans l'aquifère même.

Mais le carbone organique peut aussi avoir une origine anthropique comme la pollution de la nappe phréatique par des eaux usées riches en carbone organique dissous. Il peut aussi provenir des déjections animales (fumier, lisier), de résidus urbains ou encore industriels (boues de station d'épuration, hydrocarbures).

Cette matière organique constitue un ensemble complexe de molécules présentant des natures et des propriétés variables. Il existe 3 classes de composés : les composés simples ou non humiques, les composés humiques et les polluants organiques (HAP, PCB, pesticides, etc.).

Pour estimer la présence de matière organique dans l'eau, la technique consiste à évaluer la quantité de carbone organique dissous (COD) présent dans un échantillon. Le COD est ainsi un paramètre brut indiquant la présence de composés organiques non identifiés ou non identifiables. Les résultats de ces analyses permettent par exemple de suivre l'évolution d'une pollution organique. Le COD n'a pas de réelle signification pour la santé car il ne permet pas de connaître la nature des composés présents dans l'eau.

La mesure du COD permet, avec la connaissance d'autres paramètres (oxygène dissous par ex.), d'effectuer un suivi environnemental et d'aider au contrôle de la qualité de l'eau. En effet, la principale conséquence de la présence naturelle ou des rejets de matière organique est la consommation d'oxygène qui résulte de leur dégradation.

3.2.23 Gelöster Organischer Kohlenstoff (DOC)

Allgemeines

Findet sich im Grundwasser organisches Material, so kommen in der Hauptsache zweierlei Ursachen in Frage.

Zum einen ist dies die Folge des natürlichen Abbaus von pflanzlichen Stoffen (z.B. Erntereste oder Laubfall), die sich in bestimmten Bereichen wie z.B. in Mooren angesammelt haben. Kaustobiolithe (z.B. Kohleeinschlusungen, Torfe etc.) können auch im Aquifer selbst als fossile Kohlenstoffquelle vorliegen.

Zum anderen kann es auch anthropogene Einwirkungen zugrunde liegen. Das organische Material kann die Folge einer Beeinflussung des Grundwassers mit kohlenstoffhaltigen Abwässern sein. Es kann jedoch auch aus Tierfäkalien (Mist, Gülle) oder aus Haushalts- und Industrieabfällen (Klärschlamm, Kohlenwasserstoffe) stammen.

Das organische Material beinhaltet eine Vielzahl von Molekülen, die sich im Hinblick auf Beschaffenheit und Eigenschaften unterscheiden. Es handelt sich dabei um drei Gruppen von Verbindungen: einfache bzw. Nicht-huminverbindungen, Huminverbindungen und organische Schadstoffe (PAK, PCB, Pestizide usw.).

Zum Nachweis von im Grundwasser vorhandenen organischen Material wird die Menge des in der betreffenden Probe enthaltenen gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC) bestimmt. Der DOC ist damit ein Summenparameter nicht näher spezifizierter oder spezifizierbarer organischer Kohlenstoffverbindungen. Anhand der Ergebnisse lässt sich beispielweise der Verlauf einer organischen Grundwasserbelastung beobachten. Der DOC-Wert ist in Bezug auf die Gesundheitsverträglichkeit des Wassers letztlich aber nicht aussagekräftig genug, denn die Art der Verbindungen lässt sich damit nicht bestimmen.

Anhand des DOC lässt sich im Zusammenhang mit anderen bekannten Parametern (z.B. gelöster Sauerstoff) die Grundwasserqualität beobachten und ein weiteres Element zur Kontrolle der Wasserqualität beitragen. Als wichtigste Folge führt das Vorhandensein organischen Materials, sei es aus natürlichen Gründen oder aus dem Abwasser, und dessen Abbau zum Verbrauch von Sauerstoff.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

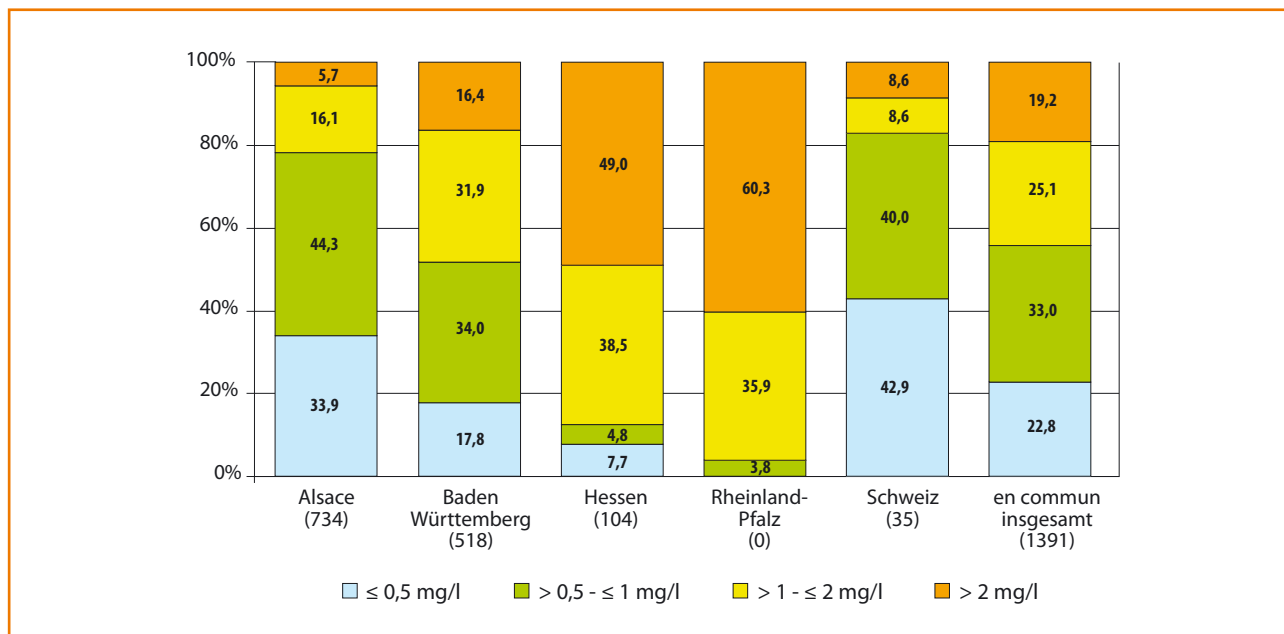


Fig. 3.2.22 : Répartition par classe de concentrations en carbone organique dissous (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.2.22: Verteilung der Konzentrationen an Gelöstem Organischem Kohlenstoff (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Pour le carbone organique dissous (COD), la répartition des concentrations est très différente du nord au sud de la vallée du Rhin supérieur. Au nord, on trouve sur l'ensemble du périmètre des concentrations sensiblement supérieures à celles du sud.

En Rhénanie-Palatinat et en Hesse, respectivement 60,3 % et 49 % des points de mesures présentent des teneurs en COD supérieures à 2 mg/l. Cette classe de concentration ne concerne en Bade-Wurtemberg et en Alsace que respectivement 16,4 % et 5,7 % des points de mesures.

Ces points sont localisés pour la plupart dans le Pliocène de Haguenau pour l'Alsace et du nord de Rastatt/Karlsruhe jusqu'en Hesse pour le Bade-Wurtemberg.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Beim gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) ist in der Rheinebene bezogen auf die Nord-Süd-Verteilung ein erhebliches Gefälle der Werte zu beobachten. Im Norden finden sich in der Fläche wesentlich mehr höhere Konzentrationen als im Süden.

In Rheinland-Pfalz und Hessen liegt an 60,3 % bzw. 49 % der Messstellen der DOC-Gehalt über 2 mg/l, in Baden-Württemberg an 16,4 % und im Elsass an 5,7 % der Messstellen.

Im Elsass sind diese zumeist im Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter gelegen, in Baden-Württemberg größtenteils nördlich von Rastatt/Karlsruhe bis nach Hessen hinein.

Ils doivent leur origine aux dépôts de matières organiques plus importants au nord qu'au sud. Ces matières organiques se sont accumulées au nord, au fil de l'histoire géologique du Fossé rhénan et du Rhin (méandres de l'ancien Rhin avant sa régularisation, piégeage de matière organique dans d'anciens bras du Rhin au nord à partir de Rastatt environ, dépôts de crues, zones marécageuses, tourbières etc.) En revanche, au sud, en remontant jusqu'à Rastatt, le Rhin présentait un lit à tresses avec un débit plus rapide en raison de la plus forte pente. Les nombreux bras et l'absence de méandres réduisaient le nombre de zones d'eaux mortes, limitant ainsi la possibilité de sédimentation pour les matières organiques transportées.

Il en résulte une répartition inversement proportionnelle à l'oxygène dissous. En effet, les grandes zones situées au nord de Strasbourg et celles qui vont du nord de Karlsruhe jusqu'en Hesse, où les concentrations en oxygène dissous sont très faibles, correspondent aux secteurs de fortes concentrations en COD, car ici la dégradation naturelle, chimique et microbienne des alluvions organiques consomme l'oxygène.

Une autre zone posant problème en raison des concentrations élevées en COD se trouve côté Bade-Wurtemberg, dans la dépression située entre Lahr et Kehl/Offenburg. Le nom du pays d'Ortenau dont l'origine celte « Mordunova – forteresse marécageuse » fait état de sols historiques anmoor à marécageux présentant une forte concentration en carbone organique dissous. Les concentrations plus élevées des zones de plus faible étendue entre le Kaiserstuhl et le Tuniberg ou dans la partie occidentale de la Freiburger Bucht sont elles aussi d'origine naturelle. Ici c'est le « Rhin oriental historique » ou encore les cours d'eau de la Forêt Noire dont l'eau s'accumulait devant Tuniberg/Kaiserstuhl qui ont constitué des zones de type anmoor à marécageux (tourbières du Merdinger Moor, forêts de type Mooswald).

Les teneurs élevées, supérieures à 2 mg/l, mesurées sur deux points de mesures directement placés sur la bordure septentrionale du Kaiserstuhl, proviennent des rejets d'eaux usées d'une ferme d'élevage isolée et d'autres rejets d'eaux usées.

Au nord de Karlsruhe, les rivières autrefois partiellement polluées par les eaux usées et les épandages généralisés d'eaux usées sur les prairies sont à l'origine d'une pollution anthropique supplémentaire.

Ursache dafür ist, dass im gesamten nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets bedeutendere Ablagerungen von organischem Material anzutreffen sind als im Süden. Diese haben sich im Norden im Rahmen des geologischen Werdegangs und der Flussgeschichte des Rheins angesammelt (Mäanderzone des früheren unbegradigten Rheins im Norden etwa ab Rastatt, Einschluss organischer Stoffe in Altrheinarmen, Hochwasserablagerungen, Sumpfbereiche, Moore, usw.). Der Süden dagegen war bis etwa hoch nach Rastatt die Furkationszone des Rheins, in der das Flusswasser aufgrund des größeren Gefälles schneller floss, sich in viele Arme teilte und keine Mäander bildete, so dass es hier weniger Stillwasserzonen mit Sedimentationsmöglichkeiten für mitgeführte organische Stoffe gab.

Es ergibt sich eine Konzentrationsgegenläufige Verteilung zum gelösten Sauerstoff. So fallen die ausgedehnten Bereiche nördlich von Strasbourg und die Bereiche nördlich von Karlsruhe bis nach Hessen hoch, in denen die Werte für gelösten Sauerstoff sehr niedrig liegen, mit den Bereichen zusammen, in denen hohe DOC-Werte festzustellen sind, da hier der natürliche chemische und mikrobielle Abbau der organischen Ablagerungen den Sauerstoff zehrt.

Ein weiteres auffälliges Gebiet mit höheren DOC-Werten liegt auf baden-württembergischer Seite in der Senke zwischen Lahr und Kehl/Offenburg in der Landschaft der Ortenau, deren keltische Begriffsherkunft „Mordunova - Sumpf-Burg“ auf die hier schon historisch anmoorigen bis moorigen Böden mit einem hohen Kohlenstoffgehalt hinweist. Ebenso sind die höheren Konzentrationen in den kleineren Gebieten zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg bzw. in der westlichen Freiburger Bucht natürlich. Hier hat der sogenannte historische Ostrhein bzw. haben die Schwarzwaldbäche, deren Wasser sich vor Tuniberg/Kaiserstuhl stauten, anmoorigen bis moorige Zonen geschaffen (Merdinger Moor, Mooswälder).

An zwei Messstellen direkt am nördlichen Rand des Kaiserstuhls gelegen, beruhen die hier hohen Werte von größer 2 mg/l auf den Abwasseremissionen einer Tiermästerei bei einem Aussiedlerhof und anderen Abwasseremissionen.

Nördlich von Karlsruhe dürften auch die z.T. früher abwasserbelasteten Flüsse und die z.T. flächige Wiesenbewässerung mit Abwasser eine anthropogene Auflastung bewirkt haben.

Le carbone organique dissous (COD) peut atteindre les eaux souterraines par les eaux d'infiltration, mais il peut également être déjà présent dans la couche aquifère lorsque celle-ci contient des substances organiques solubles. Comme le COD constitue une source d'énergie jouant un rôle très important dans les réactions microbiennes (réduction des nitrates par ex.), le carbone présent dans les zones saturées et non saturées du sol risque d'être éliminé peu à peu. Les microorganismes ne disposent plus alors d'énergie, par exemple pour la réduction des nitrates, de sorte qu'il risque de se produire une brusque augmentation des concentrations en nitrates dans des eaux souterraines jusqu'à alors sans problèmes à ce sujet.

Les prélèvements d'eau provenant de couches aquifères contenant un fort pourcentage de substances organiques finement dispersées ou des insertions de sédiments organiques présentent tous des concentrations en COD élevées (méandres du Neckar, anciens bras du Rhin). Cela est notamment le cas pour les zones dans lesquelles les méandres envasés, les tourbières basses, les sols très humifères jouent un rôle important.

Comme une grande partie des surfaces de ces zones sont utilisées par l'agriculture et que les infiltrations d'eaux de surface contaminées peuvent également déposer des substances organiques dans le sous-sol, il faut s'attendre également à une augmentation d'origine anthropique des teneurs en COD.

C'est la raison pour laquelle près de 50 % de toutes les eaux souterraines et de toutes les eaux brutes présentent des teneurs en COD supérieures à 2 mg/l en Hesse.

Au sud de Strasbourg/Kehl, les autres zones où les concentrations sont comprises entre 1 et 2 mg/l et entre 0,5 et 1 sont probablement à mettre en relation avec l'épandage agricole de matière organique ou, au droit des zones urbaines, à l'absence ou au dysfonctionnement de stations d'épuration (piémont oriental du Sundgau par ex.).

Le rapport de cause à effet entre la concentration des différentes matières contenues dans l'eau apparaît clairement dans la comparaison des concentrations en COD avec les concentrations en manganèse, fer et oxygène (tab. 3.2.12). Les alluvions organiques consomment en effet de l'oxygène et les très faibles concentrations d'oxygène qui en résultent favorisent la solubilité du fer et du manganèse.

Gelöster Kohlenstoff (DOC) kann das Grundwasser über das Sickerwasser erreichen, er kann aber auch bereits im Grundwasserleiter vorliegen, wenn dort lösliche organische Substanzen vorhanden sind. Da DOC als Energieträger für mikrobiell gesteuerte Reaktionen (z.B. Nitratreduzierung) große Bedeutung hat, besteht die Gefahr, dass der Kohlenstoff in der ungesättigten Bodenzone und im Grundwasserraum allmählich verbraucht wird. Dann steht den Mikroorganismen keine Energie mehr, z.B. für die Nitratreduktion, zur Verfügung, so dass es zwangsläufig zu einem sprunghaften Anstieg der Nitratkonzentrationen in bisher diesbezüglich unauffälligen Grundwässern kommen kann.

In Wasserproben, die aus Grundwasserleitern mit einem hohen Anteil an feinstverteilten organischen Substanzen stammen oder wo organische Sedimente eingeschaltet sind, werden durchweg höhere DOC-Gehalte nachgewiesen (Neckarmäander, ehemalige Altrheinarme). Dies gilt insbesondere für Gebiete, in denen verlandete Flussmäander, Niedermoore, anmoorige Böden eine große Rolle spielen.

Da in diesen Gebieten ein großer Anteil der Flächen landwirtschaftlich genutzt ist und zudem über eine teilweise Infiltration belasteter oberirdischer Gewässer auch organische Substanzen in den Untergrund gelangen, ist auch mit einer anthropogen bedingten Erhöhung der DOC-Gehalte zu rechnen.

Dies sind die Gründe, weshalb nahezu 50 % aller hessischen Grund- und Rohwässer DOC-Gehalte > 2 mg/l aufweisen.

Die südlich von Strasbourg/Kehl gelegenen Bereiche mit Werten in den Segmenten 1 - 2 mg/l und 0,5 - 1 mg/l sind wahrscheinlich mit der Ausbringung von organischem Material in der Landwirtschaft oder im Bereich von Siedlungsgebieten mit fehlenden oder mangelhaft arbeitenden Kläranlagen (z.B. in der östlichen Vorbergzone des Sundgau) in Zusammenhang zu bringen.

Der kausale Zusammenhang zwischen der festgestellten Konzentration einzelner Wasserinhaltsstoffe zeigt sich deutlich am Vergleich des DOC-Wertes mit den Werten für Mangan, Eisen und Sauerstoff (Tab. 3.2.12). Durch die organischen Ablagerungen wird der Sauerstoff gezehrt, wodurch bei den dann erreichten sehr geringen Sauerstoffkonzentrationen die Löslichkeit von Eisen und Mangan gefördert wird.

La concentration en COD dans les eaux souterraines augmente de manière significative en remontant vers le nord, vers l'endroit où l'épaisseur du Fossé est la plus importante. Ce phénomène a pour origine la présence renforcée de composés organiques naturels dans l'aquifère. Les coupes de nombreux points de mesures et des détections faites dans des gravières présentent souvent des couches contenant un taux élevé de carbone (couches de charbon de bois de faible épaisseur, couches de tourbe, troncs d'arbres entiers etc.). On extrait également du pétrole et du gaz naturel dans la région de Landau et dans le Eicher Rheinbogen – même si ce n'est qu'en faible quantité.

En Alsace et du côté du Bade-Wurtemberg dans les plaines de la Haardt des gisements sont répertoriés dont certains sont encore partiellement exploités.

En corrélation avec le COD, il apparaît que les points de mesures présentant de très faibles concentrations en oxygène constituent une exception en Alsace, mais que le pourcentage de tels points de mesures augmente de manière significative en remontant vers le nord (BW => HE => RP). Cette situation se traduit directement par un nombre croissant de points de mesures présentant des concentrations en fer et en manganèse élevées en remontant vers le nord.

Nach Norden hin, in Richtung der höchsten Grabenmächtigkeit, nimmt der DOC-Gehalt im Grundwasser signifikant zu. Ursächlich ist das verstärkte Vorkommen natürlicher, organischer Kohlenstoffverbindungen im Aquifer. Bohrprofile vieler Messstellen und Funde in Baggerseen zeigen häufig den Einschluss von Lagen mit hohem organischen Kohlenstoffanteil (Holzkohleschichten geringer Mächtigkeit, Torfschichten, ganze Baumstämme etc.). Auch wird z.B. im Raum Landau sowie im Eicher Rheinbogen – wenn auch in nur geringem Umfang – Erdöl und Erdgas gefördert.

Auch im Elsass und auf der baden-württembergischen Seite in den Hardtebenen sind Lagerstätten bekannt, welche z.T. noch vereinzelt genutzt werden.

Korrelierend mit dem DOC zeigt sich, dass bei den untersuchten Messstellen im Elsass sehr niedrige Sauerstoffwerte die Ausnahme bilden, der Anteil dieser Messstellen nach Norden hin (BW => HE => RP) aber signifikant zunimmt. Dies führt in der Kombination mittelbar auch zu einer nach Norden hin deutlich steigenden Anzahl von Messstellen mit höheren Eisen- und Manganwerten.

Tab. 3.2.12 : Pourcentage de points de mesures par classe de concentrations des paramètres sélectionnés

Tab. 3.2.12: Relative Anzahl untersuchter Messstellen (%) in bestimmten Konzentrationsklassen ausgewählter Parameter

	COD / DOC > 2 mg/l	Manganèse / Mangan > 0,25 mg/l	Fer / Eisen > 1 mg/l	Oxygène dissous / Sauerstoff < 1 mg/l
Alsace	5,7	7,1	5,3	0,7
Baden-Württemberg	16,4	17,6	12,6	27,1
Hessen	49,0	39,5	37,9	47,2
Rheinland-Pfalz	60,3	48,3	42,9	51,2

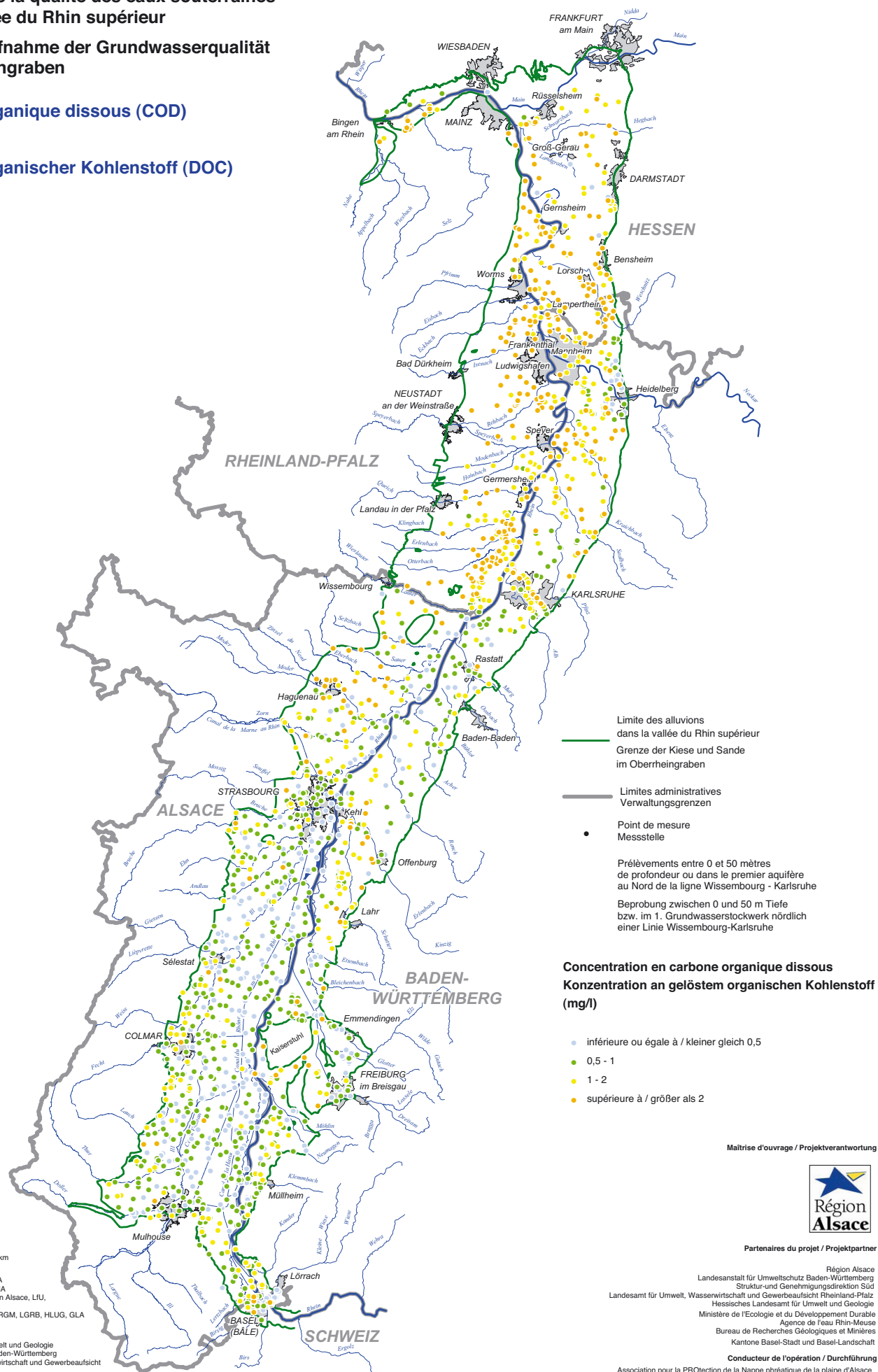
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Carbone organique dissous (COD)

2002 - 2003

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LfU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.3 PRODUITS PHYTOSANITAIRES

3.3.1 Typologie des produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires sont appliqués sur les productions agricoles végétales depuis des décennies. Dans un premier temps, des préparations inorganiques (à base d'éléments minéraux) ont surtout été utilisées pour protéger les semences, comme par exemple le sulfate de cuivre. Des matières actives organiques ont ensuite été mises sur le marché pour diverses applications. Depuis, le nombre de substances organiques de synthèse a largement dépassé celui des substances minérales.

En fonction des organismes visés, on distingue les différentes catégories de produits phytosanitaires suivantes :

- Acaricides (contre les acariens),
- Fongicides (contre les champignons),
- Herbicides (contre les mauvaises herbes),
- Insecticides (contre les insectes),
- Molluscicides (contre les gastéropodes),
- Nématicides (contre les nématodes),
- Rodenticides (contre les rongeurs).

Quantitativement, les herbicides sont les produits les plus utilisés ; viennent ensuite les fongicides et les insecticides.

Les produits phytosanitaires ne sont pas seulement utilisés en agriculture. Leur utilisation par les gestionnaires d'espace est fréquente pour l'entretien des espaces verts, des voiries, des parkings et des voies ferrées. Les particuliers utilisent également les herbicides, fongicides ou autres insecticides pour le jardinage, le fleurissement ou l'entretien de la maison.

3.3 PFLANZENBEHANDLUNGS- UND SCHÄDLINGS- BEKÄMPFUNGS-MITTEL (PBSM)

3.3.1 PBSM Typologie

Pflanzenschutz- und Behandlungsmittel-PBSM werden seit Jahrzehnten in der pflanzlichen Agrarproduktion eingesetzt. Zunächst verwendete man anorganische Verbindungen wie z.B. Kupfersulfat zum Schutz des Saatgutes vor Schädlingen, im Laufe der Zeit wurden zahlreiche organische Wirkstoffe für unterschiedliche Einsatzzwecke entwickelt. Mittlerweile übersteigt die Zahl der synthetischen organischen Stoffe die der anorganischen bei weitem.

Je nach Zielorganismus unterscheidet man folgende Gruppen von PBSM:

- Akarizide (gegen Milben),
- Fungizide (gegen Pilze),
- Herbizide (gegen Unkraut),
- Insektizide (gegen Insekten),
- Molluskizide (gegen Schnecken),
- Nematizide (gegen Würmer),
- Rodentizide (gegen Nager).

Herbizide sind im Hinblick auf die eingesetzte Menge die am häufigsten verwendeten Stoffe, gefolgt von den Fungiziden und Insektiziden.

PBSM kommen nicht nur in der Landwirtschaft zum Einsatz, sondern werden häufig auch in der Landschaftspflege z.B. zur Pflege von Grünflächen, Straßen, Parkplätzen und Gleisanlagen verwendet. Privatleute setzen ebenfalls Herbizide, Fungizide oder andere Insektizide in Gärten, Blumenanlagen, Grünflächen oder zur Instandhaltung von Privathäusern (Außenwandastriche) ein.

La mise en vente des produits phytosanitaires est réglementée par les autorités respectives de chaque pays ; ce qui peut créer des situations différenciées comme dans le cas de l'atrazine interdite depuis 1991 en Allemagne, alors que cette interdiction n'est intervenue en France qu'en 2003. En Suisse, l'emploi de cette substance n'est pour l'instant interdit que dans les secteurs karstiques. Cette interdiction sera étendue à l'ensemble du territoire en 2008, cet herbicide ne sera donc plus utilisé à partir de cette date.

Cependant, quel que soit le pays, l'utilisation des produits phytosanitaires fait l'objet d'autorisations de la part des administrations. Ainsi des doses maximales d'utilisation peuvent être décidées en fonction des cultures ou des usages. Cette dose homologuée est par conséquent réglementaire et il est alors obligatoire de la respecter.

Der Verkauf von PBSM wird durch die jeweiligen staatlichen Behörden geregelt, was zu Unterschieden hinsichtlich des Verwendungsverbots eines Stoffes führen kann, wie beispielsweise im Falle von Atrazin, das in Deutschland seit 1991 verboten ist, während das Verbot in Frankreich erst im Jahre 2003 erlassen wurde. In der Schweiz ist die Anwendung von Atrazin in Karstgebieten seit einigen Jahren verboten. Das Verbot wird 2008 ausgeweitet, so dass ab dann kein Atrazin mehr zum Einsatz kommt.

Der Einsatz bzw. die Zulassung von PBSM unterliegen jedoch in jedem Land der Genehmigung durch die Behörden. Dabei wird gegebenenfalls je nach Kultur oder Einsatzzweck die jeweils maximal auszubringende Dosis festgelegt. Die entsprechende Dosis unterliegt mithin bestimmten Vorschriften und muss entsprechend eingehalten werden.

3.3.2 Méthodes d'analyses et exploitation des données

Les campagnes d'analyses ayant été réalisées pour le compte de chacun des partenaires selon des cahiers des charges propres aux participants, les méthodes d'analyse des laboratoires engagés sont souvent différentes. Ces méthodes sont cependant toutes réalisées selon des normes strictes et réglementées.

Si les valeurs brutes de résultats d'analyses sont ainsi comparables entre les secteurs d'étude, il n'en est pas forcément de même avec les résultats de l'exploitation statistique. En effet, le nombre de points de mesures sur lesquels les produits phytosanitaires ont été analysés diffère grandement entre les secteurs d'étude. Plus de 400 points ont généralement été analysés pour les secteurs alsaciens et badois. Par contre les données mises à disposition pour les secteurs de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de la Suisse concernent moins de 60 points de mesures. En outre, les données de Rhénanie-Palatinat sont toutes issues de points de mesures présentant une pollution connue par les produits phytosanitaires. Les données ne sont donc pas représentatives de la qualité des eaux souterraines dans ce secteur d'étude.

3.3.2 Analysemethoden und Datenauswertung

Da die Beprobungskampagnen im Auftrag der beteiligten Partner und jeweils eigenen Pflichtenheften entsprechend durchgeführt wurden, arbeiten die beauftragten Labors jeweils nach unterschiedlichen Analysemethoden. Die Methoden richten sich jedoch allesamt nach strikten und reglementierten Standards.

Damit sind zwar ausgehend von den Rohdaten der Messergebnisse Vergleiche zwischen den Teilgebieten des Untersuchungsgebiets möglich, auf die statistische Auswertung trifft dies jedoch nicht unbedingt zu. Die Anzahl der Messstellen, deren Proben auf Pflanzenschutzmittel analysiert wurden, variiert im Vergleich der Untersuchungsteilgebiete erheblich. Im Elsass und in Baden wurden im Regelfall über 400 Messstellen beprobt. Den Daten aus Rheinland-Pfalz, Hessen und der Schweiz liegen hingegen weniger als 60 Messstellen zugrunde. Zudem stammen die Daten aus Rheinland-Pfalz durchweg aus Messstellen mit bekannter PSM-Belastung, sie sind somit nicht repräsentativ für die allgemeine Grundwasserbeschaffenheit.

Ainsi seules les données statistiques concernant l'Alsace et le Bade-Wurtemberg sont directement comparables. Les pourcentages calculés pour les secteurs de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de la Suisse ne sont fournis qu'à titre indicatif.

Pour ces mêmes raisons une représentation graphique commune n'était pas appropriée.

Il est d'autre part important de noter que les données fournies par la Suisse ne concernent que 2 produits phytosanitaires (atrazine et déséthylatrazine).

La principale difficulté réside dans le traitement des limites de quantification. Elles sont propres à chaque laboratoire et plusieurs laboratoires peuvent intervenir pour un même Land ou une même région. Ainsi la plus petite limite de quantification pour les produits phytosanitaires est de 0,005 µg/l et la plus élevée est de 0,1 µg/l.

Les techniques analytiques évoluent très rapidement, permettant d'améliorer la précision des résultats et d'abaisser les limites de quantification et de détection. Ce point a été pris en compte dans les interprétations des résultats notamment pour la comparaison des résultats d'analyses entre les inventaires de 1997 et de 2003.

Pour l'exploitation cartographique et statistique des données 2003, il a été convenu que la classe des concentrations les plus faibles regrouperait les concentrations inférieures à la limite de quantification la plus élevée du jeu de données concerné.

Cette technique évite l'introduction de distorsions géographiques liées aux différentes méthodes d'analyse des laboratoires qui sont intervenus sur des secteurs géographiques distincts. Elle présente cependant l'inconvénient de regrouper dans la même classe, des points où le produit n'a pas été détecté et des points où il a pu être détecté à des teneurs inférieures à la limite de quantification maximale. Cette méthode a donc l'inconvénient de masquer certains résultats caractérisés par de très faibles concentrations.

Mithin sind nur die statistischen Daten für das Elsass und Baden-Württemberg unmittelbar vergleichbar. Die für den rheinland-pfälzischen, den hessischen und den Schweizer Teil des Untersuchungsgebiets ermittelten Prozentsätze werden hierbei informationshalber angegeben.

Aus denselben Erwägungen wurde auch auf eine gemeinsame kartographische Darstellung verzichtet.

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass sich anhand der Daten aus der Schweiz nur Aussagen zu zwei Pflanzenschutzmitteln machen lassen (Atrazin und Desethylatrazin).

Das Hauptproblem liegt im Umgang mit den Quantifizierungsgrenzen (Bestimmungsgrenzen), die von jedem Labor selbst festgelegt werden. Darüber hinaus können in ein und demselben Bundesland oder einer Region mehrere Labors mit wiederum unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen tätig werden. Die niedrigste Quantifizierungsgrenze für die PBSM liegt bei 0,005 µg/l, die höchste bei 0,1 µg/l.

Die Analysetechniken werden sehr schnell weiterentwickelt, so dass die Präzision der Ergebnisse verbessert und Quantifizierungs- und Nachweisgrenzen gesenkt werden können. Dieser Punkt wurde bei der Interpretation der Ergebnisse und insbesondere auch beim Vergleich der Messergebnisse der Bestandsaufnahmen 1997 und 2003 berücksichtigt.

Für die kartographische und statistische Auswertung der Daten aus dem Jahr 2003 wurde vereinbart, dass Befunde mit Werten, die unter der obersten Quantifizierungsgrenze für den jeweiligen Datensatz liegen, der Auswertungsklasse mit der niedrigsten Konzentration zugeordnet werden.

Mit Hilfe dieser Vorgehensweise wird verhindert, dass es im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Analysemethoden der einzelnen Labors, die in den verschiedenen Teilräumen beauftragt wurden, zu geografischen Verzerrungen kommt. Sie hat jedoch den Nachteil, dass Messstellen, an denen der Stoff nicht nachgewiesen wurde, mit Messstellen in eine Auswertungsklasse eingeordnet werden, an denen ein Gehalt des Stoffes unter der obersten Quantifizierungsgrenze nachgewiesen wurde. Dies führt dazu, dass einzelne Befunde mit einem nur sehr geringen Gehalt ausgeblendet werden.

C'est pourquoi, par rapport à l'inventaire de 1996/1997, un nouveau type de carte a été conçu pour permettre d'identifier, pour chaque point de mesures et pour un groupe de molécules choisi, toutes les détections enregistrées en cartographiant les classes de concentrations maximales mesurées pour au moins une de ces molécules. Ces classes sont définies comme suit :

- une classe regroupant les points où il n'y a aucune détection de produits phytosanitaires,
- une classe regroupant les points où la concentration maximale mesurée est inférieure à la limite de potabilité (0,1 µg/l),
- une classe regroupant les points où la concentration maximale mesurée est supérieure à 0,1 µg/l.

Ce type de représentation permet de visualiser de façon simple l'ensemble des informations disponibles, la classe intermédiaire permettant de prendre en compte les points où seule une très faible teneur en produit phytosanitaire a été identifiée. La classe regroupant les points où la concentration maximale mesurée est supérieure à 0,1 µg/l garantit la mise en évidence géographique des secteurs les plus contaminés.

La limite de qualité définie par la directive européenne pour l'eau potable (N°98/83/CE) pour les produits phytosanitaires est de 0,1 µg/l par substance individualisée, et de 0,5 µg/l pour la somme des concentrations des substances mesurées, la directive ne définissant pas les substances retenues. Dans le cadre du présent diagnostic, toutes les substances recherchées ont été prises en compte pour l'exploitation des résultats relatifs aux produits phytosanitaires, et resteront toujours bien identifiées.

Aus diesem Grunde wurde im Vergleich zur Bestandsaufnahme aus den Jahren 1996/1997 ein neuer Kartentyp entwickelt, mit dessen Hilfe für jede Messstelle und eine ausgewählte Gruppe von PBSM-Verbindungen sämtliche verzeichneten nachgewiesenen Werte kenntlich gemacht sind, indem die Klassen mit den höchsten gemessenen Werten für den Gehalt für mindestens eine der Verbindungen kartographisch dargestellt werden. Die einzelnen Auswertungsklassen sind wie folgt definiert:

- eine Klasse zur Erfassung der Messstellen, an denen keinerlei PBSM nachgewiesen wurden
- eine Klasse zur Erfassung der Messstellen, an denen der gemessene Höchstwert für den PBSM-Gehalt unter dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l liegt
- eine Klasse zur Erfassung der Messstellen, an denen der gemessene Höchstwert für den PBSM-Gehalt über dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l liegt.

Diese Art der Darstellung ermöglicht eine übersichtliche Anzeige sämtlicher zur Verfügung stehender Informationen, wobei die mittlere Klasse die Berücksichtigung der Messstellen ermöglicht, an denen nur ein geringer Gehalt an PBSM festgestellt wurde. Über die Klasse der Messstellen, an denen die gemessene Höchstkonzentration über 0,1 µg/l liegt, ist die geographische Kennzeichnung der am stärksten belasteten Gebiete gewährleistet.

Der im Rahmen der europäischen Richtlinie N°98/83/CE für Trinkwasser festgelegte Qualitätsgrenzwert für den Gehalt an PBSM liegt bei 0,1 µg/l für einzelne Stoffe und bei 0,5 µg/l für die Summe der Werte der gemessenen Substanzen, wobei in der Richtlinie keine Angaben zu den Stoffen selbst gemacht werden. Im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme wurden sämtliche Stoffe, auf die das Grundwasser untersucht wurde, für die Auswertung der Ergebnisse zu den Pflanzenschutzmitteln berücksichtigt und sind jederzeit einzeln identifizierbar.

3.3.3 Méthodologie d'exploitation et résultats globaux

Du fait de l'utilisation intensive des produits phytosanitaires dans la vallée du Rhin supérieur pour l'agriculture et l'horticulture ainsi que du fait du traitement des surfaces urbaines, industrielles ou des voies de communication, les risques de transfert vers la nappe phréatique rhénane sont très importants. Ce transfert de substances phytosanitaires vers les eaux souterraines est favorisé localement par la faible épaisseur du sol, des caractéristiques de sols très hétérogènes, une faible profondeur de la nappe et par l'irrigation non maîtrisée des surfaces cultivées.

Face aux problèmes de pollution des eaux souterraines par les produits phytosanitaires et à la nécessité d'un diagnostic à plusieurs échelles (transfrontalier, régional ou local), il a été choisi pour l'interprétation des résultats, de procéder à l'exploitation des données selon deux axes principaux : un axe centré sur la problématique de l'atrazine et de ses métabolites, un autre axe traitant des autres produits phytosanitaires selon leurs caractéristiques, à savoir leur famille respective ou leur effets sur les cibles. On identifie ainsi plusieurs groupes : les triazines hors atrazine et ses métabolites, les urées substituées, les composés organo-phosphorés, les composés organo-chlorés ou encore tous les autres pesticides appartenant à d'autres familles mais qui ne sont pas suffisamment représentés pour être identifiés à un groupe.

Cette méthodologie d'interprétation est également dictée par la prédominance de l'atrazine et de ses métabolites qui, comme l'a révélé l'inventaire de 1997, sont de loin les produits les plus souvent détectés et de façon quasi-généralisée, à l'échelle de la nappe du Rhin supérieur.

Le regroupement de toutes les données des produits phytosanitaires (hors atrazine et ses métabolites) montre que, même si l'utilisation de l'atrazine est responsable de la plupart des dépassements des normes de potabilité (directement ou indirectement par ses métabolites), la nappe du Rhin supérieur est aussi contaminée par d'autres produits phytosanitaires.

Le paragraphe 3.3.4 fait le point sur les résultats 2003 relatifs à la problématique générale de l'atrazine. La carte et les statistiques (fig. 3.3.1) présentées ci-après offre une première vision globale des résultats pour les produits phytosanitaires hors atrazine et ses métabolites.

3.3.3 Methodische Grundlagen der Auswertung und allgemeine Ergebnisse

Auf Grund des intensiven Einsatzes von PBSM in der Landwirtschaft und im Gartenbau sowie bei der Behandlung von Flächen in Siedlungs- und Industriegebieten oder von Verkehrswegen ist in der Oberrheinischen Tiefebene die Gefahr des Eintrags in das Grundwasser sehr hoch. Der Eintrag von PBSM in das Grundwasser wird stellenweise begünstigt durch eine nur dünne Bodenschicht, heterogene Bodenmerkmale, einen oberflächennahen Grundwasserspiegel und die unkontrollierte Bewässerung von Anbauflächen.

Angesichts der Belastung des Grundwassers durch PBSM und des Bedarfs einer Beurteilung auf mehreren Ebenen (grenzübergreifend, regional oder lokal) wurde für die Interpretation der Ergebnisse festgelegt, dass die Daten unter zwei Schwerpunkten ausgewertet werden. Einer der Schwerpunkte ist die Problematik betreffend Atrazin und dessen Abbauprodukte, beim anderen werden weitere PBSM nach Merkmalen wie die jeweilige Produkt-Familie oder die Auswirkungen auf die Zielbereiche ihres Einsatzes behandelt. Die PBSM werden entsprechend in verschiedene Gruppen eingeteilt: Triazine unter Ausnahme von Atrazin und dessen Abbauprodukten, Phenylharnstoffe, organische Phosphor-Verbindungen, organische Chlor-Verbindungen sowie alle weiteren Pestizide, die unter andere Produkt-Familien fallen, aber nicht häufig genug auftreten, um eine eigene Gruppe zu bilden.

Diese Art der Vorgehensweise bei der Interpretation ergibt sich unweigerlich auch aufgrund der Dominanz von Atrazin und dessen Abbauprodukten die, wie sich bereits in der Bestandsaufnahme des Jahres 1997 erwiesen hat, sehr oft im Grundwasser des Oberrheintales nachweisbar sind.

Die Zusammenfassung aller Daten zu den PBSM (mit Ausnahme von Atrazin und seinen Abbauprodukten) zeigt, dass der größte Teil der Überschreitungen der Trinkwassernormen zwar Atrazin (direkt oder indirekt über seine Abbauprodukte) zuzuschreiben ist, dass das Grundwasser im Oberrheingebiet aber auch mit anderen PBSM belastet ist.

In Abschnitt 3.3.4 wird aus den Ergebnissen des Jahres 2003 im Hinblick auf die allgemeine Atrazin-Problematik Bilanz gezogen. Die folgende Karte und die statistische Übersicht (Abb. 3.3.1) bieten einen allgemeinen Überblick über die Ergebnisse hinsichtlich der PBSM ohne Atrazin und seine Abbauprodukte.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

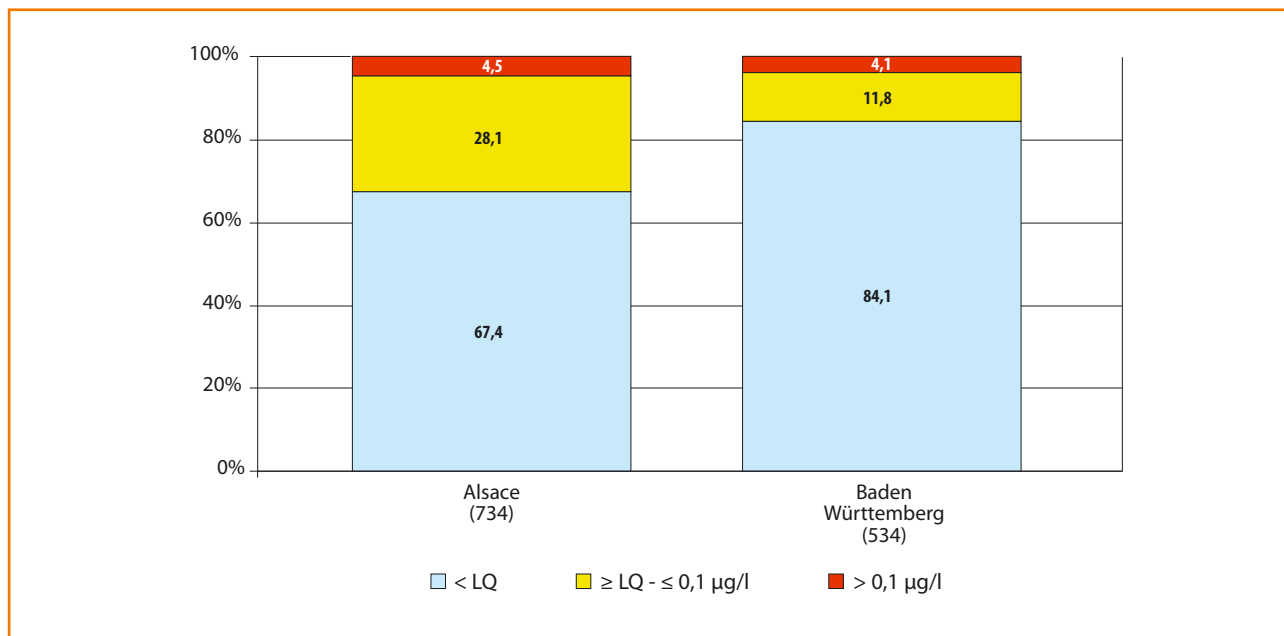


Fig. 3.3.1 : Répartition par classe de concentrations de la valeur maximale mesurée pour au moins un des produits phytosanitaires analysés hors atrazine et ses métabolites (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.1: Verteilung der gemessenen Höchstwerte für mindestens eines der ausgewerteten PBSM mit Ausnahme von Atrazin und dessen Abbauprodukten (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Pour l'ensemble de la zone d'étude, 24,8 % des points de mesures enregistrent au moins la présence d'un produit phytosanitaire hors atrazine et ses métabolites et plus de 4 % de l'ensemble des points de mesures présentent un dépassement de la limite de potabilité de 0,1 µg/l pour au moins un des produits phytosanitaires considérés.

L'Alsace est le secteur le plus touché par une contamination aux produits phytosanitaires, qui ont été détectés sur 32,6 % des points du réseau.

La Hesse et le Bade-Wurtemberg sont comparativement moins concernés par la problématique des phytosanitaires (autres que atrazine et métabolites), dont la présence a été mise en évidence respectivement sur 3,2 % et 15,9 % des points de mesures. En Rhénanie-Palatinat et Suisse, les données disponibles dans le cadre du présent Inventaire ne permettent pas de faire une évaluation globale fiable.

Es ergibt sich für das gesamte Untersuchungsgebiet die Feststellung, dass an 24,8 % der Messstellen zumindest ein PBSM - ausgenommen Atrazin und dessen Abbauprodukte - vorhanden ist und dass an mehr als 4 % aller Messstellen der Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l durch zumindest eines der PBSM, auf die das Grundwasser untersucht wurde, überschritten wird.

Das Elsass ist im Hinblick auf die Belastung des Grundwassers mit Pflanzenschutzmittel das am stärksten betroffene Gebiet; an 32,6 % der Messstellen wurden Pflanzenschutzmittel nachgewiesen.

Das Grundwasser im hessischen und baden-württembergischen Teil des Oberrheingrabens ist vergleichbar wenig betroffen, nur an 3,2 % bzw. 15,9 % der Messstellen wurden andere Pflanzenschutzmittel als Atrazin und seine Abbauprodukte nachgewiesen. Für Rheinland-Pfalz und die Schweiz ist anhand der im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme zur Verfügung stehenden Daten eine Bewertung nicht möglich.

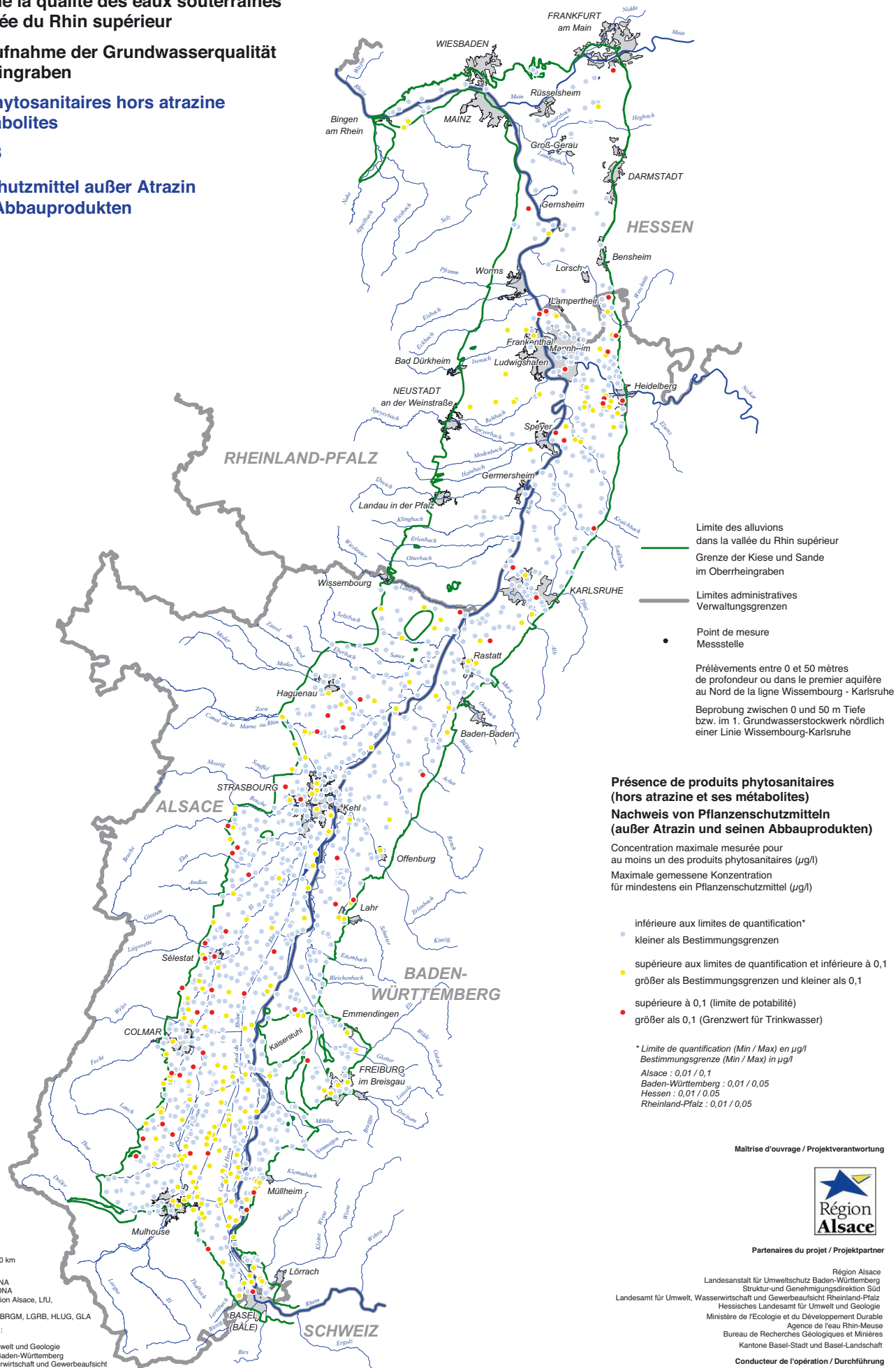
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Produits phytosanitaires hors atrazine et ses métabolites

2002 - 2003

Pflanzenschutzmittel außer Atrazin und seine Abbauprodukten



Conception / Gestaltung : APRONA
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU, LUWG, HLUG, BSL
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
 Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Carthage / BD Carthage
 © Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 © Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
 GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

Les fréquences de détection des produits phytosanitaires hors atrazine et ses métabolites sont présentées dans la figure 3.3.2. Sur toute la zone d'étude, la simazine est, après l'atrazine et ses métabolites, la substance la plus fréquemment détectée. Dans une moindre mesure, le métolachlore, le diuron et la bentazone sont également détectés, de façon différenciée, sur tous les secteurs concernés.

In Abbildung 3.3.2 ist die Häufigkeit des Nachweises der PSM mit Ausnahme von Atrazin und seinen Abbauprodukten dargestellt. Im gesamten Untersuchungsgebiet wurde nach Atrazin und seinen Abbauprodukten am häufigsten Simazin nachgewiesen. In geringerem Maße wurden in allen Gebieten in den beprobten Messstellen Metolachlor, Diuron und Bentazon in unterschiedlicher Konzentration gefunden.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

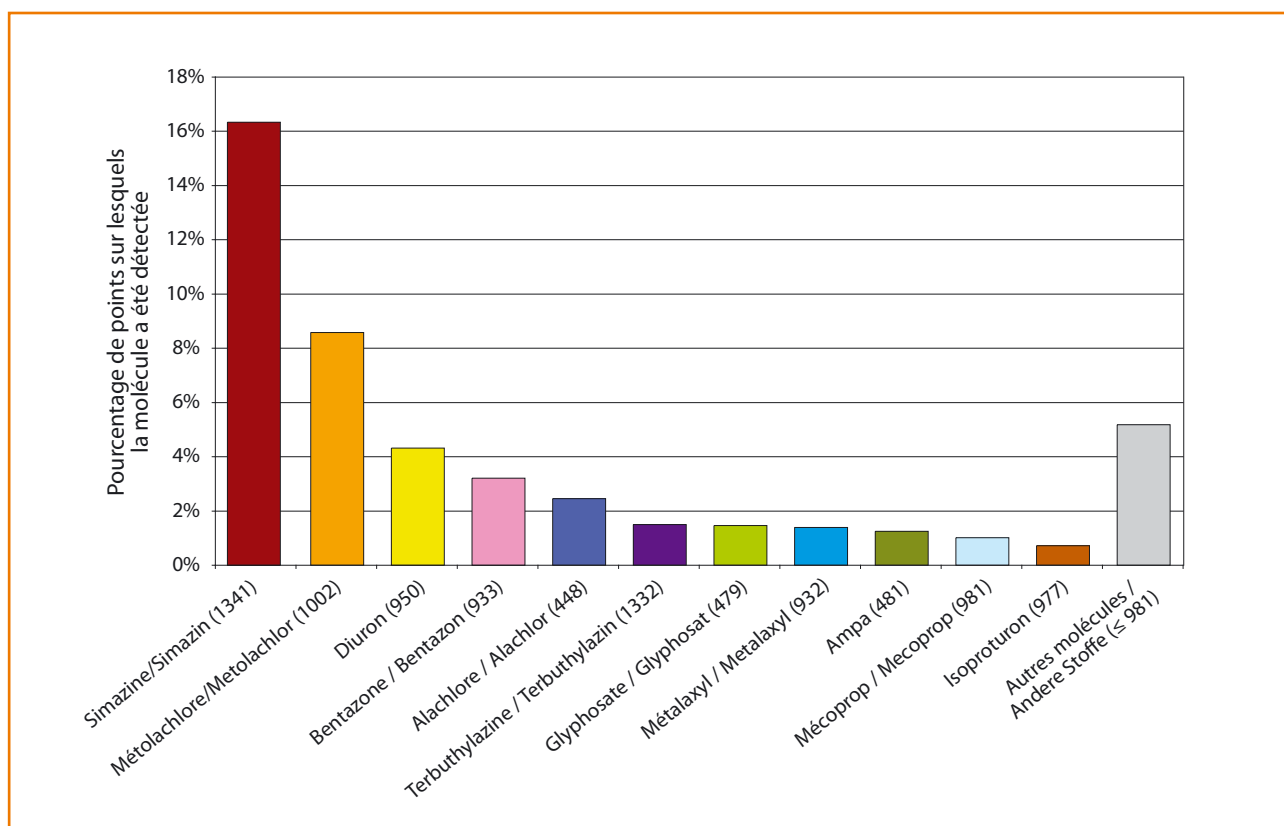


Fig. 3.3.2 : Répartition des fréquences de détection de produits phytosanitaires présents dans la nappe rhénane, hors atrazine et ses métabolites (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.2: Verteilung der Nachweishäufigkeit von PSM mit Ausnahme von Atrazin und dessen Abbauprodukten im oberrheinischen Grundwasser (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Les résultats plus détaillés sont disponibles pour partie dans le présent rapport aux paragraphes suivants et des cartes complémentaires sont également disponibles sur le CD-ROM accompagnant ce rapport.

Den folgenden Kapiteln des vorliegenden Berichtes sind teilweise detailliertere Ergebnisse zu entnehmen. Des Weiteren enthält die Begleit-CD zu vorliegendem Bericht zusätzliche Karten zu im Bericht hier nicht dargestellten PSM-Wirkstoffen.

3.3.4 Problématique générale de l'atrazine

L'atrazine est un herbicide à large spectre qui était utilisé essentiellement dans la culture du maïs, en viticulture, dans la culture des asperges, en horticulture (jardins d'amateurs, gazons, arbres d'ornement...) et en arboriculture. Elle a également été longtemps utilisée pour le désherbage des voiries, des voies ferrées ou des espaces verts.

La molécule d'atrazine présente une forte rémanence et est caractérisée par une grande mobilité dans les eaux souterraines. Elle est dégradée en déséthylatrazine et en d'autres métabolites dont la désisopropylatrazine. Celle-ci est également un métabolite de la simazine mais il est impossible de différencier la molécule mère, la cinétique de dégradation étant par ailleurs mal connue.

L'emploi de l'atrazine a été interdit en Allemagne depuis 1991 et dans les périmètres de protection des captages d'eau potable du Bade-Wurtemberg, depuis 1988.

En France, l'autorisation a été retirée en juillet 1997 pour les usages non agricoles. Début 2003, l'autorisation d'utilisation de cet herbicide a été limitée aux seuls usages agricoles, l'apport d'atrazine ou de simazine, ou du mélange atrazine/simazine, ne devant pas dépasser 1 000 g/ha. C'est seulement en 2003, - donc au moment de la campagne de prélèvements pour le présent inventaire - que son utilisation a été totalement interdite. Les prélèvements réalisés en août/septembre 2003 permettent donc de disposer d'un état des lieux initial (au moment de l'interdiction) et ainsi de suivre l'évolution des concentrations et le temps de réponse à ce type de mesures.

Le canton de Bâle-Campagne a interdit l'utilisation d'atrazine dans les zones agricoles il y a déjà quelques années, ce qui a conduit à une réduction de la pollution dans les eaux souterraines. A l'heure actuelle, on constate principalement une présence du métabolite déséthylatrazine dans ce canton. Dans toute la Suisse, l'emploi d'atrazine est interdit dans les secteurs karstiques. Cette interdiction sera étendue à l'ensemble du territoire en 2008. Mais des produits autorisés contenant de l'atrazine étant encore sur le marché, le délai pour l'utilisation de l'atrazine est prolongé jusqu'au milieu de 2011.

3.3.4 Allgemeine Atrazinproblematik

Atrazin ist ein Breitband-Herbizid, das vorwiegend in Maiskulturen eingesetzt wird, daneben aber auch im Wein-, Spargel- und Zierpflanzenanbau (Hobbygärten, Rasen, Zierbäume, usw.) sowie im Obstanbau. Es wurde außerdem lange Zeit zur Entkrautung von Wegen, Bahnanlagen und Grünflächen eingesetzt.

Atrazin ist ein Wirkstoff, der sich im Grundwasser durch hohe Beständigkeit und hohe Mobilität auszeichnet. Er wird zu Desethylatrazin und weiteren Produkten (z.B. Desisopropylatrazin) abgebaut. Desisopropylatrazin ist gleichzeitig ein Simazin-Abbauprodukt von welchem Ausgangsstoff es abstammt, ist im Einzelfall nicht zu unterscheiden, zumal über die Abbaukinetik nur wenig bekannt ist.

In Deutschland ist der Einsatz von Atrazin seit 1991 generell verboten, in baden-württembergischen Trinkwasserschutzgebieten seit 1988.

In Frankreich wurde die Zulassung für die nicht-landwirtschaftliche Verwendung 1997 zurückgenommen. Anfang 2003 wurde der Einsatz von Atrazin auf rein landwirtschaftliche Zwecke beschränkt, wobei insgesamt die Aufbringung von Atrazin- bzw. Simazin als Einzelstoff oder im Gemisch 1.000 g/ha nicht überschreiten durfte. Im weiteren Verlauf des Jahres 2003 wurde die Verwendung dann gänzlich verboten, also erst im Beprobungsjahr der hier vorliegenden Bestandsaufnahme. Die Probenahmen vom August/September 2003 zeigen somit den Ausgangszustand zum Zeitpunkt des Verbots. Diese Daten bieten sich zur Beobachtung der zukünftigen Veränderungen der Konzentrationen und der Verzögerung an, mit der Maßnahmen dieser Art wirksam werden.

Der Kanton Baselland hat die Anwendung auf landwirtschaftlichen Flächen bereits vor mehreren Jahren verboten, was zu einem Rückgang der Belastung im Grundwasser geführt hat. Heute findet man im Kanton Baselland vor allem das Abbauprodukt Desethylatrazin. Schweizweit ist die Anwendung von Atrazin in Karstgebieten verboten. Das Verbot wird 2008 ausgeweitet. Da aber noch bewilligte Produkte auf dem Markt sind, die den Wirkstoff Atrazin beinhalten wird Atrazin mit einer Übergangsfrist noch bis Mitte 2011 verwendet werden können.

L'exploitation des résultats analytiques relatifs à la problématique de l'atrazine et de ses métabolites a été menée selon trois axes :

- une représentation cartographique mettant en évidence sur un même document la présence de l'atrazine et de ses métabolites et les concentrations maximales mesurées pour au moins une des trois molécules (Carte Atrazine et ses métabolites), accompagnée d'une exploitation statistique (fig. 3.3.3),
- une exploitation des résultats pour chacune des molécules ainsi que pour la somme des concentrations des trois substances (fig. 3.3.4 et 3.3.6),
- une analyse du ratio des concentrations en atrazine et en déséthylatrazine afin d'évaluer le phénomène de dégradation de l'atrazine, notamment à travers une cartographie de répartition des points de mesures où l'une ou l'autre des deux substances est prédominante (fig. 3.3.5).

Le nombre de points de mesures sur lesquels l'atrazine et ses métabolites ont été analysés diffèrent grandement entre les secteurs d'étude. Plus de 500 points ont été analysés pour les secteurs alsaciens et badois. Par contre les données mises à disposition pour les secteurs de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de la Suisse concernent moins de 60 points de mesures. En outre, les données de Rhénanie-Palatinat sont toutes issues de points de mesures présentant une pollution connue par les produits phytosanitaires. Les données ne sont donc pas représentatives de la qualité des eaux souterraines dans ce secteur d'étude.

Ainsi seules les données statistiques concernant l'Alsace et le Bade-Wurtemberg sont directement comparables. Les pourcentages calculés pour les secteurs de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de la Suisse ne sont fournis qu'à titre indicatif.

Pour ces mêmes raisons une représentation graphique commune n'était pas appropriée et deux graphes sont à chaque fois présentés :

- un premier graphe pour les réseaux de plus de 500 points (secteurs Alsace et Bade-Wurtemberg),
- un deuxième graphe pour les réseaux plus restreints (secteurs Hesse, Rhénanie-Palatinat et cantons de Bâle).

Die Auswertung der Analyseergebnisse für Atrazin und die beiden Atrazin-Abbauprodukte erfolgte unter folgenden drei Aspekten:

- kartographische Darstellung in einer einheitlichen Gesamtübersicht, aus der hervorgeht, wo Atrazin und seine Abbauprodukte im Grundwasser mit ihren einzelstoffbezogenen Höchstkonzentrationen vorkommen (Karte Atrazin und seine Abbauprodukte) und statistische Auswertung (Abb. 3.3.3),
- einzelstoffbezogene Auswertung der Ergebnisse sowie Auswertung über die Summe der Werte aller drei Substanzen (Abb. 3.3.4 und 3.3.6),
- Auswertung des Verhältnisses von Atrazin-Gehalt zu Desethylatrazin-Gehalt zur Beurteilung des Abbauvorgangs anhand einer Übersichtskarte mit den Messstellen, an denen feststellbar ist, für welche Substanz der Gehalt höher ist (Abb. 3.3.5).

Die Anzahl der Messstellen, an denen Atrazin und Atrazin-Abbauprodukte im Grundwasser nachgewiesen wurden, ist in den verschiedenen Teilgebieten des Untersuchungsgebiets sehr unterschiedlich. Im Elsass und in Baden ergeben sich jeweils Atrazin-Analysen an über 500 Messstellen. Die Daten aus Rheinland-Pfalz, Hessen und der Schweiz hingegen verweisen auf Analysen an jeweils weniger als 60 Messstellen. Zudem stammen die Daten aus Rheinland-Pfalz durchweg aus Messstellen mit bekannter PSM-Belastung, sie sind somit nicht repräsentativ für die allgemeine Grundwasserbeschaffenheit.

Mithin sind nur die statistischen Daten aus dem Elsass und Baden-Württemberg unmittelbar vergleichbar. Die prozentualen Werte für Rheinland-Pfalz, Hessen und die Schweiz werden nur informationshalber angegeben.

Aus denselben Gründen erscheint eine gemeinsame grafische Darstellung nicht angeraten, so dass die Auswertung anhand von zwei Grafiken erfolgt:

- eine Grafik zu den Daten für Gebiete mit mehr als untersuchten 500 Messstellen (Elsass und Baden-Württemberg),
- und eine zweite Grafik für die Gebiete mit geringerer Messstellenanzahl (Hessen, Rheinland-Pfalz und Basler Kantone).

3.3.4.1 Présence de l'atrazine et de ses métabolites

La carte présentée ci-après, met en évidence la présence de l'atrazine et de ses métabolites.

La présence quasi-généralisée de l'atrazine et de ses métabolites sur toute la zone d'étude, notamment en Alsace, constitue une préoccupation majeure pour la protection de la ressource en eau.

Ce n'est que depuis un peu plus de 15 ans que l'on dispose de procédés d'analyse suffisamment évolués pour la détection de produits phytosanitaires dans la nappe. Depuis, chaque diagnostic met en évidence une progression de ce type de pollution, excepté en Bade-Wurtemberg où depuis 2000/2001 une régression se dessine. La présence quasi généralisée de l'atrazine à l'ensemble de la nappe phréatique d'Alsace, avant son interdiction en 2003, compte tenu d'une utilisation massive et de l'ancienneté des pratiques, illustre cette montée en puissance.

La carte « Présence d'atrazine et de ses métabolites » présente tous les points de mesures où l'atrazine et/ou ses métabolites ont été quantifiés. Elle permet de disposer d'un diagnostic rassemblant toutes les données analytiques disponibles sur cette problématique, faisant apparaître les plus faibles valeurs quantifiées tout en mettant en évidence les secteurs les plus contaminés.

3.3.4.1 Atrazin und Atrazin-Abbauprodukte im Grundwasser

Aus nachstehender Karte geht hervor, wo Atrazin oder Atrazin-Abbauprodukte im Grundwasser nachgewiesen werden.

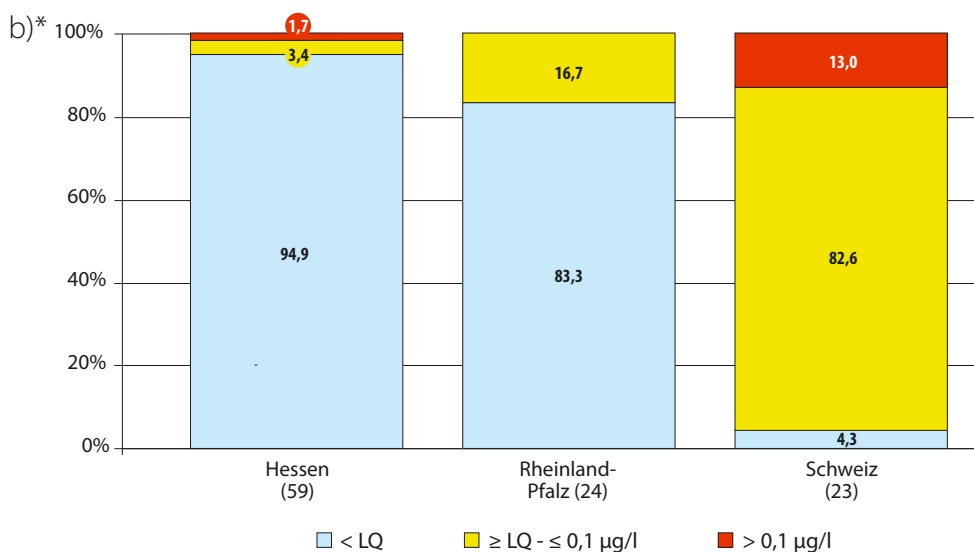
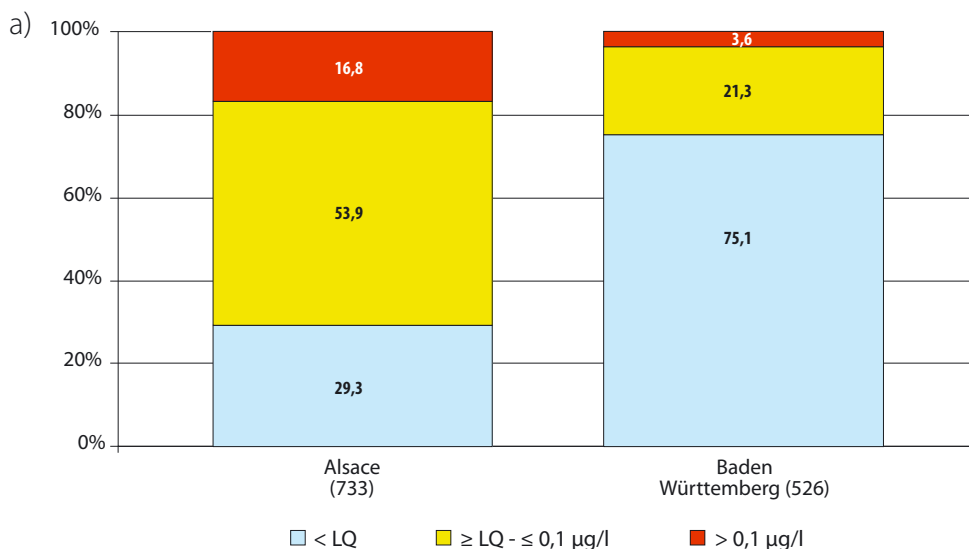
Die Tatsache, dass Atrazin und Atrazin-Abbauprodukte letztlich überall im Untersuchungsgebiet im Grundwasser anzutreffen sind, insbesondere im Elsass, ist für den Grundwasserschutz äußerst problematisch.

Erst seit etwas mehr als 15 Jahren stehen ausreichend genaue und verlässliche Analysenverfahren zum Nachweis von Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser zur Verfügung. Seither ist bei jeder Bestandsaufnahme zur Grundwasserqualität eine Zunahme der Belastung mit dieser Art von Stoffen zu beobachten, außer in Baden-Württemberg, wo sich seit 2000/2001 ein Belastungsrückgang abzeichnet. Beispielhaft für die dramatische Entwicklung im Elsass ist das Atrazin, das sich bis zum Verbot 2003 aufgrund des über geraume Zeit praktizierten massiven Einsatzes so gut wie überall im Grundwasser verbreitet hatte.

In der Karte zum Vorkommen von Atrazin und seinen Abbauprodukten sind sämtliche Messstellen verzeichnet, an denen Atrazin bzw. Atrazin-Abbauprodukte untersucht wurden. Mit der Karte liegt ein Instrument vor, in dem sämtliche Analysedaten zur Atrazinproblematik zusammengeführt sind und aus dem einerseits die niedrigsten Messwerte zu entnehmen und andererseits die am stärksten belasteten Bereiche zu erkennen sind.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse



* Les graphes a) et b) ne sont pas comparables. Les données du graphe b) ne sont présentées qu'à titre indicatif (cf. paragraphe 3.3.2).

* Die Abbildungen a) und b) sind nicht vergleichbar. Die Daten der Abbildung b) werden hierbei informationshalber angegeben (vgl. Abb. 3.2.2).

Fig. 3.3.3 : Répartition par classes de concentrations de la valeur maximale mesurée pour au moins une des trois molécules atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.3: Verteilung der maximalen gemessenen Konzentrationen für mindestens einen der drei Stoffe Atrazin, Desethyl-atrazin, und Desisopropyl-atrazin (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse transfrontalière

Les investigations ont été effectuées sur 1 365 points de mesures dont 733 points en Alsace, 526 en Bade-Wurtemberg, 59 en Hesse, 24 en Rhénanie-Palatinat et 23 pour la Suisse. La moindre densité d'informations dans les secteurs de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et dans la partie suisse rend l'interprétation des résultats dans ces secteurs, dans une certaine mesure, plus aléatoire.

L'Alsace et la partie suisse apparaissent comme les plus concernées, l'atrazine et ses métabolites étant détectés, respectivement, sur 71 % et 96 % des points du réseau. Ce constat est à nuancer pour la partie Suisse où les limites de détection sont les plus basses, ce qui pourrait expliquer en partie le pourcentage de détections élevé.

Les concentrations sont en général largement inférieures à la limite de potabilité de 0,1 µg/l, mais cette limite est dépassée respectivement sur 17 % et 13 % des points.

La situation est moins critique au Bade-Wurtemberg, en raison de l'interdiction qui est en vigueur depuis plus de 10 ans. Ces molécules ont été détectées sur 131 points de mesures, c'est-à-dire sur 25 % des points du réseau, néanmoins la limite de potabilité n'est dépassée que sur 19 points de mesures (4 %).

C'est en Alsace que la contamination est la plus préoccupante au regard des dépassements de la limite de potabilité. Sur l'ensemble des 733 points du réseau, on observe un dépassement de la limite de potabilité (0,1 µg/l) pour l'atrazine ou l'un de ses métabolites sur 123 points de mesures (soit 16,8 %) contre 87 des 422 points (20,3 %) en 1997. Parmi ces points, 77 présentent des dépassements pour 1 seule des molécules, contre 61 en 1997. La limite de potabilité est dépassée sur 41 points du réseau pour 2 des 3 molécules et sur 5 points pour les 3 molécules, atrazine et ses deux métabolites. D'une façon générale, la partie amont de la plaine, au sud de Colmar, apparaît comme fortement contaminée (nord de Mulhouse, notamment en rive droite de l'Ille et dans le piémont oriental du Sundgau).

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Die Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel wurden an insgesamt 1.365 Messstellen durchgeführt, davon an 733 im Elsass, 526 in Baden-Württemberg, 59 in Hessen, 24 in Rheinland-Pfalz und 23 in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Land. Die Anzahl der beprobten Messstellen war in Hessen und Rheinland-Pfalz sowie im Schweizer Gebiet relativ gering, was eine fundierte Interpretation der Ergebnisse in diesen Gebieten nicht möglich macht.

Das Elsass und das Schweizer Gebiet sind am stärksten von der Atrazinproblematik betroffen, da dieser Wirkstoff und seine Abbauprodukte jeweils in 71 bzw. 96 % der Messstellen gefunden wurden. In Bezug auf das Schweizer Gebiet ist allerdings eine Differenzierung dahingehend erforderlich, dass die Nachweisgrenze dort niedriger liegt, so dass der hohe Messstellenanteil teilweise darauf zurückzuführen sein dürfte.

Die Konzentrationen liegen jedoch meist deutlich unter dem Grenzwert für Trinkwasser bzw. der EU-Qualitätsnorm für Grundwasser von 0,1 µg/l, der allerdings an 17 % bzw. 13 % der Messstellen überschritten wird.

In Baden-Württemberg ist die Situation entspannter aufgrund der schon vor mehr als 10 Jahren erlassenen Verbote. Die Einzelsubstanzen werden an 131 Messstellen d.h. an 25 % der Messstellen nachgewiesen, wobei der Trinkwassergrenzwert nur an 19 Messstellen (4 %) überschritten wird.

Im Elsass als dem Teilgebiet mit der ausgeprägtesten Atrazinbelastung wird an 123 (entsprechend 16,8 %) der 733 Messstellen des Messnetzes der Grenzwert für Trinkwasser (0,1 µg/l) überschritten, 1997 war dies noch an 87 (entsprechend 20,3 %) von 422 Messstellen der Fall. An 77 Messstellen betraf die Überschreitung nur eine der Einzelsubstanzen, 1997 war dies an 61 Messstellen der Fall. An 41 Messstellen liegen zwei der drei Einzelsubstanzen in ihrer Konzentration über dem Trinkwassergrenzwert für Trinkwasser, an 5 Messstellen trifft dies sogar auf alle drei Einzelstoffe, also Atrazin und seine beiden Abbauprodukte, zu. Allgemein ist festzustellen, dass der südlich von Colmar gelegene elsässische Teil der Rheinebene stark belastet ist (Norden von Mulhouse, insbesondere rechtsseitig der Ille und im östlichen Sundgavorgebirge).

Au Bade-Wurtemberg, les deux secteurs présentant des dépassements de la limite de potabilité sont situés au nord (Freiburger Bucht) et au sud de Fribourg (Markgräfler Land). Dans le reste du secteur d'étude, on n'a mesuré que 8 autres dépassements de la limite de potabilité. On note une diminution de la pollution, notamment entre Rastatt et Lahr, par rapport au dernier inventaire réalisé en 1996/1997. Les multiples dépassements de la limite de potabilité observés, lors de ce dernier inventaire, dans le périmètre des cultures de tabac et de maïs situées près de Neuried-Ichenheim ont disparu en 2002/2003. Dans cette zone, les concentrations ont diminué et sont désormais inférieures à la limite de potabilité, cependant ces molécules sont toujours détectées. La détection de ces molécules dans d'autres secteurs, à des teneurs cependant inférieures à la limite de potabilité, démontre que le problème est permanent. Cela concerne les secteurs situés entre Heidelberg et Mannheim, entre Baden-Baden et Lahr, la Freiburger Bucht et les secteurs situés en amont du Kaiserstuhl dans le Markgräfler Land (Staufener Bucht) et enfin entre Weil am Rhein et Lörrach (Wiesental). Dans les secteurs très faiblement contaminés situés entre Emmendingen et Lahr et entre Baden-Baden et Heidelberg l'atrazine est rarement détectée.

L'atrazine et plus encore ses métabolites, sont des molécules stables dans les eaux souterraines. Même si l'usage de l'atrazine est désormais interdit en Alsace, la contamination de la nappe inhérente à l'emploi de cette substance dans le passé sera durable dans l'ensemble du fossé rhénan. Ce sont précisément les résultats issus de la partie badoise de la plaine du Rhin supérieur qui mettent en évidence le caractère constant de la contamination. Même si le nombre des dépassements a baissé, on détecte encore ces substances sur un quart des points de mesures, bien que l'atrazine soit interdite en Bade-Wurtemberg depuis 1991 sur tout le territoire et depuis 1988 pour les périmètres de protection de captages.

In Baden-Württemberg liegen die zwei Belastungsschwerpunkte mit mehreren räumlich eng begrenzten Grenzwertüberschreitungen bei Freiburg, einmal nördlich (Freiburger Bucht) und einmal südlich davon (Markgräfler Land). In den übrigen Teilen der Oberrheinebene sind erfreulicherweise nur weitere acht einzelne Grenzwertüberschreitungen auffällig. Gegenüber der letzten Bestandsaufnahme von 1996/1997 sind Belastungsrückgänge insbesondere im Gebiet zwischen Rastatt und Lahr zu erkennen; die im Tabak- und Maisanbaugebiet bei Neuried-Ichenheim noch in 1996/1997 vorhandenen mehreren Grenzwertüberschreitungen existieren in 2002/2003 nicht mehr. Hier sind die Konzentrationen unter den Grenzwert gefallen, jedoch sind die Einzelsubstanzen immer noch nachweisbar. Weitere Gebiete mit auffälligen Häufungen von vielen positiven Konzentrationen unterhalb des Grenzwertes machen das Dauerproblem deutlich: das Gebiet zwischen Heidelberg und Mannheim, zwischen Baden-Baden und Lahr, die Freiburger Bucht und im Bereich südlich des Kaiserstuhls Gebiete im Markgräfler Land (Staufener Bucht) und zwischen Weil am Rhein und Lörrach (Wiesental). Nur sehr gering belastet sind die Bereiche zwischen Emmendingen und Lahr und zwischen Baden-Baden und Heidelberg mit sehr vielen Befunden kleiner Bestimmungsgrenze und nur einzelnen positiven Befunden.

Atrazin und gerade auch die Atrazin-Abbauprodukte sind im Grundwasser beständig. Wenn auch in Zukunft im Elsass der Einsatz von Atrazin verboten ist, wird im gesamten Oberrheingraben die Grundwasserbelastung als Folge des Einsatzes in der Vergangenheit noch lange fortbestehen. Gerade die Ergebnisse aus dem baden-württembergischen Teil der Oberrheinebene zeigen die Nachhaltigkeit der Belastung. Trotz der dort schon seit 1988 bzw. 1991 bestehenden Verbote sind die Substanzen noch an jeder vierten Messstelle nachweisbar, auch wenn die Zahl der Grenzwertüberschreitungen gesunken ist.

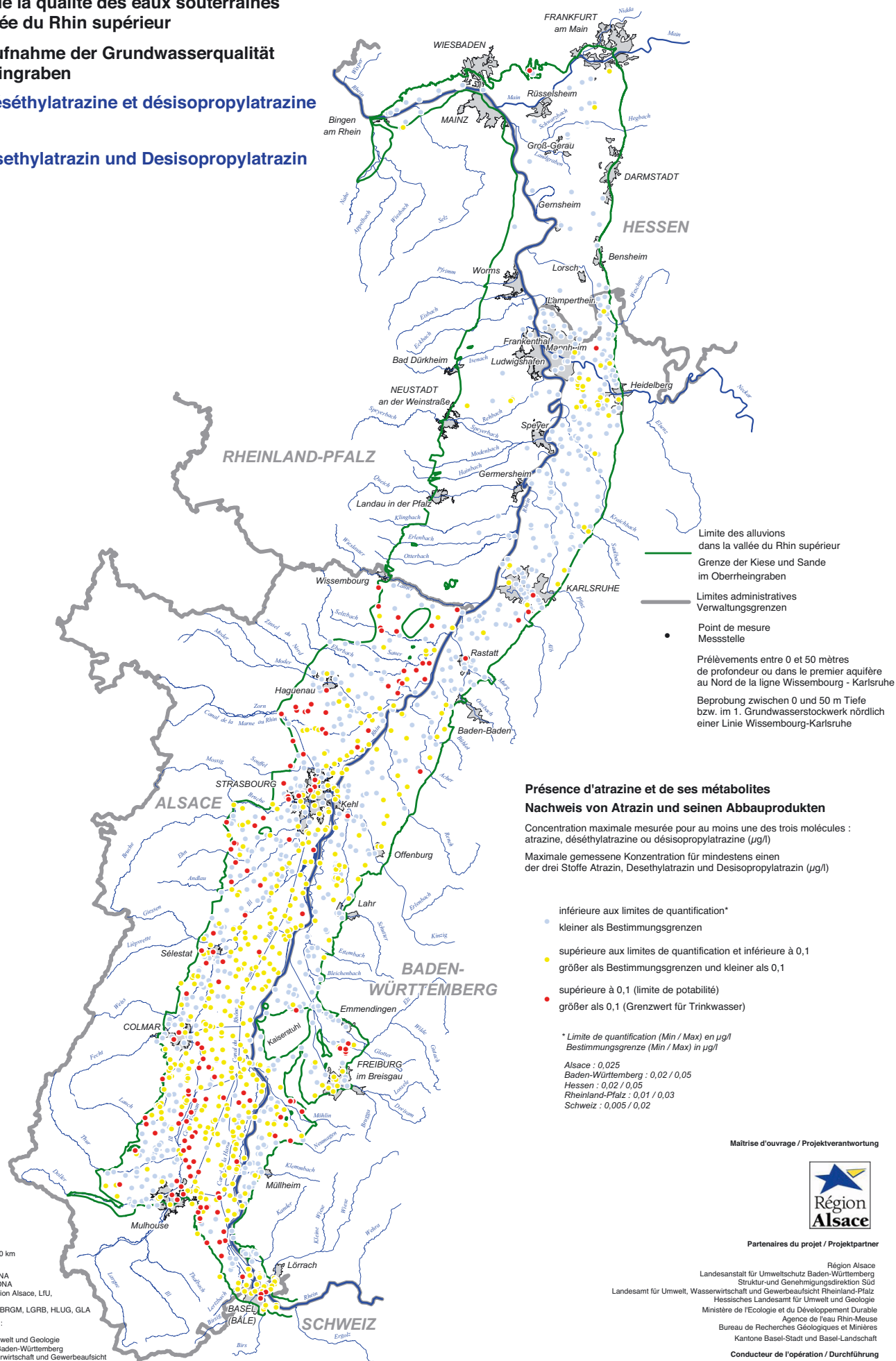
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine

2002 - 2003

Atrazin, Desethylatrazin und Desisopropylatrazin



Conception / Gestaltung : APRONA
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU, LUWG, HLUG, BSL
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
 Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Carthage / BD Carthage
 © Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 © Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
 GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.3.4.2 Concentrations en atrazine et ses métabolites

L'exploitation des concentrations en atrazine, en déséthylatrazine et désisopropylatrazine constitue un élément d'analyse complémentaire, permettant d'affiner le diagnostic global sur la problématique.

En règle générale, l'analyse des métabolites de l'atrazine est couplée à celle de l'atrazine. Ce fut partout le cas en Alsace et dans le Bade-Wurtemberg.

En Hesse, les campagnes de mesures n'ont pas systématiquement pris en compte la détection de ces métabolites. En effet, les mesures effectuées sont réalisées de façon cyclique par type de molécules, un diagnostic complet sur cette problématique ne peut donc pas être établi.

En Suisse, la désisopropylatrazine n'a pas été analysée sur les points du réseau pris en compte et la déséthylatrazine a été analysée seulement sur moins de 50 % des points de mesures. Les résultats suisses concernant cette molécule ne sont pas statistiquement exploitables en raison du nombre de points de mesures échantillonnés (23 pour l'atrazine contre 7 pour la déséthylatrazine).

La faible densité d'information, résultant de telles conditions et d'un réseau de mesures plus restreint rend nécessairement plus aléatoire l'interprétation des résultats dans les régions de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de Suisse.

3.3.4.2 Konzentrationswerte von Atrazin und Atrazin-Abbauprodukten

Die Auswertung der Atrazin-, Desethylatrazin- und Desisopropylatrazin-Konzentrationen dient als weiteres Instrument für eine differenzierte Beurteilung des Gesamtbildes der Atrazinproblematik.

Üblicherweise wird zusammen mit dem Atrazingehalt auch der Gehalt an Atrazin-Abbauprodukten bestimmt, wie es im Elsass und in Baden-Württemberg durchweg geschehen ist.

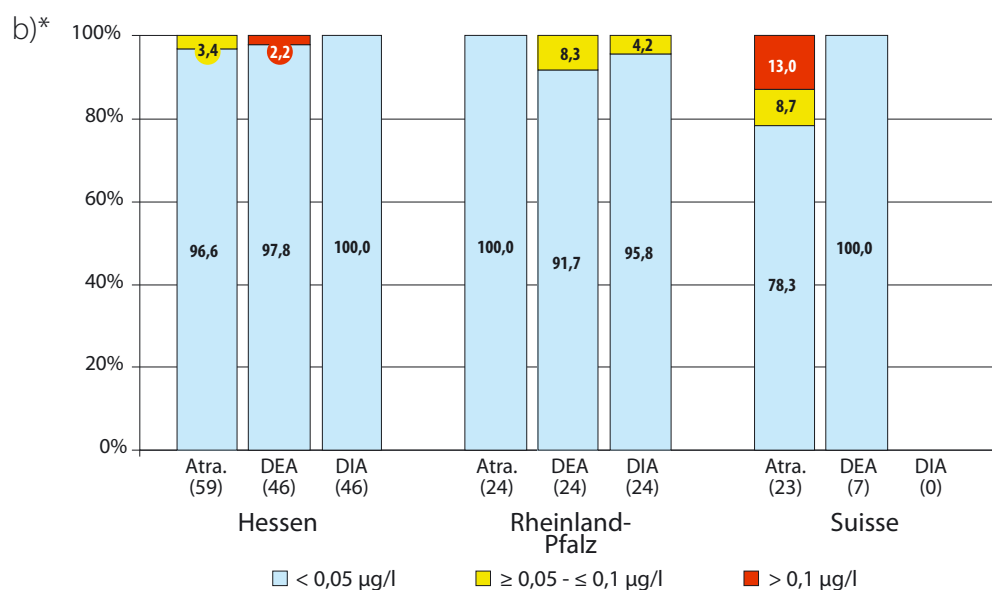
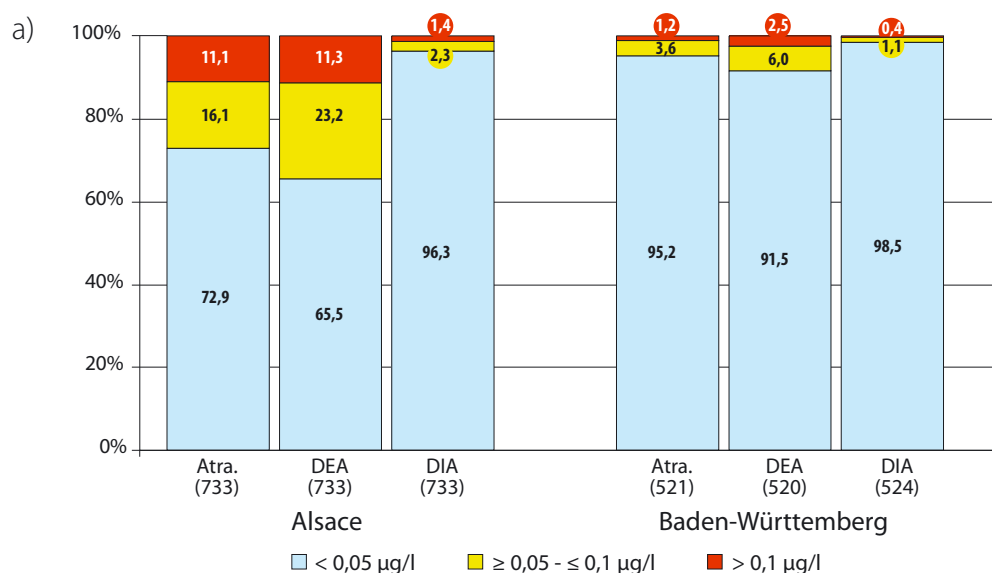
In Hessen wurden im Zuge der Messkampagnen die Abbauprodukte nicht systematisch erfasst. Da in regelmäßigen Abständen jeweils Messungen zu den verschiedenen Einzelsubstanzen durchgeführt wurden, ist hier eine Gesamtbeurteilung der Atrazinproblematik nicht möglich.

In der Schweiz wurde Desisopropylatrazin an den Messstellen, die für die grenzübergreifenden Erhebungen ausgewertet wurden, gar nicht erfasst und Desethylatrazin nicht einmal an der Hälfte davon. Die Schweizer Ergebnisse sind hier aufgrund der geringen Zahl der Messstellen (23 mit Messergebnissen zu Atrazin und nur 7 mit Messergebnissen zu Desethylatrazin) nicht statistisch auswertbar.

Die geringe Informationsdichte als Folge der genannten Voraussetzungen bzw. der geringen Zahl der Messstellen lässt eine fundierte Interpretation der Ergebnisse aus Rheinland-Pfalz, Hessen und der Schweiz nicht zu.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse



* Les graphes a) et b) ne sont pas comparables. Les données du graphique b) ne sont fournies qu'à titre indicatif (cf. paragraphe 3.3.2).

* Die Abbildungen a) und b) sind nicht vergleichbar. Die Daten der Abbildung b) werden hierbei informationshalber angegeben (vgl. Abb. 3.2.2).

Fig. 3.3.4 : Répartition par classes de concentrations en atrazine (Atra.), déséthylatrazine (DEA) et désisopropylatrazine (DIA) (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.4: Verteilung der Konzentrationen an Atrazin (Atra.), Desethylatrazin (DEA) und Desisopropylatrazin (DIA) (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse transfrontalière

L'interprétation des résultats d'analyses pour chacune des molécules met en évidence que l'essentiel de la contamination est due à la présence de l'atrazine et de la déséthylatrazine.

En Alsace et en Bade-Wurtemberg, la déséthylatrazine est la molécule la plus souvent présente dans les eaux souterraines, à des concentrations supérieures à 0,05 µg/l.

En Suisse, les analyses ont mis en évidence la présence de déséthylatrazine, mais pas de désisopropylatrazine, comme le montre aussi la représentation graphique ci-dessus.

En Alsace, la contamination par la déséthylatrazine est particulièrement importante dans certains secteurs comme le Ried Nord ou le sud-est de Mulhouse. Ainsi les teneurs en déséthylatrazine restent supérieures à la limite de potabilité sur 11,3 % des points communs, contre 16,5 % en 1997.

En Rhénanie Palatinat et en Hesse, les données mises à disposition ne résultaient pas d'une campagne d'analyses spécifiques des eaux souterraines menée au titre de l'Inventaire 2002/2003. En outre, ces données ne permettent pas de présenter des résultats représentatifs pour toute l'étendue de ces deux secteurs.

Il est à noter toutefois que selon d'autres études disponibles (LUWG, 2004 ; communication personnelle) sur les pesticides dans le Fossé rhénan supérieur, pour la période 1994-2003, menées sur un ensemble de 280 points de mesures, la déséthylatrazine est de loin la molécule la plus souvent décelée (sur 8,2 % des points). L'atrazine est détectée seulement sur 5,6 % des points de mesures, alors que la présence de désisopropylatrazine est insignifiante (1,1 % des points). La limite de qualité européenne de 0,1 µg/l est dépassée pour la déséthylatrazine sur 1,4 % des points de mesures analysés pour la période citée, sur 0,7 % des points pour l'atrazine et sur 0,4 % des points pour la désisopropylatrazine.

En ce qui concerne ces trois molécules, les résultats obtenus dans le cadre d'un monitoring effectué à l'échelle nationale en Allemagne (cf. LAWA, 2004) sont équivalents à ceux constatés pour le présent inventaire. Ainsi, on a détecté des teneurs en déséthylatrazine sur 4,7 %, en atrazine sur 2,2 % et en désisopropylatrazine sur seulement 0,5 % des points de mesures analysés.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Die einzelstoffbezogene Auswertung der Analyseergebnisse ergibt, dass das Grundwasser in der Hauptsache mit Atrazin und Desethylatrazin belastet ist.

Im Elsass und in Baden-Württemberg kommt im Grundwasser in Konzentrationen über der Messbarkeitsgrenze vor allem Desethylatrazin vor.

In der Schweiz wurde Desethylatrazin gemessen, nicht aber Desisopropylatrazin, was die obige Grafik ja auch zeigt.

Im Elsass ist die Grundwasserbelastung mit Desethylatrazin in bestimmten Bereichen wie im nördlichen Ried oder südwestlich von Mulhouse besonders ausgeprägt. Der Desethylatrazingehalt liegt an 11,3 % der Messstellen, die im Rahmen beider Bestandsaufnahmen berücksichtigt wurden, nach wie vor oberhalb von 0,1 µg/l, 1997 war dies noch an 16,5 % der Messstellen der Fall.

In Rheinland-Pfalz und Hessen wurden im Zeitraum der Bestandsaufnahme 2002/2003 keine speziellen Grundwasseruntersuchungen auf Pflanzenschutzmittel im Oberrheingraben durchgeführt, mit denen eine flächenrepräsentative Aussage möglich wäre.

Aus LUWG (2004) (unveröffentlichte Mitteilung), vorliegenden PSM-Untersuchungen aus dem Zeitraum 1994-2003 (280 Messstellen) ist aber bekannt, dass am weitesten häufigsten das Abbauprodukt Desethylatrazin nachzuweisen ist (8,2 % aller untersuchten Messstellen). Atrazin selbst ist nur an 5,6 % aller untersuchten Messstellen nachzuweisen, während Desisopropylatrazin nahezu bedeutungslos bleibt (1,1 %). Messwerte oberhalb der EU-Qualitätsnorm für Grundwasser von 0,1 µg/l sind für Desethylatrazin im genannten Zeitraum an 1,4 % der untersuchten Messstellen festzustellen, für Atrazin selbst an 0,7 % und für Desisopropylatrazin an 0,4 % der Messstellen.

In einem landesweiten Monitoring in Deutschland (vgl. LAWA, 2004) wurden für die drei genannten Stoffe ähnliche Relationen ermittelt wie für die vorliegende Bestandsaufnahme. Danach war Desethylatrazin bei 4,7 %, Atrazin bei 2,2 % und Desisopropylatrazin bei nur 0,5 % der untersuchten Messstellen nachzuweisen.

Par ailleurs pour l'atrazine, on observe moins de dépassements des limites de potabilité côté allemand avec 1,2 % des points au Bade-Wurtemberg contre 13,0 % (3 points) en Suisse et 11,1 % en Alsace.

Il en va de même pour la fréquence des dépassements de limite de potabilité en matière de déséthylatrazine du côté allemand (2,5 %) comparé au pourcentage enregistré en Alsace (11,3 %). On note des dépassements en ce qui concerne l'atrazine sur 6 points de mesures, la déséthylatrazine sur 12 et pour la désisopropylatrazine sur 1 point.

En Alsace, malgré une légère amélioration sur les très fortes teneurs, la situation reste préoccupante puisque la norme de qualité européenne est toujours dépassée pour l'atrazine sur plus de 10 % des 350 points communs aux deux Inventaires (1997 et 2003).

Une comparaison équivalente effectuée sur une longue période pour la partie badoise de la plaine du Rhin supérieur à partir d'une analyse portant sur 392 des 521 points de mesures examinés en 2002/2003 laisse apparaître une diminution de contamination notable par rapport aux analyses réalisées de 1994 à 1996 et donc par rapport aux derniers prélèvements de 1996/1997. En ce qui concerne les points de mesures qui ont régulièrement fait l'objet de prélèvements ces dix dernières années, la fréquence de dépassement des limites de potabilité a diminué en matière de déséthylatrazine et d'atrazine pour passer respectivement de 6 % et de 3 % en 1996 à 2,3 % et à 0,8 % en 2003. Cependant, on note des valeurs issues du prélèvement de 2002/2003 qui demeurent positives sur 17 à 19 % - donc pratiquement sur 20 % des 392 points de mesures, ce qui signifie que la contamination reste très élevée. Néanmoins, l'exploitation de ces deux résultats démontre que la contamination a pratiquement diminué de moitié par rapport à 1996.

Ce constat s'explique vraisemblablement par le fait que les mesures de restriction (1988) et d'interdiction de l'utilisation de l'atrazine (1991) ont eu lieu très tôt en Allemagne alors qu'en France cette interdiction n'est intervenue que l'année du présent prélèvement (2003) et qu'en Suisse l'atrazine est toujours utilisée.

In Baden-Württemberg wird der Trinkwassergrenzwert für Atrazin mit 1,2 % der Messstellen weitaus weniger häufig überschritten als in der Schweiz mit 13,0 % (3 Messstellen) und im Elsass mit 11,1 % der Messstellen.

Dies gilt auch für die Grenzwertüberschreitungshäufigkeit bei Desethylatrazin auf deutscher Seite (2,5 %) im Vergleich mit dem Elsass (11,3 %). Grenzwertüberschreitungen gibt es bei Atrazin an 6 Messstellen, bei Desethylatrazin an 12 Messstellen, bei Desisopropylatrazin an 1 Messstelle.

Im Elsass ist die Belastung trotz einer geringfügigen Verbesserung im Bereich der besonders hohen Konzentrationen nach wie vor ausgeprägt, da an über 10 % der 350 Messstellen, die im Rahmen beider Bestandsaufnahmen (1997 und 2003) berücksichtigt wurden, die Konzentrationen auch jetzt noch über der EU-Qualitätsnorm für Grundwasser liegen.

Ein ähnlicher längerfristiger Vergleich für die baden-württembergische Oberrheinebene zeigt anhand der Teilmenge von 392 der 521 in 2002/2003 untersuchten Messstellen einen erheblichen Belastungsrückgang gegenüber den Jahren 1994 bis 1996, also auch gegenüber der letzten Bestandsaufnahme in 1996/1997. Bei diesen immer wieder in den letzten zehn Jahren beprobten Messstellen sinkt die Grenzwertüberschreitungshäufigkeit für Desethylatrazin und Atrazin von nahezu 6 % bzw. 3 % in 1996 auf 2,3 bzw. 0,8 % in 2003. Jedoch zeigen noch 17 bis 19 % - also nahezu 20 % - der 392 Messstellen in 2002/2003 positive Atrazin- und Desethylatrazinbefunde, was eine immer noch sehr hohe Belastung bedeutet. Beide Auswertungen zeigen aber gegenüber 1996 einen Belastungsrückgang um etwa die Hälfte an.

Die vergleichsweise geringere Belastung in Baden-Württemberg dürfte wohl damit zu erklären sein, dass im Gegensatz zum in Frankreich erst im vorliegenden Untersuchungsjahr 2003 erlassenen Atrazinverbot - in Deutschland der Atrazineinsatz schon sehr früh eingeschränkt bzw. verboten wurde (1988 bzw. 1991). In der Schweiz wird Atrazin nach wie vor verwendet.

Les teneurs en désisopropylatrazine sont partout faibles et en diminution par rapport à 1997. Sur l'ensemble du secteur du projet, le prélèvement de 2002/2003 ne laisse apparaître en effet que 12 points de mesures contaminés. Cette présence limitée de désisopropylatrazine est surprenante, surtout côté alsacien où la contamination ancienne et importante devrait logiquement indiquer des teneurs plus importantes. Le processus de dégradation de l'atrazine est influencé par différents facteurs, liés par exemple à des conditions physico-chimiques et/ou biologiques particulières, qui peuvent intervenir dans les phases secondaires de la dégradation de l'atrazine et interférer dans une métabolisation plus ou moins rapide de la déséthylatrazine et de la désisopropylatrazine.

La dégradation de l'atrazine en déséthylatrazine fait par ailleurs l'objet d'un paragraphe spécifique (cf. paragraphe 3.3.4.3 Dégradation de l'atrazine). La présence de désisopropylatrazine pouvant résulter de la biodégradation d'autres triazines (en particulier la simazine), cette substance n'a pas fait l'objet d'analyse spécifique dans le cadre de ce diagnostic.

Der Desisopropylatrazingehalt liegt überall niedrig und ist im Vergleich zu 1997 rückläufig. Im gesamten Projektgebiet gibt es in 2002/2003 nur 12 Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen. Dies ist vor allem in Bezug auf das elsässische Teilgebiet überraschend, da hier aufgrund der Langzeitbelastung logischer Weise mit höheren Werten zu rechnen wäre. Für den Atrazinabbauprozess sind jedoch verschiedene Faktoren ausschlaggebend, beispielsweise im Zusammenhang mit besonderen chemisch-physikalischen und/oder biologischen Voraussetzungen für die weiteren Abbauschritte, die sich gegebenenfalls beschleunigend oder verlangsamen auf den Abbau von Desethylatrazin und Desisopropylatrazin auswirken.

Der Abbau von Atrazin zu Desethylatrazin wird in einem eigenen Abschnitt gesondert erörtert (siehe Abschnitt 3.3.4.3 Abbau von Atrazin). Da Desisopropylatrazin im Grundwasser auch als Abbauprodukt anderer Triazine vorkommt (insbesondere von Simazin), wurde zu dieser Substanz im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme zur Grundwasserqualität keine gesonderte Bewertung durchgeführt.

En résumé et pour l'ensemble de la zone d'étude, on observe un dépassement de la limite de potabilité de l'atrazine sur 90 points de mesures, soit 6,6 % (rapporté aux 1 360 points analysés pour cette molécule). Ce pourcentage était de 9,5 % en 1997.

Concernant la déséthylatrazine, sur les 1 330 points analysés en 2003, 97 points (soit 7,3 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 13,2 % en 1997.

Concernant la désisopropylatrazine, sur les 1 327 points analysés en 2003, 12 points (soit 0,9 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 3,0 % en 1997.

Zusammenfassend ist für das gesamte Untersuchungsgebiet zu beobachten, dass an 90 und damit an 6,6 % der 1.360 Messstellen, die auf Atrazin geprüft wurden, der Grenzwert für Trinkwasserqualität überschritten wurde. 1997 betrug der Anteil 9,5 %.

Bei Desethylatrazin war an 97 der 1.330 Messstellen, die im Jahr 2003 auf diesen Stoff untersucht wurden (und damit an 7,3 %), eine Überschreitung des Werts für Trinkwasserqualität festzustellen. 1997 betrug der Anteil 13,2 %.

Bei Desisopropylatrazin war an 12 der 1.327 Messstellen, die im Jahr 2003 auf diesen Stoff untersucht wurden (und damit an 0,9 %), eine Überschreitung des Werts für Trinkwasserqualität festgestellt. 1997 betrug der Anteil 3,0 %.

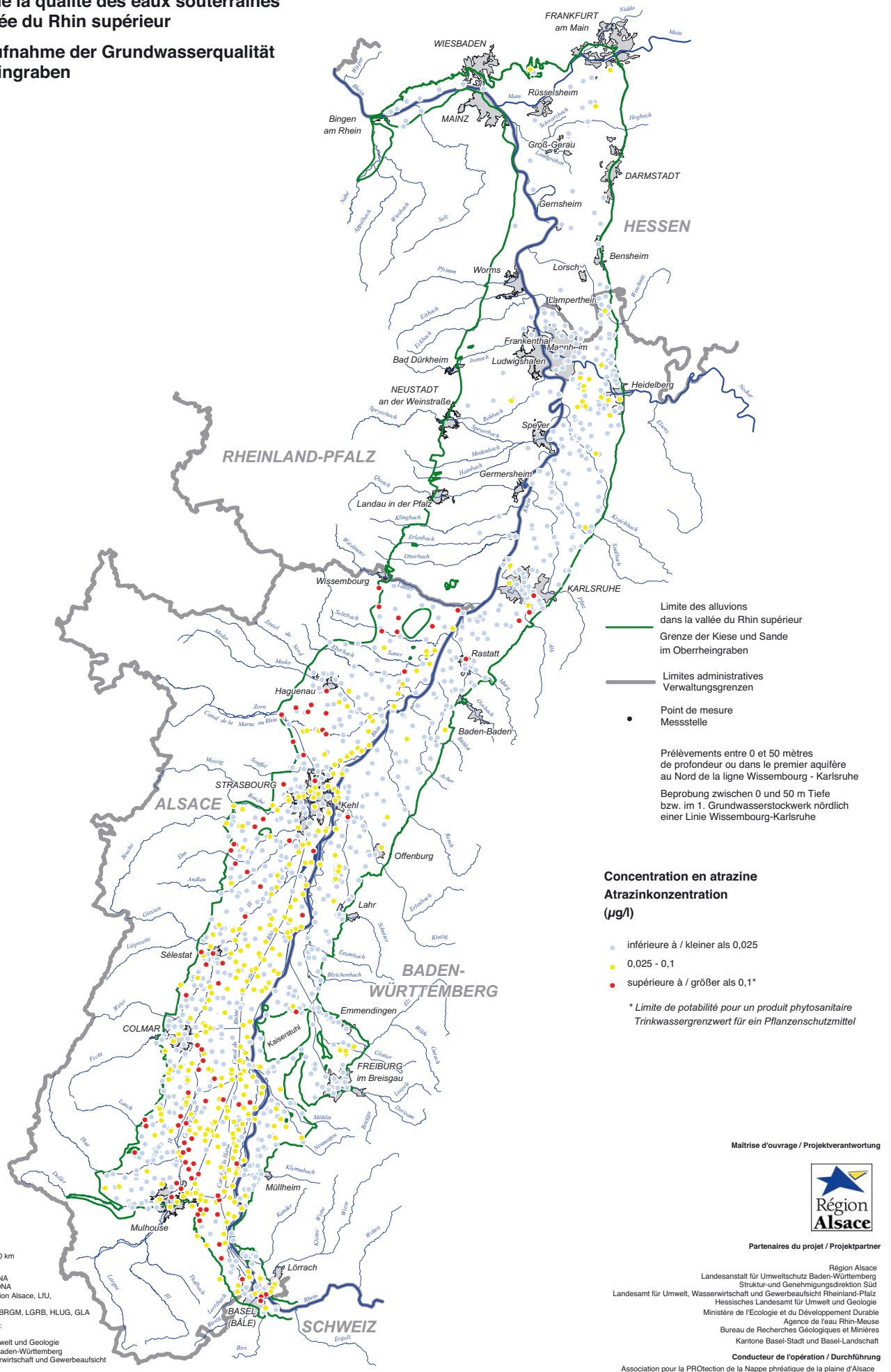
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Atrazine

2002 - 2003

Atrazin



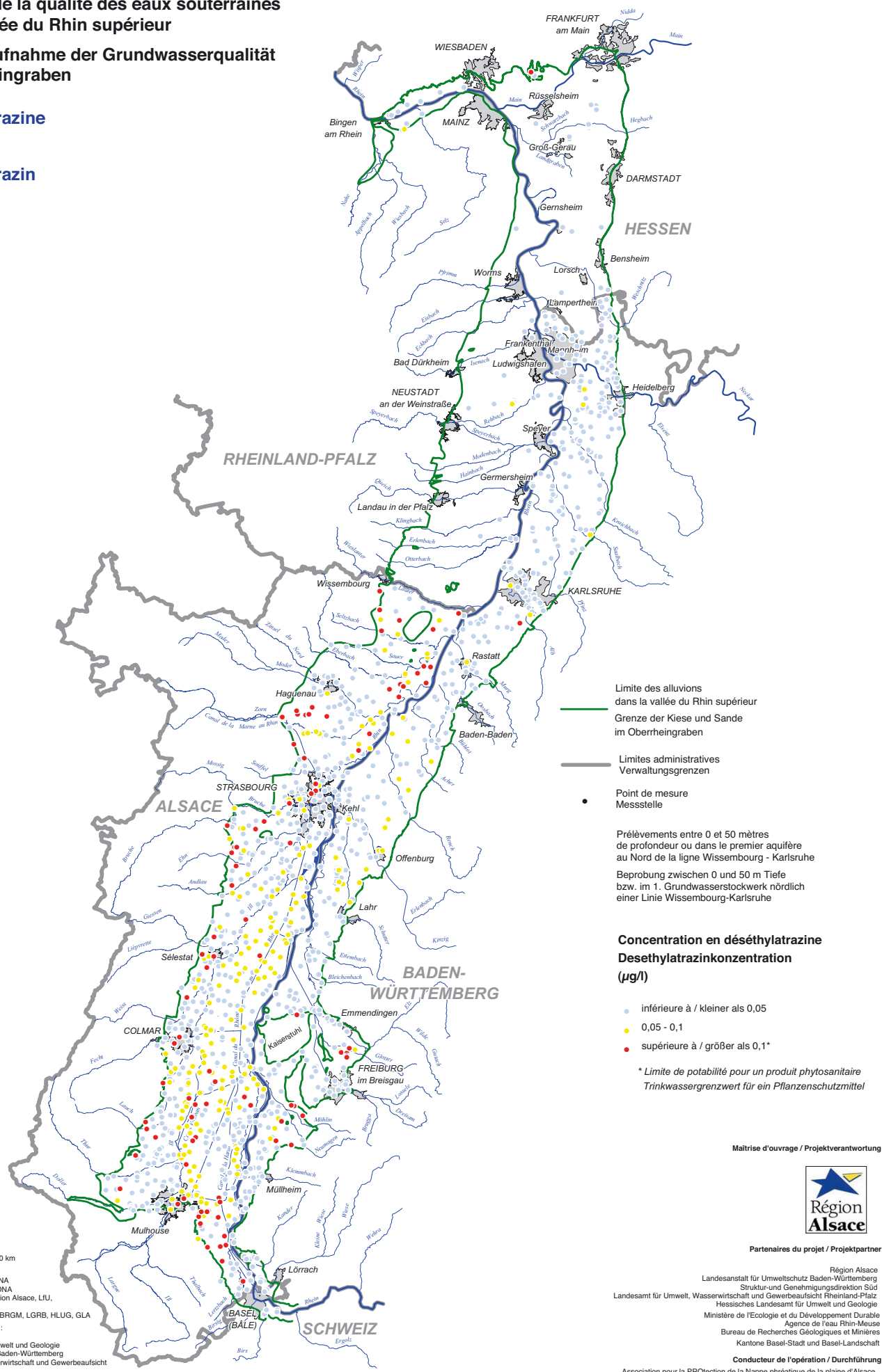
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Déséthylatrazine

2002 - 2003

Desethylatrazin



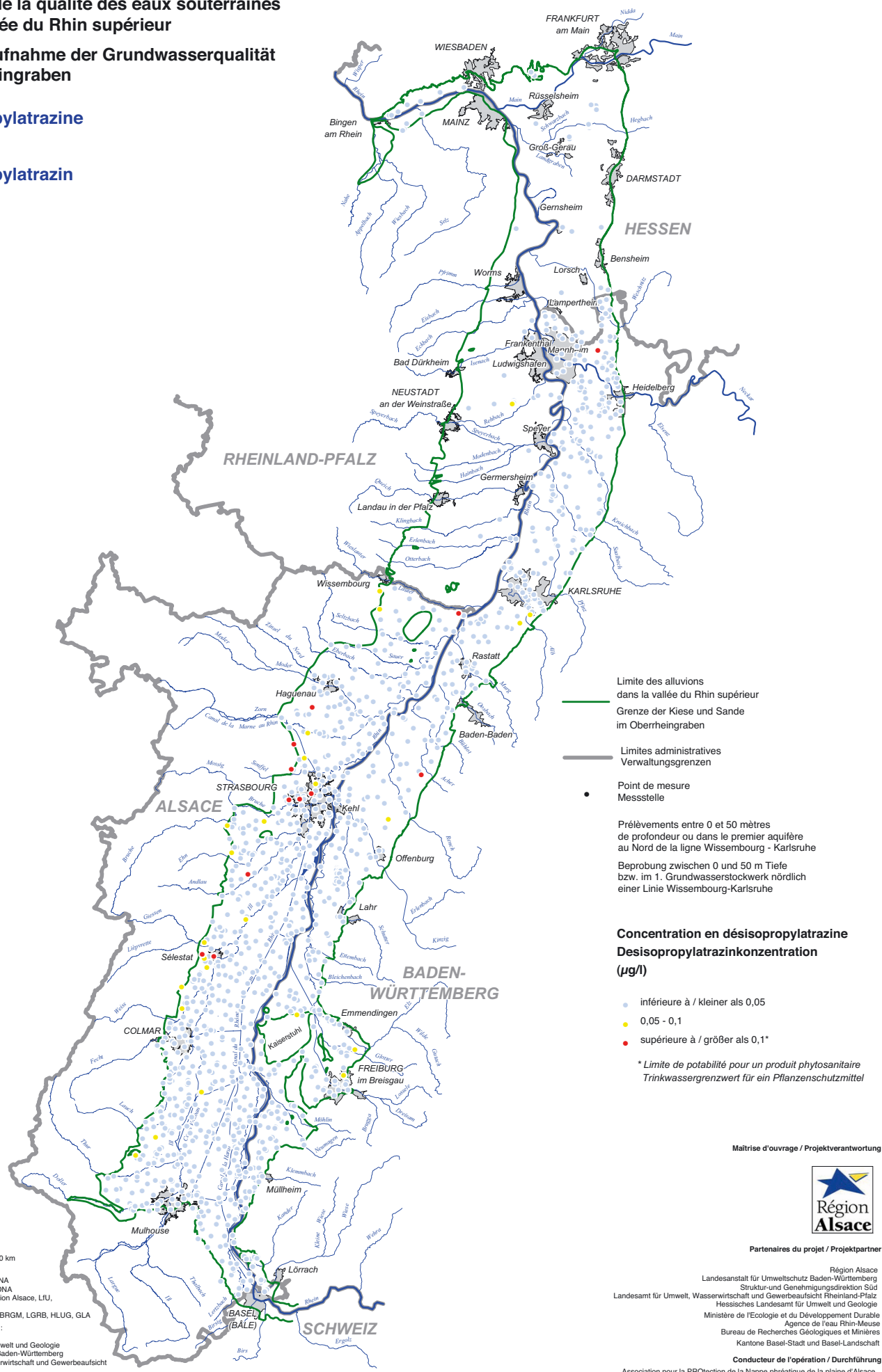
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Désisopropylatrazine

2002 - 2003

Desisopropylatrazin



3.3.4.3 Dégradation de l'atrazine

Le processus de biodégradation de l'atrazine en déséthylatrazine se déroule de façon naturelle dans les horizons superficiels du sol (30 premiers centimètres). Au-delà, plus en profondeur, il y a peu de phénomènes de dégradation.

Ainsi, l'ancienneté de la contamination de la nappe peut être évaluée selon la prédominance de la présence de la déséthylatrazine ou de l'atrazine. Le calcul du ratio des concentrations atrazine/déséthylatrazine peut rendre compte, dans certains cas particuliers, de l'impact actuel ainsi que des conséquences futures potentielles des restrictions d'utilisation et des interdictions décrétées du côté allemand et du côté français.

La disparition plus ou moins rapide des molécules d'atrazine et de déséthylatrazine dans les eaux souterraines est conditionnée par de nombreux facteurs tels que la vitesse de renouvellement de la nappe, les temps de transferts verticaux des polluants - le toit de la nappe étant situé à des profondeurs variables - ou d'éventuels phénomènes de relargage de résidus présents dans les sols et difficilement extractibles, mécanismes complexes et encore mal connus.

L'impact des phénomènes de dilution sur les teneurs en atrazine et ses métabolites n'a pas été examiné dans le cadre de ce diagnostic.

Malgré les limites et les difficultés d'interprétation rencontrées, l'exploitation des résultats analytiques, présentée ci-après, a été réalisée.

3.3.4.3 Abbau von Atrazin

Der biologische Abbauprozess von Atrazin zu Desethylatrazin geht in den oberen Bodenschichten (obere 30 Zentimeter) in natürlicher Weise vorstatten. In tieferen Bereichen findet nur in geringem Umfang ein Abbau statt.

Wenn bekannt ist, ob im Grundwasservorrangig Desethylatrazin oder Atrazin anzutreffen ist, sind Rückschlüsse darauf möglich, wie lange das Grundwasser schon mit Atrazin belastet ist. Bestimmt man das Verhältnis der Atrazin- zur Desethylatrazin-Konzentration lassen sich in bestimmten Fällen möglicherweise sogar Erkenntnisse darüber gewinnen, wie sich bisherige und aktuelle Anwendungseinschränkungen und Verbote auf deutscher und französischer Seite ausgewirkt haben und auswirken werden.

Wie schnell es geht bzw. wie lange es dauert, bis das Grundwasser wieder frei von Atrazin- bzw. Desethylatrazin ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab, zum Beispiel von der Geschwindigkeit des Grundwasseraustauschs, der Dauer des vertikalen Schadstofftransfers - das Grundwasser steht in unterschiedlicher Bodentiefe an - oder evtl. auch mit der Rücklösung (Aussalzen) von früher im Boden zwischendeponierten schwer löslichen Atrazinsalzen. Dies alles sind komplexe und noch wenig bekannte Vorgänge.

Wie sich Verdünnungsvorgänge auf die Konzentrationen auswirken, wurde im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme nicht untersucht.

Trotz der Einschränkungen und Schwierigkeiten, die sich im Zusammenhang mit der Interpretation stellten, wurden die Analyseergebnisse wie folgt ausgewertet:

Synthèse transfrontalière

Les mesures conjointes d'atrazine et de déséthylatrazine ont été effectuées sur 1 328 points du réseau dont 733 en Alsace, 518 en Bade-Wurtemberg, 46 en Hesse, 24 en Rhénanie-Palatinat et 7 pour la Suisse.

La densité moindre d'informations sur les secteurs de Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de la partie suisse, n'a pas permis de donner une interprétation du phénomène de dégradation suffisamment précise pour ces secteurs. Le plus grand nombre de données disponibles pour l'Alsace et le Bade-Wurtemberg a permis de mettre en évidence les points suivants :

En Alsace, plus des 2/3 des points de mesures sont concernés par une présence d'atrazine ou/et de déséthylatrazine contre moins de 1/4 des points pour le Bade-Wurtemberg.

Grenzüberschreitende Ergebnisbewertung

Atrazin und Desethylatrazin wurden an 1.328 Messstellen gemeinsam untersucht, von denen 733 auf das Elsass, 518 auf Baden-Württemberg, 46 auf Hessen, 24 auf Rheinland-Pfalz und 7 auf die Schweiz entfallen.

Aufgrund der im nördlichen und im Schweizer Teil des Untersuchungsgebiets geringeren Dichte der Daten war eine ausreichend genaue Interpretation der Abbauvorgänge für diese Teilbereiche nicht möglich. Anhand des reichhaltigen elsässischen und baden-württembergischen Datenmaterials lassen sich aber folgende Aussagen machen:

Im Elsass wurde Atrazin und/oder Desethylatrazin an mehr als zwei Dritteln der Grundwassermessstellen festgestellt, in Baden-Württemberg wurden die Stoffe an nur einem Viertel gefunden.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

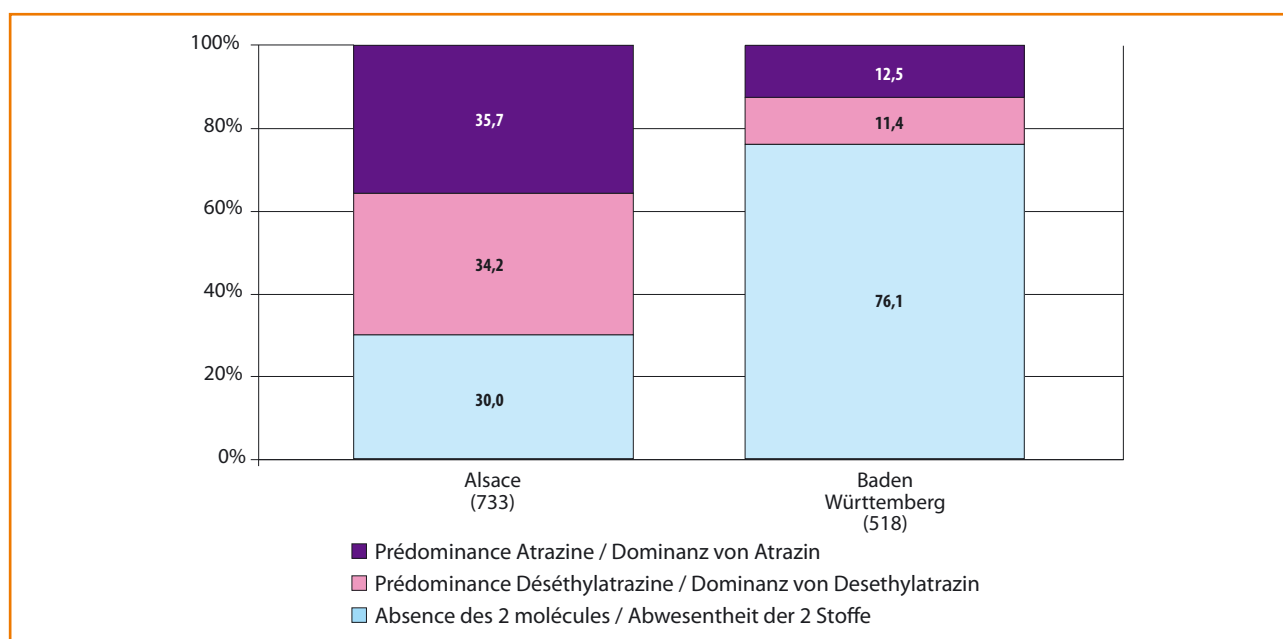


Fig. 3.3.5 : Répartition du nombre de points de mesures par classe de prédominance de l'atrazine ou de la déséthylatrazine

Abb. 3.3.5: Verteilung des überwiegenden Vorkommens von Atrazin oder Desethylatrazin auf die Messstellen

L'atrazine est toujours détectée côté badois – en particulier avec des concentrations supérieures à la limite de potabilité. Il est possible d'envisager qu'il existe, dans certains endroits, des conditions particulières, en particulier d'hydrologie, de nature ou de sol ou d'hydrogéologie, qui ralentiraient la dégradation de l'atrazine. Une autre explication envisageable serait que la réglementation d'interdiction d'utilisation de l'atrazine ait parfois été contournée.

Par contre, parmi les points concernés par la problématique, la répartition entre les points de mesures où l'une ou l'autre des molécules d'atrazine ou de déséthylatrazine prédomine reste à peu près dans les mêmes proportions pour chaque pays. En Bade-Wurtemberg, la déséthylatrazine prédomine sur 11,4 % des points de mesures contre 12,5 % pour l'atrazine. En Alsace, la déséthylatrazine prédomine sur 34,2 % des points de mesures contre 35,7 % des points pour l'atrazine.

Ainsi, on constate qu'à l'échelle de l'Alsace et du Bade-Wurtemberg, les concentrations en déséthylatrazine et en atrazine diminuent dans les mêmes proportions, et vraisemblablement à la même vitesse, à partir du moment où la mesure d'interdiction de l'utilisation de l'atrazine est mise en place. La seule information sur le ratio des concentrations atrazine/déséthylatrazine n'est donc pas suffisante pour évaluer l'ancienneté de la pollution. Enfin, la déséthylatrazine n'apparaît pas comme une molécule plus stable que l'atrazine. En effet, il n'y a pas d'effet d'accumulation de déséthylatrazine dans les eaux souterraines par blocage du processus de métabolisation.

L'évolution des concentrations en Bade-Wurtemberg, où l'atrazine est interdite depuis 1991, montre qu'une fois la source d'atrazine stoppée, la diminution des teneurs est lente, surtout pour les teneurs de déséthylatrazine comprises entre 0,05 et 0,1 µg/l. Ainsi, entre 1997 et 2003, les pourcentages de points de mesures où les teneurs en atrazine sont supérieures à la limite de potabilité (0,1 µg/l), passent de 3,7 % à 1,2 % ; les points où les teneurs sont comprises entre 0,05 et 0,1 µg/l passent de 12,3 % à 3,6 %. Pour la déséthylatrazine, on passe de 7,6 % à 2,5 % des points pour les concentrations supérieures à 0,1 µg/l et de 7,0 % à 6,0 % pour les concentrations de 0,05 à 0,1 µg/l.

Auf badischer Seite ist Atrazin nach wie vor nachweisbar – also mit Konzentrationen oberhalb der Messbarkeitsgrenze. Es ist anzunehmen, dass an den Fundstellen möglicherweise besondere hydrologische, bodenkundliche oder hydrogeologische Bedingungen vorliegen, die sich auf den zügigen Abbau von Atrazin behindernd auswirken. Dies kann aber auch als Hinweis gewertet werden, dass das Atrazinverbot umgangen wird.

Jedoch ist das Verhältnis der Messstellen, an denen die Atrazinkonzentration überwiegt, zu denjenigen, an denen der Desethylatrazingehalt überwiegt, in beiden Ländern gleich. In Baden-Württemberg liegt an 11,4 % der Messstellen der Desethylatrazinwert höher als der für Atrazin, das seinerseits an 12,5 % der Messstellen mit dem höheren Wert vorhanden ist. Im Elsass hat Desethylatrazin an 34,2 % der Messstellen den höheren Wert, Atrazin hingegen an 35,7 % der Messstellen.

Hieraus ergibt sich, dass im Elsass und in Baden-Württemberg ab dem Zeitpunkt des jeweiligen Atrazinverbots die Desethylatrazin- und die Atrazinkonzentrationen im gleichen Verhältnis und wahrscheinlich auch im selben Tempo zurückgehen. Die Bestimmung des Verhältnisses von Atrazin zu Desethylatrazin allein ist also nicht ausreichend, um zu beurteilen, wie lange das Grundwasser schon belastet ist. Auch ist Desethylatrazin offenbar als Molekül nicht beständiger als Atrazin. Eine Akkumulation von Desethylatrazin im Grundwasser durch eine Hemmung des Abbauvorgangs ist nicht bekannt.

Die Entwicklung in Baden-Württemberg, wo Atrazin seit 1991 verboten ist, zeigt also, dass auch nachdem die Ursache des Atrazineintrags ausgeschaltet ist, die Werte nur langsam zurückgehen, insbesondere im mittleren Desethylatrazin-Konzentrationsbereich von 0,05 bis 0,1 µg/l. Zwischen 1997 und 2003 ging der Anteil der Messstellen, an denen der Atrazingehalt über dem Grenzwert für Trinkwasser (0,1 µg/l) lag, von 3,7 % auf 1,2 % zurück. Gleichzeitig ging der Anteil der Messstellen, an denen ein Anteil von 0,05 bis 0,1 µg/l gemessen wurde, von 12,3 % auf 3,6 % zurück. Für Desethylatrazin verringerte sich der Anteil der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l von 7,6 % auf 2,5 %, der Anteil derjenigen mit Konzentration von 0,05 bis 0,1 µg/l ging von 7,0 % auf 6,0 % zurück.

Conclusions

L'impact sur la qualité de la ressource de la mesure d'interdiction de l'atrazine, plus ancienne en Allemagne qu'en France, a pu être mis en évidence. Il apparaît également que la répartition de points de mesures où prédomine l'atrazine ou la déséthylatrazine reste dans les mêmes proportions, aussi bien en Allemagne qu'en France.

La présence, en Allemagne, de concentrations encore élevées en atrazine plus de 10 ans après la mise en place de la mesure d'interdiction, si l'on exclut un éventuel non-respect de la réglementation, peut résulter de plusieurs phénomènes, à savoir :

- un transfert trop rapide de la molécule vers la nappe, limitant ainsi la métabolisation primaire de l'atrazine. Cette réaction a en effet principalement lieu dans les horizons superficiels de la zone non saturée des sols et est très peu présente dans l'aquifère ;
- le relargage d'atrazine suite au stockage de la molécule au sein des éléments constituants du sol ;
- l'absence ou le faible taux de renouvellement de la nappe dans certaines zones.

Le processus de biodégradation de l'atrazine se déroule vraisemblablement de pair avec des métabolisations successives des molécules créées, mais à des vitesses différentes. Ainsi la cinétique de dégradation de l'atrazine, plus rapide que celle de la déséthylatrazine, peut expliquer la persistance parfois de la seule déséthylatrazine dans les eaux souterraines. Le constat de l'absence d'accumulation de la déséthylatrazine permet également de penser que le processus de biodégradation se poursuit après la déséthylatrazine.

Ergebnis

Die Auswirkung des in Deutschland länger als in Frankreich bestehenden Atrazinverbots auf das Grundwasser konnte deutlich gemacht werden. Es zeigte sich auch, dass die Zahl der Messstellen, an denen der Atrazingehalt höher liegt, zu der Zahl derjenigen, an denen der Desethylatrazingehalt höher liegt, in Deutschland wie in Frankreich im selben Verhältnis zueinander stehen.

Dafür, dass in Deutschland 10 Jahre nach dem Atrazinverbot noch hohe Atrazinwerte im Grundwasser zu finden sind, sind - mögliche Verstöße einmal ausgeschlossen - folgende Ursachen in Betracht zu ziehen:

- Hemmung der Primärabbaustufe von Atrazin durch zu schnellen Eintrag ins Grundwasser, da die Abbaureaktion überwiegend in den oberen wasserungesättigten Bodenschichten stattfindet und nur untergeordnet im Grundwasser;
- Rücklösung (Aussalzung) von Atrazin-molekülen nach der früheren Einlagerung auf Bodenbestandteilen;
- fehlender oder geringer Grundwasseraustausch in bestimmten Gebieten.

Es ist davon auszugehen, dass der biologische Abbau von Atrazin in mehreren gleichzeitig, aber mit unterschiedlicher Geschwindigkeit stattfindenden Abbauschritten verläuft. Die Tatsache, dass die Abbaukinetik von Atrazin schneller verläuft als die von Desethylatrazin, ist möglicherweise eine Erklärung dafür, warum manchmal nur noch Desethylatrazin im Grundwasser zu finden ist. Nachdem eine Akkumulation von Desethylatrazin nicht festgestellt wurde, ist auch anzunehmen, dass der biologische Abbauprozess nach Desethylatrazin weitergeht.

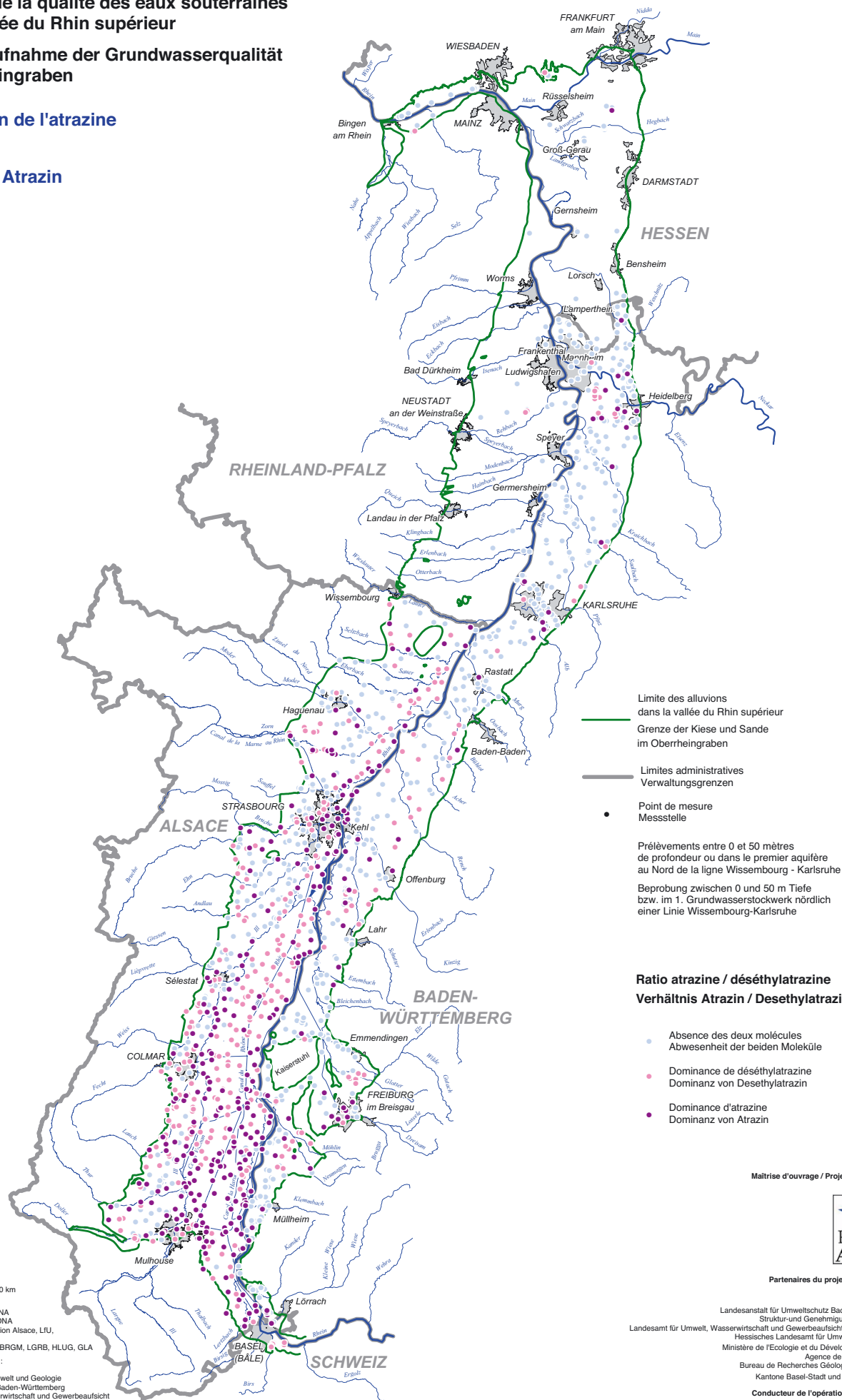
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Dégradation de l'atrazine

2002 - 2003

Abbau von Atrazin



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU,
LWUG, HLUG, BSBL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der Lfu Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.3.4.4 Somme des concentrations en atrazine et ses métabolites

La carte ainsi que la figure 3.3.6 relatives à la « somme des concentrations de l'atrazine et de ses métabolites » permettent de rendre compte du poids de la problématique de la large utilisation de l'atrazine dans le passé. Cette problématique est présentée au regard de l'objectif de bon état de la ressource au vu des critères de potabilité pour la somme des concentrations en produits phytosanitaires (limite de 0,5 µg/l).

L'exploitation des résultats a porté sur les seuls points de mesures où les trois substances ont été analysées. Les résultats pour la partie suisse n'apparaissent donc pas puisque la désisopropylatrazine n'a pas été analysée dans ce secteur.

Les résultats concernant les secteurs de la Rhénanie-Palatinat et de Hesse montrent qu'il n'y a pas de dépassements de la limite de potabilité pour la somme dans ces zones. Ainsi seuls les résultats en Alsace et en Bade-Wurtemberg sont présentés dans la figure 3.3.6 et commentés ci-dessous.

3.3.4.4 Summe der Konzentrationen von Atrazin und seinen Abbauprodukten

Aus der Karte sowie der Abbildung 3.3.6 zur Summe der Werte für den Gehalt an Atrazin und Atrazinabbauprodukten wird ersichtlich, wie gravierend sich der umfangreiche Einsatz von Atrazin in der Vergangenheit auf das Ziel eines einwandfreien Zustands des Grundwassers auswirkt, wenn es um die Qualitätsmerkmale für Trinkbarkeit bezogen auf die Summe der Pflanzenschutzmittelgehalte (Obergrenze von 0,5 µg/l) geht.

Der Auswertung liegen ausschließlich Ergebnisse von Messstellen zugrunde, an denen alle drei Substanzen analysiert wurden. Sie enthält mithin keine Ergebnisse für den Schweizer Teil des Untersuchungsgebiets, da dort die Proben nicht auf Desisopropylatrazin analysiert wurden.

Aus den Ergebnissen für den rheinland-pfälzischen und den hessischen Teil des Untersuchungsgebiets geht hervor, dass dort der Summengrenzwert für Trinkwasserqualität nicht überschritten wurde. Nachstehende grafische Darstellung 3.3.6 und der dazugehörige Kommentar beziehen sich ausschließlich auf die Ergebnisse aus dem Elsass und aus Baden-Württemberg.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

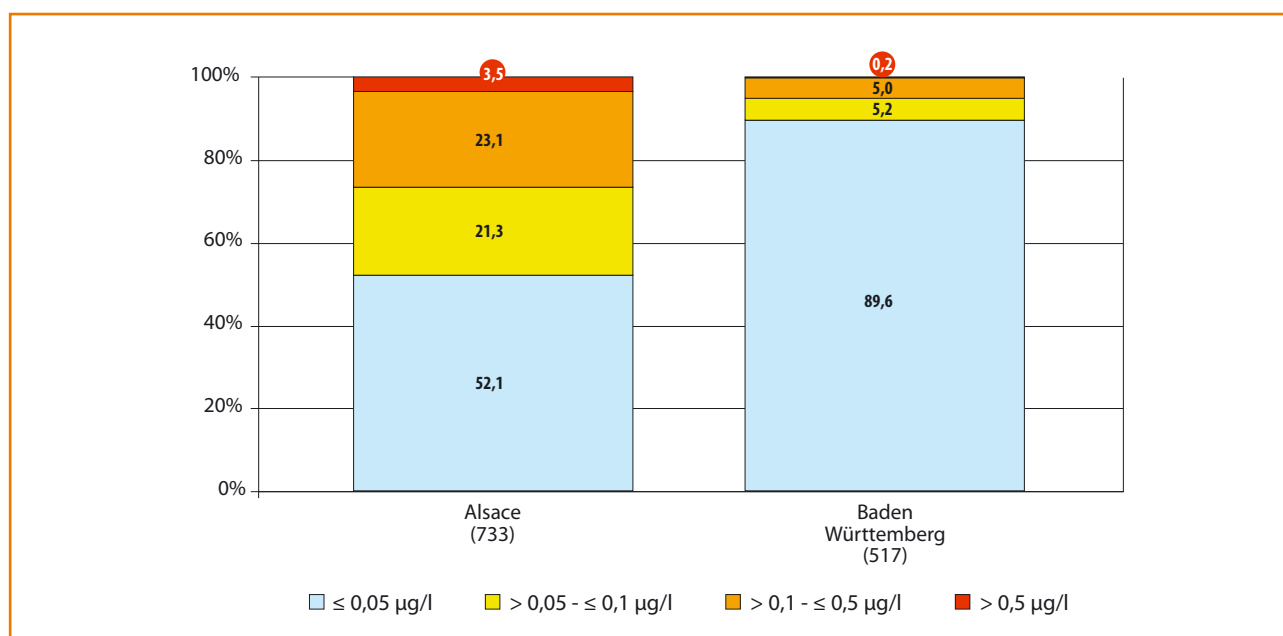


Fig. 3.3.6 : Répartition par classes de concentrations de la somme des concentrations en atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.6: Verteilung der Summe der Werte für den Atrazin-, Desethylatrazin- und Desisopropylatrazin-Gehalt (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

En Alsace 47,9 % des points de mesures présentent une somme des concentrations supérieure à 0,05 µg/l contre 10,4 % des points pour le Bade-Wurtemberg.

La limite de potabilité pour la somme des concentrations en produits phytosanitaires (0,5 µg/l) est dépassée en Alsace sur 3,5 % des points de mesures contre près de 7 % des points en 1997. En Bade-Wurtemberg le nombre de points concernés par le dépassement des limites de potabilité est de 0,2 % en 2003 (soit 1 point) contre 1,5 % en 1997 (4 points).

Les diminutions constatées sur les teneurs supérieures à 0,5 µg/l s'observent également sur les autres classes de concentration mais de manière beaucoup moins significative pour l'Alsace que pour le Bade-Wurtemberg.

Ainsi, on passe pour le Bade-Wurtemberg de plus de 35 % de points de mesures en 1997 dans les 2 classes comprises entre 0,05 et 0,5 µg/l à 10,2 % en 2003.

Côté alsacien, la variation sur ces 2 classes n'est pas significative (moins de 0,5 %). Par contre le pourcentage de points de mesures concernés en 1997 par la tranche 0,1 – 0,5 µg/l diminue en 2003, les points où l'on constate une amélioration viennent en complément aux points de la tranche 0,05 - 0,1 µg/l.

L'évolution de la somme des concentrations en atrazine et ses métabolites confirme donc une amélioration de la situation entre 1997 et 2003. Cette amélioration concerne toutes les classes de concentration côté Bade-Wurtemberg et principalement les teneurs les plus élevées (> 0,1 µg/l) côté alsacien. Rappelons que ces évolutions concernent surtout l'atrazine et la déséthylatrazine.

Im Elsass liegt an 47,9 % der Messstellen die Summe der Werte über 0,05 µg/l, in Baden-Württemberg ist dies an 10,4 % der Messstellen der Fall.

Der Grenzwert für Trinkwasserqualität in Bezug auf die Summe der Werte für den Gehalt an Pflanzenschutzmitteln (0,5 µg/l) wird im Elsass an 3,5 % der Messstellen überschritten, 1997 waren es knapp 7 %. In Baden-Württemberg wurde 1997 an 1,5 % (d.h. 4 Messstellen) der Messstellen der Grenzwert für Trinkwasser überschritten, 2003 sind es 0,2 % (d.h. 1 Messstelle).

Rückläufige Entwicklungen bei den Werten über 0,5 µg/l sind auch in den anderen Konzentrationsklassen zu beobachten, im Elsass allerdings deutlich weniger ausgeprägt als in Baden-Württemberg.

So lagen in Baden-Württemberg 1997 über 35 % der Messstellen in den beiden Konzentrationsklassen zwischen 0,05 und 0,5 µg/l, 2003 ist hier der Anteil auf 10,2 % zurückgegangen.

Auf elsässischer Seite ist die Veränderung bezogen auf diese beiden Konzentrationsklassen nicht signifikant (unter 0,5 %). Dagegen war 2003 der Anteil der Messstellen, an denen 1997 Konzentrationen zwischen 0,1-0,5 µg/l gemessen wurden, geringer, zusätzlich zu diesen Messstellen ergaben sich auch Verbesserungen an den Messstellen der Konzentrationsklasse 0,05-0,1 µg/l.

In Bezug auf den Gehalt an Atrazin- und Atrazinabbauprodukten im Grundwasser ergibt die Entwicklung der Summenwerte 2003 eine Verbesserung gegenüber 1997. Die Verbesserung betrifft auf baden-württembergischer Seite alle Werteklassen, auf elsässischer Seite vor allem die höheren Konzentrationsbereiche (> 0,1 µg/l). Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass dies vor allem für Atrazin und Desethylatrazin gilt.

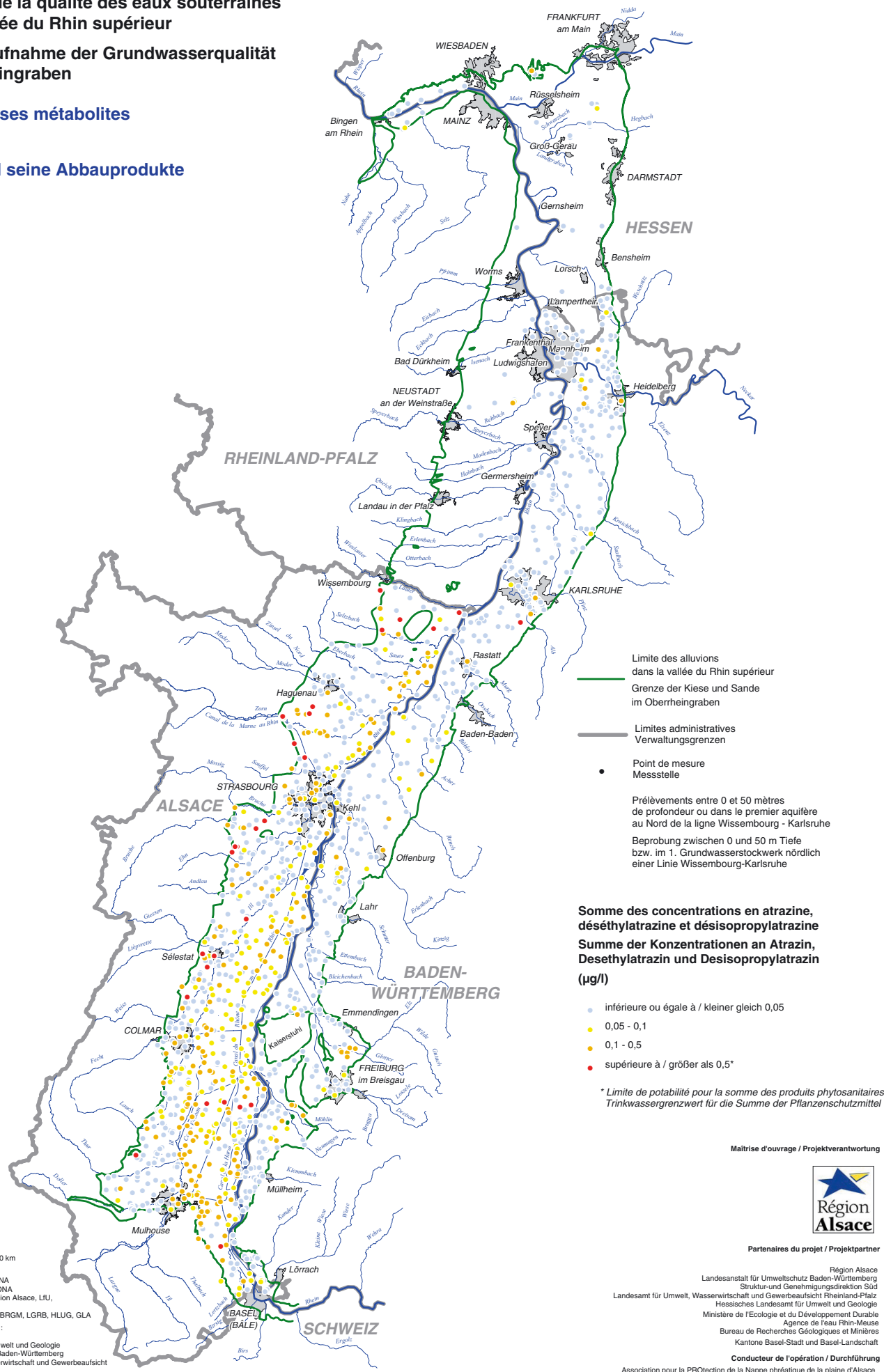
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Atrazine et ses métabolites

2002 - 2003

Atrazin und seine Abbauprodukte



3.3.5 Autres triazines

En France, après l'interdiction de l'utilisation de l'atrazine en 2003, puis celle de la terbuthylazine en 2004, c'est désormais l'ensemble des triazines qui sont interdites d'utilisation.

En Allemagne, seule la terbuthylazine est encore autorisée, excepté dans les zones protégées de captages d'eau du Bade-Wurtemberg dans lesquelles son utilisation est interdite. Depuis 1991, l'utilisation de l'atrazine est interdite, comme celle de la simazine (cette dernière avait toutefois été autorisée à nouveau entre 1998 et 1999).

Dans le cadre de cet inventaire, outre les résultats relatifs à l'atrazine et de ses deux principaux métabolites (la déséthylatrazine et la désisopropylatrazine), les résultats d'analyses de la cyanazine, de la simazine et de la terbuthylazine ont été exploités.

3.3.5.1 Cyanazine

La cyanazine n'a pas été détectée dans le secteur d'étude.

Par rapport à 1997 où pour l'Alsace, 6 points dépassaient la limite de quantification (qui est comparable à celle de 2003) et 1 point la limite de potabilité de 0,1 µg/l, la situation semble s'être améliorée. Cette amélioration ne peut pas être attribuée à l'interdiction d'utilisation de cette molécule qui est intervenue le premier octobre 2003.

3.3.5 Weitere Triazine

In Frankreich sind nach dem Verbot des Einsatzes von Atrazin im Jahre 2003 und dem Verbot des Einsatzes von Terbuthylazin im Jahre 2004 nunmehr sämtliche Triazine verboten.

In Deutschland ist nur noch Terbuthylazin zugelassen. Für diesen Wirkstoff existiert jedoch in Baden-Württemberg seit den 1990er Jahren ein Anwendungsverbot in Wasserschutzgebieten. Atrazin ist seit 1991 verboten, wie auch Simazin, welches jedoch in den Jahren 1998 bis 1999 wieder zugelassen war.

Im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme wurden neben den Ergebnissen zu Atrazin und dessen zwei wichtigsten Abbauprodukten (Desethylatrazin und Desisopropylatrazin) die Messergebnisse zu Cyanazin, Simazin und Terbuthylazin ausgewertet.

3.3.5.1 Cyanazin

Cyanazin wurde im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen.

Die Quantifizierungsgrenzen werden an keiner der elsässischen Messstellen überschritten. Im Vergleich zum Jahr 1997, in dem an 6 Messstellen im Elsass die Quantifizierungsgrenze überschritten wurde (die mit der Quantifizierungsgrenze aus dem Jahr 2003 vergleichbar ist) und an 1 Messstelle der Grenzwert für Trinkwasser von 0,1 µg/l überschritten wurde, scheint sich die Lage verbessert zu haben. Diese Verbesserung kann nicht auf das Einsatzverbot, das am 1. Oktober 2003 in Kraft trat, zurückgeführt werden.

3.3.5.2 Simazine et terbuthylazine

En Alsace, la simazine était essentiellement employée pour la protection de la vigne et des vergers alors qu'en Allemagne elle était également utilisée pour la production du maïs et l'horticulture, et également sur les voies ferrées. En France, son usage a été interdit dans le domaine agricole en 1997, puis pour tous les usages en 2001. Après une première interdiction d'utilisation en 1990, la simazine est définitivement interdite en Allemagne depuis avril 1999.

La terbuthylazine a été utilisée en Alsace essentiellement dans le domaine viticole. En Allemagne, cette molécule a également été employée comme produit de remplacement de l'atrazine, après 1991 non seulement dans la culture du maïs mais encore pour les vergers, le maraîchage et la vigne. Interdite en France en 2003 pour les usages non agricoles et toutes les cultures autres que la vigne, elle est finalement interdite depuis le 30 juin 2004 pour tous les usages. Cette substance est toujours autorisée actuellement en Allemagne pour la culture en plein champ et le maraîchage, mais depuis les années 90, son emploi est interdit dans les zones protégées de captages d'eau potable du Bade-Wurtemberg. Cette restriction d'utilisation explique que la terbuthylazine ne constitue pas jusqu'ici un problème général pour l'eau souterraine du Bade-Wurtemberg.

L'utilisation de la terbuthylazine est autorisée en Suisse, sauf en zone karstique. Pour les autres zones, une seule application par an au maximum peut être pratiquée avant la fin juin.

Les 2 figures 3.3.7 et 3.3.8 ci-dessous, présentent les résultats d'analyses pour les 2 molécules concernées. Dans le cadre de cet Inventaire, ces molécules n'ont pas été recherchées dans la partie suisse. La carte des concentrations en simazine est présentée dans ce rapport, celle de la terbuthylazine est consultable sur le CD-ROM.

3.3.5.2 Simazin und Terbuthylazin

Simazin wurde im Elsass in der Hauptsache im Wein- und Obstanbau eingesetzt, in Deutschland zusätzlich im Mais- und Gartenbau und auch auf Gleisanlagen. In Frankreich wurde der Einsatz von Simazin für den landwirtschaftlichen Bereich im Jahre 1997 und allgemein dann im Jahre 2001 verboten. In Deutschland ist der Einsatz von Simazin nach einem ersten Anwendungsverbot in 1990 seit April 1999 endgültig untersagt.

Terbuthylazin wurde im Elsass in der Hauptsache im Weinanbau eingesetzt. In Deutschland wurde diese Verbindung nach 1991 auch im Maisanbau als Ersatzprodukt für Atrazin verwendet, aber auch im Obst-, Gemüse- und Weinanbau. Terbuthylazin wurde in Frankreich im Jahr 2003 für jeglichen Einsatz außerhalb der Landwirtschaft sowie jeglichen Anbau mit Ausnahme des Weinbaus verboten; seit dem 30. Juni 2004 ist der Einsatz von Terbuthylazin insgesamt verboten. In Deutschland ist der Wirkstoff für den Ackerbau und Gemüseanbau weiterhin aktuell zugelassen, jedoch existiert in Baden-Württemberg seit den 1990er Jahren ein Anwendungsverbot in Trinkwasserschutzgebieten. Auch aufgrund dieser Anwendungseinschränkung ist Terbuthylazin im baden-württembergischen Grundwasser bis heute zu keinem flächendeckenden Problem geworden.

Der Einsatz von Terbutylazin ist in der Schweiz erlaubt, jedoch nicht in Karstgebieten. In den übrigen Gebieten darf maximal eine Behandlung pro Jahr bis spätestens Ende Juni erfolgen.

Die beiden unten stehenden Abbildungen 3.3.7 und 3.3.8 enthalten Darstellungen der Analyse-Ergebnisse für Simazin und Terbuthylazin, die in der Schweiz im Rahmen dieser Bestandsaufnahme nicht nachgewiesen wurden. Die Karte mit den Werten für den Simazin-Gehalt ist im vorliegenden Bericht enthalten, die Karte mit den Werten für den Terbuthylazin-Gehalt kann auf der CD-ROM eingesehen werden.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

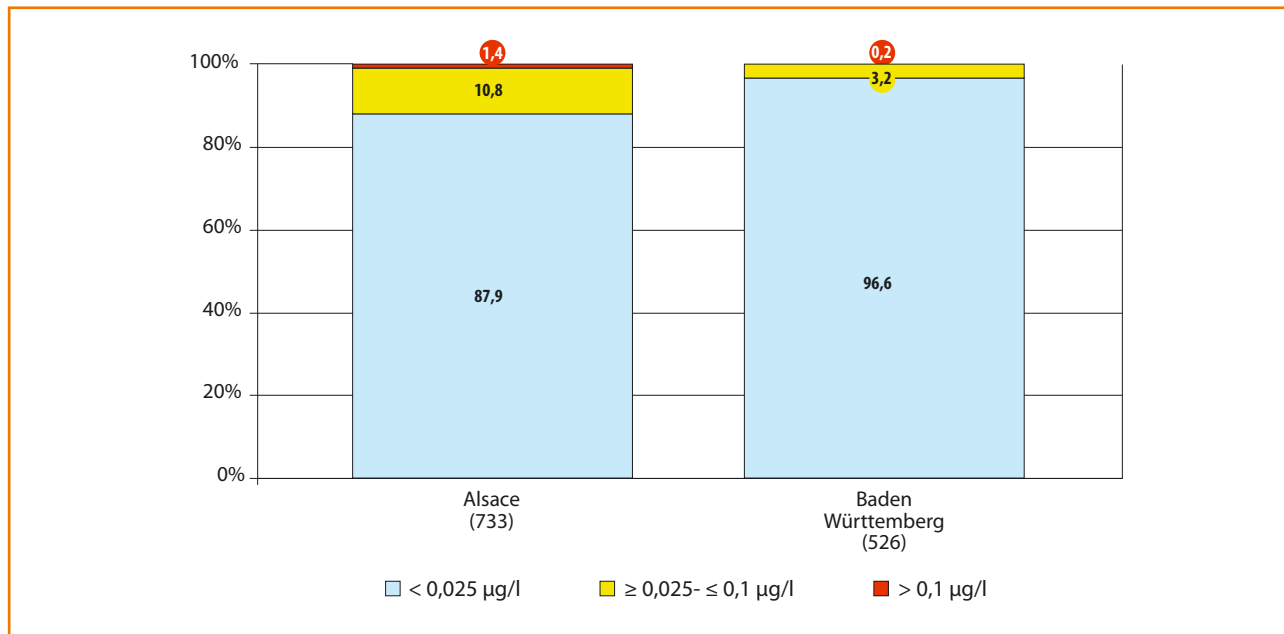


Fig. 3.3.7 : Répartition par classe de concentrations en simazine (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.7: Verteilung der Simazinkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

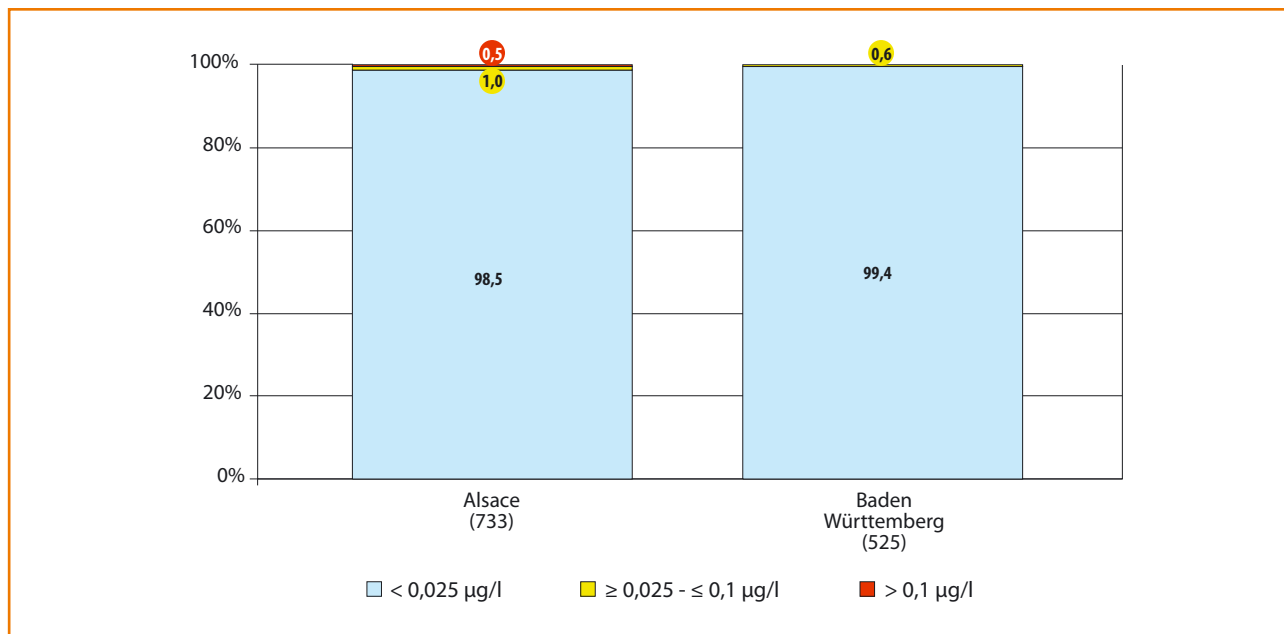


Fig. 3.3.8 : Répartition par classe de concentrations en terbuthylazine (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.8: Verteilung der Terbuthylazinkonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse transfrontalière

• SIMAZINE

Après l'atrazine et ses métabolites, la simazine est la molécule la plus souvent détectée. Sur 219 des 1 341 points de mesures (soit 16,3 %) les concentrations en simazine sont supérieures aux limites de quantification. Les concentrations sont supérieures à la limite de quantification maximum de 0,025 µg/l sur 112 points de mesures (soit 8,3 %).

En 1997, la limite de quantification maximum en Alsace était de 0,05 µg/l. Si l'on compare le nombre de points supérieurs à 0,05 µg/l en 1997 et en 2003, les chiffres sont en légère baisse. On passe ainsi d'un peu plus de 8 % à un peu plus de 5 % des points de mesures.

Par rapport à 1997, la contamination est confirmée en bordure du piémont vosgien ainsi que près de Bâle et de Strasbourg.

On détecte également la présence de simazine en rive française du Rhin, entre Rhinau et Lauterbourg. La zone de pollution identifiée en 1997 au nord de Mulhouse est confirmée en 2003. Avec l'abaissement de la limite de quantification, son emprise géographique est plus clairement identifiée. Il s'agit d'une large bande orientée sud-est/nord-ouest de Mülheim/Niffer à Colmar/Guebwiller. Par ailleurs, le nombre de points concernés par des concentrations supérieures à la limite de potabilité n'évolue pas significativement, passant de 12 à 10 points.

En Bade-Wurtemberg, la situation est en amélioration pour les fortes teneurs. En effet la limite de potabilité n'est plus dépassée sur les quatre points de mesures de 1997. Les points où les concentrations étaient supérieures aux limites de potabilité en 1997 (zone de piémont dans le Markgräflerland, à Offenburg et à Achern) passent dans la classe de concentration inférieure. Cette limite est dépassée sur un seul nouveau point (0,2 %) situé à Achern (cf. tab. 3.3.1). Concernant le nombre de points dont les concentrations sont supérieures à 0,05 µg/l (limite de quantification maximum de 1997) il n'y a pas d'évolution significative entre 1997 et 2003.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

• SIMAZIN

Nach Atrazin und seinen Abbauprodukten ist Simazin die am häufigsten nachgewiesene Verbindung. An 219 der 1.341 Messstellen (entspricht 16,3 %) liegt die Simazin-Konzentration über der Quantifizierungsgrenze. An 112 Messstellen liegt der Wert für den Gehalt über der obersten Quantifizierungsgrenze von 0,025 µg/l (entspricht 8,3 %).

Im Jahr 1997 lag die oberste Quantifizierungsgrenze im Elsass bei 0,05 µg/l. Der Vergleich der Anzahl der Messstellen, an denen 1997 ein Simazin-Gehalt von mehr als 0,05 µg/l gemessen wurde mit der Anzahl der entsprechenden Messstellen im Jahr 2003 ergibt einen leichten Rückgang. Sie gehen von knapp über 8 % auf knapp über 5 % zurück.

Die Belastungen am Rande der Vorbergzone der Vogesen sowie in der Nähe von Basel und von Strasbourg sind im Vergleich zu 1997 unverändert geblieben.

Darüber hinaus wurde Simazin auch auf der französischen Seite des Rheins zwischen Rhinau und Lauterbourg nachgewiesen. Die im Rahmen der Erhebung im Jahr 1997 festgestellte Belastung des Gebiets nördlich von Mulhouse wird durch die Werte des Jahres 2003 bestätigt. Die Absenkung der Quantifizierungsgrenze ermöglicht eine genauere Bestimmung der geografischen Lage: Es handelt sich um ein breites, von Südosten nach Nordwesten verlaufendes Gebiet zwischen Mülheim/Niffer und Colmar/Guebwiller. Die Anzahl der Messstellen mit einem Simazin-Gehalt über den Grenzwerten für Trinkwasser hat sich nicht signifikant verändert. Sie ist von 12 auf 10 Messstellen gesunken.

In Baden-Württemberg hat sich die Lage, was die hohen Belastungswerte betrifft, verbessert. Der Grenzwert für Trinkwasser wurde an den vier betroffenen Messstellen der Beprobungskampagne 1997 dieses Mal nicht mehr überschritten. Die Messstellen, an denen in 1997 die Konzentrationen über dem Trinkwassergrenzwert lagen (Vorbergzone im Markgräflerland, bei Offenburg und Achern), fallen nun in die mittlere Konzentrationsklasse. Der Grenzwert wird nun lediglich an nur einer neuen Messstelle (0,2 %) wiederum bei Achern überschritten (vgl. Tab. 3.3.1). Bezüglich der Gesamtanzahl der Messstellen mit einem Simazin-Gehalt von über 0,05 µg/l (obere Quantifizierungsgrenze im Jahr 1997) ergibt sich keine signifikante Veränderung zwischen 1997 und 2003.

En Hesse et en Rhénanie-Palatinat, aucun dépassement de la limite de potabilité n'a été observé (cf. tab. 3.3.1).

Il apparaît clairement que l'Alsace est le secteur le plus concerné par la problématique de la simazine avec les zones de piémont et une grande zone (au sud de Mulhouse) où la présence de simazine est généralisée et assimilable à une pollution diffuse. Les autres secteurs sont moins concernés et des améliorations sont observées au Bade-Wurtemberg, notamment dans les teneurs supérieures aux limites de potabilité.

• TERBUTHYLAZINE

Les Länder de Hesse et Bade-Wurtemberg ne sont pas concernés par cette problématique. Seuls trois points de mesures du réseau du Bade-Wurtemberg, au nord de Rastatt, enregistrent des valeurs supérieures à 0,025 µg/l. Elles sont toutes inférieures à 0,06 µg/l. Il n'y existe aucun dépassement des valeurs limites. Les deux points de mesures du Bade-Wurtemberg pour lesquels des taux notables avaient été constatés en 1997 ne posent plus de problème.

C'est en Alsace que cette problématique demeure d'actualité avec deux nouveaux points supérieurs à la limite de potabilité (sur 4 au total) et plus de points compris dans la tranche 0,025 – 0,1 µg/l.

Eine Überschreitung des Grenzwertes von 0,1 µg/l liegt in Hessen und in Rheinland-Pfalz nicht vor (vgl. Tab. 3.3.1).

Es wird deutlich, dass das Elsass mit der Vorbergzone und einem großen Gebiet südlich von Mulhouse, in dem Simazin generell und quasi in Form einer flächendeckenden Belastung verbreitet ist, am stärksten von der Simazin-Problematik betroffen ist. Die übrigen Gebiete sind weniger betroffen. Verbesserungen sind in Baden-Württemberg zu beobachten, insbesondere was die Werte oberhalb des Trinkwassergrenzwertes betrifft.

• TERBUTHYLAZIN

Die Bundesländer Hessen und Baden-Württemberg sind von der Terbutylazin-Problematik nicht betroffen. Hier weisen nur drei baden-württembergische Messstellen nördlich von Rastatt Werte über 0,025 µg/l und von unter 0,06 µg/l auf. Es gibt keine Grenzwert-überschreitungen. Die Werte an den beiden in 1997 mit Nachweisen auffälligen Messstellen in Baden-Württemberg stellen kein Problem mehr dar.

Im Elsass ist die Terbutylazin-Problematik jedoch nach wie vor aktuell, da an zwei weiteren Messstellen (von insgesamt 4) die Werte über dem Grenzwert für Trinkwasser liegen und auf das Segment 0,025 – 0,1 µg/l mehr Messstellen entfallen.

Tab. 3.3.1 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 1997 et 2003 pour les molécules : simazine, terbuthylazine et cyanazine

Tab. 3.3.1: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben auf folgende Moleküle analysiert wurden, und der Anzahl der Messstellen, an denen dabei 1997 und 2003 der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde: Simazin, Terbuthylazin und Cyanazin

		Alsace / Elsass		Bade-Wurtemberg / Baden-Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie-Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW
Simazine / Simazin	2003	733	10	525	1	59	0	24	0		
	1997	422	12	300	4						
Terbuthylazine / Terbuthylazin	2003	733	4	525	0	50	0	24	0		
	1997	422	2	300	1						
Cyanazine / Cyanazin	2003	733	0			4	0	3	0		
	1997	422	1								

Le tableau 3.3.1 met en évidence qu'aucun dépassement de la limite de potabilité pour la cyanazine n'a été observé en 2003 (comme en 1997).

Concernant la simazine, sur les 1 341 points analysés en 2003, 11 points (soit 0,8 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 2,2 % en 1997.

Concernant la terbuthylazine, sur les 1 332 points analysés en 2003, 4 points (soit 0,3 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 0,4 % en 1997.

Tabelle 3.3.1 ist zu entnehmen, dass 2003 (ebenso wie 1997) in Bezug auf Cyanazin an keiner Messstelle der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde.

Bei Simazin wird von den 1.341 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, an 11 Messstellen (und damit an 0,8 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war das an 2,2 % der Messstellen der Fall.

Bei Terbuthylazin wird von den 1.332 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, an 4 Messstellen (und damit an 0,3 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war das an 0,4 % der Messstellen der Fall.

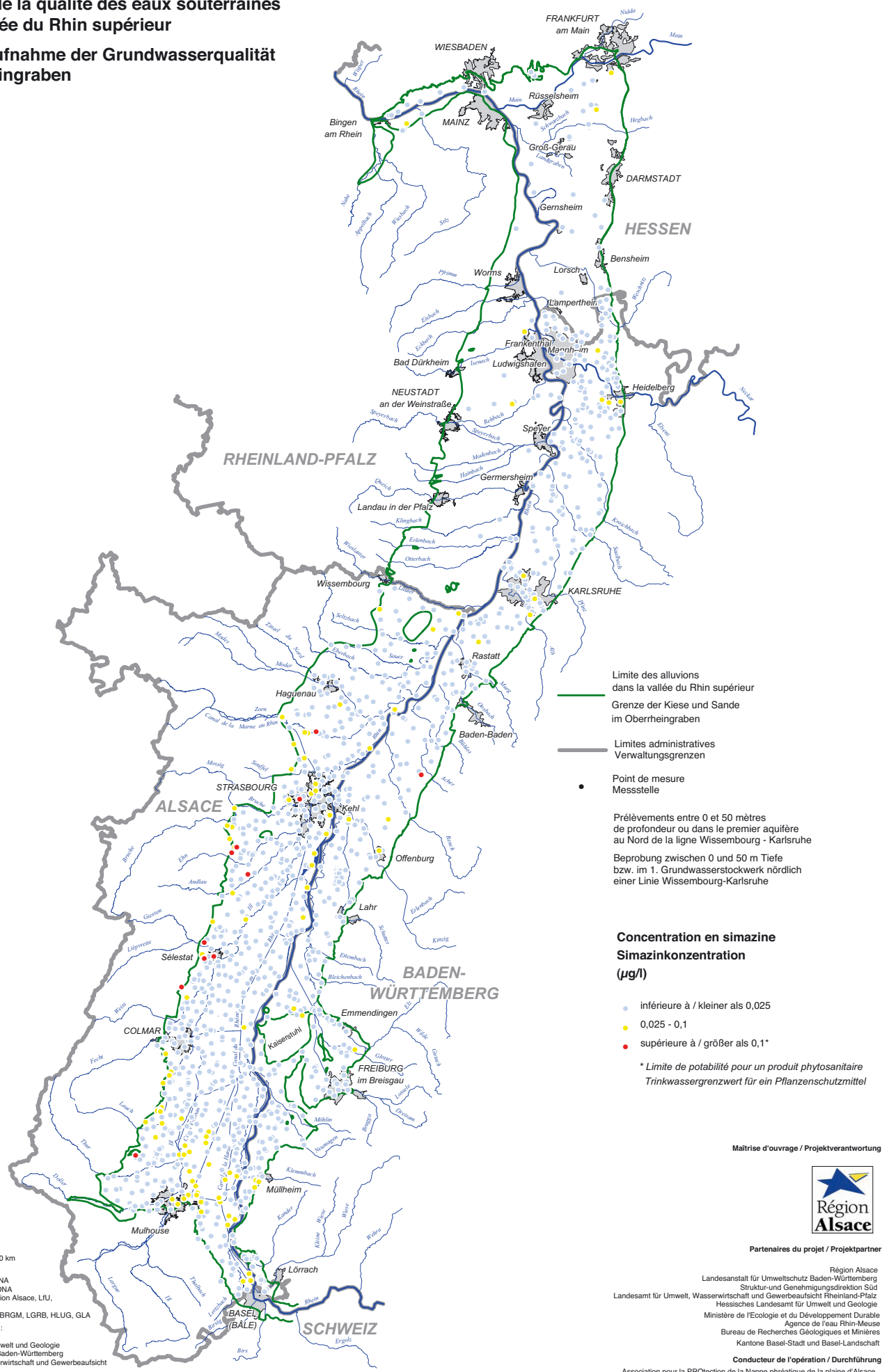
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Simazine

2002 - 2003

Simazin



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.3.6 Urées substituées

Quatre substances actives de la classe des urées substituées ont fait l'objet d'investigation dans le cadre de cette étude. Pour cet inventaire, les substances suivantes ont été retenues pour une analyse transfrontalière : le diuron, le chlortoluron, l'isoproturon et le linuron.

3.3.6.1 Généralités

Les urées substituées sont essentiellement utilisées comme herbicides. L'utilisation de ces substances est autorisée en France et en Allemagne mais sous certaines conditions et les autorisations sont en partie périmées. La Suisse a également fixé des conditions à l'utilisation des urées substituées. Leur utilisation est partiellement interdite, par ex. dans les périmètres de protection rapprochée des captages.

Pour le linuron, très peu de résultats d'analyses mettent en évidence des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale ; une analyse transfrontalière simplifiée figure en fin de chapitre.

Seule la carte du diuron est présentée dans le texte.

3.3.6.2 Diuron

Le diuron est une substance souvent détectée dans les analyses ; dans le cadre de l'Inventaire 2003, elle apparaît en troisième position en terme de fréquence de détection (après la simazine et le métolachlore et hors atrazine et ses métabolites). En France, cette substance est interdite d'usage en préparation seule depuis le 30 juin 2003.

En Alsace, le diuron était autorisé en viticulture et dans les cultures spéciales (asperges, arboriculture fruitière à graines), mais aussi comme herbicide intégral sur les terrains non agricoles (parkings, zones industrielles et infrastructures). En Allemagne, des autorisations existent pour les vergers, l'horticulture et la vigne, également pour les zones non cultivées, à l'exception des infrastructures ferroviaires pour lesquelles une interdiction est en vigueur depuis 1996.

3.3.6 Phénylharnstoffe

Vier Wirkstoffe aus der Klasse der Phénylharnstoffe wurden im Rahmen der vorliegenden Studie untersucht. Für die aktuelle Bestandsaufnahme wurden folgende Stoffe einer grenzüberschreitenden Analyse unterzogen: Diuron, Chlortoluron, Isoproturon und Linuron.

3.3.6.1 Allgemeines

Phénylharnstoffe werden in erster Linie als Herbizide eingesetzt. Der Einsatz dieser Stoffe ist in Frankreich und Deutschland unter Auflagen erlaubt, z.T. sind die Zulassungen ausgelaufen. Auch in der Schweiz gibt es Auflagen an den Einsatz der Phénylharnstoffen. Teilweise ist z.B. deren Anwendung in Grundwasserschutzzonen S2 verboten.

Für Linuron ergibt sich an nur sehr wenigen Messstellen eine Konzentration über der oberen Quantifizierungsgrenze; eine vereinfachte grenzüberschreitende Auswertung findet sich am Ende dieses Kapitels.

Im vorliegenden Text ist nur die Diuron-Karte enthalten.

3.3.6.2 Diuron

Diuron ist ein Wirkstoff, der bei Grundwasseranalysen häufig nachgewiesen wird. Im Rahmen der Bestandsaufnahme des Jahres 2003 steht es nach Simazin und Metalochlor, an dritter Stelle, was die Häufigkeit des Nachweises anbelangt (ausgenommen Atrazin und dessen Abbauprodukte). In Frankreich ist der Einsatz dieses Stoffes als Monosubstanzpräparat seit dem 30. Juni 2003 verboten.

Im Elsass war der Einsatz von Diuron im Weinbau, sowie auf Sonderkulturen wie Spargel, Kernobst und Steinobst erlaubt, aber auch als Totalherbizid auf Nichtkulturland wie Parkplätzen, Betriebsflächen und Bahnanlagen. In Deutschland existieren Zulassungen für den Obst-, Zierpflanzen- und Weinanbau, auch für Nichtkulturland, außer bei der Anwendung auf Bahnanlagen, welche seit 1996 verboten ist.

• HESSE (ALLEMAGNE)

Le troisième règlement allemand portant modification de la directive d'utilisation des produits phytopharmaceutiques (Dritte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungs-verordnung) est entré en vigueur le 24 juillet 2003. L'axe principal de ce règlement est l'introduction de ce que l'on a appelé une « obligation de prescription ».

En règle générale, l'utilisation des produits phytopharmaceutiques est interdite sur toute surface de plein air non utilisée pour l'exploitation agricole, forestière ou horticole en application du § 6 alinéa 2 de la loi allemande sur la protection des végétaux (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG). Le § 6 alinéa 3 de cette loi autorise toutefois les services des Länder chargés de la protection des végétaux à accorder des dispenses exceptionnelles pour ce genre d'application.

La directive allemande modifiée sur la protection des végétaux exige que cette dispense exceptionnelle soit présentée lors de l'achat de certains produits phytopharmaceutiques précis – et seulement lorsqu'une utilisation en plein champ est envisagée dans le contexte décrit plus haut. Si l'autorisation ne peut pas être présentée, le vendeur est tenu de refuser la délivrance du produit. Dans le cas contraire, il commettrait une infraction.

Tous les produits phytopharmaceutiques contenant l'une des substances énumérées dans la nouvelle annexe 4 sont concernés par la nouvelle réglementation. Actuellement, il s'agit du diuron, du glyphosate et du glyphosate-trimesium. Ces conditions particulières de délivrance sont dues au fait que les produits énumérés ont été détectés plus fréquemment dans les eaux de surface. Leur présence s'explique par des applications illégales sur des surfaces non cultivées (spécialement des surfaces compactées). Cette « obligation de prescription » devrait permettre d'éviter ce genre de pollution à l'avenir.

La figure 3.3.9 ci-contre présente les résultats d'analyses, une carte est disponible en fin de paragraphe.

• HESSEN (DEUTSCHLAND)

Am 24. Juli 2003 ist die Dritte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung in Kraft getreten. Schwerpunkt dieser Änderungsverordnung ist die Einführung der sogenannten „Rezeptpflicht“.

Soll ein Pflanzenschutzmittel auf einer Freilandfläche, die nicht landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt wird, angewendet werden, ist dies nach § 6 Abs. 2 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) grundsätzlich verboten. Die Pflanzenschutzdienste der Länder können jedoch nach § 6 Abs. 3 PflSchG Ausnahmegenehmigungen für solche Anwendungen erteilen.

Nach der geänderten Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung ist nun beim Erwerb bestimmter Pflanzenschutzmittel, sofern vom Anwender eine Freilandanwendung im gerade beschriebenen Sinne vorgesehen ist, diese Ausnahmegenehmigung vorzulegen. Ohne Vorlage der Genehmigung ist die Abgabe durch den Verkäufer verboten. Erfolgt sie dennoch, stellt dies eine Ordnungswidrigkeit dar.

Von der Neuregelung sind alle Pflanzenschutzmittel betroffen, die einen der Stoffe enthalten, die in der neu angefügten Anlage 4 aufgeführt sind. Zurzeit sind dies Diuron, Glyphosat und Glyphosat-Trimesium. Grund für die Einführung dieser besonderen Abgabebedingungen ist, dass die aufgeführten Stoffe vermehrt im Oberflächenwasser gefunden wurden. Dies wird auf illegale Anwendungen auf Nichtkulturlandflächen (speziell auf harten Oberflächen) zurückgeführt. Dem soll die „Rezeptpflicht“ künftig entgegenwirken.

In der unten stehenden Abbildung 3.3.9 sind die Ergebnisse der Analysen dargestellt, eine Karte findet sich am Ende des Kapitels.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

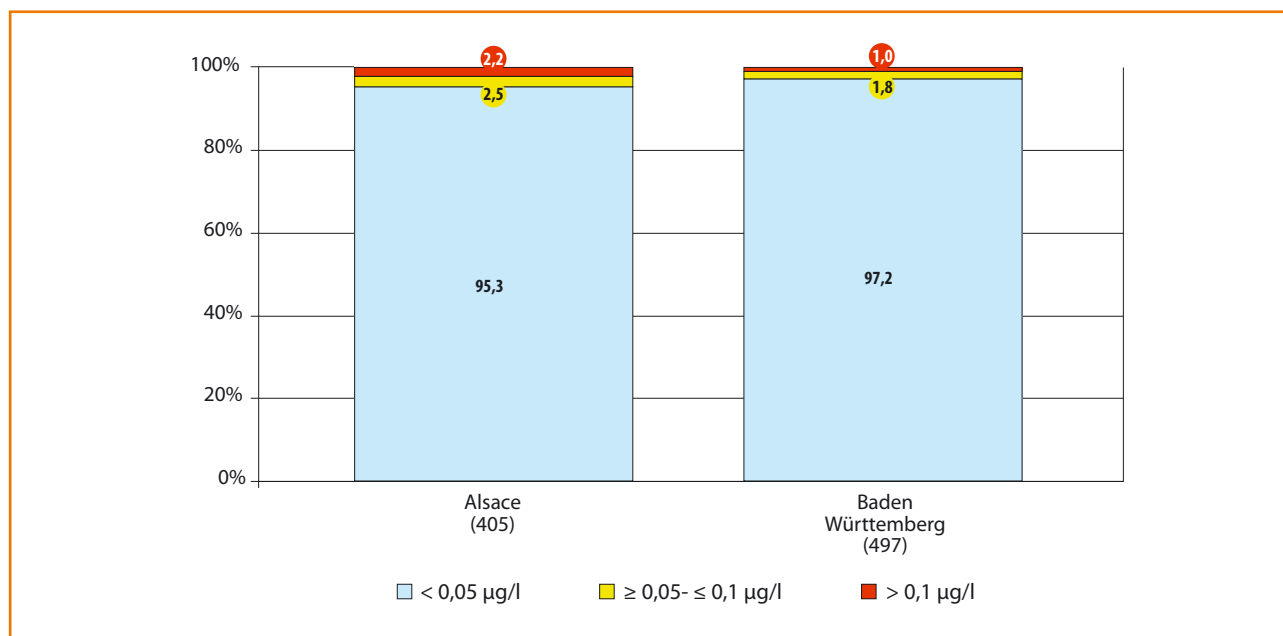


Fig. 3.3.9 : Répartition par classe de concentrations en diuron (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.9: Verteilung der Diuron-konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse transfrontalière

L'Alsace est le secteur le plus touché avec 5,9 % des points de mesures concernés par des concentrations supérieures aux limites de quantification. Le Bade-Wurtemberg totalise 3,2 % de points de mesures où il a été mis en évidence des concentrations supérieures aux limites de quantification. Pour les points considérés dans le cadre de cet Inventaire, il n'y a pas de résultat en Suisse. Au total 15 points du réseau de mesures transfrontalier présentent des concentrations supérieures à la limite de potabilité : 9 points en Alsace, 5 points en Bade-Wurtemberg et 1 point en Hesse.

L'exploitation des données à l'échelle transfrontalière a été réalisée avec la limite de quantification maximale de 0,05 µg/l, ce qui donne les résultats suivants : le pourcentage de points supérieurs à la limite de quantification maximale est, pour les zones les plus touchées, de 4,7 % pour l'Alsace et 2,8 % pour le Bade-Wurtemberg. Ces points sont principalement répartis au droit et en aval de zones urbaines importantes et pour le côté alsacien s'ajoute également la zone de piémont.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Mit Werten über den Quantifizierungsgrenzen an 5,9 % der Messstellen ist das Elsass bezogen auf Diuron das am stärksten betroffene Gebiet. In Baden-Württemberg liegt die Gesamtzahl der Messstellen, an denen Werte über den Quantifizierungsgrenzen nachgewiesen wurden, bei 3,2 %. Von den für die Bestandsaufnahme berücksichtigten Messstellen in der Schweiz liegen keine Ergebnisse vor. An insgesamt 15 Messstellen des grenzüberschreitenden Messstellennetzes liegen die Werte über dem Grenzwert für Trinkwasser (9 Messstellen im Elsass, 5 in Baden-Württemberg und eine Messstelle in Hessen).

Die Auswertung der Daten auf grenzüberschreitender Ebene wurde unter Bezugnahme auf 0,05 µg/l als oberer Quantifizierungsgrenze durchgeführt, was zu folgenden Ergebnissen führt: Der Prozentsatz der Messstellen mit Ergebnissen über der oberen Quantifizierungsgrenze liegt bei 4,7 % im Elsass und bei 2,8 % in Baden-Württemberg, die damit die am stärksten betroffenen Teilgebiete sind. Die betreffenden Messstellen liegen sowohl auf elsässischer als auch auf baden-württembergischer Seite in der Hauptsache in Höhe größerer Siedlungsgebiete und unterstromig davon, im Elsass auch in der Vorbergzone.

Les points où les concentrations sont supérieures aux limites de quantification sont localisés respectivement :

- en Alsace, en zone de piémont où l'occupation du sol est principalement à dominante agricole, notamment viticole.
- du côté allemand et à proximité de la Suisse, au droit ou en périphérie de zones urbaines, comme par exemple Karlsruhe, Heidelberg ou Francfort.

Côté alsacien, la situation est plutôt en amélioration pour les fortes teneurs avec 6 points sur 15 pour lesquels la concentration devient inférieure à 0,1 µg/l entre 1997 et 2003.

En Bade-Wurtemberg, les points concernés par la problématique du diuron en 2002/2003 sont plus nombreux au nord de la ligne Kehl-Offenbourg que dans la moitié au sud de cette ligne. Les pollutions proviennent pour moitié environ de produits utilisés dans le passé pour l'entretien des infrastructures ferroviaires, comme le met en évidence la situation des points de mesures concernés – en aval des voies ferrées et des gares.

Comparé à l'inventaire 1996/1997 où la présence de ces substances avait été détectée dans deux points de l'ancienne zone d'étude situés au sud de Rastatt, en 2002/2003 elles apparaissent sur quatre points de mesures, dont trois nouveaux. Pour un point situé sur une exploitation horticole à proximité immédiate d'une installation ferroviaire, la concentration a augmenté par rapport à 1996/1997 ; elle est maintenant au-dessus de la limite de potabilité.

Die Messstellen, an denen die Werte über den Quantifizierungsgrenzen liegen, befinden sich in folgenden Gebieten:

- im Elsass in der Vorbergzone, wo der Boden in der Hauptsache landwirtschaftlich, insbesondere für den Weinanbau genutzt wird,
- in Baden-Württemberg, in Hessen und in der Nähe der Schweiz in Höhe oder in der Umgebung von Siedlungsgebieten zum Beispiel Basel, Karlsruhe, Heidelberg oder Frankfurt.

Im Elsass hat sich die Lage an 6 der 15 Messstellen mit erhöhter Belastung tendenziell verbessert; hier ist die Konzentration von 1997 bis 2003 auf unter 0,1 µg/l gesunken.

In Baden-Württemberg sind in 2002/2003 die Messstellen mit Diuron-Belastungen nördlich von Kehl-Offenbourg zahlreicher als in der südlichen Hälfte des Oberrheingrabens. Die Belastungen sind etwa zur Hälfte auf frühere Anwendungen auf Bahnanlagen zurückzuführen, wie es die unterstromige Lage der betroffenen Messstellen zu Bahngleisen und Bahnhöfen deutlich macht.

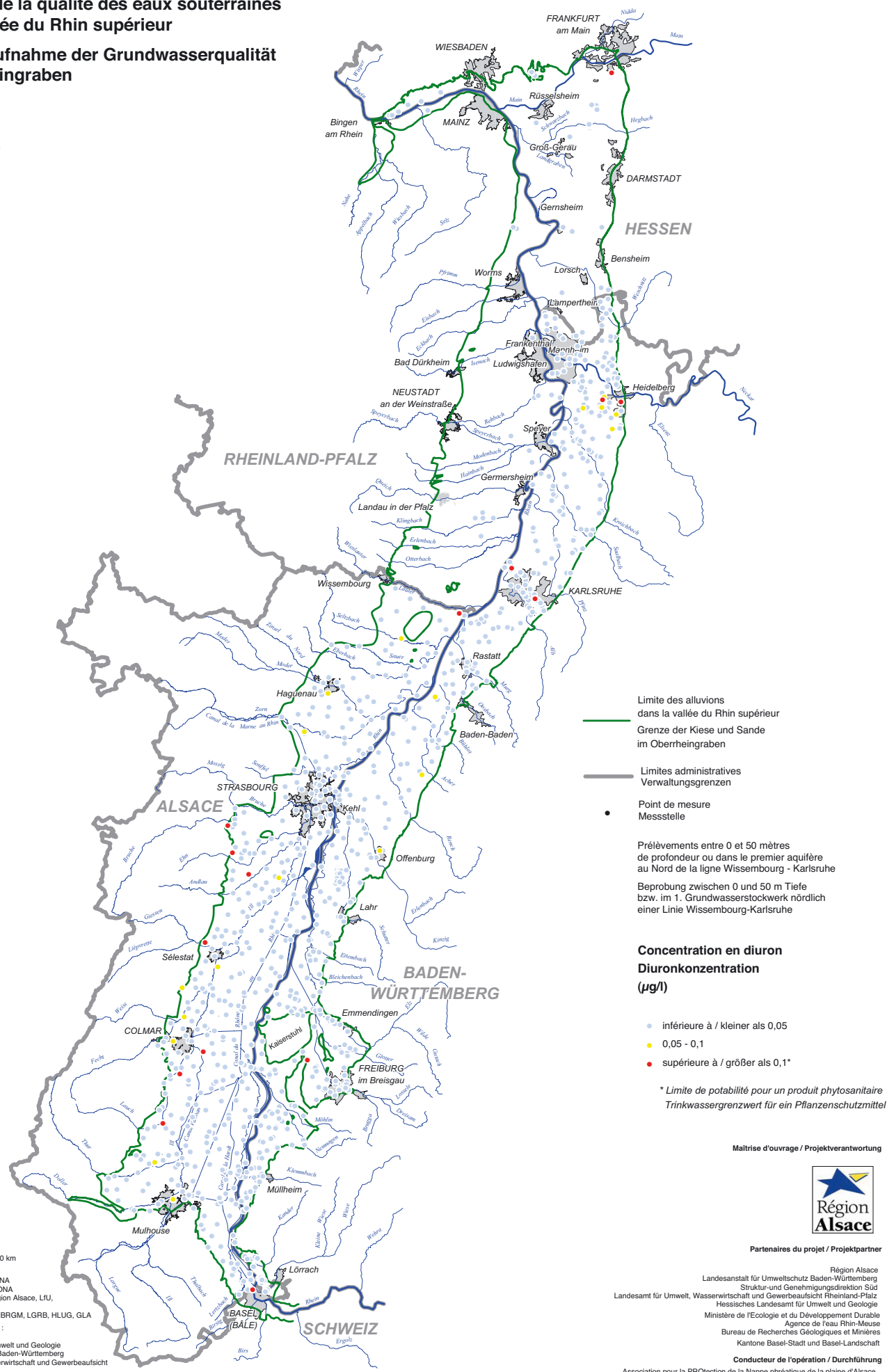
Gegenüber 1996/1997 mit zwei Nachweisen im alten Projektgebiet südlich von Rastatt finden sich in 2002/2003 Nachweise an vier Messstellen, davon drei an neuen Messstellen. Die Konzentration an einer Messstelle auf einem Gärtnerengelände unmittelbar an einer Bahnanlage ist gegenüber 1996/1997 über den Trinkwassergrenzwert gestiegen.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Diuron

2002 - 2003



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LfU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.3.6.3 Chlortoluron et isoproturon

L'isoproturon comme le chlortoluron agissent sur les mauvaises herbes (principalement les graminées) et sont absorbés principalement par les racines de celles-ci. Ces molécules ont été ou sont largement utilisées par la profession agricole pour le désherbage des céréales.

En Allemagne, le chlortoluron est interdit depuis 2001 tandis que l'isoproturon est encore autorisé.

Leur spectre d'action étant parfois commun, des recommandations existent en France pour ces deux molécules. Depuis le 1^{er} janvier 2004 pour l'isoproturon, et le 1^{er} septembre 2004 pour le chlortoluron, de nouvelles doses maximales d'emploi ont été fixées pour ces deux matières actives en raison de leur présence dans les eaux souterraines. Par ailleurs, il est demandé aux professionnels de n'utiliser que l'un ou l'autre de ces deux produits, par campagne de traitement, en fonction de leur spectre d'action. Il est également conseillé de l'associer à un autre herbicide complémentaire pour éviter les risques de résistance et améliorer le spectre d'action.

Une carte de concentration relative à chacune des molécules est disponible sur le CD-ROM.

Synthèse transfrontalière

Les deux molécules concernées n'ont pas été retrouvées dans les eaux souterraines de Hesse ni de Rhénanie-Palatinat. Elles n'ont pas été recherchées du côté suisse.

En Alsace et au Bade-Wurtemberg, les résultats d'analyses indiquent que pour le chlortoluron, 4 points de mesures sont concernés par des concentrations supérieures aux limites de quantification et 3 par des concentrations supérieures à 0,05 µg/l (limite de quantification maximale). La limite de potabilité est dépassée pour un seul des trois points de mesures, situé en Alsace, dans le Pliocène au sud de Haguenau, avec une valeur de 0,14 µg/l.

Sur les 2 mêmes zones, l'isoproturon est détecté sur 7 points de mesures. Une concentration inférieure à 0,05 µg/l a été quantifiée sur un seul point de mesures. Sur les six points supérieurs à la limite de quantification maximale, 2 points sont concernés par des concentrations supérieures à la limite de potabilité de 0,1 µg/l. Un

3.3.6.3 Chlortoluron und Isoproturon

Sowohl Isoproturon als auch Chlortoluron sind Unkrautbekämpfungsmittel (in der Hauptsache gegen Gräser); sie werden hauptsächlich über die Wurzeln aufgenommen. Die beiden chemischen Stoffe werden oder wurden in der Landwirtschaft zur Unkrautvernichtung auf Getreidefeldern verbreitet eingesetzt.

In Deutschland gibt es seit 2001 keine Zulassung für Chlortoluron mehr, Isoproturon ist weiterhin zugelassen.

Die Wirkungsspektren überschneiden sich teilweise, in Frankreich gelten daher Empfehlungen für die beiden Verbindungen. Aufgrund des Auftretens im Grundwasser gelten für Isoproturon seit dem 1. Januar 2004 und für Chlortoluron seit dem 1. September 2004 neue Mengenbegrenzungen für den Einsatz. Darüber hinaus wurde für den gewerblichen Einsatz die Auflage erlassen, pro Spritzeinsatz nur eines der beiden Produkte zu verwenden, entsprechend dem Wirkungsspektrum der jeweiligen Verbindung. Des Weiteren wird empfohlen, die jeweils eingesetzte Verbindung zusammen mit einem ergänzenden Herbizid zu verwenden, um Resistenzen auszuschließen und das Wirkungsspektrum zu erweitern.

Eine Karte mit Angaben zur Konzentration der beiden Verbindungen kann auf der CD-ROM eingesehen werden.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Die beiden Verbindungen wurden im Grundwasser des Bundesländer Hessen und Rheinland-Pfalz nicht nachgewiesen. Im Schweizer Teil wurden sie nicht untersucht.

Im Elsass und in Baden-Württemberg ergeben die Analysen an 4 Messstellen Werte für den Chlortoluron-Gehalt über der Quantifizierungsgrenze und an 3 Messstellen Werte über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 µg/l (siehe Karte). Dabei wird der Grenzwert für Trinkwasser an nur einer Messstelle im Elsass überschritten (0,14 µg/l). Die betreffende Messstelle befindet sich südlich von Haguenau im Bereich des dortigen Pliozän-Grundwasserleiters.

Im Elsass und in Baden-Württemberg wurde Isoproturon an 7 Messstellen nachgewiesen. Eine Konzentration kleiner 0,05 µg/l wurde an einer einzigen Messstelle quantifiziert. An 2 der 6 Messstellen mit Werten über der oberen Quantifizierungsgrenze liegt die Konzentration über dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l. Eine der

point est localisé en Alsace, au sud de Haguenau. Il s'agit du même point contaminé par le chlortoluron.

L'autre point est localisé au Bade-Wurtemberg à proximité de Speyer en bordure du Rhin, à Hockenheim. Il y a d'ailleurs, proche de cet ouvrage, 2 autres points impactés avec des concentrations comprises entre 0,05 et 0,1 µg/l dont 1 est également contaminé en chlortoluron.

On constate que les secteurs où ces molécules sont détectées sont souvent très proches, voire identiques, ce qui confirmerait l'utilisation probablement combinée de ces deux pesticides.

En 1997, seul l'isoproturon avait fait l'objet d'une analyse transfrontalière. Les résultats étaient similaires en termes de présence de la molécule et en nombre de points où les concentrations étaient supérieures, soit à la limite de quantification maximale, soit à la limite de potabilité.

3.3.6.4 Linuron

Le linuron est un herbicide utilisé pour des traitements sélectifs ou non sélectifs. Il peut être utilisé dans certains cas précis en traitement complémentaire à la trifluraline. Son usage est autorisé en France mais est interdit en Allemagne depuis 1997.

Le linuron n'a pas fait l'objet d'un premier diagnostic transfrontalier en 1997.

En 2003, seuls 2 points sont caractérisés par des concentrations supérieures à 0,05 µg/l (limite de quantification maximale). Le premier, où la concentration (0,07 µg/l) est proche de la limite de quantification maximale est situé en Bade-Wurtemberg entre Speyer et Heidelberg, sur un espace vert communal, à Hockenheim. L'autre est localisé en Alsace, en plein champ entre Colmar et Sélestat dans une zone très agricole à proximité de l'III. Ce dernier présente une concentration très importante de 2 fois la limite de potabilité de 0,1 µg/l.

Une carte présentant les résultats pour ce paramètre est disponible sur le CD-ROM qui accompagne le présent rapport.

beiden Messstellen befindet sich im Elsass, südlich von Haguenau. Es handelt sich dabei um dieselbe Messstelle, die auch eine Chlortoluronbelastung aufweist.

Die andere Messstelle befindet sich in Baden-Württemberg, in der Nähe von Speyer am Rhein-Ufer bei Hockenheim. In der weiteren Umgebung dieses Befundes im gleichen Ackergebiet wurde des weiteren an 2 Messstellen je eine Konzentration in der Konzentrationsklasse 0,05 bis 0,1 µg/l nachgewiesen. An einer dieser Messstellen wurde darüber hinaus eine Chlortoluron-Belastung des Grundwassers nachgewiesen.

Die Bereiche, in denen die hier behandelten Stoffe nachgewiesen wurden, liegen häufig sehr dicht beieinander oder decken sich sogar, was als Bestätigung für den wahrscheinlich gleichzeitigen Einsatz der beiden Pestizide im Ackerbau zu werten ist.

Im Jahr 1997 wurde lediglich für Isoproturon eine grenzüberschreitende Bestimmung durchgeführt. Die Ergebnisse waren im Hinblick auf das Vorhandensein der Verbindung und die Anzahl der Messstellen, an denen die Konzentration entweder über der oberen Quantifizierungsgrenze oder über dem Grenzwert für Trinkwasser lagen, vergleichbar.

3.3.6.4 Linuron

Bei Linuron handelt es sich um ein Herbizid, das gezielt oder ungezielt eingesetzt wurde und wird. In bestimmten Fällen ist es ergänzend zu einer Behandlung mit Trifluralin verwendbar. Es ist in Frankreich noch zugelassen während es in Deutschland seit 1997 nicht mehr zugelassen ist.

Linuron wurde im Rahmen der ersten grenzübergreifenden Bestandsaufnahme im Jahr 1997 nicht erfasst.

Im Jahr 2003 wiesen nur 2 Messstellen eine Konzentration von über 0,05 µg/l (obere Quantifizierungsgrenze) auf. Eine der Messstellen - hier liegt die Konzentration mit 0,07 µg/l knapp an der Quantifizierungsgrenze - befindet sich in Baden-Württemberg zwischen Speyer und Heidelberg auf einer städtischen Grünanlage in Hockenheim. Die andere Messstelle befindet sich im Elsass auf freiem Feld zwischen Colmar und Sélestat in einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet in der Nähe der III. An dieser Messstelle liegen die Werte um das Doppelte über dem auf 0,1 µg/l festgesetzten Grenzwert für Trinkwasser.

Eine Karte mit den Ergebnissen für diesen Parameter kann auf der CD-ROM eingesehen werden, die vorliegendem Bericht beiliegt.

Tab. 3.3.2 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 1997 et 2003 pour les molécules du groupe des urées substituées analysées dans le cadre du présent inventaire

Tab. 3.3.2: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme auf PSM-Wirkstoffe aus der Gruppe der Phenylharnstoffe analysiert wurden, und über die Anzahl der Messstellen, an denen dabei 1997 und 2003 der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde

		Alsace / Elsass		Bade-Wurtemberg / Baden-Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie-Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW
Diuron	2003	405	9	497	5	32	1	16	0		
	1997	422	15	303	1						
Chlortoluron	2003	405	1	499	0	46	0	12	0		
	1997										
Isoproturon	2003	405	1	498	1	58	0	16	0		
	1997	422	1	303	0						
Linuron	2003	405	1	498	0	3	0				
	1997										

Le tableau 3.3.2 met en évidence que, concernant le diuron, sur les 950 points analysés en 2003, 15 points (soit 1,6 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 2,2 % en 1997.

Concernant le chlortoluron, sur les 962 points analysés en 2003, 1 point (soit 0,1 %) présente un dépassement de la limite de potabilité. Ce paramètre n'a pas été analysé en 1997.

Concernant l'isoproturon, sur les 977 points analysés en 2003, 2 points (soit 0,2 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 0,1 % en 1997.

Concernant le linuron, sur les 906 points analysés en 2003, 1 point (soit 0,1 %) présente un dépassement de la limite de potabilité. Ce paramètre n'a pas été analysé en 1997.

Tabelle 3.3.2 ist zu entnehmen, dass in Bezug auf Diuron an 15 der 950 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 1,6 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten wurde. 1997 war das an 2,2 % der Messstellen der Fall.

Bei Chlortoluron wird an 1 der 962 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,1 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 wurden die Proben nicht auf Chlortoluron analysiert.

Bei Isoproturon wird an 2 der 977 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,2 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war das an 0,1 % der Messstellen der Fall.

Bei Linuron wird von an 1 der 906 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,1 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 wurden die Proben nicht auf Linuron analysiert

3.3.7 Composés organo-chlorés

Dans le cadre de cet inventaire, 5 composés organo-chlorés ont été analysés : l'endosulfan et 4 isomères du lindane : l'alpha (α), le bêta (β), le delta (δ) hexachlorocyclohexane (HCH) et le lindane (gamma – HCH ou γ -HCH).

3.3.7.1 Généralités

Les composés organo-chlorés ont été, par le passé, essentiellement utilisés comme insecticides. L'utilisation de la plupart d'entre eux a été interdite après qu'il fut démontré que ces composés étaient difficilement dégradables et qu'ils se concentraient dans la chaîne alimentaire (par ex. : le Dichloro-diphényl-trichloroéthane ou DDT dont l'emploi est interdit).

L'endosulfan est autorisé en France et en Suisse. Il est interdit en Allemagne depuis 1992. Pour le lindane, la situation est différente selon les pays et fait l'objet, au paragraphe 3.3.7.3, d'une analyse détaillée sur l'état de la réglementation et les résultats d'analyses.

Contrairement à 1997, les différentes formes isomères de l'hexachlorocyclohexane ont été prises en compte en Alsace comme en Bade-Wurtemberg avec un réseau de mesures relativement dense. 405 points ont été prélevés et analysés côté alsacien, entre 514 et 528 points côté Bade-Wurtemberg. La Hesse a également mis à disposition des résultats pour l'ensemble des molécules mais le nombre de points de mesures disponibles par molécule est moins dense qu'en Alsace et en Bade-Wurtemberg (entre 3 et 58 points).

3.3.7 Organochlorierte Substanzen

Im Rahmen dieser Bestandsaufnahme wurden 5 organochlorierte Substanzen untersucht, und zwar: Endosulfan und 4 Isomere von Lindan: Alpha- (α), Beta- (β), Delta- (δ) Hexachlorcyclohexan (HCH) sowie Lindan (Gamma – HCH oder γ -HCH).

3.3.7.1 Allgemeines

Substanzen aus dieser Wirkstoffklasse wurden in der Vergangenheit hauptsächlich als Insektizide verwendet. Nachdem sich jedoch gezeigt hat, dass diese Stoffe schwer abbaubar sind und sich in der Nahrungskette anreichern (z.B. Dichlor-diphenyl-trichlorethan oder DDT, das heute verboten ist), wurden die meisten von ihnen verboten.

Der Einsatz von Endosulfan ist in Frankreich und der Schweiz erlaubt, in Deutschland seit 1992 untersagt. Was Lindan anbelangt, ist die Lage in den einzelnen Ländern unterschiedlich, Kapitel 3.3.7.3 enthält hierzu eine ausführliche Darstellung des aktuellen Stands der Regelungen und die Analyse-Ergebnisse.

Im Unterschied zu 1997 wurden die verschiedenen Isomere von Hexachlorcyclohexan im Elsass und in Baden-Württemberg mit Hilfe eines vergleichsweise dichten Netzes an Messstellen erfasst. 405 Messstellen wurden im Elsass beprobt und ausgewertet, in Baden-Württemberg waren es zwischen 514 und 528. Auch aus Hessen liegen Ergebnisse für alle Verbindungen vor, die Anzahl an Messstellen mit Ergebnissen zu den einzelnen Verbindungen ist jedoch weniger dicht gestreut als im Elsass und in Baden-Württemberg (zwischen 3 und 58 Messstellen).

3.3.7.2 Principaux résultats (hors lindane)

Les résultats transfrontaliers montrent une absence de détection de l'endosulfan quel que soit le secteur. Pour les isomères de l'HCH, les résultats sont plus contrastés. En Hesse aucune détection n'a été repérée. Au Bade-Wurtemberg, un point a montré une concentration en β -HCH supérieure à la limite de quantification mais restant inférieure à la limite de quantification maximale commune aux trois régions (0,03 $\mu\text{g/l}$). En Alsace, les détections sont plus nombreuses. On dénombre 2 détections pour l' α -HCH, 3 détections pour le β -HCH, 5 détections pour le δ -HCH. Sur ces 10 détections, seuls 2 points présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 0,03 $\mu\text{g/l}$. Un seul de ces points présente une concentration dépassant la limite de potabilité, pour le β -HCH en particulier. Il s'agit d'un point en bordure du piémont oriental du Sundgau, vraisemblablement sous l'influence d'une pollution ponctuelle, le résultat d'analyse indiquant un dépassement de 10 fois la norme de potabilité.

3.3.7.3 Lindane

Le lindane est le nom courant donné au gamma-hexachlorocyclohexane (γ -HCH). Lors de la fabrication de ce produit, on obtient un mélange de plusieurs formes isomères : α -HCH, β -HCH, δ -HCH, ϵ -HCH et seulement de 10 à 18 % de γ -HCH. Ce mélange appelé « HCH technique » est interdit d'utilisation dans de nombreux pays.

L'utilisation du lindane est interdite en France depuis le 1^{er} juillet 1998. Cette substance est interdite d'utilisation en Allemagne depuis 2003 ; auparavant (depuis 1999) une limitation était en vigueur conformément à la directive allemande sur la protection des végétaux (Pflanzenschutzverordnung). Le lindane n'est pas autorisé en Suisse non plus.

La carte de concentration en lindane est consultable sur le CD-ROM.

3.3.7.2 Wichtigste Ergebnisse (ausgenommen Lindan)

Die grenzüberschreitenden Ergebnisse ergaben in keinem der Teilgebiete einen Nachweis von Endosulfan. Hinsichtlich der Isomere von HCH weisen die Ergebnisse eine größere Bandbreite auf. In Hessen wurde keines der Isomere nachgewiesen, in Baden-Württemberg liegt die Konzentration von β -HCH an einer Messstelle über der Quantifizierungsgrenze, jedoch unterhalb der in allen drei Regionen geltenden oberen Quantifizierungsgrenze von 0,03 $\mu\text{g/l}$. Im Elsass wurden die Stoffe an mehreren Stellen nachgewiesen. Es wurden 2 Nachweise für α -HCH, 3 Nachweise für β -HCH und 5 Nachweise für δ -HCH gezählt. An nur 2 der 10 Messstellen, an denen die Isomere nachgewiesen werden, liegt die Konzentration über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,03 $\mu\text{g/l}$. An nur einer der Messstellen liegt die Konzentration insbesondere für β -HCH über dem Grenzwert für Trinkwasser. Es handelt sich um eine Messstelle am Rande der östlichen Vorbergzone des Sundgau, vermutlich verursacht durch punktuelle Verschmutzung, da das Analyse-Ergebnis eine 10-fache Überschreitung des Grenzwertes für Trinkwasser ergibt.

3.3.7.3 Lindan

Lindan ist die geläufige Bezeichnung für Gamma-Hexachlorcyclohexan (γ -HCH). Bei der Herstellung von Lindan entsteht ein Gemisch aus verschiedenen Isomeren: α -HCH, β -HCH, δ -HCH, ϵ -HCH und nur zu 10-18 % γ -HCH. (Der Einsatz dieses „Technisches HCH“ genannten Gemischs ist in vielen Ländern untersagt.)

Die Verwendung von Lindan ist in Frankreich seit dem 1. Juli 1998 verboten. In Deutschland unterliegt dieser Wirkstoff seit 2003 einem Anwendungs-verbot, zuvor seit 1999 einer Anwendungs-beschränkung nach der Pflanzenschutzverordnung. In der Schweiz ist Lindan ebenfalls nicht zugelassen.

Die Karte mit den Werten der Lindankonzentration kann auf der CD-ROM eingesehen werden.

Synthèse transfrontalière

Le réseau de mesures de 981 points qui a été activé dans le cadre de cet inventaire a mis en évidence la présence de 5 cas où les concentrations en lindane dépassent les limites de quantification. Ces 5 points sont situés uniquement en Alsace et seuls 2 de ces 5 points de mesures présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 0,03 µg/l. Aucun résultat ne dépasse la limite de potabilité, les deux valeurs les plus élevées étant de 0,034 µg/l et de 0,071 µg/l et sont localisées dans le Pliocène de Haguenau. Les autres points sont situés à l'est de Mulhouse et au centre de la plaine, à proximité de la confluence entre le canal de la Hardt et l'ancien canal du Rhône au Rhin.

En 1997, le lindane avait été retrouvé, seulement en Alsace, et sur 9 points de mesures. En 2003, parmi les 5 points où le lindane a été mis en évidence, aucun n'est commun avec les 6 points de 1997 qui ont à nouveau fait l'objet de prélèvements en 2003.

Ce constat ne peut être attribué à l'élévation du seuil de détection qui est passé de 0,001 µg/l en 1997 à 0,01 µg/l en 2003. En effet, les 9 points concernés en 1997 présentaient des concentrations toutes supérieures à 0,01 µg/l.

Rappelons que la contamination des eaux souterraines par le lindane est souvent associée à des pollutions ponctuelles (ancienne décharge, zone de stockage) et que le réseau alsacien de l'inventaire n'a pas pour objectif la surveillance rapprochée de l'aval des anciennes décharges. Néanmoins, il est possible que quelques points soient situés sur le panache de pollution d'un ancien site. Par conséquent, selon les conditions hydrodynamiques au moment du prélèvement, les eaux prélevées au droit du piézomètre concerné peuvent avoir des concentrations très différentes d'un inventaire à l'autre.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

An 5 der 981 Beprobungspunkte des Messstellen-Netzes, die im Rahmen dieser Bestandsaufnahme erfasst wurden, überschreiten die Werte für den Lindan-Gehalt die Quantifizierungsgrenze. Diese 5 Messstellen befinden sich allesamt im Elsass und an nur 2 dieser 5 Messstellen liegt die Konzentration über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,03 µg/l. Keines der Ergebnisse überschreitet den Grenzwert für Trinkwasser; die beiden Höchstwerte betragen 0,034 µg/l und 0,071 µg/l und liegen im Bereich des Pliozän-Grundwasserleiters bei Haguenau. Die übrigen Messstellen liegen östlich von Mulhouse und in der Mitte des elsässischen Teils der Rheinebene, in der Nähe des Zusammenflusses des Canal de la Hardt und dem früheren Rhône-Rhein-Kanal.

Bei der Erhebung 1997 wurde Lindan auch ausschließlich im Elsass gefunden und zwar an 9 Messstellen. 2003 fällt keine der 5 Messstellen, an denen Lindan nachgewiesen wird, mit einer der 6 Messstellen von 1997 zusammen, die im Jahr 2003 erneut beprobt wurden.

Diese Feststellung ist nicht auf die Anhebung der Nachweisgrenze, die von 0,001 µg/l im Jahr 1997 auf 0,01 µg/l im Jahr 2003 angestiegen ist, zurückzuführen. Die Konzentration lag an allen 9 Messstellen, an denen Lindan 1997 nachgewiesen wurde, über 0,01 µg/l.

Es sei hierzu darauf verwiesen, dass die Belastung des Grundwassers mit Lindan häufig zusammen mit punktuellen Belastungen (frühere Deponien, Ablagerungsgebiete) auftritt und dass im elsässischen Teil des Untersuchungsgebietes die an der Bestandsaufnahme beteiligten Messstellen nicht die Nahüberwachung der in Fließrichtung des Grundwassers unterhalb früherer Deponien gelegener Bereiche zum Ziel hat. Es ist jedoch möglich, dass einige Messstellen im Belastungsbereich einer früheren Deponie liegen. Das in unmittelbarer Umgebung der jeweiligen Messstelle beprobte Wasser weist daher unter Umständen, je nachdem wie sich die hydrodynamischen Bedingungen zum Zeitpunkt der Probenahme gestalten, im Vergleich der Bestandsaufnahmen einen sehr unterschiedlichen Gehalt auf.

Tab. 3.3.3 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 1997 et 2003 pour les composés organo-chlorés analysés dans le cadre du présent inventaire

Tab. 3.3.3: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme auf organische Chlorverbindungen analysiert wurden, und der Anzahl der Messstellen, an denen 1997 und 2003 der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde

		Alsace / Elsass		Bade-Wurtemberg / Baden-Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie-Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess-stellen	> LP / > GW
Endosulfan	2003	198	0	526	0	6	0				
	1997										
α - HCH	2003	405	0	514	0	11	0				
	1997	422	0								
β - HCH	2003	405	1	518	1	3	0				
	1997	405	2								
δ - HCH	2003	405	0	518	0	3	0				
	1997	422	0								
Lindane / Lindan (γ-HCH)	2003	405	0	518	0	58	0				
	1997	422	0								

Le tableau 3.3.3 met en évidence que parmi tous les composés organo-chlorés étudiés dans le cadre de cet inventaire, seul le β-HCH est détecté à des teneurs supérieures à la limite de potabilité.

Pour cette molécule, sur les 926 points analysés en 2003, 2 points (soit 0,2 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 0,5 % en 1997.

Tabelle 3.3.3 ist zu entnehmen, dass bezogen auf alle im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten organischen Chlorverbindungen lediglich für β-HCH Werte über dem Trinkwassergrenzwert festgestellt wurden.

Hier wird an 2 der 926 Messstellen, die 2003 darauf beprobt wurden, (und damit an 0,2 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war das an 0,5 % der Messstellen der Fall.

3.3.8 Composés organo-phosphorés

Les composés organo-phosphorés sont généralement utilisés comme insecticides ou acaricides sélectifs.

Dans le cadre du présent inventaire, les substances retenues sont les suivantes : le chlorfenvinphos, le chlorpyrifos, le dichlorvos, le disulfoton, l'ethoprophos et le fénitrothion.

Les résultats sont sans équivoque. Parmi les 6 organo-phosphorés recherchés, seul le fénitrothion a été détecté et ce, sur 1 seul point de mesures situé au Bade-Wurtemberg. Une concentration de 0,05 µg/l de fénitrothion a en effet été observée sur un point de mesures au sud de la ville de Baden-Baden. Toutes les autres données sont inférieures aux limites de quantification.

Les résultats 2003 sont en accord avec les résultats de 1997. Les investigations n'ont cependant pas été effectuées sur les mêmes substances (sauf pour le disulfoton et le chlorpyrifos).

En France, parmi les six substances considérées, seul le disulfoton est interdit d'usage. Le chlorfenvinphos bénéficie pour certains usages (quelques cultures spéciales) du maintien d'une autorisation qui arrivera à échéance fin 2007.

En Allemagne, le fénitrothion n'est plus autorisé depuis 1974 et le disulfoton depuis 1998 et le chlorpyrifos depuis 2004. L'autorisation du chlorfenvinphos arrivera à expiration fin 2005. Différentes autorisations concernant le dichlorvos expirent fin 2003 ou 2005 et 2006.

En Suisse, les composés organo-phosphorés ne sont pas interdits de façon systématique. Leur usage est en partie autorisé comme composant de produits biocides (par ex. dans les insecticides). Du fait de l'harmonisation de la réglementation suisse sur les produits chimiques avec les dispositions européennes, l'utilisation de substances interdites par la CE ne sera plus autorisée en Suisse.

3.3.8 Organische Phosphor-Verbindungen

Phosphororganische Verbindungen werden in der Regel als selektive Insektizide oder Akarizide eingesetzt.

Im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme wurden folgende Stoffe untersucht: Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Disulfoton, Ethoprophos und Fenitrothion.

Die Messergebnisse sind eindeutig. Von den oben genannten Stoffen wurde nur Fenitrothion gefunden und zwar - an nur einer Messstelle im gesamten Oberrheingraben nachgewiesen, und zwar in Baden-Württemberg. Die betroffene baden-württembergische Messstelle mit einer Fenitrothionkonzentration von 0,05 µg/l liegt südlich von Baden-Baden. Sämtliche weitere Messdaten liegen unterhalb der Quantifizierungsgrenze.

Die Ergebnisse des Jahres 2003 sind kohärent mit denen des Jahres 1997, wobei die jedoch nicht im Hinblick auf die gleichen Substanzen untersucht wurden (mit Ausnahme von Disulfoton und Chlorpyrifos).

In Frankreich darf mit Disulfoton lediglich eine der sechs untersuchten Substanzen nicht eingesetzt werden. Für den Einsatz von Chlorfenvinphos besteht für bestimmte Anwendungen (einige Sonderkulturen) noch eine Zulassung, die Ende 2007 ausläuft.

In Deutschland endeten die Zulassungen für Fenitrothion (1974), Disulfoton (1998) und Chlorpyrifos (2004). Das Zulassungsende für Chlorfenvinphos wird Ende 2005 erreicht werden. Verschiedene Zulassungen für Dichlorvos in der Vorratshaltung laufen bis Ende 2003 oder 2005 und 2006.

In der Schweiz sind organische Phosphorverbindungen nicht generell verboten. Sie sind z.T. als Wirkstoffe in Biozidprodukten, z.B. in Insektiziden zugelassen. Mit der Harmonisierung des Schweizerischen Chemikalienrechts an die Bestimmungen in der EU werden aber auch in der Schweiz neu keine Stoffe mehr zugelassen, die in der EU verboten sind.

Tab. 3.3.4 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 1997 et 2003 pour les composés organo-phosphorés analysés dans le cadre du présent inventaire

Tab. 3.3.4: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme auf organische Phosphorverbindungen analysiert wurden, und über die Anzahl der Messstellen, an denen dabei 1997 und 2003 der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde

		Alsace / Elsass		Bade- Württemberg / Baden- Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie- Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW
Chlor- fenvinphos	2003 1997	405 —	0 —	— —	— —	43 —	0 —	— —	— —	— —	— —
Chlor- pyriphos	2003 1997	405 422	0 0	498 304	0 0	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Dichlorvos	2003 1997	405 —	0 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Disulfoton	2003 1997	405 422	0 0	498 301	0 0	— —	— —	3 —	0 —	— —	— —
Etho- prophos	2003 1997	405 —	0 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Fénitrothion / Fenitrothion	2003 1997	405 —	0 —	498 —	0 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

Le tableau 3.3.4 met en évidence qu'aucun composé organo-phosphoré parmi tous ceux étudiés dans le cadre de cet Inventaire, n'est détecté à des teneurs supérieures à la limite de potabilité.

Tabelle 3.3.4 ist zu entnehmen, dass bei keiner der im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme Studie untersuchten Phosphorverbindungen Werte über dem Trinkwassergrenzwert festgestellt wurden.

3.3.9 Autres composés

Outre les produits déjà présentés, 29 autres substances ont fait l'objet d'une interprétation des résultats d'analyses.

Parmi ces 29 substances, 16 ont au moins été recherchées dans 2 secteurs d'étude.

Les 13 substances restantes n'ont été analysées qu'en Alsace à titre expérimental. Cette sélection de molécules a été établie sur la base de la liste des substances susceptibles de se retrouver dans les eaux, liste établie à partir de la méthodologie SIRIS qui prend en compte les caractéristiques de mobilité des molécules ainsi que l'ampleur de leur utilisation. Cette liste de surveillance établie à l'échelle de l'Alsace par le Groupe Régional Eaux et Produits Phytosanitaires d'Alsace (GREPPAL) a pour objectif d'orienter la recherche de substances actives dans les eaux superficielles et souterraines.

3.3.9.1 Généralités

Parmi les 16 substances qui ont été analysées au moins par 2 secteurs, 6 substances analysées (alachlore, aldicarbe, glyphosate, métalaxyl, métolachlore et trifluraline) sont communes aux deux inventaires de 1997 et 2003. Des comparaisons seront donc possibles.

Trois catégories de produits phytosanitaires sont représentées dans cette sélection :

- les herbicides (l'alachlore, le glyphosate, le métolachlore et la trifluraline),
- les insecticides nématicides (l'aldicarbe),
- les fongicides (le métalaxyl).

Les dix autres molécules (oxadixyl, AMPA, bentazone, 2,4-D, carbofuran, dicamba, ioxynil, mécoprop, métamitron et métribuzine) ont été analysées pour la première fois en commun en 2003. Les résultats à l'échelle transfrontalière seront présentés à part dans un paragraphe spécial. Là encore, les molécules concernées (sauf l'AMPA qui est un métabolite et qui n'a donc pas d'action spécifique) sont classées dans trois catégories :

- les herbicides (bentazone, 2,4-D, dicamba, ioxynil, mécoprop, métamitron, métribuzine),
- les insecticides (carbofuran),
- les fongicides (oxadixyl).

3.3.9 Weitere Substanzen

Über die bereits dargestellten Stoffe hinaus wurden die Analyse-Ergebnisse auf weitere 29 Substanzen hin ausgewertet.

In mindestens 2 Teilgebiete wurden die Messproben auf 16 der 29 genannten Substanzen hin untersucht.

Auf die übrigen 13 Substanzen wurden die Messproben im Elsass lediglich zu Versuchszwecken analysiert. Die hierfür ausgewählten Verbindungen wurden an einer Liste der im Wasser vermuteten Substanzen abgearbeitet. Die Liste wurde nach der SIRIS-Methodik erstellt, die die Eigenheiten des Mobilitätsverhaltens der Verbindungen sowie den Umfang ihres Einsatzes berücksichtigt. Mit dieser für das Elsass von der GREPPAL (Groupe Régional Eaux et Produits Phytosanitaires d'Alsace) ausgearbeiteten Liste wird auf eine zielgerichtete Untersuchung des Oberflächenwassers und des Grundwassers auf aktive Substanzen hingearbeitet.

3.3.9.1 Allgemeines

Von den 16 Substanzen, die zumindest in jeweils 2 Gebieten untersucht wurden, erscheinen 6 (Alachlor, Aldicarb, Glyphosat, Metalaxyl, Metolachlor und Trifluralin) sowohl in der Bestandsaufnahme 1997 als auch in der aus dem Jahr 2003, so dass hier Vergleiche möglich sind.

Drei Kategorien von PBSM sind mit den sechs gemeinsamen Substanzen vertreten:

- Herbizide (Alachlor, Glyphosat, Metolachlor und Trifluralin)
- Insektizide-Nematizide (Aldicarb)
- Fungizide (Metalaxyl).

Die zehn übrigen Verbindungen (Oxadixyl, AMPA, Bentazon, 2,4-D, Carbofuran, Dicamba, Joxynil, Mecoprop, Metamitron und Metribuzin) wurden im Jahr 2003 erstmals gemeinsam untersucht. Die Ergebnisse auf grenzüberschreitender Ebene werden in einem gesonderten Kapitel vorgestellt. Auch diese Verbindungen (mit Ausnahme von AMPA, das ein Abbauprodukt ist und daher keine spezifische Wirkung hat) fallen unter folgende drei Kategorien:

- Herbizide (Bentazon, 2,4-D, Dicamba, Joxynil, Mecoprop, Metamitron und Metribuzin)
- Insektizide (Carbofuran)
- Fungizide (Oxadixyl).

Parmi ces produits, seul l'oxadixyl est interdit en France. Il l'est également en Bade-Wurtemberg depuis 1996.

Pour l'Alsace uniquement, 13 molécules ont fait l'objet d'une recherche spécifique (acétochlore, butraline, propachlore, tébutame, aminotriazole, cymoxanil, fluquinconazole, imidaclopride, mercaptodiméthur, méthomyl, nicosulfuron, nonylphénol et sulcotrione).

Les substances de cette liste sont pour l'essentiel (sauf le mercaptodiméthur) des produits phytosanitaires ou des métabolites qui n'avaient jamais été analysés dans les eaux souterraines à l'échelle régionale. La recherche de ces substances est essentielle pour affiner le diagnostic à chaque nouvel inventaire. La méthodologie utilisée pour le choix des substances à rechercher est consultable au paragraphe 2.2 (Programme de mesures, prélèvements d'échantillons et analyses physico-chimiques).

Dans cette sélection, quatre catégories de produits phytosanitaires sont représentées :

- les herbicides (acétochlore, butraline – inhibiteur de croissance -, propachlore, tébutame, aminotriazole, nicosulfuron, sulcotrione),
- les insecticides (imidaclopride, mercaptodiméthur),
- les fongicides (cymoxanil, fluquinconazole),
- les molluscicides (méthomyl).

Le nonylphénol est un agent mouillant adhésif utilisé comme adjuvant pour les insecticides, les herbicides et les fongicides. C'est à ce titre qu'il a été analysé. Faiblement utilisé dans les périmètres de protection, il est utilisé comme détergent, émulsifiant, agent de séchage et dispersant. On le retrouve principalement au niveau des stations d'épuration. Interdit en Allemagne depuis fin 2003, le nonylphénol est un composé qui a des actions très néfastes au niveau du système hormonal. Très difficilement biodégradable, il s'accumule dans la chaîne alimentaire.

Oxadixyl ist als einziger dieser Stoffe in Frankreich verboten. Diese Substanz ist auch seit 1996 in Baden-Württemberg verboten.

13 Verbindungen wurden ausschließlich für das Elsass einer spezifischen Untersuchung unterzogen: Acetochlor, Butralin, Propachlor, Tebutam, Aminotriazol, Cymoxanil, Fluquinconazol, Imidacloprid, Methiocarb, Methomyl, Nicosulfuron, Nonylphenol und Sulcotrion.

Bei den in dieser Liste aufgeführten Stoffen handelt es sich unter Ausnahme von Methiocarb um PBSM oder Abbauprodukte davon, auf die in den französischen Teilgebieten das Grundwasser bisher noch nicht analysiert wurden. Bei jeder künftigen Bestandsaufnahme sollte unbedingt das Grundwasser wieder auf diese Substanzen untersucht werden, um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen. Das Kapitel 2.2 (Messprogramme, Probenahmen und chemisch-physikalische Analysen) enthält eine eingehende Beschreibung der Methodik, die für die Auswahl der zu untersuchenden Substanzen angewandt wurde.

In der Auswahl sind vier PBSM-Kategorien vertreten:

- Herbizide (Acetochlor, Butralin - Wachstumshemmer -, Propachlor, Tebutam, Aminotriazol, Nicosulfuron, Sulcotrion)
- Insektizide (Imidacloprid, Methiocarb)
- Fungizide (Cymoxanil, Fluquinconazol)
- Molluskizide (Methomyl)

Nonylphenol ist ein adhäsives Benetzungsmittel, das Insektiziden, Herbiziden und Fungiziden zugesetzt wird. In dieser Eigenschaft wurde es ausgewertet. In Grundwasserschutzarealen wird Nonylphenol nur selten eingesetzt; es dient als Detergens, Emulgator, Trocknungsmittel und Dispersionsmittel. Die Substanz ist in der Hauptsache in der Nähe von Abwasserreinigungsanlagen nachzuweisen. In Deutschland seit Ende 2003 verboten, handelt es sich bei Nonylphenol um eine Verbindung mit äußerst schädlichen Auswirkungen auf das Hormonsystem. Nonylphenol ist sehr schwer biologisch abbaubar und reichert sich in der Nahrungskette an.

3.3.9.2 Produits phytosanitaires analysés en transfrontalier

Produits phytosanitaires analysés en 1997 et en 2003

6 matières actives, l'alachlore, l'aldicarbe, le glyphosate, le métalaxyl, le métolachlore et la trifluraline, ont été analysées en transfrontalier par tout ou partie des partenaires en 2003 et également en 1997. Elles font l'objet d'une description détaillée. La carte du métolachlore est présentée dans le présent rapport, celles du métalaxyl et de l'alachlore sont consultables sur le CD-ROM.

Le tableau 3.3.5 présente la répartition du nombre de points de mesures par secteur pour chaque molécule.

Parmi ces 6 molécules, 3 font partie des 8 molécules, qui en 2003, étaient détectées plus de 10 fois (hors atrazine et ses métabolites). Il s'agit dans l'ordre d'importance, du métolachlore, du métalaxyl et de l'alachlore.

La figure 3.3.10 présente la répartition du nombre de détections par type de molécules pour l'Alsace et le Bade-Wurtemberg.

3.3.9.2 Grenzübergreifend untersuchte PBSM

PBSM, die sowohl 1997 als auch 2003 analysiert wurden

6 Wirkstoffe - Alachlor, Aldicarb, Glyphosat, Metalaxyl, Metolachlor und Trifluralin - wurden von allen bzw. mehreren Partnern sowohl im Jahre 2003 als auch im Jahre 1997 untersucht. Sie werden hier ausführlich beschrieben. Die Metolachlor-Karte ist Teil des vorliegenden Berichtes, die Metalaxyl- und Alachlor-Karten können auf der CD-ROM eingesehen werden.

In Tabelle 3.3.5 ist die zahlenmäßige Verteilung der Messstellen auf die Teilgebiete für jede der Verbindungen dargestellt.

3 der o.g. 6 Verbindungen sind unter den im Jahre 2003 an mehr als 10 Messstellen nachgewiesenen 8 Verbindungen (mit Ausnahme von Atrazin und seinen Abbauprodukten). Es handelt sich in absteigender Reihenfolge um Metolachlor, Metalaxyl und Alachlor.

Abbildung 3.3.10 zeigt die Verteilung der Anzahl der Nachweise im Elsass und Baden-Württemberg, geordnet nach Art der Verbindung.

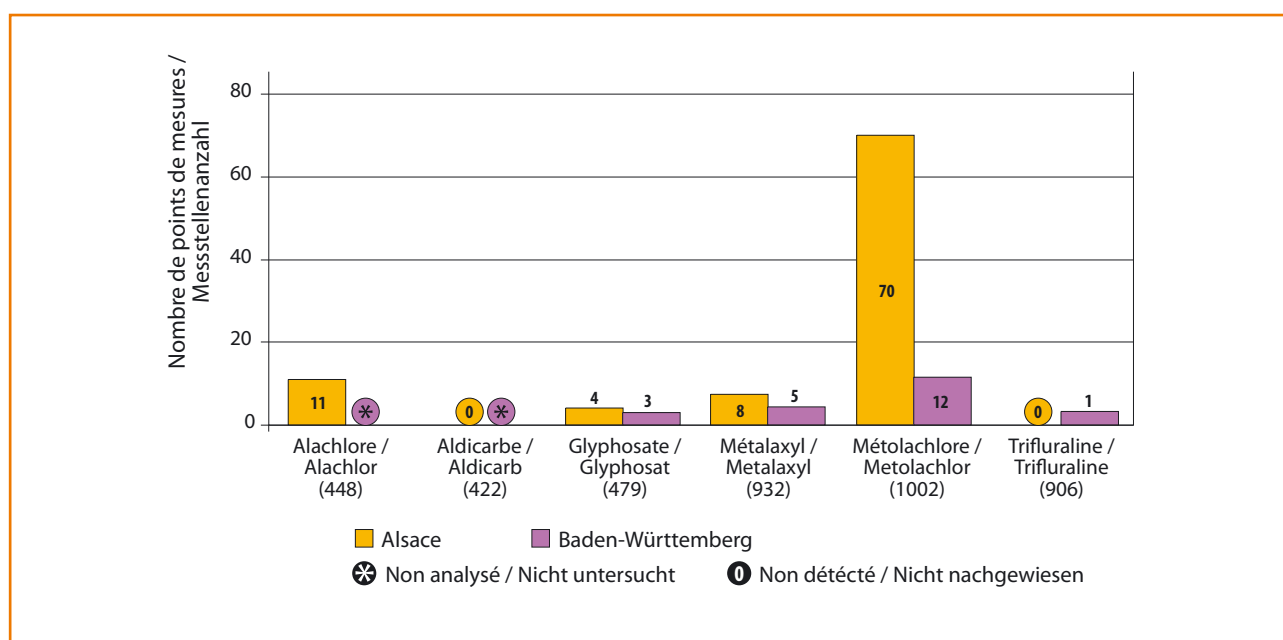


Fig. 3.3.10 : Nombre de détections par molécule (avec indication du nombre total de points analysés)

Abb. 3.3.10: Anzahl der Nachweise pro Verbindung (mit Gesamtzahl der untersuchten Messstellen)

Le métolachlore a été retrouvé 70 fois en Alsace contre 12 fois au Bade-Wurtemberg. La densité du réseau de mesures étant équivalente en Alsace et en Bade-Wurtemberg, les différences enregistrées sur le nombre de points où la molécule est quantifiée sont révélatrices d'un niveau de contamination inégal de part et d'autre du Rhin. Le pourcentage de points où le métolachlore a été détecté en Alsace est de l'ordre de 17 %, par rapport au nombre de points analysés, contre 3 % au Bade-Wurtemberg. Les limites de détection étant très différentes (de 0,02 µg/l à 0,05 µg/l) d'un secteur à l'autre, compte tenu de la diversité des laboratoires agréés ayant participé aux campagnes d'analyses, il a été choisi de représenter (figure 3.3.11) le nombre de points de mesures où les concentrations mesurées sont supérieures à la limite de quantification maximale de 0,05 µg/l.

L'approche par l'analyse du nombre de points de mesures dont les concentrations sont supérieures à une limite de quantification maximale permet de supprimer les artefacts statistiques liés aux différences de limite de quantification propre à chaque secteur.

Das Herbizid Metolachlor wurde an 70 Messstellen im Elsass und an 12 Messstellen in Baden-Württemberg nachgewiesen. Bei einem Messstellen-Netz, das im Elsass und in Baden-Württemberg gleich dicht ist, wird angesichts der Anzahl der Messstellen, an denen die Verbindung quantifiziert wurde, die unterschiedliche Belastung auf beiden Seiten des Rheins deutlich. Der Prozentsatz an Messstellen, an denen Metolachlor nachgewiesen wurde, liegt im Elsass bei 17 % der untersuchten Messstellen, in Baden-Württemberg liegt er bei 3 %. Da die Nachweisgrenzen von Gebiet zu Gebiet aufgrund der Beteiligung unterschiedlicher Labors an der Untersuchungskampagne (zwischen 0,02 µg/l und 0,05 µg/l) variieren, hat man sich darauf verständigt, die Anzahl der Messstellen darzustellen, an denen die gemessenen Werte über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 µg/l liegen (Abbildung 3.3.11).

Statistische Ungenauigkeiten im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Quantifizierungsgrenzen in den einzelnen Gebieten können über die Auswertung der Anzahl der Messstellen, an denen die Belastungswerte über der oberen Quantifizierungsgrenze liegen, ausgeschaltet werden.

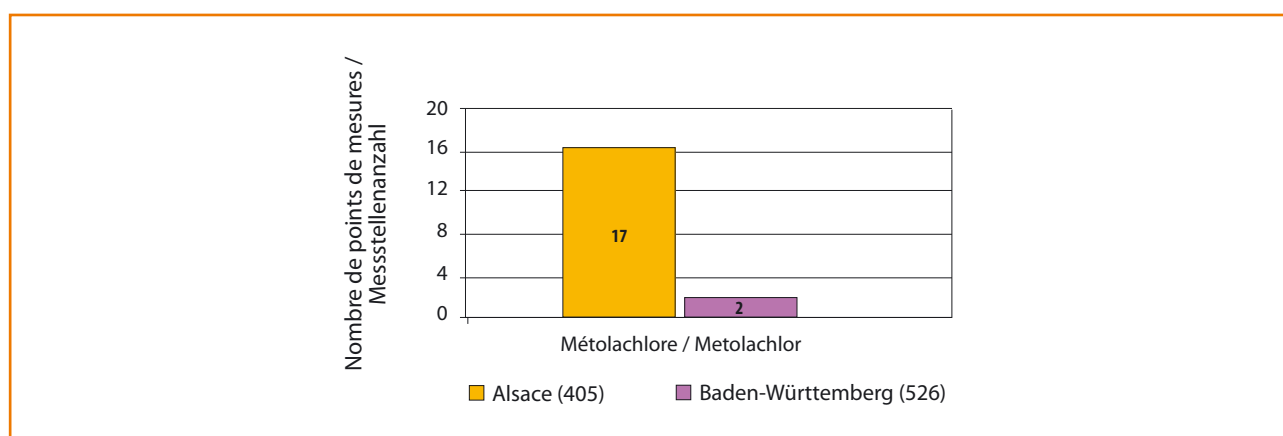


Fig. 3.3.11 : Nombre de points présentant une concentration en métolachlore supérieure à la limite de quantification maximale de 0,05 µg/l (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.3.11: Anzahl der Messstellen mit einer Metolachlorkonzentration über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 µg/l (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

On constate par ailleurs que, concernant le nombre de points pour lesquels on détecte la présence de métolachlore, le rapport du nombre de points en Bade-Wurtemberg versus nombre de points en Alsace diminue un peu selon que l'on tient compte soit des limites de quantification propres à chaque région, soit de la limite de quantification maximale mais il reste dans le même ordre de grandeur. Le nombre de détections est, selon le cas, entre 6 et 8 fois plus élevé en Alsace qu'en Bade-Wurtemberg.

Le seuil limite de potabilité a été dépassé sur six points en Alsace et sur un seul point dans le Bade Wurtemberg – entre Speyer et Heidelberg, dans la zone de champs près de Hockenheim – sur lequel l'isoproturon et le chlordoluron ont également été détectés.

Il est donc confirmé au regard de cette analyse réalisée d'après plusieurs approches (taux de détection, taux de quantification, détection en Alsace / détection en Bade-Wurtemberg) que l'Alsace est plus concernée par cette problématique que le Bade-Wurtemberg.

Le métolachlore existe sous la forme de deux isomères optiques; R et S. Or seul l'isomère S est actif. Depuis le 31 décembre 2003, la commercialisation en Alsace d'un mélange des deux isomères contenant moins de 80 % de S-métolachlore est interdite. L'augmentation de l'efficacité du produit permet ainsi une diminution des doses appliquées.

Le S-métolachlore est autorisé aussi en Allemagne, pour la culture de plein champ et pour les cultures maraîchères.

Le métalaxyl a été analysé en Bade-Wurtemberg et en Alsace sur un nombre de points correspondant respectivement à 56 % et 43 % du nombre total de points analysés sur toute la zone d'étude.

Le nombre de points qui révèlent la présence de métalaxyl est un peu plus élevé en Alsace qu'en Bade-Wurtemberg. On dénombre 8 points supérieurs à la limite de quantification côté alsacien contre 5 points côté Bade-Wurtemberg.

Les points de mesures concernés dans le Bade-Wurtemberg sont tous situés à proximité immédiate ou sur des terrains d'exploitations horticoles ou de culture de fraises qui sont des zones typiques – et autorisées – d'utilisation du métalaxyl. Des autorisations existent en Allemagne pour la culture en plein champ, la vigne et les plantes ornementales ainsi que pour les légumes et le houblon.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass die Anzahl der Messstellen in Baden-Württemberg, an denen eine Metolachlor-Belastung nachgewiesen wurde, näher bei der Anzahl der entsprechenden Messstellen im Elsass liegt, je nachdem, ob die Quantifizierungsgrenze der beiden Regionen oder die obere Quantifizierungsgrenze angesetzt wird. Das Verhältnis bleibt jedoch in der gleichen Größenordnung. Die Anzahl der Messstellen, an denen eine Belastung nachgewiesen wurde, liegt je nachdem im Elsass 6 bis 8 mal so hoch wie in Baden-Württemberg.

Der Trinkwassergrenzwert wurde im Elsass an sechs Messstellen überschritten, in Baden-Württemberg an nur einer Messstelle zwischen Speyer und Heidelberg in dem Ackergebiet bei Hockenheim an dem auch Isoproturon und Chlordoluron gefunden werden.

Vorliegende Untersuchung, die unter Bezugnahme auf mehrere Kriterien durchgeführt wurde (Nachweisrate, Quantifizierungsrate, Nachweis im Elsass / Nachweis in Baden-Württemberg), ergibt also eindeutig, dass das Elsass von der Metolachlor-Problematik stärker betroffen ist als Baden-Württemberg.

Metolachlor ist in Form von zwei optischen Isomeren vorhanden: R und S. Aktiv ist jedoch nur das S-Isomer. Im Elsass ist seit dem 31. Dezember 2003 die Abgabe einer Mischung aus den beiden Isomeren mit unter 80 % S-Metolachlor verboten. Aufgrund der erhöhten Wirksamkeit lässt sich das Produkt niedriger dosieren.

Auch in Deutschland ist S-Metolachlor zugelassen und zwar für den Ackerbau und Gemüseanbau.

Das Fungizid Metalaxyl wurde in Baden-Württemberg und dem Elsass mit einem jeweiligen Anteil der insgesamt beprobten Messstellen von 56 % und 43 % untersucht.

Die Messstellen, an denen das Vorhandensein von Metalaxyl nachgewiesen wurde, sind im Elsass etwas zahlreicher als in Baden-Württemberg. Auf elsässischer Seite wurden an 8 Messstellen Werte über der Quantifizierungsgrenze festgestellt, in Baden-Württemberg an 5.

Die betroffenen baden-württembergischen Messstellen liegen alle am oder auf dem Gelände von Gärtnereien und Erdbeerplantagen, welche die typischen - auch zugelassenen Anwendungsbereiche für Metalaxyl sind. Zulassungen in Deutschland existieren für den Ackerbau, Zierpflanzen- und Weinbau und für Gemüse und Hopfen.

Les limites de quantification étant variables d'un secteur à l'autre, l'analyse du nombre de points supérieurs à la limite de quantification maximale (0,05 µg/l) indique que parmi les 13 détections, seules 4, localisées en Bade-Wurtemberg, sont supérieures à 0,05 µg/l. Le Bade-Wurtemberg est donc plus concerné que l'Alsace par des concentrations significatives de métalaxyl. Par ailleurs, les 2 points concernés par des concentrations supérieures à la limite de potabilité sont situés en Bade-Wurtemberg.

L'alachlore n'a pas été retrouvé en Hesse. En Alsace, 11 points sur 405 (2,7 %) ont révélé la présence de cette molécule et 6 points, situés entre Mulhouse et Sélestat, présentaient des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 0,05 µg/l. Sur ces 6 points de mesures, 4 sont supérieurs à la limite de potabilité de 0,1 µg/l.

La recherche du glyphosate dans le cadre de cet inventaire a mis à jour une problématique nouvelle.

En Rhénanie-Palatinat, aucun des 5 points analysés n'a révélé la présence de glyphosate malgré une limite de quantification relativement basse (0,03 µg/l).

En Bade-Wurtemberg, sur 64 points analysés, 3 sont supérieurs à la limite de quantification du Land. Les points de mesures concernés sont situés en aval d'infrastructures ferroviaires, d'une exploitation horticole et d'un jardin botanique.

Côté alsacien, 4 points sur 405 montrent la présence de glyphosate. Cependant les valeurs ne sont pas comparables entre l'Alsace et le Bade-Wurtemberg car la limite de quantification côté alsacien est 2 fois plus élevée (0,1 µg/l en Alsace contre 0,05 µg/l en Bade-Wurtemberg). Vis-à-vis de cette molécule, une différence notable existe entre ces deux régions. Effectivement, on constate qu'en Alsace, sur les 4 points de mesures où la molécule a été détectée, 3 présentent des concentrations supérieures à la limite de potabilité (de 0,1 µg/l) avec des teneurs très importantes, supérieures à 9 fois la limite de potabilité pour la plus élevée d'entre-elles. Par contre, côté Bade-Wurtemberg, sur les 3 points où les concentrations sont supérieures à la limite de quantification, aucun n'atteint la limite de potabilité, restant même bien en deçà (0,08 µg/l pour la valeur la plus élevée). Au regard de ces constatations, il est fort probable qu'avec une limite de quantification équivalente à celle utilisée en Bade-Wurtemberg, le taux de détection côté alsacien serait plus élevé. Des informa-

Die Quantifizierungsgrenzen liegen in den einzelnen Gebieten unterschiedlich hoch. Die Auswertung der Anzahl der Messstellen mit Werten über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 µg/l ergibt für nur 4 der 13 Messstellen Werte über 0,05 µg/l. Diese vier Messstellen befinden sich in Baden-Württemberg, wo also mehr signifikante Metalaxyl-Werte zu verzeichnen sind als im Elsass. An zwei dieser Messstellen wird der Trinkwassergrenzwert überschritten.

Alachlor wurde in Hessen nicht nachgewiesen. Im Elsass wurde diese Verbindung an 11 von 405 Messstellen (2,7 %) nachgewiesen. An 6 Messstellen, die zwischen Mulhouse und Sélestat liegen, wurde ein Alachlor-Gehalt über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen. 4 dieser 6 Messstellen weisen einen Alachlor-Gehalt über dem Grenzwert für Trinkwasser von 0,1 µg/l auf.

Die Untersuchung des Grundwassers auf Glyphosat im Rahmen dieser Bestandsaufnahme brachte einen neuen Problemkreis zu Tage.

In Rheinland-Pfalz wurde trotz einem (mit 0,03 µg/l) relativ niedrigen Quantifizierungsgrenzwert an keiner der 5 probierten Messstellen Glyphosat nachgewiesen.

In Baden-Württemberg liegen die Werte an 3 der 64 untersuchten Messstellen über der Quantifizierungsgrenze dieses Bundeslandes. Die betroffenen Messstellen liegen unterstromig von Bahnanlagen, einer Gärtnerei und eines Botanischen Gartens.

Im Elsass wurde an 4 von 405 Messstellen das Vorhandensein von Glyphosat nachgewiesen. Die Werte aus dem Elsass und Baden-Württemberg lassen sich jedoch nicht vergleichen, da die Quantifizierungsgrenze im Elsass mit 0,1 µg/l doppelt so hoch angesetzt ist wie in Baden-Württemberg, wo sie bei 0,05 µg/l liegt. Im Hinblick auf diese Verbindung besteht ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Teilgebieten. So ist für das Elsass festzustellen, dass 3 der 4 Messstellen, an denen die Verbindung nachgewiesen wurde, einen Glyphosat-Gehalt aufweisen, der über dem Grenzwert für Trinkwasser von 0,1 µg/l liegt, bei äußerst hohen Belastungswerten. Der höchste davon liegt beim 9-fachen des Grenzwertes für Trinkwasser. In Baden-Württemberg dagegen erreicht die Belastung an keiner der 3 Messstellen, an denen der Gehalt über der Quantifizierungsgrenze liegt, den Grenzwert für Trinkwasser, sondern bleibt mit 0,08 µg/l als höchstem Wert sogar deutlich darunter. Angesichts dieser Feststellungen ist es sehr wahrscheinlich, dass

tions complémentaires sont disponibles au paragraphe suivant concernant la métabolisation du glyphosate en AMPA.

La trifluraline, recherchée en Alsace et au Bade-Wurtemberg sur un nombre de points comparables n'a été détectée qu'une seule fois en Bade-Wurtemberg sans dépassement de la limite de potabilité.

Enfin l'aldicarbe n'a été détecté dans aucun des secteurs où des analyses ont été réalisées.

La figure 3.3.12 rassemble pour 1997 et 2003 le nombre de détections pour ces 6 produits phytosanitaires. Il faut cependant être prudent dans l'analyse des résultats en raison de la variation des limites de quantification d'un inventaire à l'autre, et également du fait que la zone d'étude est plus étendue en 2003, donc dotée d'un plus grand nombre de points de mesures, du côté du Bade-Wurtemberg. Par ailleurs, il est important de ne pas interpréter une absence d'analyse en 1997 comme une absence de détection.

die Nachweisquote auf elsässischer Seite höher wäre, wenn hier dieselbe Quantifizierungsgrenze wie in Baden-Württemberg angesetzt würde. Das folgende Kapitel enthält weitere Ausführungen zum Abbau von Glyphosat in AMPA.

Trifluralin, auf das im Elsass und in Baden-Württemberg an einer vergleichbaren Anzahl von Messstellen geprüft wurde, wurde lediglich in einem Fall in Baden-Württemberg nachgewiesen. Der Grenzwert für Trinkwasser wird an dieser Messstelle nicht überschritten.

Aldicarb wurde in keinem der Teilgebiete nachgewiesen, in denen diesbezüglich Untersuchungen vorgenommen wurden.

In Abbildung 3.3.12 ist die Anzahl der Nachweise für die 6 aufgeführten PSM in den Jahren 1997 und 2003 dargestellt. Die Auswertung der Ergebnisse sollte jedoch auf Grund der unterschiedlichen Quantifizierungsgrenzen zwischen den beiden Bestandsaufnahmen und aufgrund des in Baden-Württemberg in 2003 größeren Projektgebietes mit mehr Messstellen mit Vorsicht erfolgen. Darüber hinaus sollte eine fehlende Analyse für das Jahr 1997 nicht dahingehend interpretiert werden, dass der Stoff nicht nachweisbar gewesen wäre.

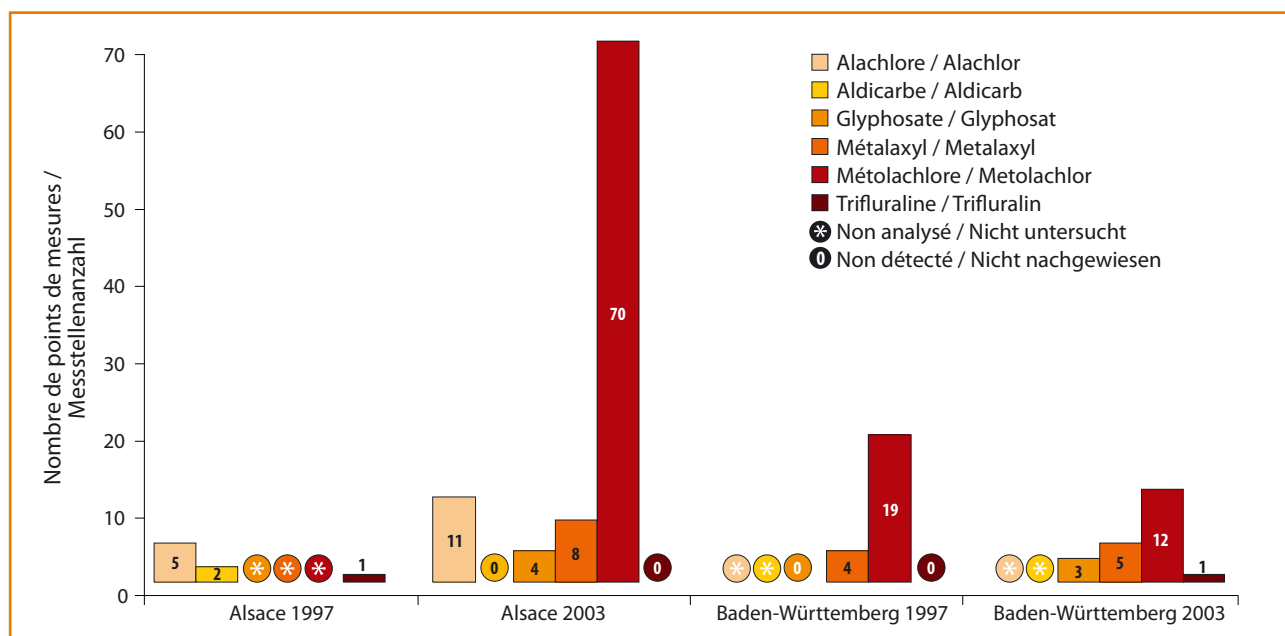


Fig. 3.3.12 : Comparaison du nombre de points de mesures en Alsace et en Bade-Wurtemberg sur lesquels une des 6 molécules a été détectée en 1997 et 2003

Abb. 3.3.12: Vergleich der Anzahl der Messstellen im Elsass und in Baden-Württemberg in den Jahren 1997 und 2003, an denen eine Belastung durch die aufgeführten Stoffe nachgewiesen wurde

La figure 3.3.12 met en évidence que, pour l'Alsace par exemple, la recherche de nouvelles substances d'un inventaire à l'autre permet de mettre à jour de nouvelles contaminations. C'est le cas pour le glyphosate, le métalaxyl et le métolachlore. Le nombre de points de mesures analysés est quasiment identique en Alsace (422 points de mesures en 1997 contre 405 en 2003) et un peu plus important en Bade-Wurtemberg principalement en raison d'une zone d'étude étendue vers le nord en 2003.

Pour l'Alsace, seuls les résultats relatifs à l'alachlore en 1997 et 2003 mettraient en évidence une dégradation de la qualité de la ressource au regard de cette molécule. Pour les autres molécules, aucun constat n'est possible.

Au Bade-Wurtemberg, la situation peut être considérée comme équivalente, les limites de quantification n'ayant pratiquement pas évolué. Seul le métolachlore semble être moins souvent détecté malgré la variation dans l'étendue de la zone d'étude.

Aus Abbildung 3.3.12 wird deutlich, dass beispielsweise im Elsass mit der Prüfung auf neue Substanzen mit jeder neuen Bestandsaufnahme neue Arten der Grundwasserbelastung festgestellt werden. Dies trifft hier auf Glyphosat, Metalaxyl und Metolachlor zu. Die Anzahl der beprobten Messstellen im Elsass ist mit 422 im Jahr 1997 und 405 im Jahr 2003 nahezu gleich. In Baden-Württemberg lag sie auf Grund der Ausweitung des Untersuchungsgebiets in nördlicher Richtung im Jahr 2003 etwas höher.

Für das Elsass weisen lediglich bei Alachlor die Ergebnisse aus den Jahren 1997 und 2003 in Bezug auf eine Verschlechterung der Qualität des Grundwassers im Hinblick auf diese Verbindung hin. Zu den anderen Verbindungen können keine Aussagen gemacht werden.

Die Situation in Baden-Württemberg kann als gleichwertig betrachtet werden, da die Quantifizierungsgrenzen nahezu unverändert geblieben sind. Lediglich Metolachlor scheint weniger häufig nachgewiesen zu sein, trotz der Ausweitung des Untersuchungsgebietes.

Tab. 3.3.5 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 1997 et 2003 pour les molécules : alachlore, aldicarbe, glyphosate, métalaxyl, métolachlore et trifluraline

Tab. 3.3.5: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben auf folgende PSM-Wirkstoffe analysiert wurden, und über die Anzahl der Messstellen, an denen dabei 1997 und 2003 der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde: Alachlor, Aldicarb, Glyphosat, Metalaxyl, Metolachlor und Trifluralin

		Alsace / Elsass		Bade-Wurtemberg / Baden-Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie-Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW
Alachlore / Alachlor	2003	405	4			43	0				
	1997	422	0								
Aldicarbe / Aldicarb	2003	405	0			17	0				
	1997	422	0								
Glyphosate / Glyphosat	2003	400	3	64	0	10	0	5	0		
	1997			299	0						
Métalaxyl / Metalaxyl	2003	405	0	526	2	1	0				
	1997			284	0						
Métolachlore / Metolachlor	2003	405	6	526	1	47	0	24	0		
	1997			305	5						
Trifluraline / Trifluralin	2003	405	0	498	0	3	0				
	1997	422	0	305	0						

Le tableau 3.3.5 met en évidence que pour l'aldicarbe et la trifluraline aucun dépassement de la limite de potabilité n'a été observé en 2003 (comme en 1997).

Concernant l'alachlore, sur les 448 points analysés en 2003, 4 points (soit 0,9 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Aucun dépassement n'était observé en 1997.

Concernant le glyphosate, sur les 479 points analysés en 2003, 3 points (soit 0,7 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Aucun dépassement n'était observé en 1997.

Concernant le métalaxyl, sur les 932 points analysés en 2003, 2 points (soit 0,7 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Aucun dépassement n'était observé en 1997.

Concernant le métolachlore, sur les 1 002 points analysés en 2003, 7 points (soit 2,5 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité. Ce pourcentage était de 0,5 % en 1997.

Tabelle 3.3.5 ist zu entnehmen, dass im Rahmen der Bestandsaufnahme 2003 (ebenso wie 1997) für Aldicarb und Trifluralin keine Werte über dem Trinkwassergrenzwert festgestellt wurden

Bei Alachlor wird an 4 der 448 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,9 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war keine Überschreitung zu verzeichnen.

Bei Glyphosat wird an 3 der 479 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,7 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war keine Überschreitung zu verzeichnen.

Bei Metalaxyl wird an 2 der 932 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,7 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war keine Überschreitung zu verzeichnen.

Bei Metolachlor wird an 7 der 1.002 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 2,5 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten. 1997 war dies an 0,5 % der Messstellen der Fall.

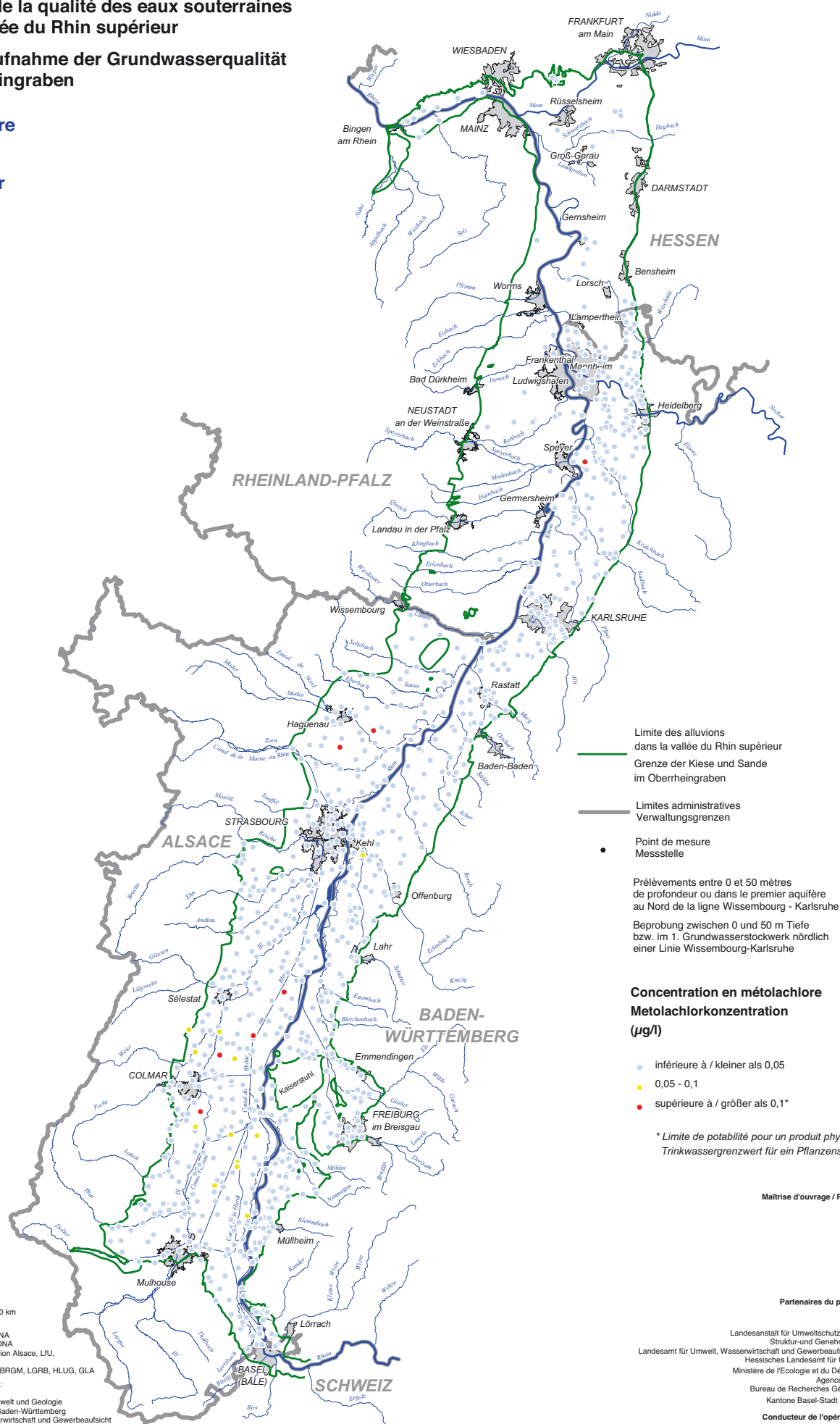
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Métolachlore

2002 - 2003

Metolachlor



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LIU,
LUWG, HLUG, BS/GU
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LIU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

Produits phytosanitaires analysés en 2003

Dix produits phytosanitaires non analysés en 1997, l'oxadixyl, l'AMPA, la bentazone, le 2,4-D, le carbofuran, le dicamba, l'ioxynil, le mécoprop, la métamitron et la métribuzine ont été analysés pour la première fois à l'échelle transfrontalière en 2003.

Le tableau 3.3.6 présente le nombre de points de mesures par secteur pour chaque molécule. Deux cartes de concentration sont disponibles, celle de la bentazone est présentée dans le rapport, celle du mécoprop est consultable sur le CD-ROM.

Les mesures effectuées sur l'oxadixyl, l'ioxynil, la métamitron et la métribuzine n'ont pas mis en évidence la présence de ces molécules à des concentrations supérieures aux limites de quantification.

Il faut noter que la limite de quantification de l'ioxynil pour l'Alsace est de 0,1 µg/l, et donc égale à la limite de potabilité.

Le nombre de cas de détections enregistrés est de 1 pour le 2,4-D et le dicamba et de 2 pour le carbofuran. Sur ces 4 cas de détections, 3 concernent uniquement l'Alsace, avec des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 0,05 µg/l.

L'AMPA, premier métabolite du glyphosate, est détecté sur 6 points de mesures dont 3 dépassant la limite de quantification maximale de 0,1 µg/l. L'Alsace et le Bade-Wurtemberg se partagent équitablement les 6 points, malgré un réseau de mesures 6 fois plus important pour l'Alsace et une limite de quantification de moitié moins importante pour le Bade-Wurtemberg (0,05 µg/l). Deux dépassements de la limite de potabilité sur 3 concernent le Bade-Wurtemberg et sont tous deux localisés à l'est de Mannheim (0,11 et 0,18 µg/l).

Dans l'un des cas nous sommes apparemment en présence d'une mauvaise utilisation du glyphosate sur une surface habitée imperméable. La détection d'un taux ne dépassant pas les limites autorisées peut être imputée à l'emploi du glyphosate sur les voies ferrées, ce qui est cohérent avec la situation du point de mesures, directement placé sur l'une de ces infrastructures.

Im Jahr 2003 analysierte PBSM

Zehn im Jahr 1997 nicht bestimmte PBSM-Produkte (Oxadixyl, AMPA, Bentazon, 2,4-D, Carbofuran, Dicamba, Joxynil, Mecoprop, Metamitron und Metribuzin) wurden im Jahr 2003 zum ersten Mal grenzübergreifend ermittelt.

In Abbildung 3.3.6 ist die Verteilung der Anzahl der Messstellen pro Gebiet für jede der betreffenden Verbindungen dargestellt. Zwei Karten mit den Werten für den jeweiligen Gehalt stehen zur Verfügung: Die Karte für Bentazon ist Teil des vorliegenden Berichts, die Karte für Mecoprop kann auf der CD-ROM eingesehen werden.

Die zum Nachweis von Oxadixyl, Joxynil, Metamitron und Metribuzin durchgeführten Messungen ergaben keinen Anhaltspunkt für das Vorhandensein dieser Verbindungen in einer Konzentration über der jeweiligen Quantifizierungsgrenze.

Es ist zu beachten, dass die Quantifizierungsgrenze für Joxynil im Elsass bei 0,1 µg/l liegt und damit dem Grenzwert für Trinkwasser entspricht.

An jeweils einer Messstelle wurden 2,4-D und Dicamba nachgewiesen; bei Carbofuran sind es 2. 3 der 4 betreffenden Messstellen liegen im Elsass mit einem jeweiligen Gehalt über der Quantifizierungsobergrenze von 0,05 µg/l.

AMPA, das erste Abbauprodukt von Glyphosat wurde an 6 Messstellen nachgewiesen. An 3 davon wird die obere Quantifizierungsgrenze von 0,1 µg/l überschritten. Die 6 Messstellen befinden sich zu gleichen Teilen - jeweils 3 - im Elsass und in Baden-Württemberg, obwohl die Anzahl der untersuchten Messstellen im Elsass 6 Mal größer ist als in Baden-Württemberg und die Quantifizierungsgrenze für AMPA in Baden-Württemberg mit 0,05 µg/l nur halb so hoch ist wie im Elsass. Zwei der 3 Überschreitungen des Grenzwertes für Trinkwasser wurden in Baden-Württemberg östlich von Mannheim festgestellt, die Werte liegen bei 0,11 bzw. 0,18 µg/l.

In einem dieser Fälle liegt offenbar eine Glyphosatfehl-anwendung auf einer versiegelten Siedlungsfläche vor. Der Nachweis ohne Grenzwertüberschreitung ist auf die Glyphosatanwendung auf Bahngleisanlagen zurückzuführen, worauf die Lage dieser Messstelle direkt an einer Bahnanlage schließen lässt.

Le dépassement localisé en Alsace est situé à moins de 10 km au sud de Colmar et atteint une teneur très élevée (0,3 µg/l). Il a été mentionné au paragraphe sur le glyphosate que 7 points de mesures étaient concernés par la présence de glyphosate ; cependant aucun de ces 7 points ne présente de traces d'AMPA. Trois hypothèses sont envisageables :

- la dégradation du glyphosate est très rapide et il n'est quasiment pas possible de détecter la présence cumulée de glyphosate et d'AMPA,
- les limites de quantification, notamment pour les campagnes de mesures alsaciennes, sont trop élevées pour permettre de détecter le phénomène de métabolisation et donc une teneur faible de l'une des 2 molécules,
- L'AMPA détecté au niveau de ces points de mesures n'est pas le métabolite du glyphosate mais celui d'une autre substance comme par ex. les lessives et les détergents contenant des phosphonates. C'est apparemment le cas pour l'un des points de mesures du réseau du Bade-Wurtemberg sur lequel les limites ont été dépassées : ce point est situé dans une entreprise fabriquant des détergents. Ce point de mesures est également alimenté par des eaux d'infiltration du Rhin. Il est donc possible que l'AMPA détecté sur ce point provienne de rejets issus d'une station d'épuration proche, située en amont hydraulique.

Concernant la quantification pour la bentazone et le mécoprop, le nombre de points « positifs » concernés ne diffère pas beaucoup si l'on tient compte soit de la limite de quantification de chaque secteur, soit de la limite de quantification maximale (0,05 µg/l). Le nombre de détections totales (bentazone+mécoprop) passe de 40 à 34 selon le critère retenu.

Pour les paramètres bentazone et mécoprop, les dépassements de la limite de quantification concernent surtout le Bade-Wurtemberg. Comme nous l'avons vu plus avant, ce constat n'est pas dû à des problèmes de différences de limite de quantification entre l'Alsace et le Bade-Wurtemberg, mais bien aux utilisations de produits phytosanitaires dans l'agriculture et l'horticulture.

Die im Elsass festgestellte Belastung ist mit 0,3 µg/l sehr hoch und wurde an einer knapp 10 km südlich von Colmar gelegenen Messstelle festgestellt. Im Kapitel über Glyphosat wurde erwähnt, dass der Stoff an 7 Messstellen nachgewiesen wurde, es wurden jedoch an keiner dieser 7 Messstellen Spuren von AMPA festgestellt. Diesbezüglich gibt es drei mögliche Erklärungen:

- Glyphosat wird sehr schnell abgebaut, und es ist so gut wie unmöglich, Glyphosat und AMPA gleichzeitig nachzuweisen.
- Die Quantifizierungsgrenzen liegen insbesondere bei den Beprobungskampagnen im Elsass zu hoch um das Abbau-Phänomen und somit einen geringen Gehalt an einer der beiden Verbindungen zu erfassen
- Das an den betreffenden Messstellen nachgewiesene AMPA ist kein Glyphosat-Abbauprodukt, sondern stammt von anderer Substanz, wie z.B. von phosphonathaltigen Wasch- und Reinigungsmitteln. Dies ist offenbar an einer der baden-württembergischen Messstellen mit Grenzwertüberschreitung der Fall. Hier liegt eine Reinigungsmittel herstellende Industriefirma an der Messstelle. Die Messstelle erhält auch Rheinwasseruferfiltrat, so dass es möglich ist, dass die nicht weit stromaufwärts liegende Kläranlage mit der Einleitung des gereinigten Abwassers auch AMPA aus Haushaltsabwässern abgibt und dies die Messstelle erreicht.

Wegen der quantifizierten Ergebnisse für Bentazon und Mecoprop weicht die Anzahl der Messstellen mit positiven Befunden nicht sehr voneinander ab, wenn man entweder auf die Quantifizierungsgrenze im jeweiligen Teilgebiet oder auf die obere Quantifizierungsgrenze von 0,05 µg/l Bezug nimmt. Die Gesamtzahl der Nachweise liegt je nach Ansatz bei 40 bzw. 34.

Überschreitungen der Quantifizierungsgrenzen für die Parameter Bentazon und Mecoprop sind vor allem in Baden-Württemberg zu verzeichnen. Wie bereits dargestellt, ist diese Feststellung nicht auf unterschiedliche Quantifizierungsgrenzen im Elsass und in Baden-Württemberg zurückzuführen, sondern auf tatsächliche PBSM-Anwendungen in der Landwirtschaft und im Gartenbau.

Concernant les dépassements de limites de potabilité, pour la bentazone, le constat est le même : le Bade-Wurtemberg avec 9 dépassements est plus concerné que l'Alsace avec seulement 2 dépassements. Des dépassements de limites pour le mécoprop apparaissent deux fois dans le Bade-Wurtemberg et une fois en Alsace.

Les services de protection de l'environnement du Bade-Wurtemberg (Landesanstalt für Umweltschutz - LfU) et le ministère de l'environnement suivent avec grand intérêt la problématique de la bentazone ces dernières années dans le Bade-Wurtemberg. Cette substance est une source de pollution croissante depuis 1996. La bentazone compte parmi les plus importants polluants phytosanitaires. Si, en raison de sa grande mobilité la bentazone arrive dans l'eau souterraine, elle y demeure longtemps et les concentrations ne diminuent que très lentement – et à condition que d'autres quantités de bentazone ne viennent pas s'ajouter. Des discussions intensives ont été organisées, surtout à la suite des résultats obtenus pour le Bade-Wurtemberg, non seulement au niveau du Land mais également au niveau fédéral et aussi avec le fabricant. Les investigations menées pour rechercher l'origine des concentrations sur chacun des points dépassant les valeurs limite, ont entraîné des restrictions d'emploi de la bentazone au niveau fédéral, ainsi que d'autres mesures au niveau du land – mais pas une interdiction générale. Le mécoprop est autorisé pour l'agriculture et les surfaces en herbe, dans les vergers et pour les plantes ornementales ; la bentazone est autorisée pour la production maraîchère et agricole. Tous les points de mesures qui ont fait apparaître de la bentazone dans la zone de la vallée du Rhin-Supérieur située dans le Bade-Wurtemberg se trouvent en aval de surfaces agricoles.

Auch hinsichtlich der Überschreitung des Grenzwertes für Trinkwasser durch die Belastung mit Bentazon ist festzustellen, dass dieses Problem mit 9 Grenzwertüberschreitungen in Baden-Württemberg häufiger auftritt als im Elsass mit nur 2 Grenzwertüberschreitungen. Mecopropgehalte mit Grenzwertüberschreitungen finden sich in Baden-Württemberg zweimal, im Elsass einmal.

Die Bentazonproblematik wird in Baden-Württemberg in den letzten Jahren von der LfU und dem Umweltministerium mit großer Sorge beobachtet. Der Wirkstoff wurde seit 1996 zu einer zunehmenden Belastung im Lande. Bentazon zählt zu den PSM-Hauptbelastungen. Wird Bentazon infolge seiner hohen Mobilität ins Grundwasser verlagert, bleibt es dort lange erhalten und die Konzentrationen nehmen nur sehr langsam wieder ab – unter der Voraussetzung, dass Bentazon nicht weiterhin eingetragen wird. Vor allem aufgrund der baden-württembergischen Ergebnisse haben intensive Gespräche nicht nur auf Landesebene, sondern auch auf Bundesebene stattgefunden, auch mit der Herstellerfirma. Die Fundaufklärungskampagnen an den einzelnen Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen haben zu bundesweiten Einschränkungen und zusätzlichen landesweiten Maßnahmen bei der Bentazonanwendung geführt, jedoch zu keinem allgemeinen Verbot. Auch Mecoprop ist zugelassen im Ackerbau und auf Grünland, im Obst- und Zierpflanzenbau, Bentazon im Gemüsean- und Ackerbau. Alle Bentazonnachweise im baden-württembergischen Teil der Oberrheinebene finden sich unterstromig von Ackerbauflächen.

Tab. 3.3.6 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 2003 pour les molécules : oxadixyl, AMPA, bentazone, 2,4-D, carbofuran, dicamba, ionxyl, mécoprop, métamitron et métribuzine

Tab. 3.3.6: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben auf folgende PSM-Wirkstoffe analysiert wurden, und über die Anzahl der Messstellen, an denen dabei 2003 der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde: Oxadixyl, AMPA, Bentazon, 2,4-D, Carbofuran, Dicamba, Jonyxyl, Mecoprop, Metamitron und Metribuzin

		Alsace / Elsass		Bade-Wurtemberg / Baden-Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie-Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Messstellen	> LP / > GW
Oxadixyl	2003	405	0			1	0				
AMPA	2003	400	1	64	2	12	0	5	0		
Bentazone / Bentazon	2003	405	2	498	9	6	0	24	1		
2,4-D	2003	405	0			50	0	4	0		
Carbofuran	2003	405	0			46	0				
Dicamba	2003	405	0	497	0	44	0				
Ionixyl / Jonixyl	2003	405	0			3	0				
Mécoprop / Mecoprop	2003	405	1	498	2	54	0	24	2		
Métamitron / Metamitron	2003	405	0			5	0	4	0		
Métribuzine / Metribuzin	2003	405	0			29	0				

Le tableau 3.3.6 met en évidence que sur les 10 produits phytosanitaires analysés pour la première fois en 2003, seuls trois ont été détectés à des teneurs supérieures à la limite de potabilité.

Concernant l'AMPA, sur les 481 points analysés en 2003, 3 points (soit 0,6 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité.

Concernant la bentazone, sur les 933 points analysés en 2003, 12 points (soit 1,3 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité.

Concernant enfin le mécoprop, sur les 981 points analysés en 2003, 5 points (soit 0,5 %) présentent un dépassement de la limite de potabilité.

Tabelle 3.3.6 ist zu entnehmen, dass nur für drei der 10 im Rahmen der Bestandsaufnahme 2003 erstmals analysierten Pflanzenschutzmittel Werte über dem Trinkwassergrenzwert festgestellt wurden.

Bei AMPA wird an 4 der 448 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,6 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten.

Bei Bentazon wird an 12 der 933 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 1,3 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten.

Bei Mecoprop wird an 5 der 981 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,5 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten.

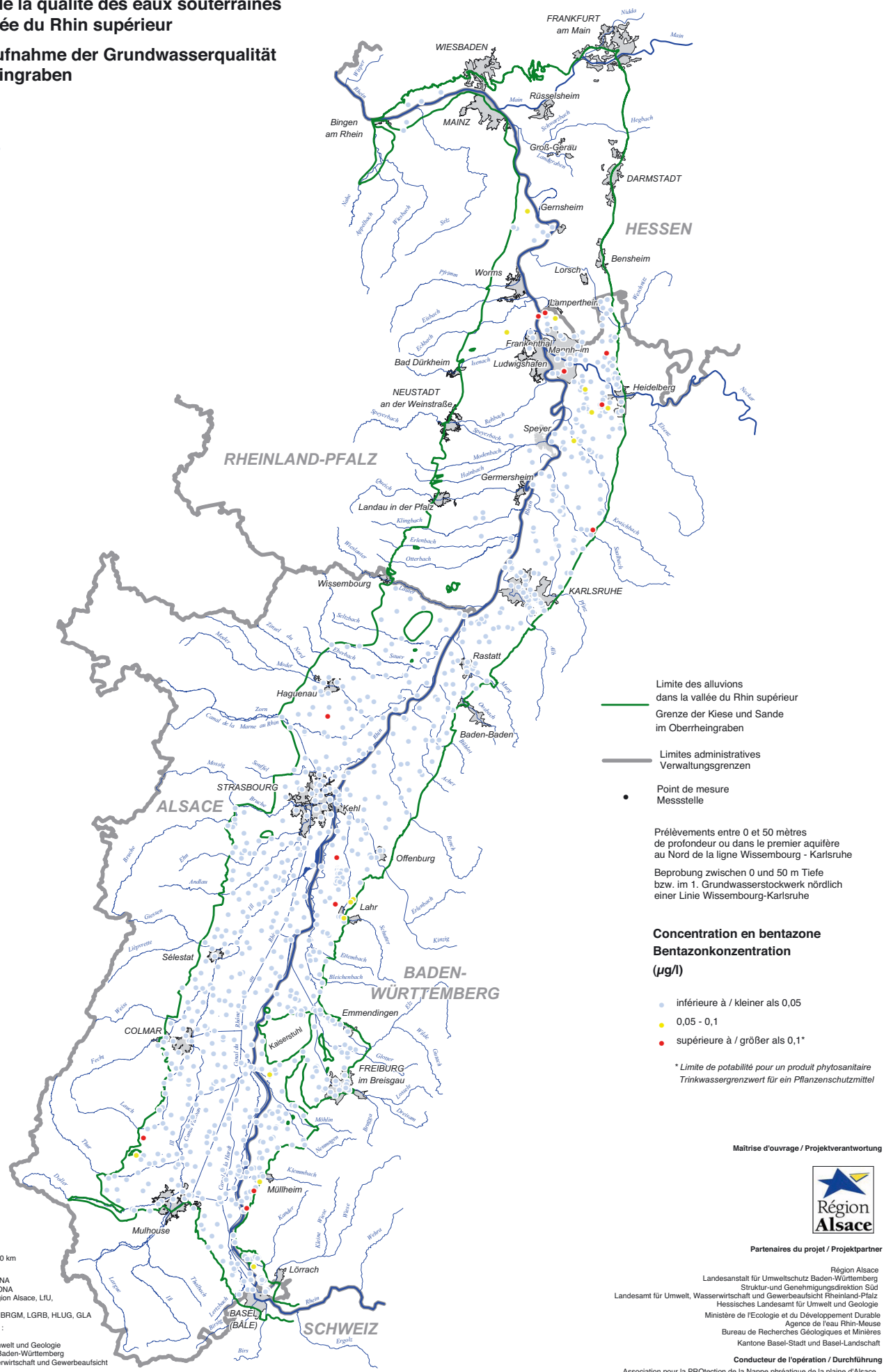
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Bentazone

2002 - 2003

Bentazon



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Daten aus dem RIPS der LfU Baden-Württemberg
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.3.9.3 Produits phytosanitaires analysés en 2003 uniquement en Alsace

Dans le cadre de cet inventaire, 13 molécules (acétochlore, butraline, propachlore, tébutame, aminotriazole, cymoxanil, fluquinconazole, imidaclopride, mercaptodiméthur, méthomyl, nicosulfuron, nonylphénol et sulcotrione) ont fait l'objet d'une recherche spécifique en Alsace. La recherche de ces substances à l'échelle régionale, analysées pour la première fois, permet de confirmer ou d'infirmer la présence des molécules susceptibles d'être rencontrées dans les eaux souterraines alsaciennes. Les substances choisies sont extraites de la liste SIRIS (cf. paragraphe 2.2 - Programme de mesures, prélèvements d'échantillons et analyses physico-chimiques).

Parmi ces 13 molécules seules 3 d'entre elles (méthomyl, nicosulfuron et tébutame) présentent quelques teneurs supérieures aux limites de quantification.

Deux laboratoires différents ont participé aux campagnes d'analyses pour la recherche de ces produits phytosanitaires avec des limites de quantification différentes. Si la limite de quantification maximale pour une molécule est parfois élevée (maximum 0,1 µg/l) pour un des deux laboratoires, l'autre laboratoire avec une limite de quantification plus basse permet tout de même de disposer au moins pour une partie de l'Alsace du diagnostic le plus fin possible.

Ainsi pour chaque molécule, environ 50 % des points ont été analysés avec une limite de quantification minimale qui ne dépasse pas 0,02 µg/l. Ceci permet au minimum de s'assurer qu'une pollution diffuse d'ampleur régionale à des teneurs très faibles est détectable au moins sur une partie du territoire. Si un tel diagnostic devait être avancé, il est évident qu'une nouvelle expertise sur l'ensemble du territoire avec la limite de quantification la plus basse possible devrait être menée au prochain inventaire.

3.3.9.3 PBSM-Produkte, die im Jahr 2003 ausschließlich im Elsass analysiert wurden

Im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme wurden im Elsass gesonderte Proben zur Analyse auf 13 Verbindungen (Acetochlor, Butralin, Propachlor, Tebutam, Aminotriazol, Cymoxanil, Fluquinconazol, Imidacloprid, Methiocarb, Methomyl, Nicosulfuron, Nonylphenol und Sulcotrion) genommen. Im Rahmen der Beprobung auf diese Substanzen, die erstmalig auf regionaler Ebene analysiert wurden, lässt sich Gewissheit darüber gewinnen, ob diese Stoffe tatsächlich wie vermutet die im elsässischen Teil der Rheinebene im Grundwasser vorhanden sind. Die ausgewählten Substanzen wurden der SIRIS-Liste (siehe Kapitel 2.2 „Messprogramme, Probenahmen und chemisch-physikalische Analysen“) entnommen.

Für lediglich 3 der 13 genannten Verbindungen (Methomyl, Nicosulfuron und Tebutam) wurde vereinzelt ein Gehalt über der Quantifizierungsgrenze festgestellt.

Zwei unterschiedliche Labors mit jeweils unterschiedlichen Quantifizierungsgrenzen waren an den Analyse-Kampagnen zur Untersuchung des Grundwassers auf PBSM beteiligt. Auch wenn die Quantifizierungsgrenze in einem der beiden Labors für eine Verbindung unter Umständen hoch liegt (maximal 0,1 µg/l), lassen sich über das jeweils andere Labor, bei dem die Quantifizierungsgrenze niedriger liegt, zumindest für einen Teil des Elsass recht genaue Untersuchungsergebnisse erzielen.

So wurden für jede Verbindung ungefähr 50 % der Messstellen in Anwendung einer unteren Quantifizierungsgrenze ausgewertet, die bei höchstens 0,02 µg/l liegt, so dass eine diffuse Belastung in niedriger Konzentration auf regionalem Niveau wenigstens in einem Teil des Gebietes erfassbar ist. Wenn die betreffende Untersuchung genauere Ergebnisse bringen soll, ist selbstverständlich ein künftiges Gutachten für das gesamte Gebiet bei der nächsten Bestandsaufnahme mit der niedrigst möglichen Quantifizierungsgrenze durchzuführen.

Le méthomyl et le nicosulfuron ont été détectés chacun sur 1 point de mesures. Par ailleurs, il s'avère que ces 2 points sont concernés par des concentrations très importantes, supérieures à la limite de potabilité de 0,1 µg/l. Celles-ci dépassent de 9 fois la limite de potabilité pour le nicosulfuron (0,91 µg/l) et presque de 6 fois pour le méthomyl (0,57 µg/l). Ces concentrations provoquent également avec un seul produit, le déclassement de ces points de mesures au regard de la limite de potabilité fixée à 0,5 µg/l pour la somme des produits phytosanitaires. Ces informations confirment l'utilisation de ces substances et la possibilité de les retrouver dans les eaux souterraines. Les concentrations observées sont probablement à mettre en relation, au moins pour 1 de ces points, avec une pollution ponctuelle conséquente. En effet, le point considéré, localisé dans le Pliocène de Haguenau, est proche d'un autre point qui cumule, en plus du méthomyl, des dépassements de la limite de potabilité pour le chlortoluron, le métolachlore et l'isoproturon.

Pour le tébutame qui présente 5 cas de dépassement de la limite de quantification maximale de 0,01 µg/l, la situation est très différente. Les teneurs mesurées sont très proches de la limite de quantification maximale très basse et qui est identique pour l'ensemble de l'Alsace. Pour cette molécule, le diagnostic est donc particulièrement fiable pour au moins deux raisons : une limite de quantification maximale très basse et une échelle d'interprétation régionale. Les points de mesures où le tébutame a été détecté sont relativement épars, un point au sud de Mulhouse, un point entre Colmar et Sélestat, 2 points au sud et à l'est d'Haguenau et un point entre Wissembourg et Lauterbourg. Il semble cependant que le Pliocène de Haguenau soit l'aquifère le plus touché avec 3 détections enregistrées sur 5. La contamination enregistrée pour cette molécule a probablement déjà atteint son niveau le plus haut en raison de la mesure d'interdiction de l'utilisation de cette molécule en France.

La carte du tébutame est consultable sur le CD-ROM.

Methomyl und Nicosulfuron wurden an jeweils einer Messstelle nachgewiesen. Darüber hinaus weisen die Messstellen jeweils eine sehr hohe Konzentration über dem auf 0,1 µg/l angesetzten Grenzwert für Trinkwasser auf. Die gemessene Konzentration liegt für Nicosulfuron mit 0,91 µg/l um das 9-fache über dem Grenzwert für Trinkwasser und für Methomyl mit 0,57 µg/l bei fast dem 6-fachen dieses Grenzwerts. Mit nur einem nachgewiesenen Stoff fallen bei diesen hohen Werten die Messstellen aus dem Segment heraus, in dem Werte unter dem mit 0,5 µg/l für die Summe der PBSM festgelegten zusammengefasst sind. Diese Informationen bestätigen, dass die betreffenden Substanzen verwendet werden und dass es möglich ist, sie im Grundwasser nachzuweisen. Die festgestellten Werte sind zumindest an einer der betreffenden Messstellen mit einer erheblichen punktuellen Belastung in Zusammenhang zu bringen. Die belastete Messstelle liegt im Pliozän-Grundwasserleiter bei Haguenau und in der Nähe einer weiteren Messstelle, an der neben erhöhten Werten für Methomyl auch Überschreitungen des Grenzwertes für Trinkwasser durch Chlortoluron, Metolachlor und Isoproturon festzustellen sind.

In Bezug auf Tebutam, für das an 5 Messstellen die obere Quantifizierungsgrenze von 0,01 µg/l überschritten wurde, gestaltet sich der Sachverhalt völlig anders. Der gemessene Gehalt liegt sehr nahe an der sehr niedrigen oberen Quantifizierungsgrenze, die für das gesamte Elsass in gleicher Weise gilt. Für diese Verbindung ist die Auswertung daher aus mindestens zwei Gründen besonders zuverlässig, nämlich wegen der sehr niedrigen oberen Quantifizierungsgrenze und der Auswertung auf regionaler Ebene. Die Messstellen, an denen Tebutam nachgewiesen wurde, sind relativ weit verstreut: Eine Messstelle liegt südlich von Mulhouse, eine zwischen Colmar und Sélestat, 2 jeweils südlich und östlich von Haguenau und eine zwischen Wissembourg und Lauterbourg. Der Pliozän-Grundwasserleiter bei Haguenau scheint jedoch mit Befund an 3 der 5 Messstellen das am stärksten betroffene Aquifer zu sein. Angesichts des Einsatz-Verbots für diesen Stoff in Frankreich hat die Grundwasserbelastung durch diese Verbindung ihren Höhepunkt wahrscheinlich bereits erreicht.

Die Tebutam-Karte kann auf der CD-ROM eingesehen werden.

Tab. 3.3.7 : Récapitulatif du nombre de points de mesures analysés et du nombre de points présentant un dépassement de la limite de potabilité en 2003 pour les molécules : acétochlore, butraline, propachlore, tébutame, aminotriazole, cymoxanil, fluquinconazole, imidaclopride, mercaptodiméthur, méthomyl, nicosulfuron, nonylphénol et sulcotrione

Tab. 3.3.7: Übersicht über die Anzahl der Messstellen, deren Proben 2003 auf folgende PSM-Wirkstoffe analysiert wurden, und über die Anzahl der Messstellen, an denen dabei der Trinkwassergrenzwert überschritten wurde:
Acetochlor, Butralin, Propachlor, Tebutam, Aminotriazol, Cymoxanil, Fluquinconazol, Imidacloprid, Methiocarb, Methomyl, Nicosulfuron, Nonylphenol und Sulcotrion

		Alsace / Elsass		Bade- Württemberg / Baden- Württemberg		Hesse / Hessen		Rhénanie- Palatinat / Rheinland-Pfalz		Suisse / Schweiz	
		Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW	Nb points / Anz. der Mess- stellen	> LP / > GW
Acétochlore / Acetochlor	2003	405	0								
Butraline / Butralin	2003	405	0								
Propachlore / Propachlor	2003	405	0								
Tébutame / Tebutam	2003	405	0								
Aminotriazole / Aminotriazol	2003	403	0								
Cymoxanil	2003	405	0								
Fluquinconazole / Fluquinconazol	2003	405	0								
Imidaclopride / Imidacloprid	2003	405	0								
Mercaptodiméthur / Methiocarb	2003	405	0								
Méthomyl / Methomyl	2003	405	1								
Nicosulfuron	2003	405	1								
Nonylphénol / Nonylphenol	2003	405	0								
Sulcotrione / Sulcotrion	2003	405	0								

Le tableau 3.3.7 met en évidence que sur les 13 produits phytosanitaires analysés pour la première fois en 2003 et uniquement en Alsace, seuls deux molécules ont été détectées à des teneurs supérieures à la limite de potabilité.

Il s'agit du méthomyl et du nicosulfuron pour lesquels, sur les 405 points analysés en 2003, 1 point (soit 0,2 %) présente un dépassement de la limite de potabilité.

Tabelle 3.3.7 ist zu entnehmen, dass nur für zwei der 13 im Rahmen der Bestandsaufnahme 2003 und auch nur im Elsass erstmals analysierten Pflanzenschutzmittel Werte über dem Trinkwassergrenzwert festgestellt wurden.

Es handelt sich dabei um Methomyl und Nicosulfuron, bei denen an 1 der 405 Messstellen, die 2003 hierauf beprobt wurden, (und damit an 0,2 %) der Grenzwert für Trinkwasser überschritten wird.

3.4 COMPOSÉS ORGANO-HALOGÉNÉS VOLATILS (OHV)

3.4.1 Généralités

Les organo-halogénés volatils (OHV) sont des substances organiques chlorées, fluorées, bromées ou iodées qui n'existent pas à l'état naturel mais qui sont synthétisées industriellement à partir d'hydrocarbures. Leur présence dans les eaux souterraines indique donc une influence anthropique. Les solvants chlorés sont utilisés entre autres pour le dégraissage de pièces métalliques, pour le nettoyage à sec ou dans les ménages, comme détachant ou dissolvant.

Dans le cadre du présent inventaire transfrontalier, seuls les composés organochlorés ont fait l'objet de campagnes de mesures.

Du fait de leur caractère très volatil, on les retrouve en relativement grande quantité dans l'atmosphère, où ils se dégradent sous l'effet de la lumière en composés plus simples qui peuvent alors être entraînés par les pluies dans les sols et dans les eaux souterraines. Par cette voie, ils peuvent constituer une source de contamination diffuse plus ou moins forte.

Les OHV peuvent être également entraînés dans les eaux souterraines de façon plus ponctuelle, essentiellement lors de pollutions accidentelles (réservoirs ou canalisations non étanches) et via les rejets d'eaux usées des industries et des petites entreprises. Dans ce cas, il s'agit généralement de molécules OHV beaucoup plus stables, qui ne peuvent être que très peu dégradées biologiquement, et qui - par rapport aux autres composés anthropogéniques - sont mobiles dans l'eau.

Du fait du caractère très volatil des OHV et de la difficulté qui en résulte d'obtenir des échantillons représentatifs, les mesures de concentrations sont souvent très difficiles à reproduire. Cela explique qu'un facteur d'incertitude relativement élevé accompagne les résultats des mesures.

Les données présentées dans ce chapitre concernent uniquement l'Alsace et le Bade-Wurtemberg où des campagnes de mesures sont périodiquement réalisées à l'échelle de la nappe.

3.4 LEICHTFLÜCHTIGE HALOGEN-KOHLENWASSERSTOFFE (LHKW)

3.4.1 Allgemeines

Bei leichtflüchtigen Halogen-Kohlenwasserstoffe (LHKW) handelt es sich um chlorierte, fluorierte, bromierte oder jodierte organische Kohlen-wasserstoff-Verbindungen, die natürlicherweise nicht vorkommen, sondern industriell synthetisiert werden. Ihr Auftreten im Grundwasser weist demnach immer auf eine anthropogene Beeinflussung hin. Chlorhaltige Lösungsmittel werden z. B. zum Entfetten von Metallteilen, zur Trockenreinigung oder im Haushalt als Fleckentferner bzw. Lösungsmittel verwendet.

In der gemeinsamen Beprobung wurden aus der Gruppe der LHKW ausschließlich chlorierte Kohlenwasserstoffe untersucht.

Wegen der ausgeprägten Flüchtigkeit sind die LHKW in relativ großen Mengen in der Atmosphäre anzutreffen. Dort werden sie unter Lichteinwirkung zu einfacheren Verbindungen abgebaut, die vom Regen in den Boden und ins Grundwasser geschwemmt werden können. Auf diesem Wege können sie eine mehr oder minder ausgeprägte diffuse Belastungsquelle bilden.

Das Vorkommen von LHKW im Grundwasser ist jedoch meist Folge punktueller Belastungsquellen. Dies können insbesondere Altlasten, störfallbedingte Grundwasser-verschmutzungen (undichte Lager-behälter oder Leitungen) oder auch Abwasser aus Industrie- und Kleinunternehmen sein. In diesem Fall handelt es sich in der Regel um stabilere Moleküle, die nur sehr langsam biologisch abgebaut werden und im Wasser im Vergleich zu anderen natürlichen Wasserinhaltsstoffen sehr mobil sind.

Aufgrund der hohen Flüchtigkeit der LHKW und der damit verbundenen Schwierigkeit der Gewinnung repräsentativer Proben, lassen sich einzelne Messwerte meist nur sehr schwer reproduzieren. Die Messergebnisse sind in der Praxis daher mit einem relativ großen Unsicherheitsfaktor behaftet.

Für vorliegenden Abschnitt liegt Datenmaterial aus der Bestandsaufnahme 2002/2003 vor allem aus dem Elsass und Baden-Württemberg verfügbar vor, da dort regelmäßig entsprechende Messkampagnen durchgeführt werden.

En effet, pour les trois autres secteurs d'étude (Rhénanie-Palatinat, Hesse et canton de Bâle), les prélèvements pour les OHV ont été effectués sur des réseaux de mesures beaucoup plus restreints (moins de 40 points analysés). Les données statistiques de ces trois secteurs ne sont donc pas comparables à celles de l'Alsace et du Bade-Wurtemberg.

Les produits les plus connus sont le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène. Le 1,1,1-trichloroéthane, le cis-1,2-dichloroéthylène, le tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone), le dichloropropène et le chloroforme ont également été pris en compte dans le cadre de cet inventaire.

Concernant les molécules ci-dessus, la limite de qualité définie par la directive européenne pour l'eau potable (N°98/83/CE) est de 10 µg/l pour la somme des concentrations de trichloroéthylène et de tétrachloroéthylène.

Les résultats des campagnes de mesures sur le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène, le chloroforme et le 1,1,1-trichloroéthane sont présentés ci-après. Le dichloropropène n'a été détecté sur aucun point de mesures ; le cis-1,2-dichloroéthylène et le tétrachlorure de carbone ont été détectés sur moins de 2 % des analyses au total. Ils ne font pas l'objet d'une présentation spécifique dans le corps du présent rapport mais les résultats des analyses de ces molécules sont néanmoins disponibles dans les tableaux statistiques synthétiques présentés en fin de rapport (annexe A.1).

Pour toutes ces molécules, aucune concentration supérieure à 10 µg/l (limite jugée dans cette étude comme « problématique ») n'a été rencontrée pour les secteurs de la Rhénanie-Palatinat, de Hesse et de la partie Suisse. Les résultats pour ces trois secteurs ne seront donc pas détaillés dans la suite de ce chapitre.

De plus, en Rhénanie-Palatinat, les OHV ne font pas partie des paramètres pertinents pour l'étude de la qualité des eaux souterraines (en particulier dans le contexte des limites et des références de qualité). Ils ne font également pas partie des paramètres mesurés régulièrement sur le réseau du Land. L'ensemble des données de Rhénanie-Palatinat concernant les OHV n'est donc pas comparable aux données des réseaux alsaciens ni badois.

In den drei anderen Teilgebieten der Untersuchung (Rheinland-Pfalz, Hessen und Kanton Basel) wurden Proben aus wesentlich weniger dicht angelegten Messnetzen (weniger als 40 Messstellen) auf LHKW untersucht, so dass vergleichbare statistische Berechnungen wie im Elsass und Baden-Württemberg nicht möglich sind.

Die bekanntesten Stoffe sind Trichlorethen (TRI) und Tetrachlorethen (PER). Zu 1,1,1-Trichlorethan, cis-1,2-Dichlorethen, Tetrachlormethan (oder Tetrachlorkohlenstoff), Dichloropropen und Trichlormethan wurden im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme ebenfalls Messungen vorgenommen.

In Bezug auf diese Verbindungen liegt der in der EU-Trinkwasser-Richtlinie (Nr. 98/83/EG) festgelegte Grenzwert für Trinkwasserqualität bei 10 µg/l bezogen auf die Summe der Werte für den Gehalt an Trichlorethen und Tetrachlorethen.

Die Ergebnisse der Beprobungskampagnen zu Trichlorethen, Tetrachlorethen, Trichlormethan und 1,1,1-Trichlorethan sind nachstehend dargestellt. Dichloropropen wurde an keiner Messstelle nachgewiesen, bei cis-1,2-Dichlorethen und Tetrachlorkohlenstoff führten weniger als 2 % aller Analysen zu einem Ergebnis oberhalb der Bestimmungsgrenzen. Sie werden im Hauptteil des vorliegenden Berichts nicht gesondert dargestellt, die Analyseergebnisse zu diesen Molekülen sind jedoch in den Übersichtstabellen zur statistischen Auswertung am Ende des Berichts (Anhang A.1) enthalten.

In Rheinland-Pfalz, in Hessen und im Schweizer Teil des Erhebungsgebiets ergab sich für die genannten Verbindungen in keinem Fall ein Summenwert für den Gehalt von über 10 µg/l (dieser Grenzwert wird in vorliegender Erhebung als „problematisch“ eingestuft). Auf die Messergebnisse für die genannten drei Untersuchungsteilgebiete wird also im weiteren Verlauf des vorliegenden Kapitels nicht im einzelnen eingegangen.

In Rheinland-Pfalz gehören LHKW vor dem Hintergrund bestehender und diskutierter Grenz- und Richtwerte nicht zu den in der Fläche relevanten Parametern des oberflächennahen Grundwassers. Sie zählen daher auch nicht zu den im Landesmessnetz regelmäßig erhobenen Qualitätsparametern. Das Datenkollektiv aus Rheinland-Pfalz ist somit nicht mit dem aus Baden-Württemberg und dem Elsass vergleichbar.

3.4.2 Trichloroéthylène, tétrachloroéthylène et la somme des concentrations

Tout comme en 1997, ces deux substances sont les composés organochlorés le plus souvent retrouvés.

Trichloroéthylène et tétrachloroéthylène

Trichloroéthylène et tétrachloroéthylène ont été analysés sur le même nombre de points de mesures, à savoir 423 points en Alsace, 533 en Bade-Wurtemberg.

La limite de quantification maximale est de 0,3 µg/l pour le trichloroéthylène et de 0,2 µg/l pour le tétrachloroéthylène. Ces valeurs forment la première limite de classe pour les présentations graphique (fig. 3.4.1 et 3.4.2) et cartographique des résultats d'analyses. La deuxième limite de classe est constituée par la valeur du seuil de potabilité retenue pour la somme des concentrations de ces deux molécules.

3.4.2 Trichlorethen, Tetrachlorethen und deren Summe

Trichlorethen (TRI) und Tetrachlorethen (PER) sind bei der aktuellen Kampagne ebenso wie 1997 die am häufigsten vorkommenden chlorierten Kohlenwasserstoffe.

Trichlorethen und Tetrachlorethen

Trichlorethen und Tetrachlorethen wurden jeweils gemeinsam an derselben Anzahl Messstellen analysiert, nämlich an 423 im Elsass, 533 in Baden-Württemberg.

Die obere Quantifizierungsgrenze liegt für Trichlorethen bei 0,3 µg/l und für Tetrachlorethen bei 0,2 µg/l. Diese Werte sind die erste Segmentgrenze bei der grafischen (Abb. 3.4.1 und 3.4.2) und kartografischen Darstellung der Analyseergebnisse. Die zweite Segmentgrenze bildet der Grenzwert für Trinkwasser bezogen auf den Summenwert für beide Stoffe.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

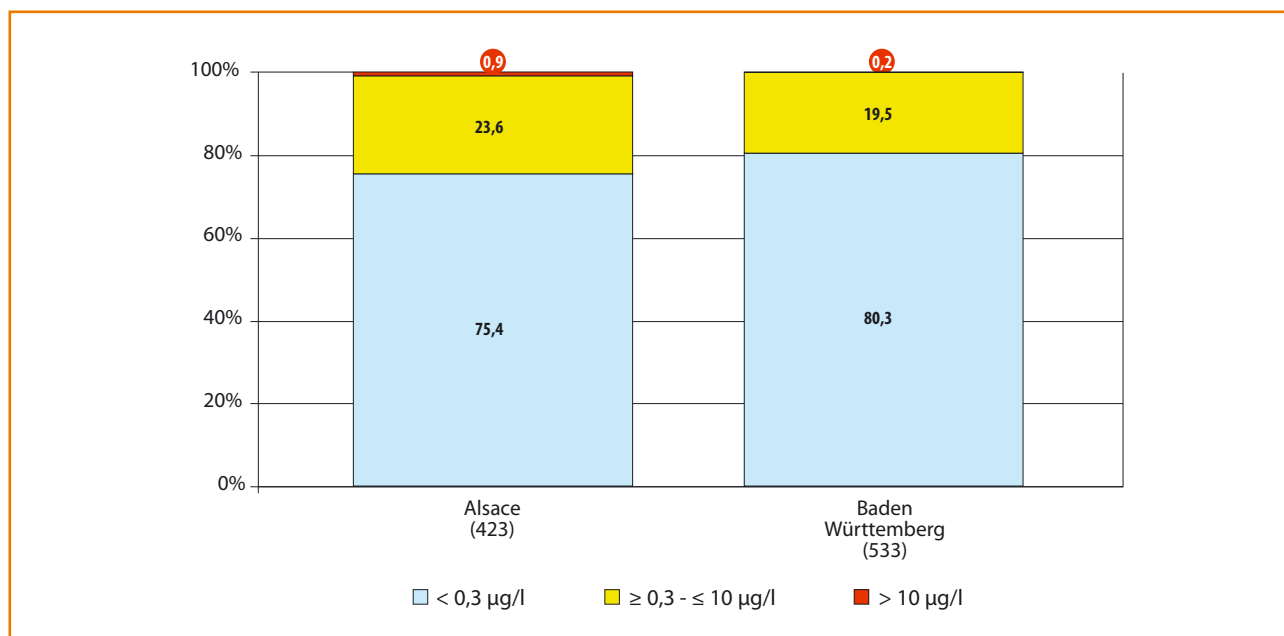


Fig. 3.4.1 : Répartition par classe de concentration en trichloroéthylène (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.4.1: Verteilung der Trichlorethen- konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

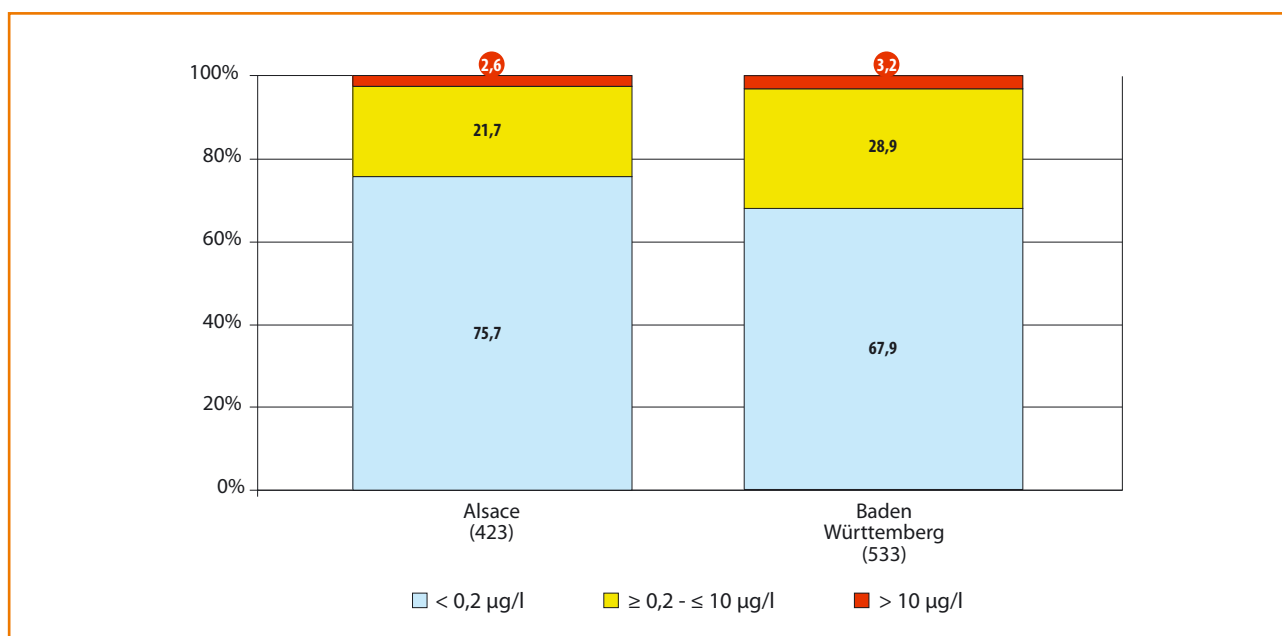


Fig. 3.4.2 : Répartition par classe de concentration en tétrachloroéthylène (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.4.2: Verteilung der Tetrachlorethen- konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

En Alsace, le pourcentage de points où les valeurs de concentration dépassent 0,2 ou 0,3 µg/l, est quasiment identique pour les deux molécules (près de 25 %). Côté badois, on dénombre plus de points où les concentrations sont supérieures à la limite de quantification pour le tétrachloroéthylène (32,3 %) que pour le trichloroéthylène (22,7 %).

La plupart des valeurs de concentration mesurées, supérieures à la limite de quantification, se situent dans la tranche de teneurs comprises entre la limite de quantification maximale (0,2 ou 0,3 µg/l) et le seuil de 10 µg/l. Pour le tétrachloroéthylène, en Alsace et au Bade-Wurtemberg, le pourcentage de points de mesures concerné est compris entre 20 et 30 %. Le même phénomène est observé pour le trichloroéthylène.

La valeur de 10 µg/l est plus souvent dépassée pour le tétrachloroéthylène que pour le trichloroéthylène. Ainsi, on observe un dépassement de ce seuil sur 11 points en Alsace et 17 points pour le Bade-Wurtemberg, soit respectivement 2,6 et 3,2 % des points du réseau.

Im Elsass ist der Anteil der Messstellen, an denen die Werte über 0,2 bzw. 0,3 µg/l liegen, jeweils bei beiden Stoffen praktisch identisch (knapp 25 %). Auf badischer Seite sind mehr Messstellen zu verzeichnen, an denen die Werte für Tetrachlorethen über der Quantifizierungsgrenze liegen (32,3 %), als solche, an denen dies für Trichlorethen der Fall ist (22,7 %).

Die meisten Messergebnisse über der Quantifizierungsgrenze liegen im Segment zwischen der oberen Quantifizierungsgrenze (0,2 bzw. 0,3 µg/l) und dem Grenzwert für Trinkwasser von 10 µg/l. Bezogen auf Tetrachlorethen liegen die Werte an 20 bis 30 % der Messstellen in diesem Segment. Gleiches gilt für Trichlorethen.

Der Grenzwert von 10 µg/l wird bei Tetrachlorethen häufiger überschritten als bei Trichlorethen. Werte über 10 µg/l sind für ersteren Stoff an 11 Messstellen im Elsass und an 17 Messstellen in Baden-Württemberg und damit jeweils an 2,6 bzw. 3,2 % der Messstellen zu verzeichnen.

Pour le trichloroéthylène, le dépassement est observé sur 4 points du réseau en Alsace et 1 point en Bade-Wurtemberg, ce qui représente des pourcentages inférieurs à 1 %. Par rapport à 1996/1997, les résultats des campagnes de mesures mettent en évidence une certaine amélioration pour le trichloroéthylène (cf. tab. 3.4.1).

Concernant le tétrachloroéthylène, il n'y a pas d'évolution significative en Alsace. Pour le côté badois, on constate une amélioration de la situation pour le secteur étudié en 1997 (partie au sud de Karlsruhe) qui est compensée en moyenne par la prise en compte de nouveaux points en 2003 (extension du réseau) présentant des concentrations en tétrachloroéthylène élevées. On n'observe ainsi globalement aucune amélioration significative (cf. tab. 3.4.1).

Bei Trichlorethen wird dieser Wert an 4 Messstellen im Elsass und an 1 Messstelle in Baden-Württemberg überschritten, so dass sich Prozentsätze von unter 1 % ergeben. Im Vergleich zur Erhebung 1996/1997 ist bei Trichlorethen eine leichte Verbesserung festzustellen (vgl. Tab. 3.4.1).

In Bezug auf Tetrachlorethen ist im Elsass keine signifikante Veränderung zu beobachten. Auf badischer Seite ist in Bezug auf das 1997 beprobte Gebiet (südlich von Karlsruhe) eine Verbesserung festzustellen, die allerdings beim Durchschnittswert nicht zum Tragen kommt, da 2003 zusätzliche Messstellen berücksichtigt werden (erweitertes Messnetz), die erhöhte Werte für den Gehalt an Tetrachlorethen aufweisen. Insgesamt ist hier also keine signifikante Verbesserung festzustellen (vgl. Tab. 3.4.1).

Tab. 3.4.1 : Comparaison des teneurs en tétrachloroéthylène et trichloroéthylène entre 1997 et la période 2001-2003 pour l'Alsace et le Bade-Wurtemberg

Tab. 3.4.1: Werte für den Gehalt an Tetrachlorethen und Trichlorethen im Elsass und in Bade-Württemberg im Vergleich zwischen 1997 und 2001-2003

		Tétrachloroéthylène / Tetrachlorethen		Trichloroéthylène / Trichlorethen	
		1997	2001 / 2002 / 2003	1997	2001 / 2002 / 2003
% de points supérieurs à la valeur 10 µg/l	Alsace	16,4	17,6	2,5	0,9
Anteil Messstellen mit Werten über 10 µg/l (in Prozent)	Baden-Württemberg	60,3	48,3	1,9	0,2

Pour les très fortes teneurs, il n'y a pas pour le tétrachloroéthylène, de différence significative entre les données de 1996/1997 et les résultats de cet inventaire. En revanche, on observe une certaine amélioration pour le trichloroéthylène en Bade-Wurtemberg où aucun dépassement de la valeur de 70 µg/l (seuil de l'OMS) n'a été observé alors que 2 points étaient concernés en 1996/1997.

En Alsace comme du côté badois, les zones concernées par la présence des ces deux molécules, qu'il s'agisse de pollution diffuse ou ponctuelle, sont approximativement les mêmes qu'en 1996/1997 (cf. rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol. 2, pages 143 à 149 ; Région Alsace, 2000).

Bei den sehr hohen Werten ergibt sich bezogen auf Tetrachlorethen kein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen der Erhebung 1996/1997 und den aktuellen Ergebnissen. Bei Trichlorethen ist in Baden-Württemberg eine leichte Verbesserung zu verzeichnen, dort wurde der Grenzwert von 70 µg/l (der WHO) nicht mehr überschritten, nachdem dies 1996/1997 noch an zwei Messstellen der Fall gewesen war.

Im Elsass decken sich ebenso wie auf badischer Seite die Bereiche, in denen die beiden genannten Stoffe anzutreffen sind, annähernd mit den Ergebnissen aus der Erhebung 1996/1997 - ganz gleich, ob es sich um punktuelle oder diffuse Belastungen handelt (vgl. Seite 143 bis 149 im Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd. 2, Région Alsace, 2000).

L'élargissement du réseau de mesures jusqu'au nord du Bade-Wurtemberg a pour effet l'apparition de zones de contamination supplémentaires constituées par les villes de Mannheim, Heidelberg et Karlsruhe.

On note cependant côté alsacien, pour les deux molécules, une aggravation de la pollution diffuse au nord-est de Mulhouse. Les points où les concentrations sont comprises dans la tranche de valeurs 0,2/0,3 – 10 µg/l sont plus présents vers le nord qu'en 1996/1997. La contamination par le trichloroéthylène atteint, en 2003, le sud de Colmar.

Aufgrund der Ausweitung des Messnetzes bis in den Norden von Baden-Württemberg sind die Städte Mannheim, Heidelberg und Karlsruhe als zusätzliche Belastungsschwerpunkte hinzugekommen.

Auf elsässischer Seite ist nordöstlich von Mulhouse für beide Stoffe eine Verschlimmerung der diffusen Belastung festzustellen. Messstellen mit Werten im Segment 0,2/0,3 – 10 µg/l sind im Vergleich mit 1996/1997 verstärkt in Richtung Norden zu verzeichnen. Die Belastung des Grundwassers mit Trichlorethen reicht 2003 bis südlich von Colmar.

Somme des concentrations en trichloroéthylène et en tétrachloroéthylène

La somme des concentrations en trichloroéthylène et en tétrachloroéthylène a pu être réalisée sur 423 points de mesures en Alsace et 533 en Bade-Wurtemberg.

Summe der Tri- und Tetrachlorethenkonzentration

Der Summenwert für die Tri- und Tetrachlorethenkonzentrationen wurde bezogen auf 423 Messstellen im Elsass und 533 in Baden-Württemberg berechnet.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

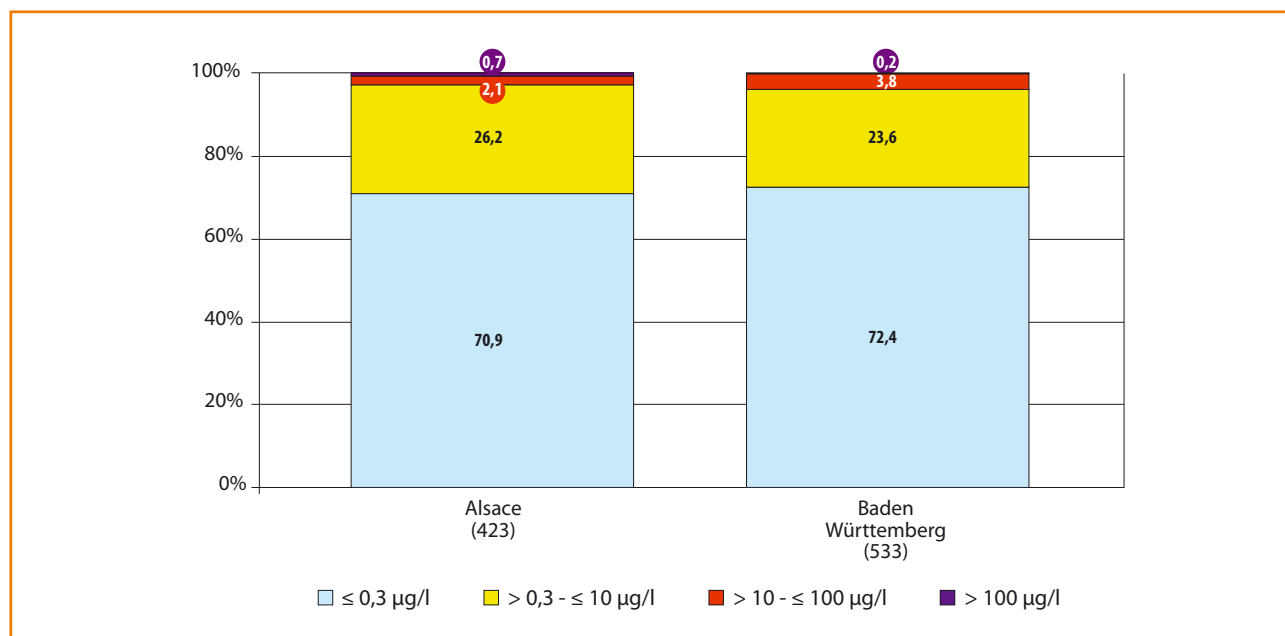


Fig. 3.4.3 : Répartition par classe de concentration de la somme en trichloroéthylène et tétrachloroéthylène (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.4.3: Verteilung der Summe der Tri- und Tetrachlorethen-konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Sur l'ensemble de la zone d'étude, on constate un nombre limité de points de mesures (3,2 %) où les concentrations cumulées en tri et tétrachloroéthylène sont supérieures à la limite de potabilité de 10 µg/l.

Par rapport à 1997, en Alsace, le pourcentage de points supérieurs à la concentration de 10 µg/l passe de 4,6 % à 2,8 %. Il semble y avoir une amélioration de la qualité de l'eau dans les fortes concentrations. Ceci concerne essentiellement l'agglomération strasbourgeoise. Côté Bade-Wurtemberg, la situation semble équivalente à celle de 1996/1997. On observe cependant dans la partie nord du Land, zone nouvellement intégrée à ce diagnostic, une proportion de points supérieurs à la limite de potabilité relativement importante autour de l'agglomération de Heidelberg.

Si des améliorations sont observées localement pour les plus fortes teneurs, une contamination à caractère diffus, à faible teneur, sur environ 30 % des points de mesures est constatée et s'intensifie par rapport à 1996/1997.

C'est particulièrement le cas en Alsace. En effet la zone située dans le centre de la plaine, de Colmar à Sélestat, et entre l'Ill et le Rhin, en est un exemple explicite. Côté Bade-Wurtemberg, il n'y a pas d'évolution significative observée.

Malgré tout, par rapport à 1996/1997 certaines concentrations très élevées à l'époque ont diminué : à Freiburg comme près de Müllheim on ne trouve plus de dépassements de limites.

Insgesamt liegen an einer geringen Anzahl Messstellen (3,2 %) die Summenwerte für Tri- und Tetrachlorethen über dem Trinkwassergrenzwert für Trinkwasser von 10 µg/l.

Im Elsass ist der Anteil der Messstellen, an denen 10 µg/l überschritten werden, gegenüber 1996/1997 von 4,6 % auf 2,8 % zurückgegangen. Offenbar hat sich die Wasserqualität bezogen auf die hohen Konzentrationen verbessert. Dies betrifft insbesondere den Besiedlungsgroßraum Strasbourg. Auf baden-württembergischer Seite ist die Lage offenbar im Vergleich zu 1996/1997 unverändert geblieben. Allerdings ist im nördlichen Teil dieses Bundeslandes, der neu in die Bestandsaufnahme mit einbezogen wurde, im Besiedlungsgroßraum Heidelberg ein relativ hoher Anteil an Messstellen mit Werten über dem Trinkwassergrenzwert gelegen.

Einerseits sind zwar lokal Verbesserungen bei den sehr hohen Konzentrationen zu beobachten, andererseits ist wiederum an rund 30 % der Messstellen eine diffuse Belastung in geringer Höhe festzustellen, und dies im Vergleich zu 1996/1997 mit steigender Tendenz.

Letzteres trifft insbesondere auf das Elsass zu. Der betreffende Bereich im Elsass erstreckt sich im mittleren Teil der Ebene von Colmar bis Sélestat zwischen Ill und Rhein und ist ein typisches Beispiel hierfür. Auf baden-württembergischer Seite sind kaum signifikante Veränderungen zu beobachten.

Im Vergleich zu 1996/1997 sind jedoch einige damals sehr hohe grenzwertüberschreitende Konzentrationen zurückgegangen, so dass in Freiburg und bei Müllheim keine Grenzwertüberschreitungen mehr zu finden sind.

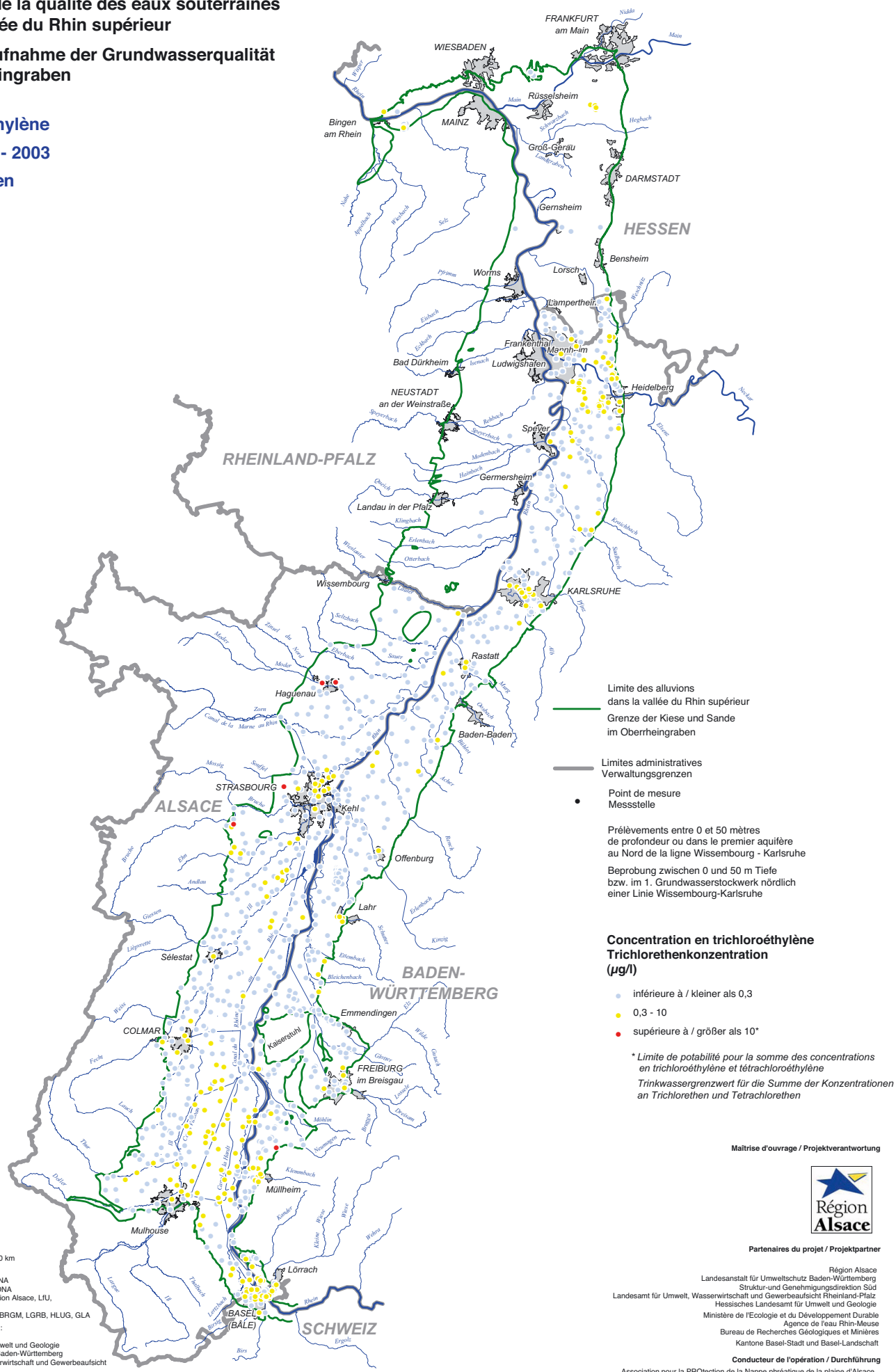
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Trichloroéthylène

2001 - 2002 - 2003

Trichlorethen



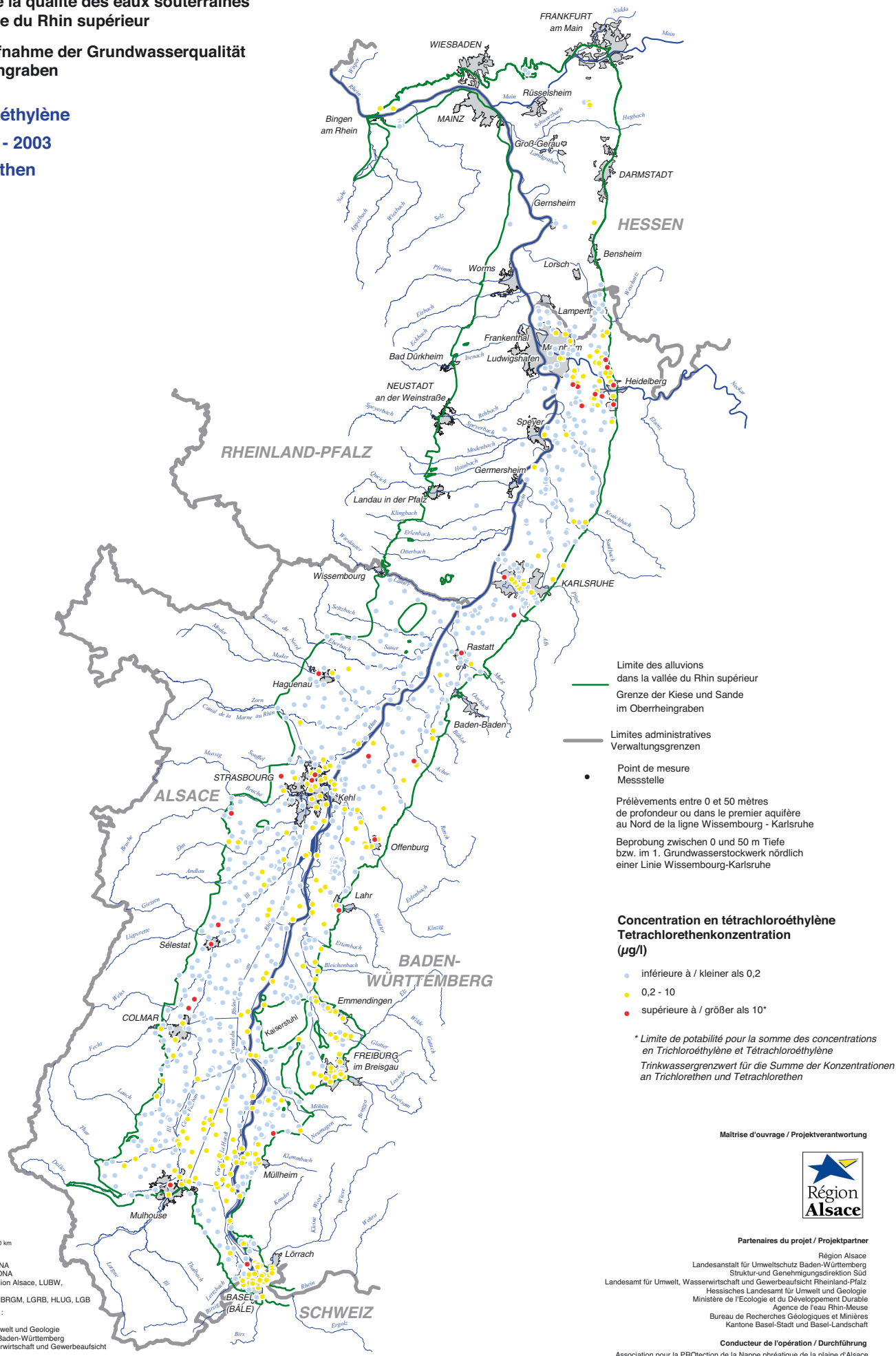
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Tétrachloroéthylène

2001 - 2002 - 2003

Tetrachlorethen



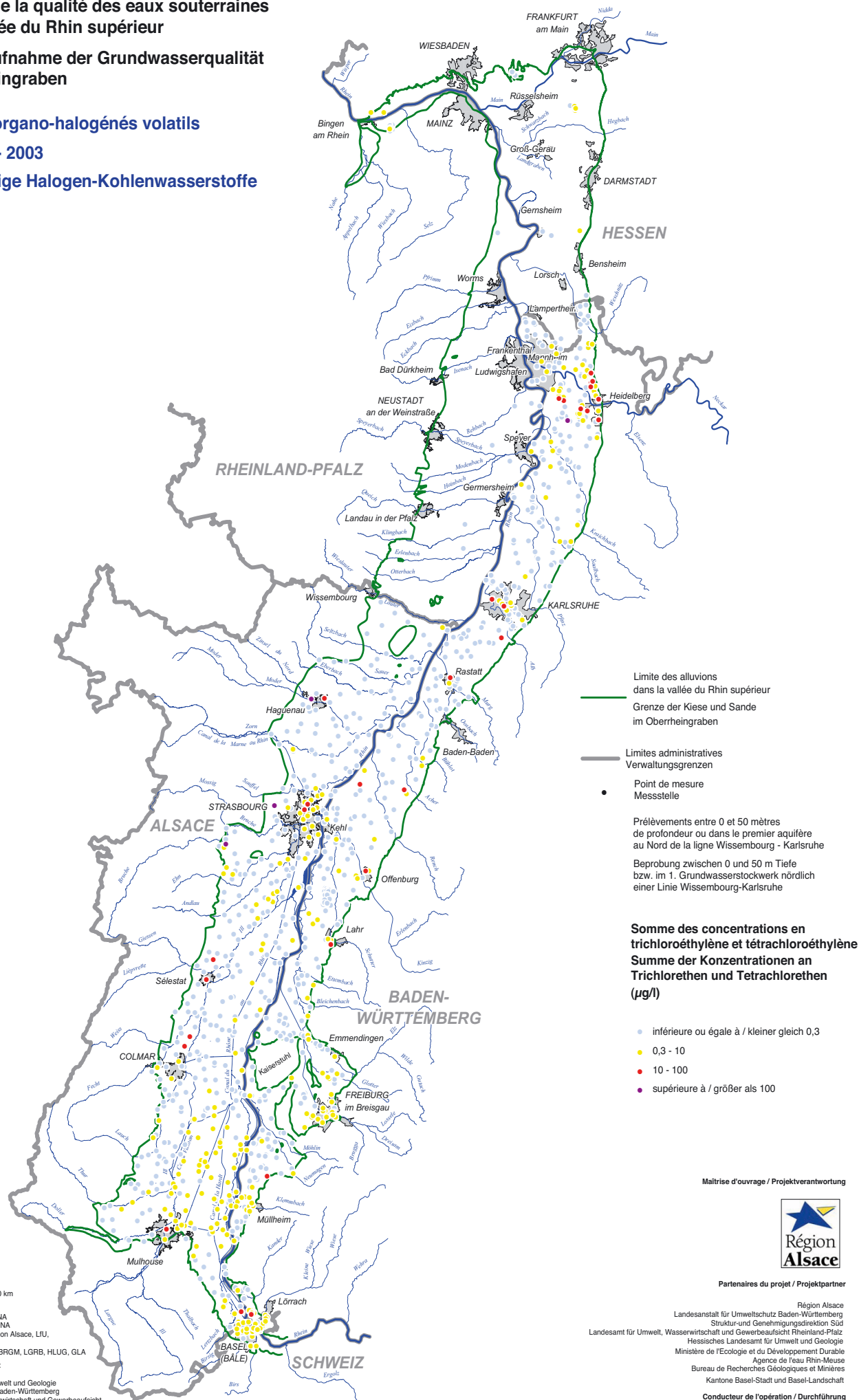
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Composés organo-halogénés volatils

2001 - 2002 - 2003

Leichtflüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe



3.4.3 Chloroforme

Le chloroforme est l'organochloré le plus souvent détecté dans les eaux souterraines de la vallée du Rhin supérieur après le tri- et le tétrachloroéthylène.

Le chloroforme a été pris en compte dans les campagnes de mesures en Alsace comme au Bade-Wurtemberg en 1996/1997 et en 2001-2003. En 1996/1997, les analyses ont porté sur 783 points de mesures et 13,4 % d'entre eux présentaient une concentration supérieure aux limites de quantification. En 2001-2003, le réseau retenu compte 1 014 points, dont 992 pour l'Alsace, la Suisse et le Bade-Wurtemberg.

3.4.3 Trichlorméthane (Chloroforme)

Trichlorméthane (Chloroforme) ist nach Tri- und Tetrachlorethen der dritthäufigste Chlorkohlenwasserstoff im Grundwasser des Oberrheingrabens.

Im Elsass und in Baden-Württemberg wurde das Grundwasser sowohl bei der Beprobungskampagne 1996/1997 als auch 2001-2003 auf Trichlormethan untersucht. 1996/1997 wurde der Trichlormethan-Gehalt an 783 Messstellen bestimmt, an 13,4 % davon wurden Werte über der Quantifizierungsgrenze festgestellt. 2001-2003 betrug die Anzahl der untersuchten Messstellen 1.014, von denen 992 auf das Elsass, die Schweiz und Baden-Württemberg entfielen.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

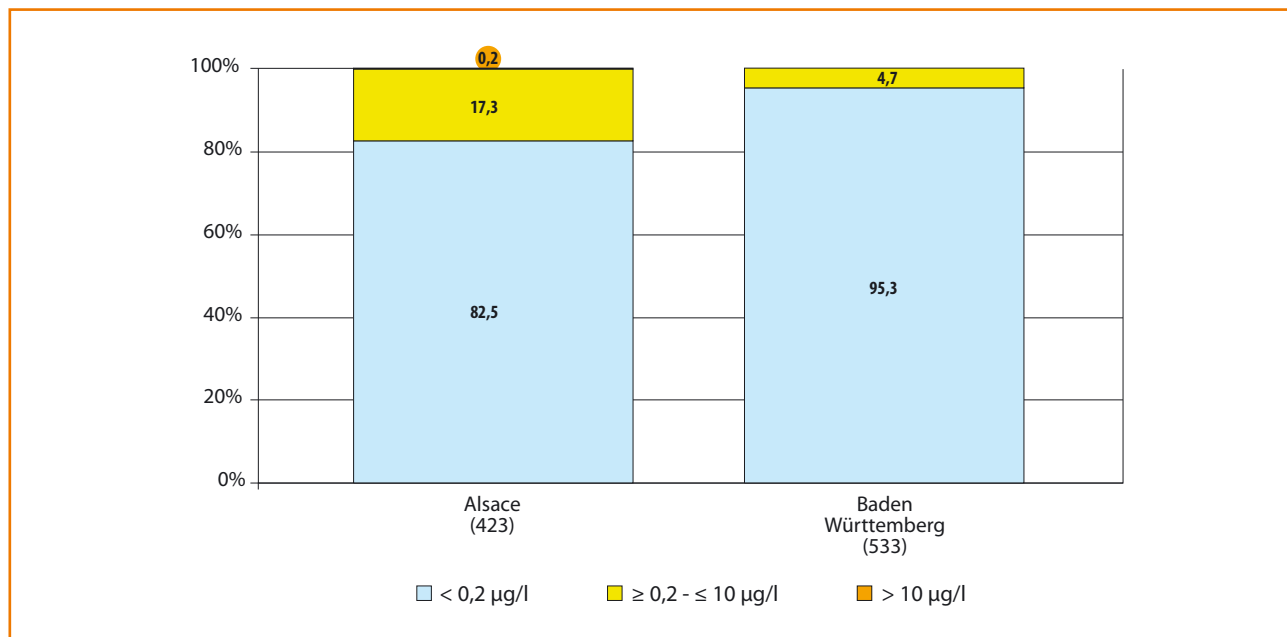


Fig. 3.4.4 : Répartition par classe de concentration en chloroforme (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.4.4: Verteilung der Trichlormethankonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Par rapport à 1996/1997, où 13,4 % des points de mesures étaient concernés par un dépassement des limites de quantification on observe une augmentation du nombre de points de mesures concernés qui passe à 14,3 %. Cette augmentation n'est cependant pas significative compte tenu des évolutions des limites de quantification entre les deux inventaires et de l'élargissement du réseau de mesures dans le Bade-Wurtemberg.

Effectivement, essentiellement en Alsace, les limites de quantification données par les différents laboratoires d'analyses ont beaucoup diminué, passant en 1997 d'une valeur maximale de 0,7 µg/l à une valeur maximale de 0,2 µg/l en 2002/2003. En Bade-Wurtemberg, les valeurs des limites de quantification restent par contre équivalentes entre les deux inventaires ; dans ce cas, on note une forte amélioration avec un nombre de détections qui passe de 11,4 % à 6,7 %.

Si l'on considère les concentrations supérieures à 0,7 µg/l (limite de quantification maximale de 1996/1997), on observe que 6 points de mesures étaient concernés en Alsace en 1996/1997, contre 35 points en 2003. Côté badois, trois points de mesures notables avec des taux supérieurs à 0,7 µg/l ont été constatés pour chaque campagne ; dans l'un des cas il s'agit du même point pour lequel la concentration n'a pas diminué. Pour les deux autres points de mesures de la campagne de prélèvement 1996/1997, les concentrations ont diminué et sont inférieures à 0,7 µg/l. En revanche, la concentration a augmenté pour l'un des points de mesures et un point de mesures contaminé s'y est ajouté en raison de l'élargissement du réseau de mesures du Bade-Wurtemberg.

Les valeurs de concentrations maximales enregistrées sont également d'intensité différente entre l'Alsace et le Bade-Wurtemberg. On observe ainsi en Bade-Wurtemberg, une concentration maximale de 5,8 µg/l contre 14 µg/l en Alsace.

Les secteurs concernés par la présence de chloroforme sont les zones de périphérie des grandes agglomérations et/ou au droit d'industries (Bâle, région de Müllheim, Freiburger Bucht, Strasbourg, Rastatt, Heidelberg), mais également au niveau de deux grandes zones de pollution à caractère diffus en Alsace :

- le débouché de la Thur à l'aval de Thann jusqu'à sa confluence avec l'III,
- le centre de la plaine, de Mulhouse à Sélestat entre l'III et le Rhin.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Im Vergleich zu 1996/1997 - damals lagen an 13,4 % der Messstellen die Werte über der Quantifizierungsgrenze - ist dies nun an 14,3 % der Fall. Die Zunahme ist jedoch in Anbetracht der veränderten Voraussetzungen in Bezug auf die Quantifizierungsgrenzen und hinsichtlich der Ausweitung des Messnetzes in Baden-Württemberg im Vergleich der beiden Bestandsaufnahmen nicht signifikant.

Vor allem im Elsass liegen die von den verschiedenen Analyselabors vorgegebenen Quantifizierungsgrenzen inzwischen deutlich niedriger, sie sind von 0,7 µg/l 1997 auf 0,2 µg/l 2002/2003 zurückgegangen. In Baden-Württemberg hat es hingegen im Vergleich der beiden Beprobungskampagnen in Bezug auf die Quantifizierungsgrenzen keine Veränderungen gegeben. Hier ist eine deutliche Verbesserung festzustellen, indem die Nachweise von 11,4 % auf 6,7 % zurückgegangen sind.

Im Vergleich der Werte über 0,7 µg/l (obere Quantifizierungsgrenze 1996/1997) ist festzustellen, dass im Elsass 1996/1997 sechs Messstellen entsprechende Werte aufwiesen, 2003 hingegen 35 Messstellen. Auf badischer Seite sind in beiden Kampagnen je drei Messstellen mit Werten über 0,7 µg/l auffällig, dabei handelt es sich in einem Fall um die gleiche Messstelle an der sich die Konzentration nicht verringert hat. An den anderen beiden Messstellen aus der Beprobung 1996/1997 haben sich die Konzentrationen auf weniger als 0,7 µg/l verringert. Dagegen hat sich an einer Messstelle die Konzentration erhöht und eine belastete Messstelle ist aufgrund der baden-württembergischen Messnetzausweitung neu hinzugekommen.

Unterschiedlich sind zwischen dem Elsass und Baden-Württemberg auch die Ergebnisse bezogen auf den höchsten gemessenen Wert. Dieser liegt in Baden-Württemberg bei 5,8 µg/l, im Elsass hingegen bei 14 µg/l.

Die Bereiche, in denen Trichlormethan im Grundwasser vorkommt, liegen am Rand von Besiedlungsgroßräumen bzw. im Bereich von Industrieansiedlungen (Basel, Müllheimer Raum, Freiburger Bucht, Strasbourg, Rastatt, Heidelberg), in zwei Fällen handelt es sich aber auch um größere Bereiche mit diffuser Belastung im Elsass, und zwar:

- im Eintrittsbereich der Thur unterhalb von Thann bis zu ihrem Zusammenfluss mit der III,
- im mittleren Teil der Ebene von Mulhouse bis Sélestat zwischen III und Rhein.

L'identification de la source des pollutions, localisées au droit ou à proximité de zones industrielles et donc de caractère ponctuel, est assez facile à établir. Les activités des entreprises sont connues et le traitement de la pollution est en général assuré.

A l'opposé, l'identification de la source de zones de pollution à caractère plus diffus, notamment dans les zones où l'activité agricole est majoritaire, est plus difficile à identifier, l'agriculture n'étant pas utilisatrice de solvants organochlorés.

En effet, le chloroforme est en général un produit entreposé, puis utilisé en tant que tel dans des processus industriels. Toutefois, il peut également apparaître comme un produit de biodégradation, ou métabolite, d'un autre composé organochloré ayant subi une transformation au cours d'une migration dans la nappe ou dans l'atmosphère.

Pour la zone de pollution diffuse située au centre de la plaine, entre Mulhouse et Sélestat, il est difficile d'envisager qu'une ou plusieurs sources de pollution au droit de sites industriels puisse générer un panache de pollution d'une telle amplitude. La vitesse d'écoulement de la nappe est très faible et la source de pollution devrait nécessairement être très ancienne, très importante et toujours active (cf. paragraphe 3.2.15 sur les chlorures), pour être transportée par la nappe des environs de Mulhouse jusqu'au niveau de Sélestat. Dans cette hypothèse, les pollutions auraient nécessairement été repérées auparavant lors du contrôle des installations classées.

L'hypothèse la plus probable pour expliquer le caractère diffus de cette pollution serait l'existence d'une pollution atmosphérique résultant de l'activité des sites industriels de la périphérie de Mulhouse, entre Thann et Ensisheim et des bords du Rhin, pour la contamination du centre plaine.

Cette hypothèse est étayée d'une part par l'étude des vents dominants qui sont pour le Fossé rhénan, orientés majoritairement nord/sud avec une dominance de direction sud vers nord, et ouest/est en sortie des vallées vosgiennes. D'autre part, la vallée de la Thur est une vallée très industrialisée contrairement aux vallées de la Doller, de la Fecht ou du Giessen où il n'est pas constaté à leur débouché dans la plaine de trace de chloroforme dans les eaux souterraines.

Die Ursache für punktuelle Verschmutzungen in bzw. bei Industrieansiedlungen ist relativ einfach zu ermitteln. Um welche Art von Industrietätigkeit es sich handelt, ist bekannt und im allgemeinen wird für Abhilfe gesorgt.

Im Gegensatz dazu gestaltet sich die Bestimmung der Ursache wesentlich schwerer, wenn es sich um eine eher diffus ausgeprägte Grundwasserbelastung handelt, wie dies insbesondere in vorrangig landwirtschaftlich genutzten Bereichen der Fall ist, da in der Landwirtschaft keine chlorierten Kohlenwasserstofflösungsmittel verwendet werden.

Trichlormethan ist üblicherweise ein Rohprodukt, das in industriellen Verfahren zum Einsatz kommt. Allerdings kann Trichlormethan auch als Abbauprodukt einer anderen Chlorkohlenwasserstoffverbindung auftreten, die sich beim Eintrag ins Grundwasser oder in der Luft verändert.

Bezogen auf den Bereich mit diffuser Verschmutzung im mittleren Teil der Ebene von Mulhouse bis Sélestat ist es nur schwer vorstellbar, dass eine oder mehrere Eintragsstellen im Bereich von Industrieanlagen einen so umfangreichen Belastungsbereich bewirken sollen. Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers ist sehr gering und der Eintrag müsste schon sehr lange in großem Umfang bestehen (vgl. Abschnitt 3.2.15 über Chlorid), um einen Schadstofftransport im Grundwasser vom Rand von Mulhouse bis nach Sélestat zu bewirken. Legt man diese Annahme zugrunde, hätte der Eintrag eigentlich im Rahmen der Überprüfung von zum Schutz der Umwelt klassifizierten Anlagen festgestellt werden müssen.

Als wahrscheinlichste Erklärung für die diffuse Belastung des Grundwassers im mittleren Teil der Ebene im Elsass ist eine Belastung der Luft durch Industrieunternehmen am Rand von Mulhouse, zwischen Thann und Ensisheim und am Rhein anzunehmen. Als Verursacher für die Grundwasserbelastung mit Trichlormethan kommt außerdem die Industrie in Frage, wahrscheinlich die chemische.

Diese Hypothese wird bei Inbetrachtung der vorherrschenden Windrichtungen dadurch gestützt, dass diese im Oberrheingraben mehrheitlich von Süden nach Norden und am Ausgang der Vogesentäler von Westen nach Osten verläuft. Weiterhin ist das Tal der Thur in hohem Maße industriell besiedelt, im Unterschied zu den Tälern von Doller, Fecht bzw. Giessen, an deren Eintritt in die Ebene keine Trichlormethan-Spuren im Grundwasser zu finden sind.

Conclusions

L'origine de la pollution diffuse au chloroforme de la nappe côté alsacien n'a pas pu être clairement identifiée. Les hypothèses évoquées mériteront d'être analysées dans le cadre d'une étude diagnostic spécifique à cette contamination. Il apparaît également nécessaire d'entreprendre des travaux de recherche sur les phénomènes de métabolisation donnant lieu à l'apparition de chloroforme ainsi que sur les processus de migration du polluant dans les sols lorsqu'il est déposé par la voie des précipitations.

Le suivi de l'évolution des concentrations en chloroforme dans les eaux souterraines de ces zones et de leur propagation vers le nord est essentiel. Il apparaît également intéressant, compte tenu de la probabilité qu'il s'agisse d'une contamination relayée par la voie atmosphérique, de vérifier les teneurs en chloroforme de la nappe plus en profondeur.

Ergebnis

Die Ursache für die diffuse Belastung des Grundwassers mit Trichlormethan auf elsässischer Seite lässt sich nicht abschließend klären. Die angedachten Hypothesen wären im Rahmen einer speziell auf diesen Schadstoff ausgerichteten Studie zu vertiefen. Weiterhin wären Forschungen zu den Abbauvorgängen, die zu Trichlormethan führen, sinnvoll und ebenso zu den Migrationsprozessen des Schadstoffes in den Böden im Zusammenhang mit dem Eintrag durch Niederschläge.

Der Trichlormethan-Gehalt im Grundwasser dieser Bereiche und die Ausweitung in Richtung Norden sind unbedingt zu beobachten. Bei Annahme, dass es sich hier um eine Belastung handelt, die über die Luft als zwischengeschaltetes Medium transportiert wird, ist es auch von Interesse, den Trichlormethan-Gehalt der tieferen Grundwasser-schichten zu überprüfen.

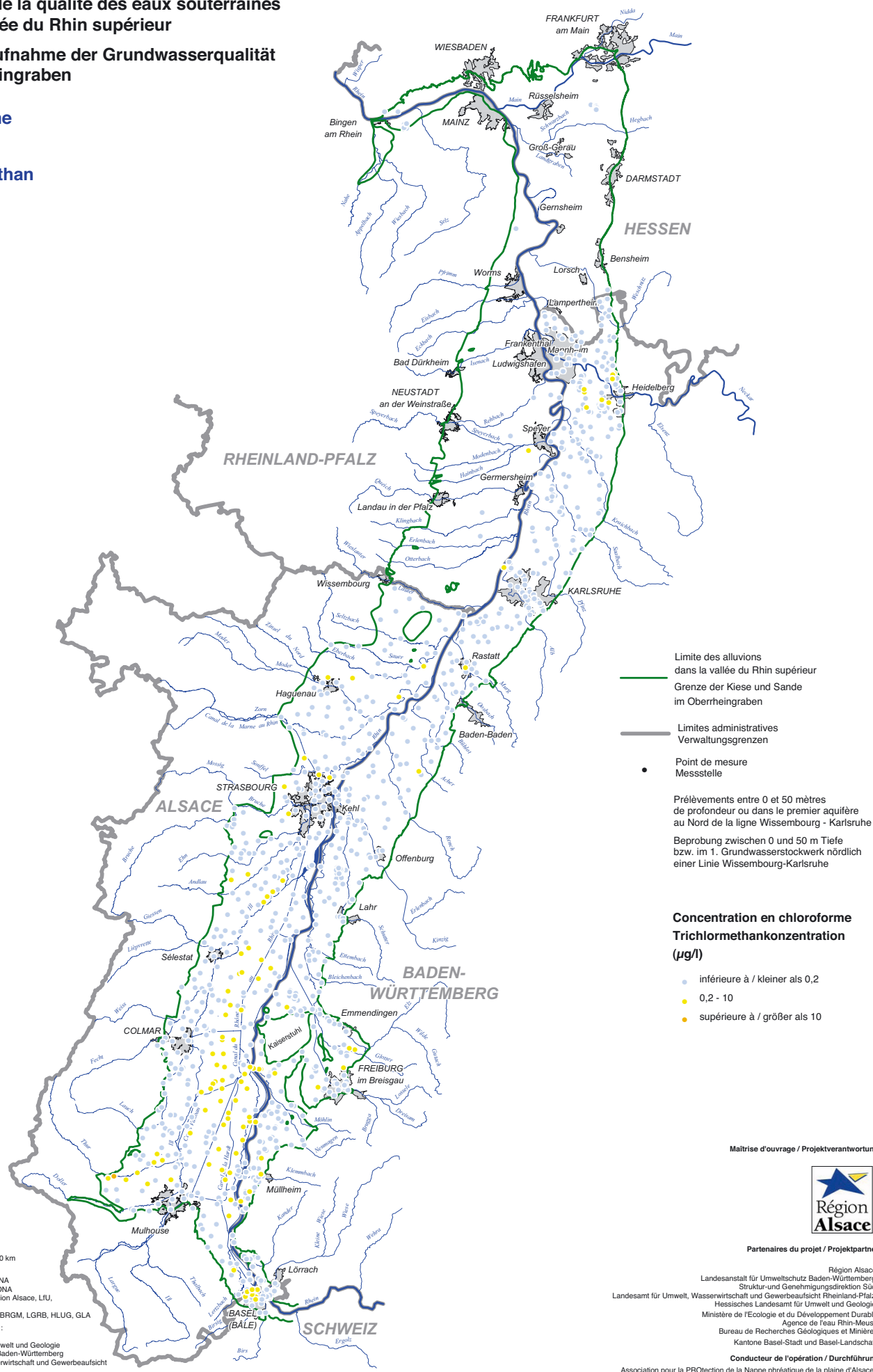
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Chloroforme

2002 - 2003

Trichlormethan



Conception / Gestaltung : APRONA
Réalisation / Bearbeitung : APRONA
Données / Datengrundlage : Région Alsace, LfU, LUWG, HLUG, BS/BL
Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, GLA
Fond de carte / Kartengrundlage :
© IGN BD Carthage / BD Carthage
© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
© Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
GG25 © swisstopo

Novembre / November 2005

3.4.4 1,1,1-Trichloroéthane

Après le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène, substances les plus souvent mises en évidence dans les eaux de la nappe, puis le chloroforme, le 1,1,1-trichloroéthane est un composé organochloré assez souvent détecté.

Le 1,1,1-trichloroéthane a été analysé sur 988 points de mesures. L'Alsace et le Bade-Wurtemberg ont réalisé ces analyses respectivement sur 423 et 533 points de mesures.

Les résultats des campagnes d'analyses sont présentés dans la figure ci-dessous, et la carte des teneurs est consultable dans le CD-Rom annexé à ce rapport.

3.4.4 1,1,1-Trichlorethan

Nach Trichlorethen und Tetrachlorethen als den beiden am häufigsten im Grundwasser nachgewiesenen Verbindungen, gefolgt von Trichlormethan, ist 1,1,1-Trichlorethan ein weiterer Chlorkohlenwasserstoff, der recht häufig im Grundwasser anzutreffen ist.

Auf 1,1,1-Trichlorethan wurden 988 Messstellen beprobt. Im Elsass und Baden-Württemberg wurden entsprechende Analysen an 423 bzw. 533 Messstellen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Beprobungskampagnen sind nachstehender Grafik zu entnehmen, die Karte mit den Ergebnissen für diesen Parameter kann auf der CD-ROM eingesehen werden, die vorliegendem Bericht beiliegt.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

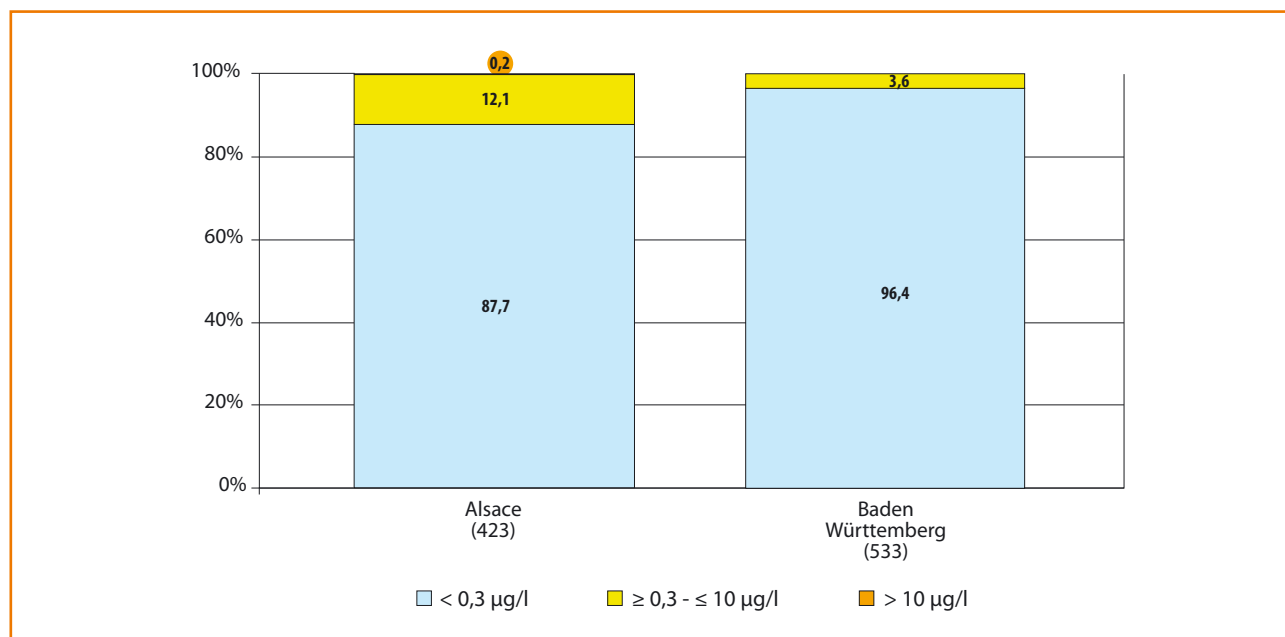


Fig. 3.4.5 : Répartition par classe de concentration en 1,1,1-trichloroéthane (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.4.5: Verteilung der 1,1,1-Trichlorethankonzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

Comme pour le tri et le tétrachloroéthylène, c'est au droit des agglomérations et des sites industriels que l'on constate principalement la présence de 1,1,1-trichloroéthane.

L'Alsace est nettement plus concernée que le Bade-Wurtemberg par cette problématique avec 12,3 % des points de mesures dont les teneurs dépassent la limite de quantification maximale de 0,3 µg/l. On dénombre 1 point où la teneur mesurée, de 37,9 µg/l, est très importante. En Bade-Wurtemberg, la teneur maximale atteint 2,5 µg/l et 3,6 % des points sont concernés par un dépassement de la limite de quantification maximale.

Comme pour le tri, le tétrachloroéthylène et le chloroforme, le secteur situé au nord-est de Mulhouse présente une série de points où les teneurs enregistrées en 1,1,1-trichloroéthane mettent en évidence une pollution diffuse.

Les raisons évoquées plus avant, lors de l'identification de l'origine d'une pollution diffuse par les autres composés OHV, dans des zones à dominante agricole, sont également valables pour cette substance.

Toutefois, par rapport à 1996/1997, il semble y avoir, contrairement au cas du chloroforme, une diminution du nombre de points de mesures concernés passant de 16,6 % à 12,3 % en Alsace.

Dans le Bade-Wurtemberg aussi, une amélioration se fait jour. Sur un point de mesures qui en 1996/1997 présentait encore une concentration supérieure à 10 µg/l, les concentrations ont fortement diminué, même si le 1,1,1-trichloroéthane y est toujours détectable.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Wie Trichlorethen und Tetrachlorethen ist auch 1,1,1-Trichlorethan vor allem im Bereich von Siedlungsgroßräumen und Industrieansiedlungen anzutreffen.

Im Elsass ist die Problematik deutlich stärker ausgeprägt, hier liegt an 12,3 % der Messstellen der Gehalt über der oberen Quantifizierungsgrenze von 0,3 µg/l. An einer Messstelle ergibt sich mit 37,9 µg/l ein ungewöhnlich hoher Wert. In Baden-Württemberg beträgt der höchste gemessene Wert 2,5 µg/l, hier wird die obere Quantifizierungsgrenze an 3,6 % der Messstellen überschritten.

Wie bei Trichlorethen, Tetrachlorethen und Trichlormethan ist bei 1,1,1-Trichlorethan nordöstlich von Mulhouse eine Reihe von Messstellen mit Ergebnissen anzutreffen, die auf eine diffuse Belastung hinweisen.

Die Gründe, die weiter oben im Text im Zusammenhang mit der Ermittlung der Ursachen für die diffuse Belastung mit anderen LHKW in vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Bereichen genannt wurden, treffen auch auf diesen Stoff zu.

Allerdings ist hier anders als bei Trichlormethan offenbar im Vergleich mit 1996/1997 die Zahl der Messstellen rückläufig, an denen 1,1,1-Trichlorethan nachweisbar war, denn diese verringerten sich im Elsass von 16,6 % auf 12,3 %.

Auch in Baden-Württemberg zeichnet sich eine Verbesserung ab. An einer in 1996/1997 noch mit einer Konzentration von über 10 µg/l auffallenden Messstelle haben sich die Konzentrationen stark verringert, jedoch ist 1,1,1-Trichlorethan hier immer noch nachweisbar.

3.5 ÉLÉMENT TRACE : ARSENIC

Généralités

L'arsenic est présent sous forme de traces presque partout dans la nature. Il est un composant naturel des argiles ferrugineuses (schistes à posidonies), des marnes et grès ainsi que des eaux minérales ou des eaux provenant de champs pétrolifères. Il est présent en général sous forme de sulfures dans la croûte terrestre.

Des informations sur l'utilisation de l'arsenic dans l'industrie et l'agriculture, les sources d'émissions potentielles et les voies de transfert ont été présentées dans le rapport de l'Inventaire 1996/1997 de la qualité des eaux souterraines, vol. 2, page 155 (Région Alsace, 2000).

La limite de potabilité européenne est fixée à 10 µg/l ainsi que cela a été recommandé par l'OMS, en raison des effets cancérogènes attribués à cette substance.

3.5 SPURENELEMENT: ARSEN

Allgemeines

Arsen ist fast überall in der Natur in Spuren vorhanden und natürlicherweise in eisenhaltigem Ton (Posidonien Schiefer), Mergel und Sandstein sowie in mineralisiertem Wasser oder Ölfeldwässern enthalten. In der Regel kommt Arsen in sulfidischer Verbindung in der Erdkruste vor.

Informationen zum Einsatz von Arsen in Industrie und Landwirtschaft, Emissionswege sind dem Bericht zur Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität 1996/1997, Bd. 2, auf Seite 155 (Région Alsace, 2000) zu entnehmen.

Der europäische Grenzwert für Trinkwasser liegt bei 10 µg/l und folgt damit der Empfehlung der WHO, die den krebserregenden Eigenschaften Rechnung trägt, die Arsen zugeschrieben werden.

Représentation graphique des résultats

Grafische Darstellung der Ergebnisse

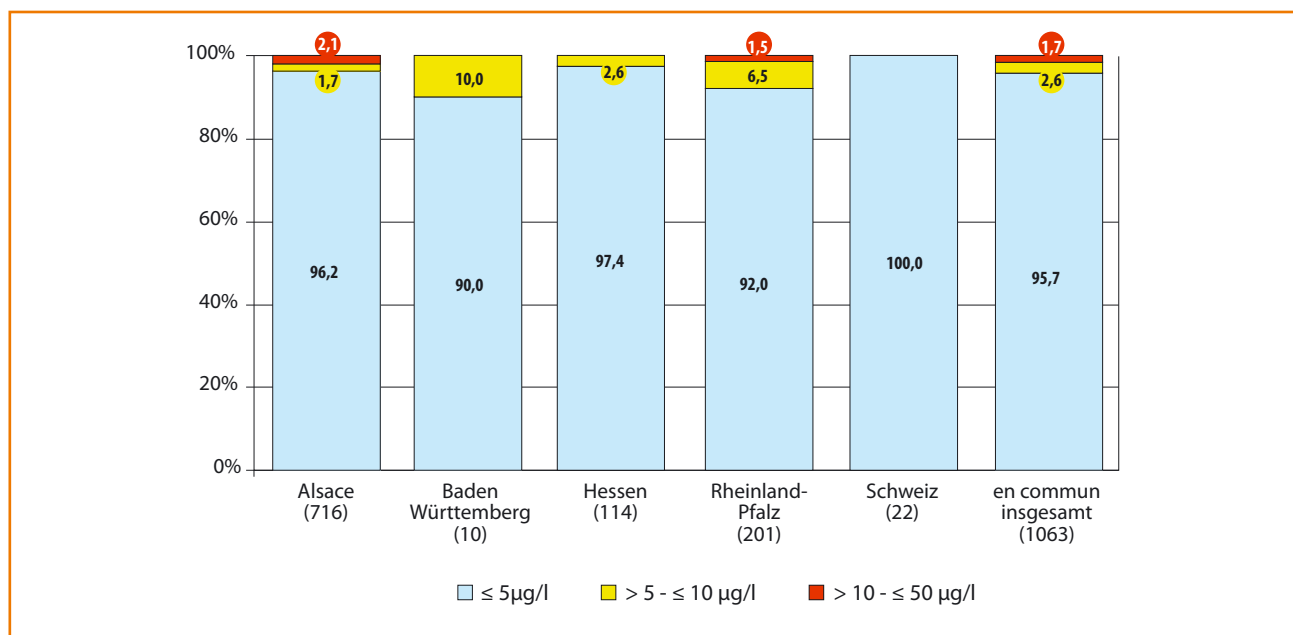


Fig. 3.5.1 : Répartition par classe des valeurs d'arsenic (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.5.1: Verteilung der Arsen-Konzentrationen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

La présence d'arsenic a été détectée sur un peu plus de 33 % des points de mesures sur l'ensemble de la zone d'étude, ce qui représente un nombre de points inférieur à celui de l'inventaire 1996/1997. Cependant, le réseau de 10 points de mesures en 2003 pour le Bade-Wurtemberg n'est pas suffisamment dense pour permettre une comparaison avec 1996/1997 et proposer en 2003 une interprétation d'évolution à l'échelle du Land comme à l'échelle transfrontalière.

En Hesse et Rhénanie-Palatinat, sur respectivement 2,6 % et 8 % des points de mesures la valeur de 5 µg/l est dépassée. En Alsace, 3,8 % des points du réseau, soit 27 points, sont concernés. La limite de potabilité de 10 µg/l est dépassée en Alsace et Rhénanie-Palatinat sur respectivement 2,1 et 1,5 % des points de mesures. En Hesse, aucun point de mesures ne présente de concentration supérieure à 10 µg/l.

En Alsace, les mesures ont été effectuées sur l'ensemble du réseau, soit 716 points de mesures, contre 208 en 1997. Il s'avère donc difficile de proposer une interprétation d'évolution significative de l'état de la nappe. Toutefois, on observe en 2003 des teneurs supérieures à 10 µg/l sur 15 points, soit 2,1 % des points de mesures, contre un seul point en 1997.

Des études spécifiques devront certainement être menées pour étudier cette problématique.

Comme en 1997, le Pliocène de Haguenau connu pour présenter des teneurs naturellement élevées en arsenic est l'un des secteurs les plus concernés (cf. rapport de l'Inventaire 1996/1997, vol. 2, page 156 ; Région Alsace, 2000). Pour les autres secteurs concernés, les données actuellement disponibles sur cette thématique sont insuffisantes pour établir un diagnostic sur l'origine naturelle ou accidentelle de cette contamination.

Le semi-métal qu'est l'arsenic et ses composés font partie du même groupe que le phosphore et ses composés. On le trouve en tant que présence indésirable surtout dans la houille ainsi que dans les engrais minéraux.

Les engrais NPK contiennent env. 10 à 100 mg d'arsenic par ha de surface agricole ; ce sont notamment les sols des vignobles qui peuvent être concernés par une pollution élevée due à l'arsenic héritée du passé en raison des produits de traitement contre les parasites employés au cours des décennies précédentes.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

Arsen wurde an knapp über 33 % der Messstellen des gesamten Untersuchungsgebiets nachgewiesen und damit an weniger Messstellen als 1996/1997. Die Zahl der 2003 in Baden-Württemberg diesbezüglich beprobten zehn Messstellen ist allerdings nicht ausreichend für einen Vergleich mit 1996/1997 und für stichhaltige Aussagen zu den Veränderungen auf Landes- oder grenzübergreifender Ebene im Jahr 2003.

In Hessen und Rheinland-Pfalz liegen die Ergebnisse an 2,6 % bzw. 8 % der Messstellen über 5 µg/l. Im Elsass sind es 27 Messstellen und damit 3,8 %. Der Grenzwert für Trinkwasser von 10 µg/l wird im Elsass und Rheinland-Pfalz an 2,1 % bzw. 1,5 % der Messstellen überschritten. In Hessen liegt an keiner Messstelle ein Gehalt über 10 µg/l vor.

Im Elsass wurden Messungen zu Arsen an sämtlichen 716 Messstellen durchgeführt, 1997 waren es nur 208 gewesen. Mithin ist eine Aussage zu signifikanten Veränderungen des Grundwasserzustandes schwierig zu treffen. 2003 wurden Werte über 10 µg/l an 15 Messstellen und damit an 2,1 % gemessen, 1997 war es nur eine Messstelle gewesen.

Zur Untersuchung dieser Problematik sind in jedem Fall gesonderte Studien durchzuführen.

Wie schon 1997 ist der Haguenauer Pliozän-Grundwasserleiter, der für einen natürlicherweise hohen Arsengehalt bekannt ist, eines der Gebiete mit den höchsten Werten (vgl. Bericht zur Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität 1996/1997, Bd. 2, Seite 156, Région Alsace, 2000). Was die anderen mit Arsen belasteten Bereiche betrifft, so sind die derzeit zu diesem Themenbereich vorhandenen Informationen nicht ausreichend für eine fundierte Aussage darüber, inwiefern die Belastung natürlich oder anthropogen bedingt ist.

Das Halbmetall Arsen und seine Verbindungen sind mit dem Phosphor und seinen Verbindungen verwandt. Als unerwünschte Beimischung findet man Arsen vor allem in der Steinkohle und im Mineraldünger.

N-P-K-Dünger enthalten ca. 10 - 100 mg Arsen pro ha landwirtschaftliche Nutzfläche; vor allem Weinberge können aufgrund der Schädlingsbekämpfungsmittel, die in früheren Jahrzehnten dort angewendet wurden, Arsen-Altlasten darstellen.

Les résultats analysés font apparaître des concentrations en arsenic inférieures à 5 µg/l sur plus de 97% des points de prélèvement d'eau souterraine de la Hesse. Des concentrations d'arsenic comprises entre 5 et 10 µg/l ont été détectées dans seulement env. 3% de toutes les eaux souterraines et brutes.

D'après les données mises à disposition par la Rhénanie-Palatinat pour l'inventaire 2002/2003 concernant le quaternaire du Rhin supérieur, on observe des teneurs en arsenic supérieures à 5 µg/l sur 8 % des points de mesures analysés ; ce pourcentage atteint même 11 % des points de mesures d'après d'autres données disponibles. Entre-temps, ces valeurs ont été confirmées par des analyses multiples effectuées sur de nombreux points de mesures.

On part du principe qu'il existe un rapport entre la fréquence relativement élevée d'arsenic détecté et les conditions fortement réductrices largement répandues dans la nappe qui favorisent la solubilité des composés d'arsenic géogènes – dans la mesure de leur disponibilité géogène bien évidemment. Les teneurs en arsenic sont souvent proportionnellement plus élevées sur les points de mesures dans les couches profondes, ce qui confirme l'origine géogène.

La présentation cartographique ne laisse cependant pas apparaître de foyers régionaux. Les points de mesures situés en aval de Bad Dürkheim qui présentent normalement des teneurs en arsenic élevées n'ont toutefois pas fait l'objet d'une analyse pour l'inventaire de 2002/2003. La source Marx de Bad Dürkheim située sur le bord du fossé rhénan est connue pour présenter des teneurs en arsenic d'origine géogène allant jusqu'à 17 mg/l.

Mehr als 97 % der hessischen Grundwasseraufschlüsse weisen Arsengehalte < 5 µg/l aus. Lediglich in ca. 3 % aller Grund- und Rohwässer werden Arsenkonzentrationen zwischen 5 und 10 µg/l angetroffen.

Bei den für die Bestandsaufnahme 2002/2003 aus Rheinland-Pfalz zur Verfügung stehenden Daten des Ober-rheinquartärs, waren an 8 % der untersuchten Messstellen Arsenwerte über 5 µg/l festzustellen, nach anderen zur Verfügung stehenden Daten sogar an 11 % der Messstellen. Diese Werte sind bei vielen betroffenen Messstellen inzwischen auch mehrfach analytisch abgesichert.

Die relativ häufigen Arsennachweise werden mit dem verbreitet anzutreffenden, stark reduzierenden Grundwassermilieu und der damit verbundenen, erhöhten Löslichkeit geogener Arsenverbindungen - bei entsprechender geogener Verfügbarkeit - gesehen. Tiefmessstellen sind dabei überproportional häufig von erhöhten Arsenwerten betroffen, womit die geogene Herkunft bekräftigt wird.

Regionale Schwerpunkte zeichnen sich in der kartografischen Darstellung jedoch nicht ab. Nicht untersucht wurden in 2002/2003 jedoch Messstellen unterhalb Bad Dürkheim, bei denen sonst erhöhte Arsenwerte festzustellen waren. Bekannt ist die am Grabenrand gelegene Bad-Dürkheimer Marx-Quelle, welche geogen bedingt Arsenwerte bis zu 17 mg/l aufweist.

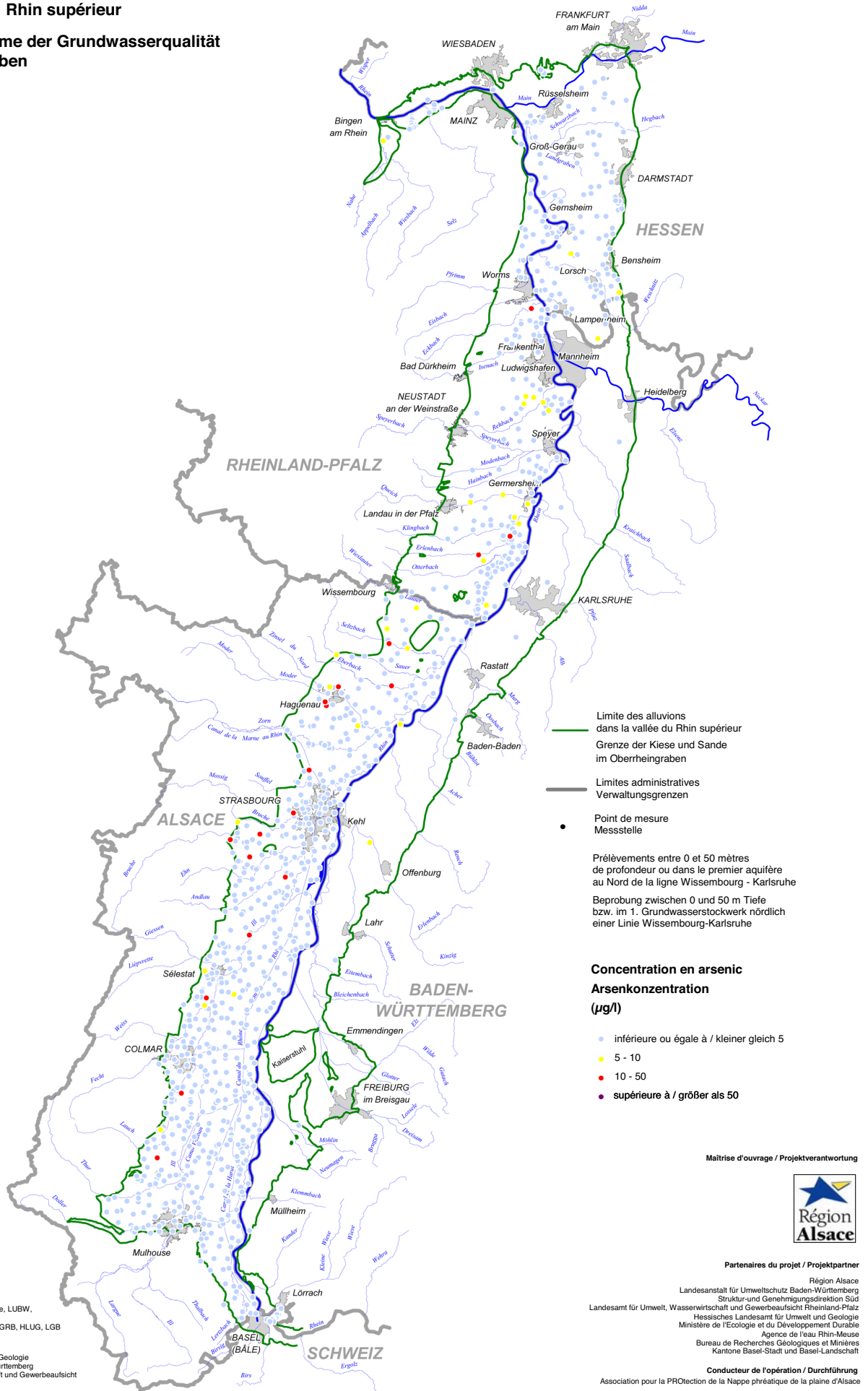
Inventaire de la qualité des eaux souterraines
dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität
im Oberrheingraben

Arsenic

2002 - 2003

Arsen



3.6 AUTRES MOLÉCULES ANALYSÉES

3.6.1 Généralités

Un certain nombre de paramètres, jugés non prioritaires, n'a pas été pris en compte sur la liste commune établie à l'échelle transfrontalière et n'a fait l'objet de campagnes de mesures que sur l'un ou l'autre des secteurs de la zone d'étude.

Ainsi, l'acide éthylène diamine tétraacétique (EDTA) et l'acide nitrilotriacétique (NTA) sont des agents complexants qui ont été recherchés pour la première fois en Alsace dans les eaux souterraines. Quelques données étaient également disponibles pour la partie suisse.

Des données sur d'autres paramètres, notamment les hydrocarbures (le benzène, l'hexachlorobenzène, l'hexachlorobutadiène et le tert-octylphénol), résultant d'analyses de routine ont été fournies par les laboratoires. Ainsi, pour le benzène quelques résultats étaient disponibles en Bade-Wurtemberg, en Rhénanie-Palatinat et pour une partie de l'Alsace. Pour l'hexachlorobenzène, 924 points de mesures étaient disponibles en Alsace et en Bade-Wurtemberg. L'hexachlorobutadiène et le tert-octylphénol n'ont été analysés qu'en Alsace et sur une partie seulement du territoire pour le tert-octylphénol.

3.6.2 EDTA / NTA

L'EDTA et le NTA sont des complexants organiques aminopolycarboxyliques. Il s'agit de molécules polaires susceptibles de complexer des métaux sous la forme de complexes hydrosolubles et de favoriser ainsi l'entraînement de ces espèces métalliques suite à un processus de lixiviation par exemple.

Difficilement biodégradable et présent dans les lessives et les produits de nettoyage, le NTA a été soupçonné un temps d'être cancérigène. L'EDTA est souvent cité pour son apport excessif de bore. La présence de ces substances est le signe d'impact d'activités anthropiques, avec par exemple les rejets d'eaux usées contenant ces molécules.

3.6 ANALYSES SONSTIGER VERBINDUNGEN

3.6.1 Allgemeines

Einige als weniger vorrangig betrachtete Parameter wurden für die grenzübergreifende Erhebung nicht berücksichtigt; es wurde lediglich das Grundwasser einiger Teilgebiete des Untersuchungsgebietes auf ihr Vorhandensein beprobt.

Das Grundwasser im Elsass wurde zum Beispiel erstmalig auf das Vorhandensein der Komplexbildner Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) und Nitrilotriessigsäure (NTA) untersucht. Auch für die Schweizer Seite stehen einige Daten zur Verfügung.

Die Daten zu weiteren Parametern, insbesondere zu Kohlenwasserstoffen (Benzol, Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien und Tert-Octylphenol), gehen auf Routine-Analysen zurück und stammen von den Labors. Für Benzol liegen einige Ergebnisse aus Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und einem Teil des Elsass vor. Für Hexachlorbenzol stehen Daten von 924 Messstellen im Elsass und Baden-Württemberg zur Verfügung. Es wurden nur Proben aus dem Elsass auf Hexachlorbutadien und Tert-Octylphenol analysiert, Tert-Octylphenol auch nur für einen Teil des Elsass.

3.6.2 EDTA / NTA

EDTA und NTA sind organische komplexbildende Aminopolycarbonsäuren. Bei diesen Verbindungen handelt es sich um polare Moleküle, die zur Komplexbildung von Metallen in wasserlöslicher Form geeignet sind, was den Transport dieser Metallverbindungen begünstigt, beispielsweise in Folge von Auswaschung.

Von NTA, das biologisch schwer abbaubar und in Wasch- und Reinigungsmitteln enthalten ist, wurde eine Zeit lang vermutet, dass es krebserregend ist. EDTA wird häufig in Zusammenhang mit seinem hohen Bor-Gehalt genannt. Finden sich diese Substanzen im Grundwasser, ist das ein Anzeichen für anthropogene Einwirkung auf das Grundwasser, z.B. durch NTA, EDTA und borhaltiges Abwasser.

Les analyses d'EDTA et de NTA effectuées en Alsace sur 202 points de mesures, en Suisse sur 14 points pour l'EDTA et sur 5 points pour le NTA, ont permis de montrer la présence de ces deux substances dans les eaux souterraines. L'EDTA est la substance la plus souvent détectée. 65 points de mesures soit 30,1 % du réseau, présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 2 µg/l. Pour le NTA, 6 points de mesures présentent des concentrations supérieures à la limite de quantification maximale de 2 µg/l ce qui représente un peu moins de 3 % des points de mesures.

L'EDTA a été essentiellement repéré au droit ou en périphérie des principales agglomérations (Bâle, Mulhouse, Colmar, Sélestat et Strasbourg) mais également en bordure de certains cours d'eau comme la Zorn, l'Ill, la Fecht ou bien encore la Thur. Le NTA a été détecté uniquement en aval de Colmar, entre le piémont et l'Ill et en aval de la Thur.

Les répartitions géographiques des points de mesures présentant des traces d'EDTA et de NTA sont tout à fait conformes à l'usage de ce type de substances. Leur présence à proximité de certains cours d'eau est très certainement à mettre en relation avec des rejets de station d'épuration ou des déversoirs d'orage. Toutefois, il n'y a pas d'explication véritable à une plus grande présence d'EDTA que de NTA. Des études spécifiques sur le sujet pourraient apporter des informations complémentaires sur ce thème.

Die Ergebnisse der im Elsass auf EDTA und NTA beprobten 202 Messstellen und der in der Schweiz auf EDTA beprobten 14 sowie auf NTA beprobten 5 Messstellen ergaben eine Belastung des Grundwassers mit diesen beiden Stoffen. EDTA wurde häufiger nachgewiesen als NTA. An 65 und damit 30,1 % der hier relevanten Messstellen wurden Werte über der oberen Quantifizierungsgrenze von 2 µg/l gemessen. NTA wurde an 6 und damit an knapp unter 3 % der Messstellen nachgewiesen, und zwar mit Werten über der oberen Quantifizierungsgrenze von 2 µg/l.

EDTA wurde in der Hauptsache im Bereich und am Rande der großen Siedlungsgebiete (Basel, Mulhouse, Colmar, Sélestat und Strasbourg) nachgewiesen, aber auch entlang bestimmter Wasserläufe wie Zorn, Ill, Fecht oder Thur. NTA wurde nur unterhalb von Colmar, zwischen der Vorbergzone und der Ill und am Unterlauf der Thur nachgewiesen.

Die geografische Verteilung der Messstellen, an denen Spuren von EDTA und NTA nachgewiesen wurden, entspricht deutlich der Verwendung dieser Art von Substanzen. Ihr Vorhandensein in der Nähe bestimmter Wasserläufe ist mit größter Sicherheit mit der Einleitung von Abwässern aus Abwasserreinigungsanlagen oder Regenüberlaufbecken in Zusammenhang zu bringen. Unklar bleibt das größere Vorhandensein von EDTA als das von NTA. Weitere Informationen ließen sich durch zielgerichtete Untersuchungen zu diesem Thema gewinnen.

3.6.3 Autres Molécules

Le benzène¹ est un hydrocarbure aromatique monocyclique, de formule C₆H₆. C'est un solvant très utilisé dans l'industrie chimique, et un précurseur important pour la synthèse chimique de médicaments, de plastiques, de caoutchoucs synthétiques, de pesticides ou encore de colorants. Le benzène est un constituant naturel du pétrole brut, mais il est généralement synthétisé à partir d'autres composés organiques présents dans le pétrole. Le benzène est faiblement soluble dans l'eau. Il est par contre miscible avec la plupart des solvants organiques.

Les analyses de cette substance ont porté sur 198 points de mesures en Alsace, 293 points en Bade-Wurtemberg et 14 points en Rhénanie-Palatinat. Il n'a donc pas été possible d'établir un réel diagnostic à l'échelle transfron-

3.6.3 Weitere Verbindungen

Benzol¹ ist ein monozyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff; die chemische Formel lautet C₆H₆. Benzol ist ein in der chemischen Industrie verbreitet eingesetztes Lösungsmittel und eine wichtige Vorstufe in den chemischen Prozessen zur Herstellung von Medikamenten, Kunststoffen, synthetischem Kautschuk, Pestiziden und Farbstoffen. Benzol ist ein natürlicher Bestandteil von Rohöl, wird aber in der Regel künstlich hergestellt aus anderen im Öl enthaltenen organischen Verbindungen. Benzol ist im Wasser begrenzt löslich, ist aber mit meisten organischen Lösungsmitteln mischbar.

Das Grundwasser wurde an 198 Messstellen im Elsass, 293 Messstellen in Baden-Württemberg und an 14 Messstellen in Rheinland-Pfalz auf Benzol untersucht. Eine aussagekräftige grenzübergreifende Auswertung war

talière. Par ailleurs, les limites de quantification étant très différentes d'un laboratoire à l'autre selon les secteurs considérés, les résultats obtenus mettant en évidence en Bade-Wurtemberg la présence de benzène sur 8 points de mesures, à des teneurs supérieures à la limite de quantification maximale, ne sont pas suffisamment représentatifs de l'état de la nappe. Toutefois, il est intéressant de constater que lorsque les limites de quantification sont suffisamment basses comme en Bade-Wurtemberg, la présence de benzène dans les eaux de la nappe rhénane est mise en évidence. Toutes les valeurs restent cependant inférieures à la limite de potabilité de 1 µg/l. Une étude spécifique à l'échelle de toute la nappe serait souhaitable pour établir un diagnostic pour cette substance hautement cancérigène.

L'hexachlorobenzène (HCB)¹ a été utilisé à grande échelle comme fongicide pour les semences, mais sa commercialisation et son utilisation pour la protection des plantes ont été interdites dans l'Union Européenne en 1988.

Le HCB est pratiquement insoluble dans l'eau mais très soluble dans les graisses (avec une tendance à la bioaccumulation), les huiles et les solvants organiques. Il est l'un des polluants environnementaux les plus persistants en raison de sa stabilité chimique et de sa résistance à la biodégradation. Il a été classé comme substance probablement cancérigène pour l'homme.

Bien que le HCB ne soit plus, a priori, fabriqué et utilisé en Europe, il est présent encore comme sous-produit ou impureté lors de la fabrication de solvants chlorés et d'autres composés chlorés, y compris de nombreux pesticides actuellement utilisés. Sa présence dans l'environnement est toutefois principalement due à son ancienne utilisation comme fongicide.

L'hexachlorobenzène a été analysé sur 405 points de mesures en Alsace et 519 points en Bade-Wurtemberg. Il a été détecté sur 3 points de mesures seulement en Alsace, mais aucun résultat d'analyses ne révèle de concentration supérieure à 0,01 µg/l.

L'hexachlorobutadiène (HCBd)¹ est pratiquement insoluble dans l'eau, mais miscible à de nombreux solvants organiques. C'est un produit chimique très stable.

somit nicht möglich. Darüber hinaus weichen bei Benzol die Quantifizierungsgrenzen der einzelnen Labors in den Teilgebieten des Untersuchungsgebiets stark voneinander ab. Die Ergebnisse der Beprobung im Hinblick auf eine Belastung durch Benzol an 8 Messstellen in Baden-Württemberg mit einem Gehalt jeweils über der oberen Quantifizierungsgrenze sind daher nicht ausreichend repräsentativ für den Zustand des Grundwassers. Es ist jedoch interessant festzustellen, dass Benzol im Grundwasser im Einzugsbereich des Rheins nachgewiesen werden kann, wenn die Quantifizierungsgrenze so niedrig angesetzt wird wie in Baden-Württemberg. Die Werte bleiben jedoch unter dem Grenzwert für Trinkwasser von 1 µg/l. Eine gesonderte Studie zur Feststellung der Belastung des Grundwassers durch diese in höchstem Maße krebserregende Substanz im gesamten Untersuchungsgebiet wäre wünschenswert.

Hexachlorbenzol (HCB)¹ wurde in der Vergangenheit in großem Stil als Fungizid für Saatgut eingesetzt. Der Vertrieb und der Einsatz im Pflanzenschutz wurden jedoch im Jahre 1988 in der Europäischen Union verboten.

HCB ist nahezu wasserunlöslich, sehr gut löslich hingegen in Fetten (mit Tendenz zur Bioakkumulation), Ölen und organischen Lösungsmitteln. Auf Grund der chemischen Stabilität der Verbindung und der schlechten biologischen Abbaubarkeit ist HCB einer der persistentesten Umweltverschmutzungssubstanzen. HCB wurde als beim Menschen wahrscheinlich krebserregend eingestuft.

Auch wenn HCB (auf den ersten Blick) in Europa nicht mehr hergestellt und eingesetzt wird, kommt diese Substanz noch als Nebenerzeugnis oder Verunreinigung im Zusammenhang mit der Herstellung von chlorhaltigen Lösungsmitteln und anderen chlorhaltigen Verbindungen vor, zu denen auch zahlreiche zurzeit eingesetzte Pestizide zählen. In der Umwelt ist HCB hauptsächlich auf Grund seiner früheren Verwendung als Fungizid vorhanden.

Die Proben von 405 Messstellen im Elsass und 519 Messstellen in Baden-Württemberg wurden auf Hexachlorbenzol analysiert. Der Stoff wurde lediglich an 3 Messstellen im Elsass nachgewiesen, keine der Analysen ergab einen Gehalt über 0,01 µg/l.

Hexachlorbutadien (HCBd)¹ ist nahezu wasserunlöslich, sehr gut mischbar hingegen mit zahlreichen organischen Lösungsmitteln. HCBd ist eine sehr stabile chemische Verbindung.

Il était très largement utilisé en France comme fumigène pour traiter les vignes contre le Phylloxera. Aujourd'hui, le HCBd n'est plus utilisé comme produit phytosanitaire et ne constitue pas un sous-produit de fabrication d'autres produits phytosanitaires. Il était également présent sous forme de traces dans un certain nombre de produits, notamment comme impureté dans le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène.

L'hexachlorobutadiène s'accumule dans les tissus des organismes mais il est facilement métabolisé, de sorte qu'il ne se bio-amplifie pas dans les chaînes alimentaires. Il est soupçonné de provoquer des cancers et des malformations.

Dans les eaux du Rhin, le HCBd est considéré comme substance prioritaire à rechercher depuis 1987. Entre 1990 et 2000, les concentrations en HCBd dans le Rhin ont été inférieures aux objectifs de référence² pris en compte.

Le diagnostic transfrontalier réalisé en 1997 avait mis en évidence la présence de HCBd sur 26 points de mesures. En 2003, la molécule a été détectée sur 10 points de mesures mais sur la moitié de ces points les analyses ont été effectuées avec une limite de quantification beaucoup plus élevée qu'en 1997 (0,01 µg/l en 1997 contre 0,5 µg/l en 2003). Il s'avère donc impossible de proposer une interprétation de l'évolution des teneurs de cette substance entre 1997 et 2003.

Les alkylphénols¹ sont fabriqués en grandes quantités et entrent dans la fabrication des agents tensioactifs et des résines phénoliques par exemple. Le nonylphénol (cf. paragraphe 3.3.9) et le tert-octylphénol font partie de cette famille de molécules.

Le tert-octylphénol¹ a été analysé uniquement en Alsace et sur une partie seulement des points du réseau de mesures. Peu mobile, il est adsorbé par les particules en suspension et les sédiments. Il est biodégradable en condition anaérobie et aérobie. Il est reconnu en tant que perturbateur endocrinien pour l'Homme et l'animal. Les résultats des mesures effectués sur 198 échantillons d'eau restent inférieurs au seuil de quantification de 0,1 µg/l.

In Frankreich wurde es sehr weit verbreitet als Raucherzeuger zur Reblaus-Bekämpfung im Weinbau eingesetzt. Heutzutage wird HCBd selbst nicht mehr als PBSM verwendet und ist auch kein Nebenerzeugnis der Produktion anderer PBSM. In Spuren war HCBd jedoch auch in einigen Stoffen vorhanden, insbesondere als Verunreinigung in Trichlorethen und Tetrachlorethen.

Hexachlorbutadien akkumuliert sich im Gewebe von Organismen, wird aber schnell abgebaut, so dass es sich in der Nahrungskette nicht biologisch anreichert. Der Stoff steht unter Verdacht Krebs und Missbildungen auszulösen.

HCBd wird seit 1987 als Substanz betrachtet, auf die das Grundwasser im Einzugsgebiet des Rheins vorrangig zu untersuchen ist. Zwischen 1990 und 2000 lagen die Werte für den Gehalt an HCBd im Rhein unter den angestrebten Referenzwerten².

Im Rahmen der im Jahr 1997 durchgeführten grenzübergreifenden Untersuchung wurde HCBd an 26 Messstellen, im Jahr 2003 an 10 Messstellen nachgewiesen. Die Hälfte dieser Messstellen wurde jedoch mit einer weit höheren Quantifizierungsgrenze als im Jahr 1997 (0,01 µg/l im Jahr 1997 im Vergleich zu 0,5 µg/l im Jahr 2003) untersucht. Eine Aussage zur Veränderung des Gehalts dieser Substanz im Grundwasser zwischen 1997 und 2003 ist daher nicht möglich.

Alkylphenole¹ werden in großen Mengen hergestellt und beispielsweise zur Erzeugung von oberflächenaktiven Mitteln und Phenolharzen verwendet. Zu dieser Verbindungsgruppe zählen auch die Substanzen Nonylphenol (s. Kapitel 3.3.9) und Tert-Octylphenol.

Auf Tert-Octylphenol¹ wurden ausschließlich Messstellen im Elsass beprobt und auch das nur in einem Teil der Messstellen. Die Substanz ist nicht sehr mobil und lagert sich an gelösten Partikeln und Sedimenten an. Tert-Octylphenol ist biologisch abbaubar, und zwar sowohl unter anaeroben als auch unter aeroben Bedingungen. Die Substanz ist als Stoff bekannt, der Störungen des Hormonsystems beim Menschen und beim Tier verursacht. Die an 198 Wasserproben durchgeführten Analysen ergaben Werte unterhalb der Quantifizierungsgrenze von 0,1 µg/l.

1 : Source : INERIS – INRS – CEMAGREF – WWF
Quelle: INERIS – INRS – CEMAGREF – WWF

2 : Données technico-économiques sur les substances chimiques en France – INERIS – DRC – MECO – Version N°1 – 1 mai 2005 (http://www.ineris.fr/rsde/fiches_technico_eco1.php).
Technisch-wirtschaftliche Daten über chemische Substanzen in Frankreich – INERIS – DRC – MECO – Version 1 – 01.05.2005 (http://www.ineris.fr/rsde/fiches_technico_eco1.php)

3.7 QUALITÉ DE LA RESSOURCE AU REGARD DES CRITÈRES COMMUNS DE POTABILITÉ

Généralités

Les eaux souterraines représentent une ressource à préserver de façon générale, non seulement parce qu'elles sont notre principale source d'eau potable, mais aussi parce qu'elles font partie du cycle de l'eau, alimentant les cours d'eau, et permettant l'existence des écosystèmes des zones humides.

C'est pourquoi l'objectif affiché par les acteurs du domaine de l'eau dans l'espace du Rhin supérieur, est de « Protéger et reconquérir la qualité des eaux de la nappe rhénane, afin de garantir sur l'ensemble du territoire une eau potable sans traitement préalable, pour les générations présentes et à venir ».

Dans ce sens, la qualité globale de la nappe rhénane, ressource en eau d'importance majeure dans l'espace du Rhin supérieur et naturellement de bonne qualité, doit être définie au regard des critères communs de potabilité.

Au regard de cet objectif, une carte de synthèse sur l'état global de la nappe regroupant les résultats des mesures sur tous les paramètres pris en compte dans le cadre de ce nouveau diagnostic transfrontalier, a été réalisée. Le classement des points de mesures dans la rubrique « Dépassement pour aucun des paramètres mesurés », réalisé sur la base des données acquises, ne présage en rien des résultats complets qui pourraient être réalisés sur ces points de mesures dans le cadre d'un suivi effectué pour une distribution d'eau pour l'alimentation en eau potable. Il est important de mentionner également qu'il s'agit de résultats de campagnes d'analyses ponctuelles, sur un réseau donné, et que dans le cadre d'un pompage régulier la qualité de l'eau peut évoluer significativement dans les deux sens. En revanche, cette analyse des résultats permet de rendre compte, en tant qu'indicateur, de la qualité globale des eaux de la nappe.

3.7 GRUNDWASSERQUALITÄT BEZÜGLICH GEMEINSAMER KRITERIEN FÜR TRINKWASSER

Allgemeines

Grundwasser ist flächendeckend zu schützen, da es nicht nur Grundlage der Trinkwasserversorgung ist, sondern als Teil des Wasserkreislaufs auch die oberirdischen Gewässer speist und den Ansprüchen der Feuchtgebietökosysteme genügen muss.

Das Ziel der Entscheidungsträger im Hinblick auf das Grundwasser im Oberrheingraben ist daher „Der Schutz und die Wiederherstellung der Grundwasserqualität im Oberrheingraben, so dass im gesamten Gebiet ein Trinkwasser ohne weitergehende Vorbehandlung sichergestellt wird, für die heutigen und zukünftigen Generationen“.

In diesem Sinne muss die allgemeine Qualität der Grundwasservorkommen im Oberrheingraben wegen ihrer überregionalen Bedeutung anhand gemeinsamer Kriterien für die Trinkwasserqualität vor dem Hintergrund seiner natürlichen Beschaffenheit bestimmt werden.

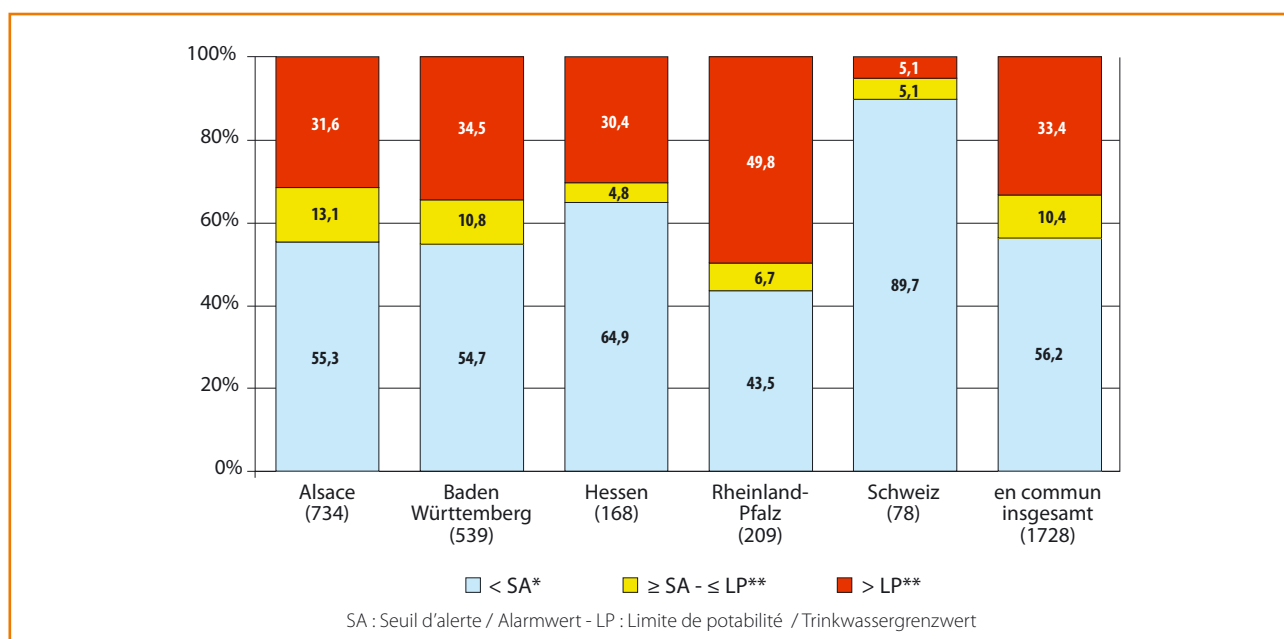
Im Hinblick darauf wurde eine Übersichtskarte erstellt, in der die allgemeine Qualität des oberflächennahen Grundwassers insgesamt zu entnehmen ist und die die Messergebnisse zu allen Trinkwasser-relevanten Parametern enthält, welche im Rahmen der neuen grenzübergreifenden Bestandsaufnahme erhoben wurden. Sofern Ergebnisse in der vorliegenden Bestandsaufnahme der Rubrik „Überschreitungen bei keinem der erfassten Parameter“ zugeordnet wurden, werden damit in keiner Weise Messergebnisse vorweggenommen, die an den betreffenden Messstellen im Rahmen der Qualitätsfeststellung für die Trinkwasserversorgung gewonnen werden. Wichtig ist auch der Hinweis, dass es sich hier um Ergebnisse handelt, die anhand punktueller Messungen im Rahmen von Beprobungskampagnen einer vorgegebenen Auswahl an Messstellen ermittelt wurden und dass im Rahmen einer regelmäßigen Grundwasserentnahme in Bezug auf die Qualität des Wassers signifikante Veränderungen nach oben wie nach unten möglich sind. Anhand der vorliegenden Auswertung lässt sich hingegen die allgemeine Qualität des oberflächennahen Grundwassers ablesen, so dass ihr eine Indikatorwirkung zukommt.

Représentation graphique des résultats

Pour permettre une meilleure représentation des résultats, un seuil d'alerte a été défini pour chaque paramètre, qui correspond à 80% de la limite de potabilité. La figure ci-dessous représente la répartition des points de mesures en fonction du dépassement d'au moins un paramètre par rapport aux seuils d'alerte et aux limites de potabilité.

Grafische Darstellung der Ergebnisse

Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse wurde für jeden Parameter bei 80% des Grenzwerts für Trinkwasserqualität ein Alarmwert festgelegt. In nachstehender Abbildung ist für die verschiedenen Teilgebiete der prozentuale Anteil der Messstellen dargestellt, an mindestens ein Parameter über dem Alarmwert bzw. dem Grenzwert für Trinkwasserqualität liegt.



* Pour tous les paramètres mesurés / Für alle untersuchten Parameter - ** Pour au moins 1 paramètre mesuré / Für mindestens einen Parameter

Fig. 3.7.1 : Répartition par classe de qualité globale (avec indication du nombre de points de mesures)

Abb. 3.7.1: Verteilung der Qualitätsklassen (mit Anzahl der untersuchten Messstellen)

Synthèse à l'échelle transfrontalière

On observe sur toute la zone d'étude, et pour tous paramètres confondus pour lesquels une limite de potabilité existe (hors fer, manganèse et pH dont le traitement relève de méthodes physiques simples, non chimiques), un dépassement des limites de potabilité, pour au moins un des paramètres mesurés sur 33 % des points du réseau. Ce constat est relevé dans des proportions équivalentes pour chacun des secteurs d'étude (hors la partie suisse), dans une fourchette de 30 % (Hesse) à 50 % (Rhénanie-Palatinat). Du côté Suisse, seul un nombre de points très limité est concerné par un dépassement de la limite de potabilité ; 4 points de mesures soit 5,1% du réseau.

Grenzübergreifende Ergebnisbewertung

So kann generell im gesamten Untersuchungsgebiet und für alle untersuchten Parameter, für die Trinkwassergrenzwerte vorliegen (außer Eisen, Mangan und pH, bei denen die Aufbereitung mit einfachen physikalischen und nicht chemischen Methoden erfolgt) eine Überschreitung für mindestens einen Parameter an 33 % aller untersuchten Messstellen festgestellt werden. Dieser Befund gilt in gleichem Maße auch für die einzelnen Teilgebiete (außer dem Schweizer Gebietsanteil), wo zwischen 30 % (Hessen) und 50 % (Rheinland-Pfalz) der Messstellen betroffen sind. Auf Schweizer Seite sind Überschreitungen eines Trinkwassergrenzwerts nur an 5,1% der Messstellen zu beobachten.

Les paramètres concernés, sont en majorité les nitrates et les produits phytosanitaires, d'autres paramètres interviennent plus localement, comme les chlorures en Alsace ou les sulfates en Rhénanie-Palatinat.

On observe ainsi que tous les secteurs d'étude, hors la partie suisse, sont concernés de façon importante et équivalente par la dégradation de la ressource en eau, même si les problématiques sont différenciées.

Côté alsacien, la majorité des dépassements des limites communes de qualité sont situés à l'ouest de l'III, au droit des principales agglomérations; ainsi qu'au niveau du Pliocène de Haguenau. La zone de piémont Bruche / Ehn / Andlau est également très concernée.

Côté badois, les secteurs les plus concernés sont situés :

- dans le Markgräfler Land entre Müllheim et le Kaiserstuhl et dans la partie septentrionale de la Freiburger Bucht où les nitrates et localement les produits phytosanitaires sont presque exclusivement à l'origine de la plupart des pollutions agricoles. Trois points de mesures seulement présentent une pollution par les chlorures des mines de potasse.
- dans la partie jouxtant la bordure nord du Kaiserstuhl où la pollution est presque exclusivement due aux nitrates.
- entre Lahr et Offenburg/Kehl où la pollution est presque exclusivement due aux nitrates.
- depuis Bruchsal jusqu'au nord de Heidelberg où la pollution est presque exclusivement due aux nitrates de l'agriculture et, localement, aux solvants chlorés ainsi qu'aux sulfates provenant de dépôts anciens.

On remarquera les zones peu polluées allant du Kaiserstuhl à Kehl et d'Offenburg à Bruchsal, exception faite du secteur urbain de Karlsruhe plus pollué. Dans ce secteur, les pollutions sont pour la plupart dues aux produits phytosanitaires et aux solvants chlorés.

Dans l'eau des nappes peu profondes du Land de Rhénanie-Palatinat, un point de mesures analysé sur deux présente au moins un dépassement de l'un des paramètres relatifs à l'eau potable. Dans le secteur sud, les pollutions les plus élevées se trouvent dans la zone des Riedelflä-

Neben den Parametern Nitrat und Pflanzenschutzmittel, die in größeren Teilgebieten des Oberrheingrabens flächendeckend die Hauptbelastung darstellen, sind auch lokale Belastungen wie Chlorid im Elsass oder Sulfat in Rheinland-Pfalz von Bedeutung.

Somit kann gefolgert werden, dass mit Ausnahme des Schweizer Gebietsanteils die Qualität des oberflächennahen Grundwassers in den Porengrundwasserleitern des Oberrheingrabens flächenhaft und gleichartig beeinträchtigt ist, auch wenn das Ausmaß und die Ursachen unterschiedlich sind.

Auf elsässischer Seite finden sich Überschreitungen der gemeinsam festgelegten Grenzwerte westlich der Ill im Bereich der großen Besiedlungsgebiete sowie im Bereich des Pliozän-Grundwasserleiters um Haguenau. Ebenfalls stark betroffen ist das Vogesenrandgebiet an Bruche, Ehn und Andlau.

Auf badischer Seite liegen die am stärksten belasteten Gebiete:

- im Markgräfler Land zwischen Müllheim und dem Kaiserstuhl und im nördlichen Teil der Freiburger Bucht, wo nahezu ausschließlich Nitrat und lokal auch Pflanzenschutzmittel die meist landwirtschaftlichen Belastungen verursachen. An nur drei Messstellen machen die Chloridbelastungen aus dem Kaliabbau die Belastung aus.
- unmittelbar am nördlichen Rand des Kaiserstuhls, wo nahezu ausschließlich Nitrat die Belastung ausmacht.
- zwischen Lahr und Offenburg/Kehl, wo nahezu ausschließlich Nitrat die Belastung verursacht.
- zwischen Bruchsal bis nördlich von Heidelberg, wo nahezu ausschließlich Nitrat aus der Landwirtschaft und lokal auch Chlorierte Kohlenwasserstoffe aus Altablagerungen und Sulfat die Belastungen verursachen.

Auffällig sind die nahezu unbeeinflussten Gebiete vom Kaiserstuhl bis Kehl und von Offenburg bis Bruchsal, wenn man vom etwas belasteten Stadtgebiet von Karlsruhe einmal absieht. In letzterem verursachen meist Pflanzenschutzmittel und Chlorierte Kohlenwasserstoffe die Belastungen.

In Rheinland-Pfalz wird an jeder zweiten untersuchten Messstelle des oberflächennahen Grundwassers der Grenzwert mindestens eines Trinkwasser-relevanten Parameters überschritten. Im südlichen Abschnitt finden sich die stärksten Belastungen im Bereich der Riedelflächen

chen (hautes terres situées entre les cônes de déjection des ruisseaux de la Pfälzerwald affluent vers le Rhin) et autour de Ludwigshafen. Les seuils limites de nitrates et – dans les zones situées près du Rhin – d’ammonium, sont ici souvent dépassés. Dans la presque totalité de cette partie du secteur nord, dans le Eicher Rheinbogen et dans la zone située entre Mainz et Bingen, les eaux ne sont pas conformes aux normes de potabilité. Outre les taux de nitrates, ce sont en particulier les taux de sulfates qui sont à l’origine de cette pollution, que l’on ne constate pas dans une telle mesure en Alsace, dans le Bade-Wurtemberg et dans la Hesse.

Pour les eaux souterraines de la partie du Fossé Rhénan située en Hesse, on estime à 27 mg/l le taux moyen de nitrates. Pourtant la médiane correspondante est de l’ordre de 6 mg/l seulement. Cette énorme différence entre moyenne et médiane indique que la répartition des concentrations de nitrates ne suit pas une distribution normale. La répartition négativement asymétrique que l’on retrouve ici est due au grand nombre de nappes phréatiques dont les concentrations en nitrates sont très faibles (en règle générale 1 à 2 mg de NO_3/l). La médiane de 6 mg/l de nitrates exprime clairement cette situation (50 % de toutes les concentrations de nitrates des eaux souterraines présentent une concentration inférieure). Les faibles teneurs en nitrates sont souvent dues aux conditions réductrices que l’on rencontre dans la partie du Fossé Rhénan située en Hesse. Dans le Rheingau qui constitue la partie septentrionale du Fossé Rhénan, on rencontre surtout de fortes concentrations de nitrates (> 50 mg/l de nitrates) dans les eaux souterraines et les eaux brutes. Celles-ci sont essentiellement dues à la culture de la vigne. Il en est de même pour les régions de Darmstadt, Rüsselsheim et du sud de Frankfurt, où des concentrations de nitrates supérieures à 50 mg/l ont été mesurées dans les eaux brutes et les nappes. Ces fortes teneurs en nitrates sont principalement dues aux cultures maraîchères telles que, entre autres, les asperges, les salades et les carottes. Ces plantes maraîchères sont dans leur majorité cultivées sur des sols très sableux qui, pour la plupart, ont une faible capacité de rétention d’eau. En règle générale, ces surfaces agricoles de culture intensive doivent être irriguées artificiellement pendant la période de végétation.

(Hochflächen zwischen den Schwemmfächern der aus dem Pfälzerwald dem Rhein zustrebenden Bäche) sowie im Großraum um Ludwigshafen. Hier wird verbreitet der Nitrat- und im rheinnahen Bereich der Ammoniumgrenzwert überschritten. Im nördlichen Teilgebiet, dem Eicher Rheinbogen und dem Gebiet zwischen Mainz und Bingen, wird nahezu flächenhaft die Trinkwasserqualität nicht erreicht. Ursächlich sind – neben den Nitratwerten – insbesondere zu hohe Sulfatwerte, was in diesem Ausmaß im Elsass, in Baden-Württemberg und in Hessen so nicht festzustellen ist.

Für die Grundwässer des hessischen Anteils am Oberrheingraben errechnet sich ein durchschnittlicher Nitratgehalt von 27 mg/l. Der entsprechende Median beläuft sich allerdings nur auf 6 mg/l. Dieses „Auseinanderklaffen“ von Mittelwert und Median zeigt an, dass hinsichtlich der Nitratkonzentrationen keine Normalverteilung vorliegt. Die vorliegende linksschiefe Verteilung wird durch eine große Anzahl von Grundwässern mit sehr geringen Nitratkonzentrationen (in der Regel 1 bis 2 mg/l NO_3) verursacht. Dies wird durch den Median von 6 mg/l Nitrat (50 % aller Grundwässer Nitratgehalte liegen unterhalb dieser Konzentration) klar zu Ausdruck gebracht. Die niedrigen Nitratgehalte sind oftmals auf die reduzierenden Bedingungen, die in hessischen Anteil des Oberrheingrabens anzutreffen sind, zurückzuführen. Im Rheingau, am nördlichen Ende des Oberrheingrabens, sind überwiegend hohe Nitratkonzentrationen (> 50 mg/l Nitrat) in den Grund- und Rohwässern anzutreffen. Diese sind vornehmlich auf die Bewirtschaftung der Rebflächen zurückzuführen. Gleichfalls werden in den Bereichen Darmstadt, Rüsselsheim sowie unterhalb von Frankfurt häufig Nitratkonzentrationen > 50 mg/l in den Grund- und Rohwässern nachgewiesen. Diese hohen Nitratgehalte sind überwiegend auf den Anbau von Markfrüchten wie Spargel, Salat, Möhren u. a. zurückzuführen. Diese Markfrüchte werden meist auf stark sandhaltigen Böden, die meist eine geringe Feldkapazität aufweisen, angebaut. In der Regel werden diese intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen während der Vegetationsperiode zusätzlich beregnet.

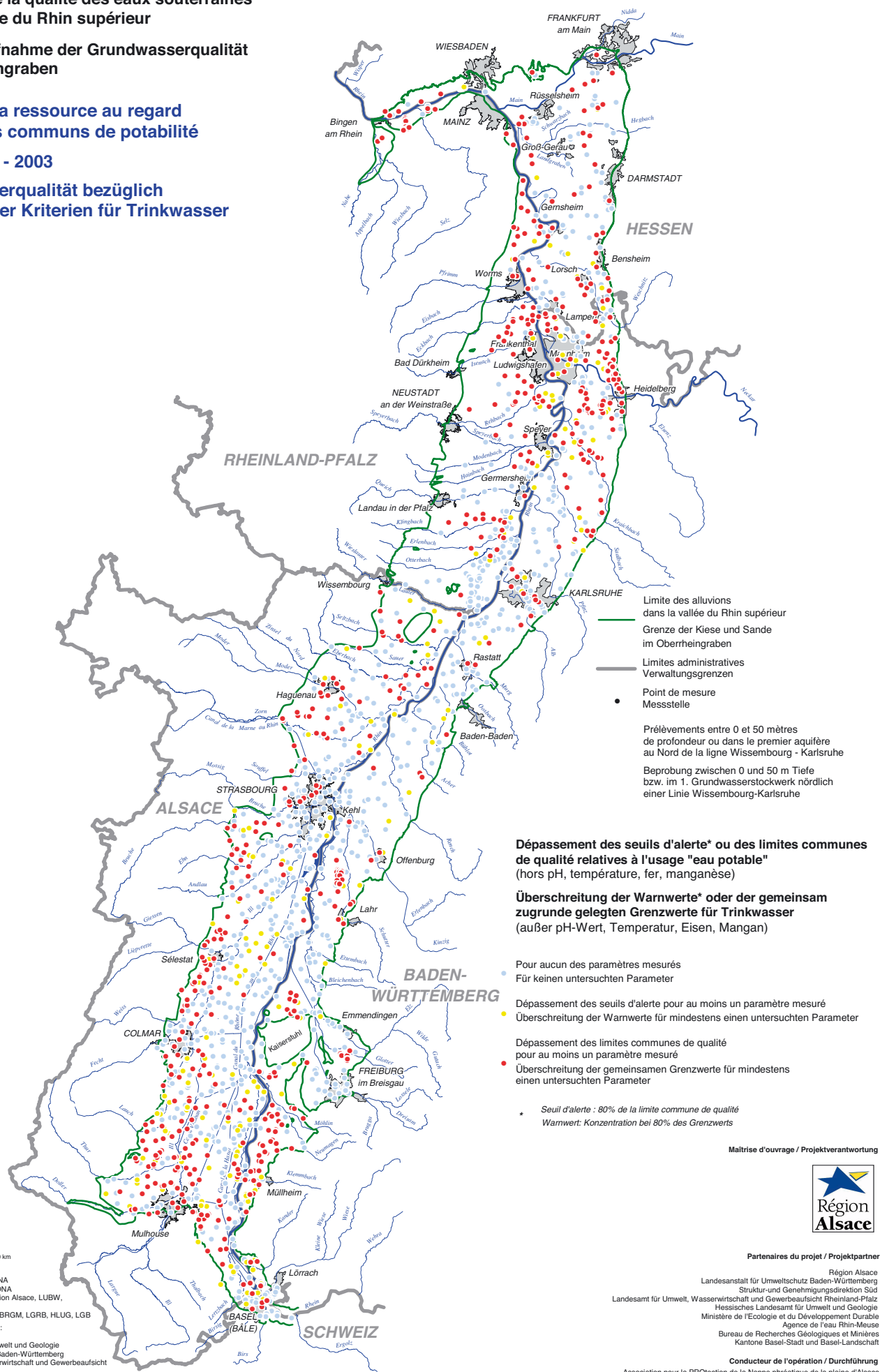
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Qualité de la ressource au regard des critères communs de potabilité

2001 - 2002 - 2003

Grundwasserqualität bezüglich gemeinsamer Kriterien für Trinkwasser



4. RÉSULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES DANS LES COUCHES PROFONDES

4.1 PRÉAMBULE

Le précédent inventaire transfrontalier de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la Région Alsace avait permis d'acquérir en 1997 et 1998 des premières informations sur l'état et la vulnérabilité des couches profondes de l'aquifère rhénan.

Les différents résultats des études géophysiques, de la mise en place de forages profonds et des campagnes de prélèvements et d'analyses réalisées en 1997 et 1998, ont fait l'objet d'un rapport spécifique : « Résultats des études dans les couches profondes » (Région Alsace, 2000, vol. 3).

4.1.1 Campagne de mesures 2001-2003 : les objectifs

Dans la mesure où le secteur d'étude s'étendait sur une zone beaucoup plus vaste, de Bâle à Mannheim, les campagnes de mesures 2001-2003 avaient un objectif double.

- Pour la partie de l'aquifère au sud de la ligne Wissembourg / Karlsruhe : confirmer ou infirmer le constat établi en 1997/1998 et ainsi énoncé : « les problèmes mis en évidence en surface se retrouvent également en profondeur » et « les eaux profondes de la nappe ne sont donc pas protégées de façon durable des pollutions anthropiques ».
- Pour la partie de l'aquifère au nord de la ligne Wissembourg / Karlsruhe : mieux connaître l'état des eaux profondes, là où l'aquifère est différencié en plusieurs sous-niveaux, de profondeur variable et plus ou moins indépendants hydrogéologiquement.

4. ERGEBNISSE DER MESSKAMPAGNE DES TIEFEN GRUNDWASSERBEREICHS

4.1 VORBEMERKUNG

Die vorangegangene Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben, die 1997 und 1998 unter Federführung der Région Alsace erstellt wurde, hatte auch erste Daten über Qualität und Risikofaktoren im Bereich der tieferen Schichten des Grundwassers im Oberrheingraben ergeben.

Die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen, der Tiefbohrungen und der Beprobungs- und Analyse-kampagnen in den Jahren 1997 und 1998 waren Gegenstand eines gesonderten Berichts mit dem Titel „Résultats des études dans les couches profondes“ (Ergebnisse der Untersuchungen im tiefen Grundwasserbereich) (Région Alsace, 2000, Bd. 3).

4.1.1 Beprobungskampagne 2001-2003: Zielsetzungen

Für das erheblich erweiterte Untersuchungsgebiet, das sich nun von Basel bis Mannheim erstreckt, wurden im Rahmen der Beprobungskampagne 2001-2003 zwei Ziele verfolgt.

- Im südlich der Linie Wissembourg/Karlsruhe gelegenen Teil des Grundwasserleiters: Bestätigung bzw. Nichtbestätigung der im Rahmen der Erhebung 1997/1998 ermittelten Feststellung, die folgendes besagt: „Die im oberflächennahen Bereich beobachteten Probleme finden sich wieder zum Teil in tiefen Bereichen“ und „[das Grundwasser in den tiefen Schichten ist] nicht dauerhaft gegenüber oberflächennahen Belastungen geschützt.“
- Im nördlich der Linie Wissembourg/Karlsruhe gelegenen Teil des Grundwasserleiters: Erwerb besserer Kenntnisse über den Zustand des tiefen Grundwasserbereichs, und zwar dort, wo der Grundwasserleiter aus mehreren Stockwerken unterschiedlicher Mächtigkeit besteht, die hydrogeologisch mehr oder minder eigenständig sind.

4.1.2 Le réseau de mesures transfrontalier 2001-2003

Le réseau de mesures transfrontalier des couches profondes a permis de disposer de 397 d'échantillons d'eau prélevés à des profondeurs différentes, pratiquement toutes supérieures à 50 mètres, sinon prélevés dans un aquifère profond (cf. paragraphes 4.2.3.1, 4.2.4.1, 4.2.5.1 et 4.3.2.2).

Dans certains cas, un même ouvrage a permis de réaliser plusieurs prélèvements à des profondeurs différentes, notamment dans le secteur situé au sud de la ligne Wissembourg/Karlsruhe.

Dans d'autres cas, notamment lorsque l'aquifère profond est différencié en plusieurs sous-niveaux, les ouvrages profonds ne captent qu'un seul niveau. C'est surtout le cas au nord de la ligne Wissembourg/Karlsruhe.

Cette différenciation de structure dans l'aquifère profond explique les différentes caractéristiques des ouvrages disponibles pour les prélèvements, et donc la différence de densité de points d'accès à la nappe observée entre le nord et le sud de la zone d'étude (cf. carte « Réseau de mesure des piézomètres profonds »). Des informations complémentaires sur les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques générales sont présentées au paragraphe suivant ainsi que dans les paragraphes 4.2.1 et 4.3.1.

4.1.2 Grenzübergreifendes Messnetz 2001-2003

An den Messstellen des grenzübergreifenden Messnetzes für den tieferen Grundwasserbereich wurden 397 Proben aus unterschiedlicher Tiefe entnommen, praktisch alle in über 50 Metern Tiefe, wenn die Entnahme nicht ohnehin aus einem Tiefenstockwerk erfolgte (vgl. Abschnitte 4.2.3.1, 4.2.4.1, 4.2.5.1 und 4.3.2.2).

In einigen Fällen wurden an ein- und demselben Entnahmebauwerk mehrere Grundwasserproben aus jeweils unterschiedlicher Tiefe entnommen, insbesondere im Bereich südlich der Linie Wissembourg/Karlsruhe.

In anderen Fällen, insbesondere dort, wo sich der Grundwasserleiter in verschiedene Stockwerke unterteilt, werden Grundwasserproben an den Entnahmebauwerken nur aus ein- und demselben Tiefenbereich entnommen. Dies ist vor allem nördlich der Linie Wissembourg/Karlsruhe der Fall.

Die in Bezug auf die Struktur der tieferen Schichten des Grundwasserleiters gegebene Unterscheidung ist der Grund für die Unterschiede in der Beschaffenheit der Bauwerke, die für Probenahmen zur Verfügung stehen, und damit auch für die unterschiedlich dichte Streuung der Entnahmestellen im Norden und Süden des Untersuchungsgebiet (vgl. Karte „Messnetz der tiefen Messstellen“). Ausführlichere Angaben zu den allgemeinen geologischen und hydrogeologischen Merkmalen sind nachstehendem Absatz sowie den Abschnitten 4.2.1 und 4.3.1. zu entnehmen.

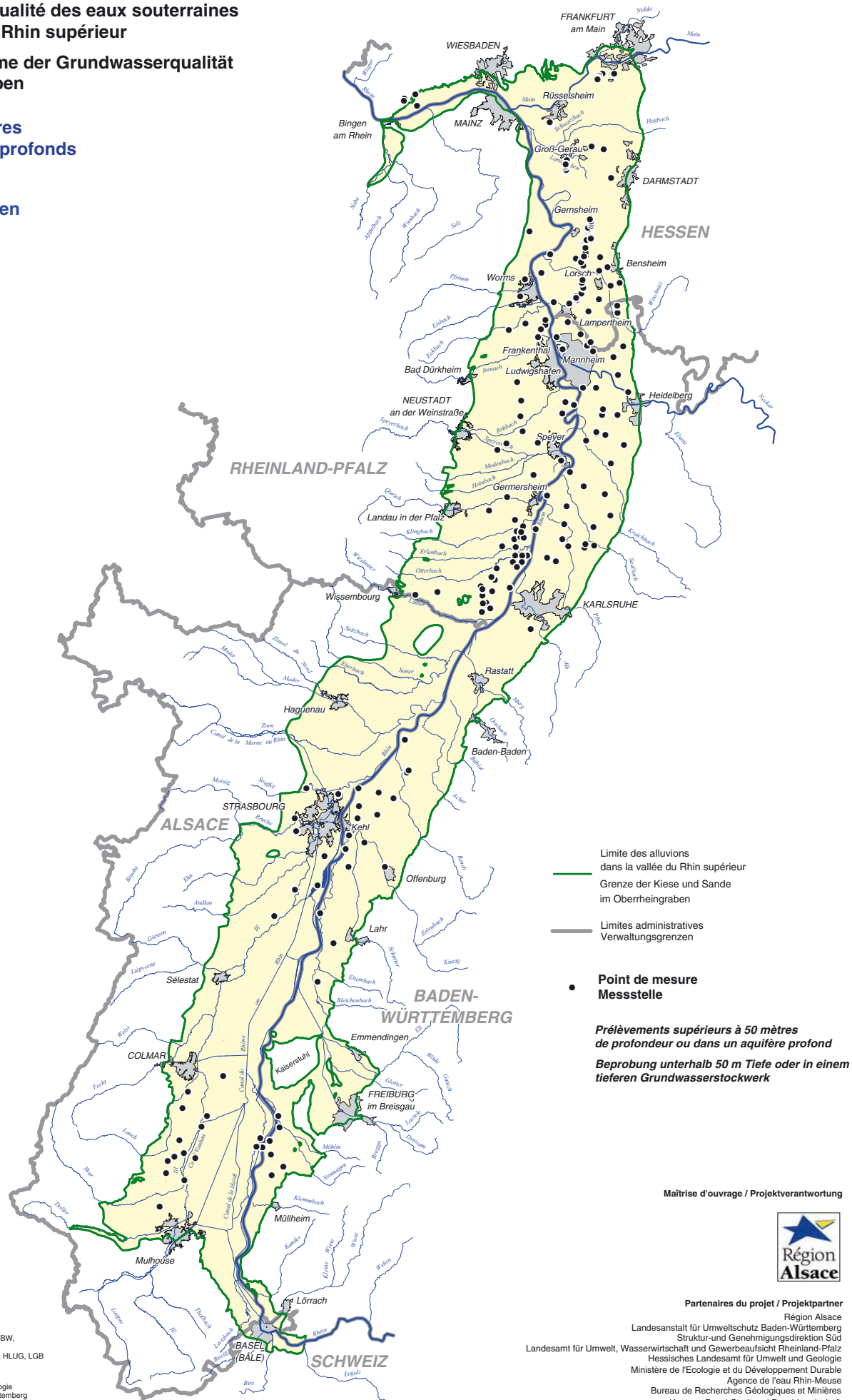
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Réseau de mesures des piézomètres profonds

2002 - 2003

Messnetz der tiefen Messstellen



Contexte géologique général

Le Fossé Rhénan supérieur est un fossé d'effondrement de direction SSW-NNE, de 40 km de largeur et 300 km de longueur environ, de Bâle à Mainz (fig. 4.1.1). Il constitue la partie centrale de l'une des plus importantes méga-structures de l'Europe moyenne qui se poursuit vers le sud par la Bresse et la vallée du Rhône jusqu'à la Méditerranée. Vers le nord cette structure se poursuit par la dépression de Hesse jusqu'au fossé d'Oslo.

Geologischer Kontext

Der Oberrheingraben ist ein zwischen Basel und Mainz von SSW nach NNE verlaufender Grabenbruch von rund 40 km Breite und 300 km Länge (Abb. 4.1.1). Er bildet damit den zentralen Teil einer der wichtigsten übergeordneten Landschaften Mitteleuropas, nämlich dem großen Grabenbruch, der sich nach Süden über die französische Landschaft Bresse und das Rhone-Tal bis zum Mittelmeer und nach Norden über die Hessische Senke bis zum Oslo-Graben fortsetzt.

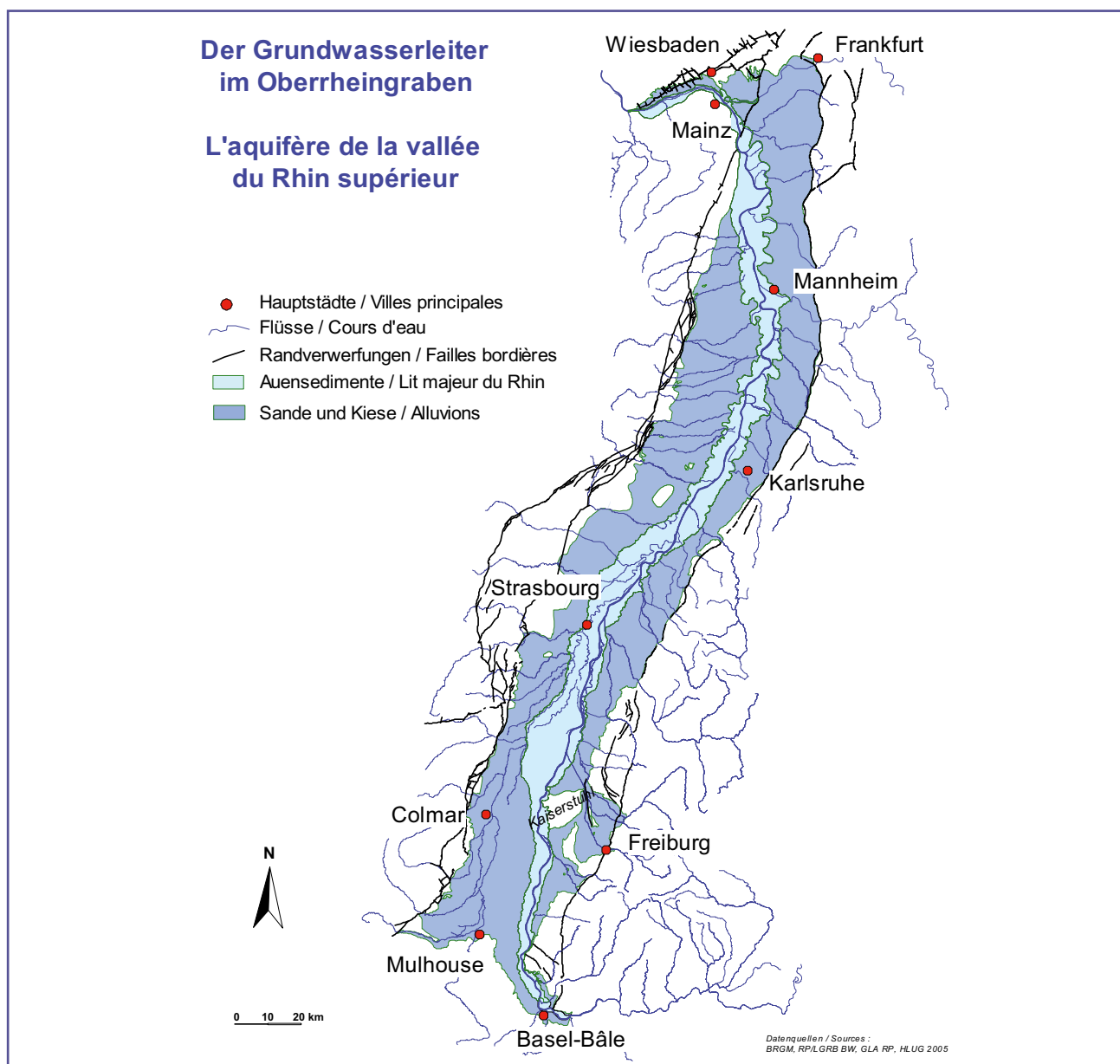


Fig. 4.1.1 : Les alluvions du Fossé rhénan supérieur

Abb. 4.1.1: Die Lockergesteine im Oberrheingraben

Le remplissage alluvionnaire de ce Fossé, d'âge pliocène à quaternaire, contient les plus grandes ressources en eau souterraine d'Europe centrale (Fig. 4.1.2). On peut distinguer dans la morphologie actuelle des terrasses constituées de sédiments pliocènes à quaternaires et l'ancien lit majeur du Rhin avant la correction de cours de Tulla au 19^{ème} siècle. On notera également que les alluvions quaternaires, de graviers très grossiers au sud, s'affinent progressivement vers le nord en niveaux sableux à intercalations silto-argileuses.

Ces différences dans la composition du remplissage alluvionnaire du sud vers le nord déterminent un contraste majeur dans le fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère du Rhin supérieur. On distinguera ici deux domaines situés respectivement au nord et au sud d'une ligne Wissembourg-Karlsruhe.

Dans la partie sud, de Bâle à Karlsruhe, l'aquifère est constitué par les sables et graviers quaternaires uniquement, sans horizons intercalaires. En effet les terrains d'âge quaternaire ancien à pliocène, qui se développent en épaisseur au nord du Kaiserstuhl, sont peu perméables et jouent le rôle de substratum hydraulique, et les horizons intercalaires silto-argileux au niveau de Strasbourg-Offenburg ne sont pas assez continus pour avoir un effet de séparation hydraulique net (Fig. 4.1.2).

Dans la partie nord au contraire, de Karlsruhe à Mainz, les sédiments du Quaternaire ancien au Pliocène sont très développés et jouent le rôle d'aquifère au même titre que les sédiments quaternaires très sableux. Les horizons intercalaires silto-argileux sont très développés et subdivisent l'aquifère qui a un fonctionnement multicouche.

Im Lockergestein der Pliozän- bis Quartär-Schotter, mit dem der Oberrheingraben gefüllt ist, wird das mächtigste Grundwasservorkommen Mitteleuropas geführt (Abb. 4.1.2). Morphologisch sind heute Ablagerungsschichten aus der Zeit von Pliozän bis Quartär und das ehemalige Hauptbett des Rheins vor der Begradigung durch Tulla im 19. Jahrhundert zu erkennen. Festzustellen ist außerdem, dass die Ablagerungen, die im Süden aus sehr grobem Kies bestehen sich, nach Norden hin zu kleineren Korngrößen entwickeln (Sandschichten mit Schluff/Ton-Einlagerungen).

Aufgrund der Unterschiede in der Zusammensetzung des Lockergesteins, mit dem der Oberrheingraben aufgefüllt ist, sind in Bezug auf die Mechanismen, die in der Hydrogeologie des Grundwasserleiters im Oberrheingebiet wirksam sind, erhebliche Unterschiede zu beobachten. Die Eigenschaften lassen sich zwei Bereichen südlich und nördlich einer Trennlinie zuordnen, die von Wissembourg nach Karlsruhe verläuft.

Im südlichen Teil zwischen Basel und Karlsruhe besteht der Grundwasserleiter ausschließlich aus Sand und Kies quartären Ursprungs ohne Zwischenhorizonte. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine aus der Zeit zwischen frühem Quartär und Pliozän, die nördlich des Kaiserstuhls zunehmend an Mächtigkeit gewinnen, ist gering, so dass sie als wasserundurchlässiges Substrat fungieren, während die Schluff/Ton-Zwischenhorizonte auf der Höhe von Strasbourg-Offenburg nicht durchgängig genug sind, um eine Trennung in einzelne Stockwerke zu bewirken (Abb. 4.1.2).

Im nördlichen Teil zwischen Karlsruhe und Mainz hingegen sind die Altquartär und Pliozän-Sedimente sehr mächtig und ebenso grundwasserführend wie die Sandsedimente quartären Ursprungs. Die Schluff/Ton-Zwischenhorizonte sind ebenfalls stark ausgeprägt und wirken trennend, so dass hier der Grundwasserleiter aus verschiedenen Stockwerken besteht.

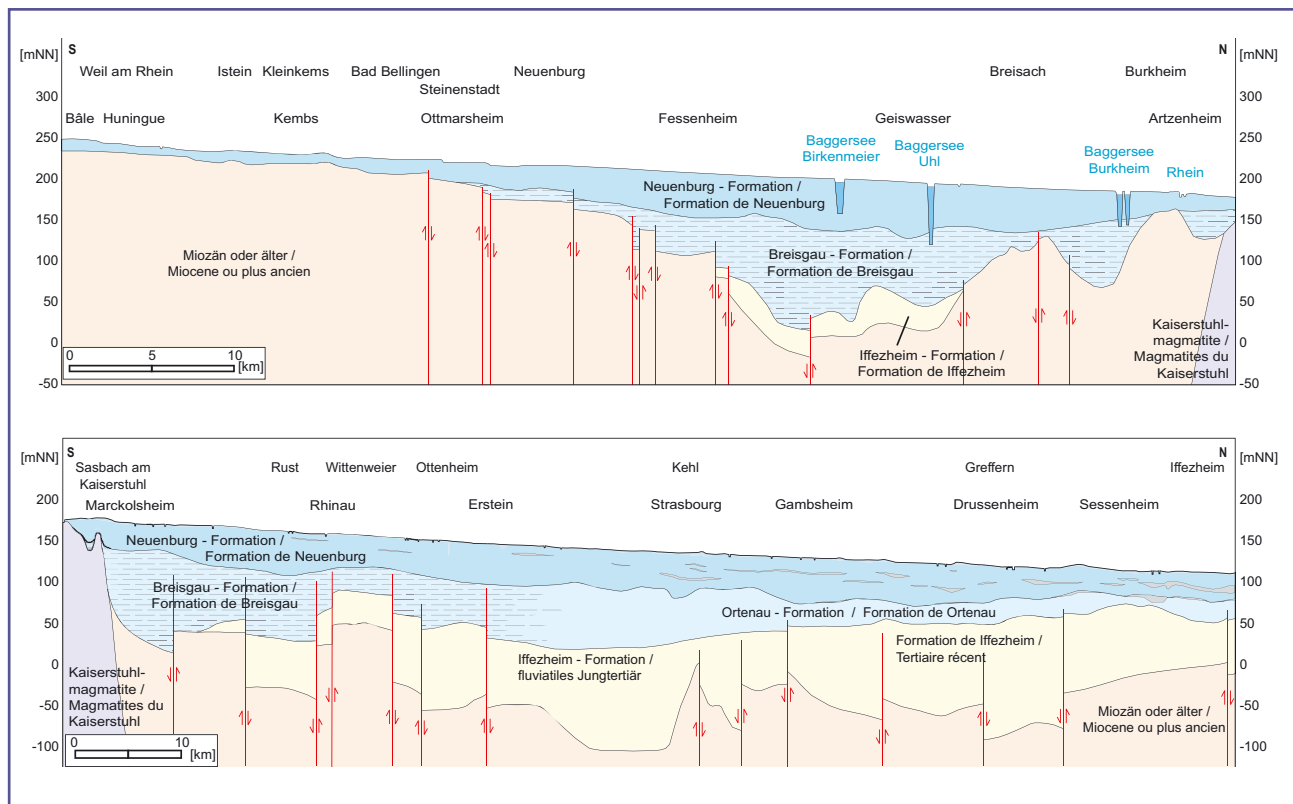


Fig. 4.1.2: Coupe géologique schématique sud-nord

Abb. 4.1.2: Schematischer hydrogeologischer Schnitt Süd-Nord

4.2 SECTEUR AU NORD DE LA LIGNE WISSEMBOURG / KARLSRUHE

4.2.1 Description du secteur

4.2.1.1 Géologie

On insistera dans ce chapitre sur les différences dans la constitution multicouche de l'aquifère, qui a une influence déterminante sur la qualité des eaux souterraines dans la partie septentrionale du Fossé rhénan. Le Fossé est constitué de sédiments alluvionnaires – argileux, limoneux, sableux – du Tertiaire et du Quaternaire, de différentes épaisseurs. Les plus importantes épaisseurs tertiaires se trouvent dans le nord du Fossé, dans le secteur de Heidelberg, Mannheim et plus au nord encore (fig. 4.2.1). Les plus grandes épaisseurs de sédiments du Quaternaire sont observées dans le sud du Fossé rhénan, au sud-ouest du Kaiserstuhl (jusqu'à 250 m), ainsi que dans la zone située entre Offenbourg et Kehl (jusqu'à plus de 150 m) (fig. 4.2.2). C'est dans la fosse de Heidelberg (connue sous le nom de « Heidelberger Loch ») que se trouve la plus grande épaisseur : plus de 350 m de sédiments. Dans le secteur sud et le secteur médian du Fossé, l'aquifère principal est exclusivement constitué de sédiments quaternaires ; plus au nord, en particulier en Rhénanie-Palatinat, les sédiments d'âge pliocène, moins profonds, servent aussi au captage des eaux souterraines. Les sédiments du Tertiaire plus ancien sont peu aquifères.

Les sédiments non consolidés du Quaternaire et du Pliocène comblant le Fossé forment des aquifères poreux présentant une grande productivité pour une porosité efficace de 15 % en moyenne. De par leur contact hydraulique avec le Rhin, les couches superficielles de la nappe alluviale sont d'une importance supra-régionale pour l'alimentation en eau (captages d'eau d'infiltration du Rhin).

4.2 UNTERSUCHUNGSGEBIET NÖRDLICH VON EINER LINIE WISSEMBOURG / KARLSRUHE

4.2.1 Gebietsbeschreibung

4.2.1.1 Geologie

Im Folgenden wird auf den unterschiedlichen tiefenorientierten geologischen Aufbau, der im nördlichen Teil des Oberrheingrabens einen wesentlichen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit hat, näher eingegangen. Der Graben ist mit unterschiedlich mächtigen tonigen, schluffigen, sandigen und kiesigen Lockersedimenten des Tertiärs und Quartärs gefüllt. Die größten Tertiärmächtigkeiten liegen im Nordgraben im Raum Heidelberg, Mannheim und nördlich davon (Abb. 4.2.1). Die größten Mächtigkeiten quartärer Sedimente werden im südlichen Oberrheingraben südlich und westlich des Kaiserstuhls beobachtet (bis zu 250 m) sowie im Bereich zwischen Offenbourg und Kehl (bis über 150 m) (Abb. 4.2.2). Eine maximale Mächtigkeit von über 350 m wird im so genannten „Heidelberger Loch“ erreicht. Im südlichen und mittleren Grabenabschnitt bilden ausschließlich die quartären Sedimente den Hauptaquifer, weiter im Norden werden insbesondere in Rheinland-Pfalz auch die hoch liegenden pliozänen Sedimente zur Grundwassergewinnung genutzt. Die Grundwasserführung in den älteren tertiären Sedimenten ist gering.

Die unverfestigten quartären und pliozänen Sedimente der Grabenfüllung bilden reine Porengrundwasserleiter und weisen bei einem durchflusswirksamen Hohlraumanteil von im Mittel 15 % hohe Ergiebigkeiten auf. Der oberflächennahe Grundwasserleiter ist insbesondere durch seinen hydraulischen Kontakt zum Rhein für die Wasserversorgung von überregionaler Bedeutung (Uferfiltratgewinnung).

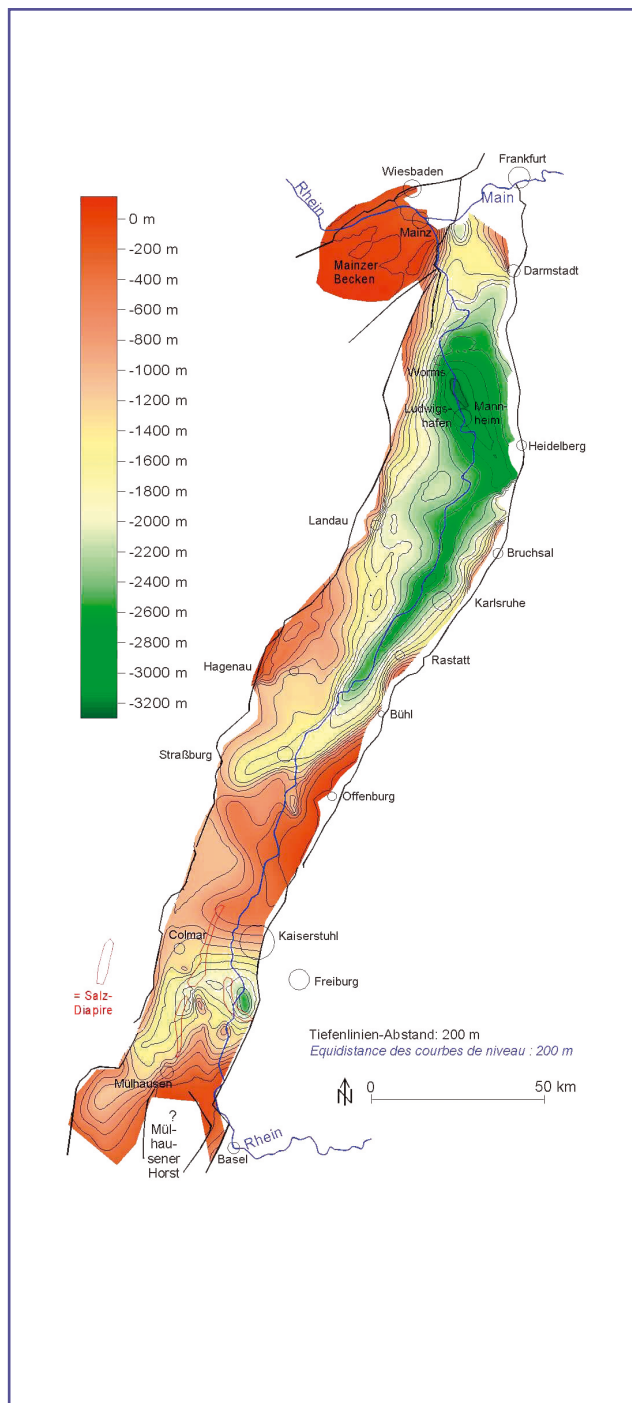


Fig. 4.2.1: Profondeur de la base tertiaire du Fossé rhénan (m au-dessous du niveau de la mer), (Source : Röhr, C. : www.ober-rheingraben.de ; d'après Doebl, F. & Olbrecht, W., 1974)

Abb. 4.2.1: Tiefenlage der Tertiärbasis im Oberrhein-graben (m unter NN), (Quelle: Röhr, C.: www.ober-rheingraben.de; nach Doebl, F. & Olbrecht, W., 1974)

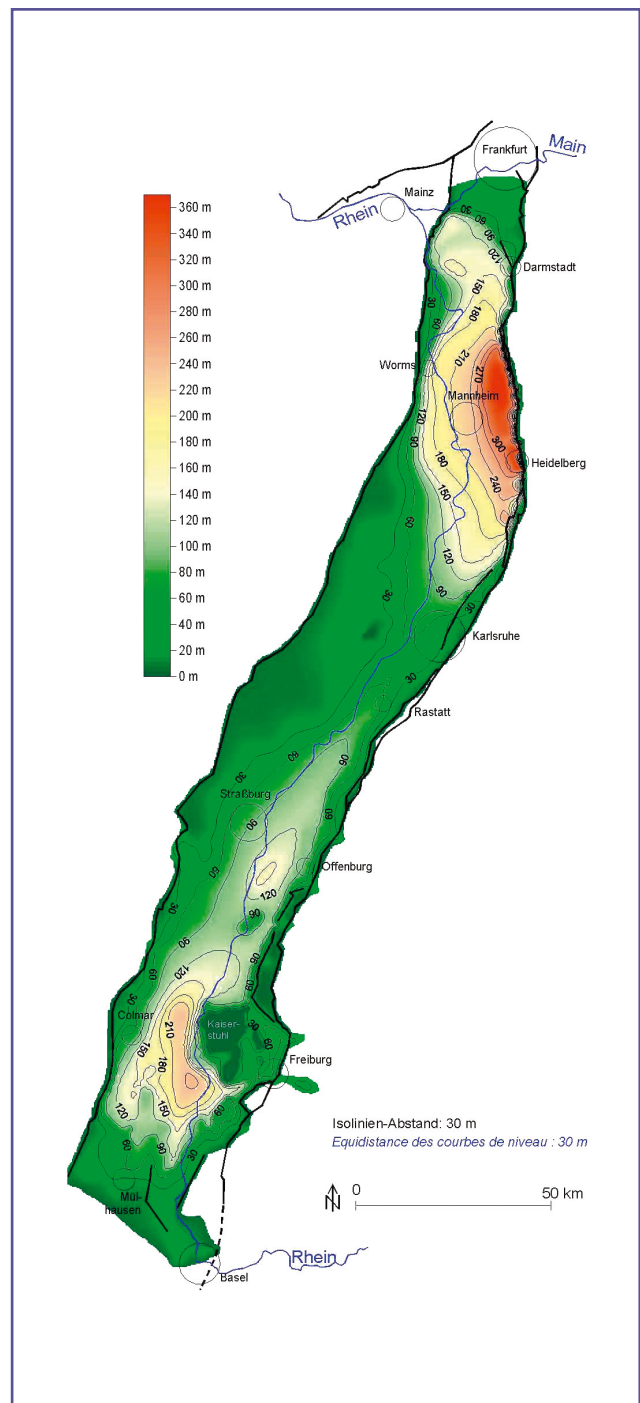


Fig. 4.2.2: Puissance (épaisseur) des alluvions quaternaires (de l'ère glaciaire) dans le Fossé rhénan (en mètres) (Source : Röhr, C. : www.ober-rheingraben.de; d'après Bartz, 1974)

Abb. 4.2.2: Mächtigkeit (Dicke) der quartären (eiszeitlichen) Ablagerungen im Oberrhein-graben (Meter) (Quelle: Röhr, C.: www.ober-rheingraben.de; nach Bartz, 1974)

4.2.1.2 Hydrogéologie

Contrairement à l'inventaire 1996/1997, l'inventaire 2003 de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur englobe aussi la partie nord du Fossé rhénan située entre Karlsruhe et Francfort, la plaine fluviale du Rhin entre Wiesbaden et Bingen, ainsi que la partie inférieure de la vallée de la Nahe. L'inventaire 2003 est essentiellement consacré aux eaux des couches superficielles de la nappe phréatique, les zones les plus profondes de cette nappe n'étant décrites que sommairement.

Le secteur Karlsruhe-Speyer, dans le Bade-Wurtemberg sur la rive droite du Rhin, s'ajoute au nord de la zone inventoriée en 1997. Sur la rive gauche du Rhin, c'est le Land de Rhénanie-Palatinat qui s'ajoute au nord de la Lauter, la rivière frontalière. Dans la zone située entre Speyer et Worms, avec en son centre l'agglomération de Ludwigshafen-Mannheim, l'espace Rhein-Neckar couvre les trois Länder fédéraux de manière « transfrontalière ». Plus au nord viennent le Land de Hesse sur la rive droite et la Rhénanie-Palatinat sur la rive gauche du Rhin.

Dans la région située entre Karlsruhe et Speyer on trouve, selon les secteurs, jusqu'à cinq aquifères séparés hydrauliquement les uns des autres par des couches de faible perméabilité. Les aquifères comprennent les alluvions supérieures et intermédiaires (Oberes Kieslager OKL et Mittleres Kieslager MKL) d'âge Quaternaire récent, le Quaternaire ancien ainsi que le Pliocène supérieur et inférieur. Des échanges d'importance variable suivant les endroits ont lieu entre chacun des aquifères, C'est surtout l'aquifère des alluvions supérieures qui est fortement mis à contribution pour le captage des eaux, mais depuis plusieurs années on utilise de plus en plus les aquifères plus profonds.

Dans le lit majeur du Rhin, l'eau des aquifères plus profonds peut remonter vers l'aquifère supérieur. En revanche, sur les bordures du Fossé rhénan, les eaux souterraines sont jeunes jusque dans la zone supérieure de l'aquifère : elles proviennent en partie des apports en bordure du Fossé (Hydroisotop, 1997).

Sur la rive gauche du Rhin également, en Rhénanie-Palatinat, dans la zone alluviale de Hördt, on rencontre jusqu'à cinq aquifères superposés. Les sables et les graviers alternent avec des couches argileuses compactes et continues. Le caractère multicouche est reconnaissable par l'hydrochimie, mais se détecte aussi par des niveaux piézométriques variant en fonction de la profondeur (fig. 4.2.3).

4.2.1.2 Hydrogeologie

Die Bestandsaufnahme 2003 der Grundwasserqualität im Oberrheingraben erfasst im Gegensatz zum Vorgängerprojekt aus den Jahren 1996/1997 auch den nördlichen Teil des Oberrheingrabens zwischen Karlsruhe und Frankfurt, die Rheinniederung zwischen Wiesbaden und Bingen sowie das untere Nahetal. Im Mittelpunkt der Bestandsaufnahme 2003 steht das oberflächennahe Grundwasser, die tieferen Grundwasserbereiche werden nur cursorisch beschrieben.

Anschließend an die nördliche Untersuchungsgebietsgrenze von 1997 folgt rechtsrheinisch der Bereich Karlsruhe Speyer in Baden-Württemberg. Linksrheinisch schließt das Bundesland Rheinland-Pfalz nördlich des Grenzflusses Lauter an. Im Bereich zwischen Speyer und Worms mit dem Ballungsgebiet Ludwigshafen-Mannheim im Zentrum befindet sich der Rhein-Neckar-Raum, der „grenzüberschreitend“ in allen drei Bundesländern liegt. Weiter nördlich folgt das Bundesland Hessen auf rechtsrheinischer und Rheinland-Pfalz auf linksrheinischer Seite.

Im Gebiet zwischen Karlsruhe und Speyer gibt es bereichsweise bis zu 5 Grundwasserleiter, die durch geringer durchlässige Schichten hydraulisch voneinander getrennt sind. Grundwasserleiter sind das Obere und Mittlere Kieslager (OKL, MKL) im Jungquartär, das Altquartär, und das obere und untere Pliozän. Zwischen den einzelnen Grundwasserleitern findet ein lokal unterschiedlich großer Mengenaustausch statt. Vor allem der obere Grundwasserleiter wird stark genutzt, seit mehreren Jahren werden auch verstärkt die tieferen Grundwasserleiter genutzt.

In der Rheinniederung kann Wasser aus tieferen Grundwasserleitern in den oberen Grundwasserleiter aufsteigen. Hingegen sind im Grabenrandbereich bis in den oberen Aquiferabschnitt junge Grundwässer nachzuweisen, die z.T. auf Grabenrandzutritte zurückzuführen sind (Hydroisotop, 1997).

Auch linksrheinisch in Rheinland-Pfalz lassen sich im Bereich der Hördter Rheinaue bis zu fünf Grundwasserstockwerke untergliedern. Sande und Kiese wechseln mit über weite Strecken durchhaltenden kompakten Tonlagen. Die Stockwerksgliederung ist hydrochemisch erkennbar, zeigt sich jedoch auch in unterschiedlichen Druckpotenzialen in Abhängigkeit von der Tiefe (Abb. 4.2.3).

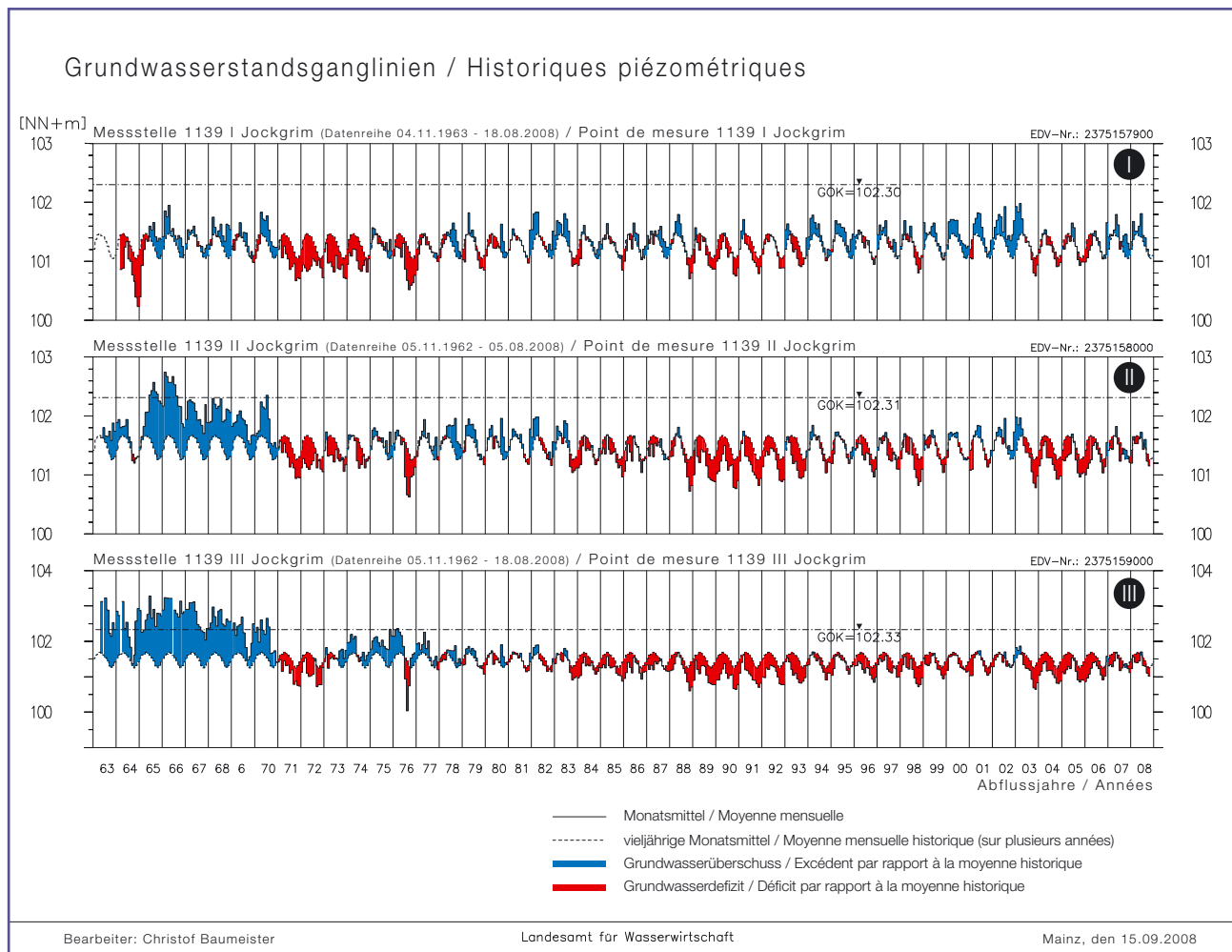


Fig. 4.2.3 : Hydrogramme des eaux souterraines du piézomètre triple 1139 Jockgrim avec niveau piézométrique en fonction des différents aquifères (I : aquifère supérieur, II : aquifère intermédiaire et III : aquifère inférieur)

Abb. 4.2.3: Grundwasserstandsganglinien der Dreifachmessstelle 1139 Jockgrim mit stockwerksabhängigen Druckpotentialen (I: oberes, II: mittleres und III: unteres Stockwerk)

Au nord de ce secteur, on trouve l'Espace Rhein-Neckar dans lequel on peut distinguer trois aquifères principaux (aquifères supérieur, intermédiaire et inférieur) subdivisés localement par des horizons intercalaires (fig. 4.2.4). L'aquifère supérieur (OGWL) correspond aux alluvions supérieures de l'espace Rhein-Neckar, l'aquifère intermédiaire (MGWL) à la série sablo-graveleuse. Les deux aquifères sont séparés par l'horizon intercalaire supérieur (OZH). Celui-ci se compose principalement de couches d'argile et de limon (en certains endroits aussi de sable fin), son épaisseur peut atteindre 30 m et sert d'horizon de séparation hydraulique lorsque sa composition est essentiellement argilo-limoneuse. L'épaisseur de l'aquifère supérieur augmente d'ouest en est : de quelques mètres seulement à l'ouest elle atteint 40 à 60 m sur la rive orientale du Fossé. L'aquifère intermédiaire sous-jacent que l'on rencontre à partir d'une profondeur de 25 à 70 m, est séparé localement par des horizons intercalaires finement clastiques en une couche supérieure, une couche intermédiaire et une couche inférieure (MGWLo, MGWLm, MGWLu). Son épaisseur peut atteindre 170 m au bord du Fossé. L'horizon intercalaire inférieur (UZH) sépare l'aquifère intermédiaire de l'aquifère inférieur (UGWL) sous-jacent, composé d'une succession de couches de sables et de limons pouvant être datées soit du Quaternaire ancien soit du Pliocène. Les plus grandes épaisseurs de l'aquifère inférieur, qui peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres, se trouvent dans la fosse de Heidelberg (« Heidelberger Loch »).

L'aquifère inférieur (UGWL) a une grande importance pour la gestion des ressources en eau, particulièrement en Rhénanie-Palatinat, car l'eau potable y est prélevée dans un grand nombre de puits AEP profonds. Dans le Bade-Wurtemberg, ce sont surtout les aquifères supérieur et intermédiaire qui sont utilisés pour la gestion des ressources en eau. Peu de forages ont été réalisés dans les couches du Quaternaire ancien et du Pliocène, ce qui les rend insignifiants pour la gestion de l'eau.

Les conséquences des prélèvements d'eau souterraine dans l'espace Rhein-Neckar sont évidentes. Dans le secteur urbain de Mannheim/Ludwigshafen, les niveaux d'eau de l'aquifère intermédiaire ont baissé de plusieurs mètres par rapport au niveau de la nappe libre de l'aquifère supérieur, et ce en raison de la présence d'un cône de dépression prononcé de grande envergure. Les eaux souterraines peuvent ainsi, depuis l'aquifère supérieur, traverser l'horizon intercalaire supérieur pour pénétrer

Im nördlich anschließenden Teil, dem Rhein-Neckar-Raum können drei Hauptgrundwasserleiter (Oberer, Mittlerer und Unterer Grundwasserleiter) unterschieden werden, die durch Zwischenhorizonte bereichsweise noch weiter unterteilt werden (Abb. 4.2.4). Der obere Grundwasserleiter (OGWL) entspricht im Rhein-Neckar-Raum dem Oberen Kieslager, der mittlere Grundwasserleiter (MGWL) der kiesig-sandigen Abfolge. Beide Grundwasserleiter werden durch den Oberen Zwischenhorizont (OZH) voneinander getrennt. Dieser besteht überwiegend aus Ton- und Schlufflagen (bereichsweise auch aus Feinsand), er kann bis zu 30 m mächtig sein und wirkt bei tonig-schluffiger Ausprägung als hydraulischer Trennhorizont. Die Mächtigkeit des OGWL nimmt von nur wenigen Metern im Westen auf etwa 40 bis 60 m am östlichen Grabenrand zu. Der darunter folgende MGWL ist ab einer Tiefe von 25 bis 70 m anzutreffen und bereichsweise durch feinklastische Zwischenhorizonte in das obere, mittlere und untere Teilstockwerk (MGWLo, MGWLm, MGWLu) gegliedert. Seine Mächtigkeit kann am Grabenrand 170 m erreichen. Der untere Zwischenhorizont (UZH) trennt den MGWL vom unterlagernden Untergrundwasserleiter (UGWL), welcher aus einer Wechselfolge von sandigen und schluffigen Schichten, die teils dem Altquartär, teils dem Pliozän zugeordnet werden, besteht. Die größten Mächtigkeiten des UGWL bis zu mehreren hundert Metern werden im „Heidelberger Loch“ angetroffen.

Dem unteren Grundwasserleiter (UGWL) kommt insbesondere in Rheinland-Pfalz eine hohe wasserwirtschaftliche Bedeutung zu, da hier eine größere Anzahl von Tiefbrunnen Rohwasser zur Trinkwassergewinnung fördert. In Baden-Württemberg werden vor allem der OGWL und MGWL wasserwirtschaftlich genutzt. Das Altquartär sowie das Pliozän sind kaum durch Bohrungen erschlossen und wasserwirtschaftlich ohne Bedeutung.

Die Einflüsse der Grundwasserentnahmen im Rhein-Neckar-Raum sind deutlich. Im Stadtbereich Mannheim/Ludwigshafen sind die Druckwasserspiegel im MGWL durch einen ausgeprägten, großräumigen Absenkungstrichter um mehrere Meter gegenüber dem freien Grundwasserspiegel im OGWL abgesenkt worden. Dadurch kann Grundwasser aus dem OGWL durch den OZH in den darunter liegenden MGWL einsickern, wohingegen weiter südlich im Bereich der Rheinniederung aufgrund

dans l'aquifère intermédiaire sous-jacent – en revanche, plus au sud dans le secteur du lit majeur du Rhin, le phénomène de drainance se produit de l'aquifère intermédiaire vers l'aquifère supérieur en raison de l'inversion des rapports de pression.

La menace pesant sur la qualité des réserves d'eaux souterraines profondes devient plus sérieuse lorsque des prélèvements trop importants dans les aquifères profonds font baisser leur surface piézométrique en-dessous de celle des couches superficielles. Il s'ensuit un risque d'infiltration des pollutions d'origine anthropique des niveaux superficiels de la nappe vers des niveaux plus profonds.

umgekehrter Druckverhältnisse Grundwasser aus dem MGWL in den OGWL gelangt.

Eine qualitative Gefährdung der tieferen Grundwasservorkommen ergibt sich insbesondere dann, wenn durch zu hohe Entnahmen im tieferen Bereich die freie Druckfläche des Grundwasserspiegels unter die des oberflächennahen Grundwassers abgesenkt wird. In dieser Folge ist die lokale Zuckering anthropogen belasteten, oberflächennahen Grundwassers auch in tiefere Bereiche möglich.

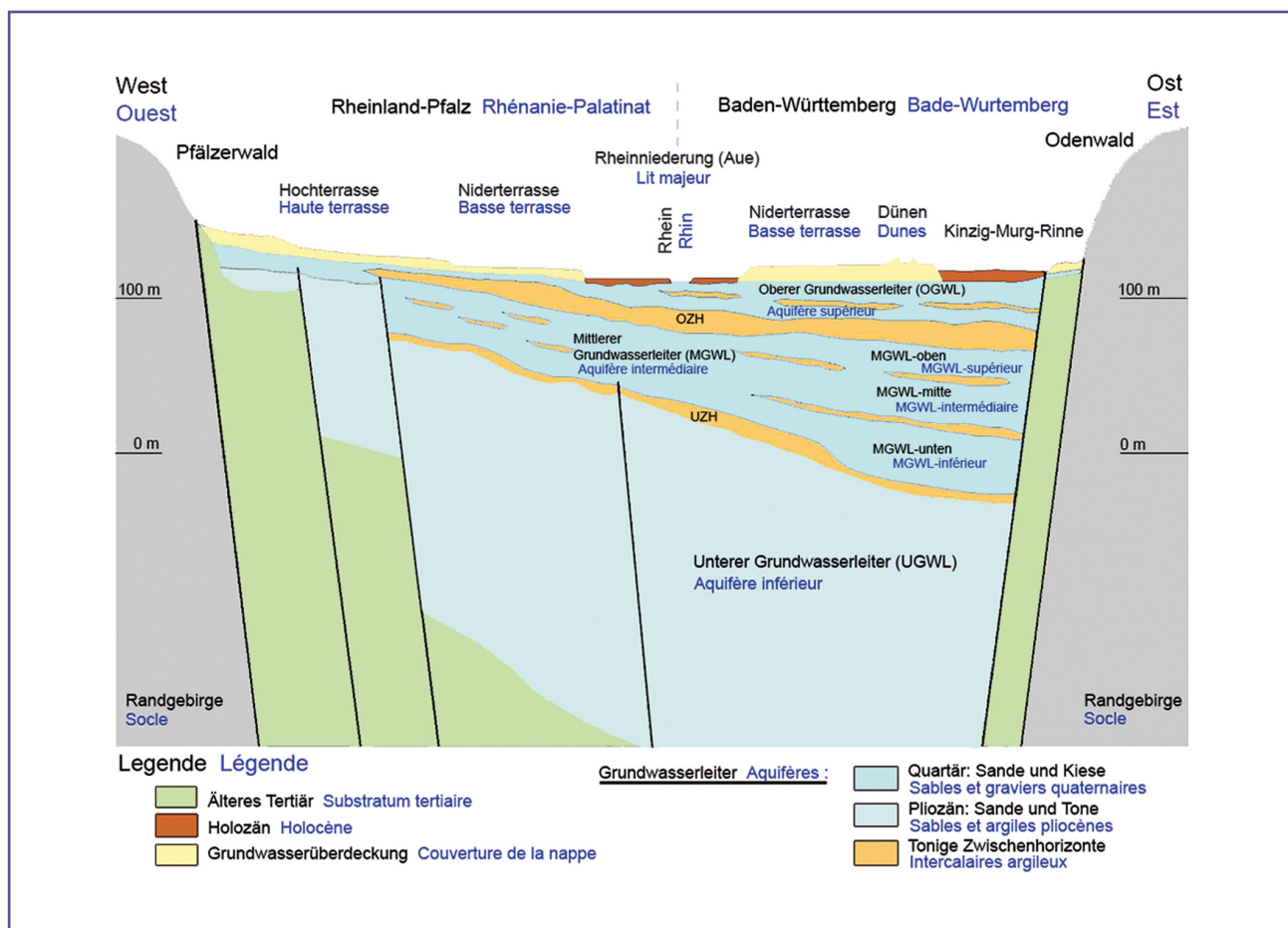


Fig. 4.2.4 : Coupe W-E de la plaine du Rhin supérieur (espace Rhein-Neckar) ; Succession lithostratigraphique schématique des alluvions - (Source : Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 1999)

Abb. 4.2.4: W-E-Querschnitt durch den Oberrheingraben (Rhein-Neckar-Raum); Lithostratigraphische Gliederung der Lockergesteine, schematisch - (Quelle: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 1999)

Dans la partie du Fossé rhénan située en Hesse, les successions d'alluvions du Pliocène ou du Pléistocène de la zone septentrionale de cette unité (qui prend fin au bord du Main), atteignent une épaisseur de seulement 30 à 40 m, et de quelques 50 m à proximité du Rhin. Seules quelques couches argileuses isolées sont intercalées au sein de la succession d'alluvions très perméables du Quaternaire. Elles forment des lentilles plus ou moins étendues et séparent localement différents aquifères les uns des autres. Toutefois, au niveau régional, des connexions hydrauliques existent là où les couches d'argile sont interrompues par des lacunes (« fenêtres hydrauliques ») et, dans une moindre mesure, par les failles de bordure : on peut donc parler dans l'ensemble d'un seul aquifère – même si celui-ci n'est pas uniforme.

Les alluvions du nord du Fossé rhénan se composent principalement de sables et de graviers calcaires qui ont été déposés par le Rhin et en partie aussi par le Neckar. En revanche, au nord d'une ligne Trebur-Büttelborn-Weiterstadt, les sédiments sont composés de graviers du Main, non calcaires pour la plupart. Au sud-ouest de Francfort sur le Main (Sachsenhausen) on trouve aussi localement des roches calcaires karstiques du Miocène en contact avec les alluvions du Quaternaire.

La partie septentrionale de la zone d'étude en rive gauche du Rhin comprend la partie inférieure de la vallée de la Nahe, le lit majeur du Rhin entre Mayence et Bingen et la zone comprise entre Worms et Oppenheim (« Eicher Rheinbogen » - coude du Rhin près de Eich).

La partie inférieure de la vallée de la Nahe présente un aquifère quaternaire d'une épaisseur maximale de 10 m, constitué de galets et de graviers composés essentiellement de quartzite. Dans l'espace Mayence-Bingen, le Rhin a formé pendant le Quaternaire une terrasse de sables et de graviers fins quartzitiques et carbonatés d'une épaisseur maximale de 16 m. Le lit majeur du Rhin est limité au sud par les formations tertiaires de la région de plateaux et de collines de la Hesse rhénane, et au nord par les quartzites dévoniens du Taunus. Le Eicher Rheinbogen entre Worms et Oppenheim est constitué de sédiments du Quaternaire et du Pliocène dont l'épaisseur peut atteindre 100 m. Si les alluvions sableuses à caillouteuses présentent bien des intercalaires limono-argileux, on ne peut en revanche parler d'aquifère multicouche que localement.

Im nördlich anschließenden hessischen Teil des Oberrheingrabens erreichen die plio-/ pleistozänen Lockergesteinsfolgen im nördlichen Teil dieser Einheit, die am Main endet, eine Mächtigkeit von nur 30 - 40 m, in Rheinnähe etwa 50 m. In der gut durchlässigen quartären Schichtenfolge sind nur vereinzelt tonige Schichten eingelagert. Sie bilden mehr oder weniger große Linsen und trennen örtlich verschiedenen Grundwasserleiter voneinander ab. Weiträumig bestehen jedoch hydraulische Verbindungen über Lücken in den Tonlagen („hydraulische Fenster“) und untergeordnet über Verwerfungen, so dass insgesamt von einem allerdings uneinheitlichen Grundwasserstockwerk gesprochen werden kann.

Die Ablagerungen im nördlichen Oberrheingraben bestehen überwiegend aus kalkhaltigen Sanden und Kiesen, die vom Rhein und z.T. auch vom Neckar sedimentiert wurden. Nördlich der Linie Trebur-Büttelborn-Weiterstadt bestehen die Sedimente dagegen aus weitgehend kalkfreien Mainschottern. Am Südostrand von Frankfurt/M. (Sachsenhausen) stehen lokal auch verkarstete miozäne Kalksteine an, die an die quartären Lockersedimente unmittelbar angrenzen.

Der nördliche Teil des Untersuchungsgebiets auf linksrheinischer Seite umfasst das untere Nahetal, die Rheinniederung zwischen Mainz und Bingen und das Gebiet zwischen Worms und Oppenheim (Eicher Rheinbogen).

Das untere Nahetal weist einen quartären Aquifer von max. 10 m Mächtigkeit auf, der mit Schottern und Kiesen vorwiegend quarzitischer Zusammensetzung gefüllt ist. Im Raum Mainz-Bingen hat der Rhein während des Quartärs eine Terrasse aus quarzitischem und karbonatischen Feinkies und Sand von max. 16 m Mächtigkeit abgelagert. Die Rheinniederung wird im Süden durch die Tertiärformationen des Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes, im Norden durch Devonische Quarzite des Taunus begrenzt. Der „Eicher Rheinbogen“ zwischen Worms und Oppenheim ist mit quartären und pliozänen Sedimenten von bis zu 100 m Mächtigkeit gefüllt. Die sandigen bis kiesigen Lockergesteine weisen zwar tonig-schluffige Einschaltungen auf, eine ausgeprägte hydraulische Stockwerksgliederung liegt jedoch lediglich bereichsweise vor.

4.2.2 Limites de l'Inventaire 2003

Il n'y a pas eu en 2003, ni pour la Rhénanie-Palatinat ni pour la Hesse, de campagne systématique de prélèvements dans les piézomètres profonds, comme cela avait été le cas pour la campagne 1997/1998. Dans le Bade-Wurtemberg, au nord de la ligne Karlsruhe – Wissembourg, les paramètres analysés sont les mêmes que ceux du secteur sud. Une comparaison avec les valeurs des campagnes précédentes n'est cependant pas possible.

Parmi plus de 2 100 points de mesures analysés en tout dans les sédiments quaternaires de l'ensemble de la plaine du Rhin supérieur, 434 points doivent être classés comme concernant les niveaux profonds de la nappe. Il s'agit ici, dans le cadre de ce projet, de piézomètres dont la profondeur dépasse 50 m ou qui peuvent être classés comme concernant les niveaux profonds de l'aquifère.

4.2.2 Untersuchungsumfang der Bestandsaufnahme 2003

Eine zielgerichtete hydrochemische Untersuchung der tiefen Messstellen wie in 1997/1998 erfolgte in 2003 in Rheinland-Pfalz und Hessen nicht. In Baden-Württemberg wurden nördlich der Linie Karlsruhe – Wissembourg die gleichen Parameter wie im südlichen Gebiet untersucht. Ein Vergleich mit Messwerten aus früheren Messungen ist jedoch nicht möglich.

Von den in den quartären Sedimenten des gesamten Oberrheingrabens insgesamt über 2.100 untersuchten Messstellen sind 434 Messstellen tieferen Grundwasserbereichen zuzuordnen. Hierunter werden im Rahmen dieses Projektes grundsätzlich Messstellen mit Ausbautiefen über 50 m verstanden oder Messstellen, die tieferen Grundwasserstockwerken zugeordnet werden können.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

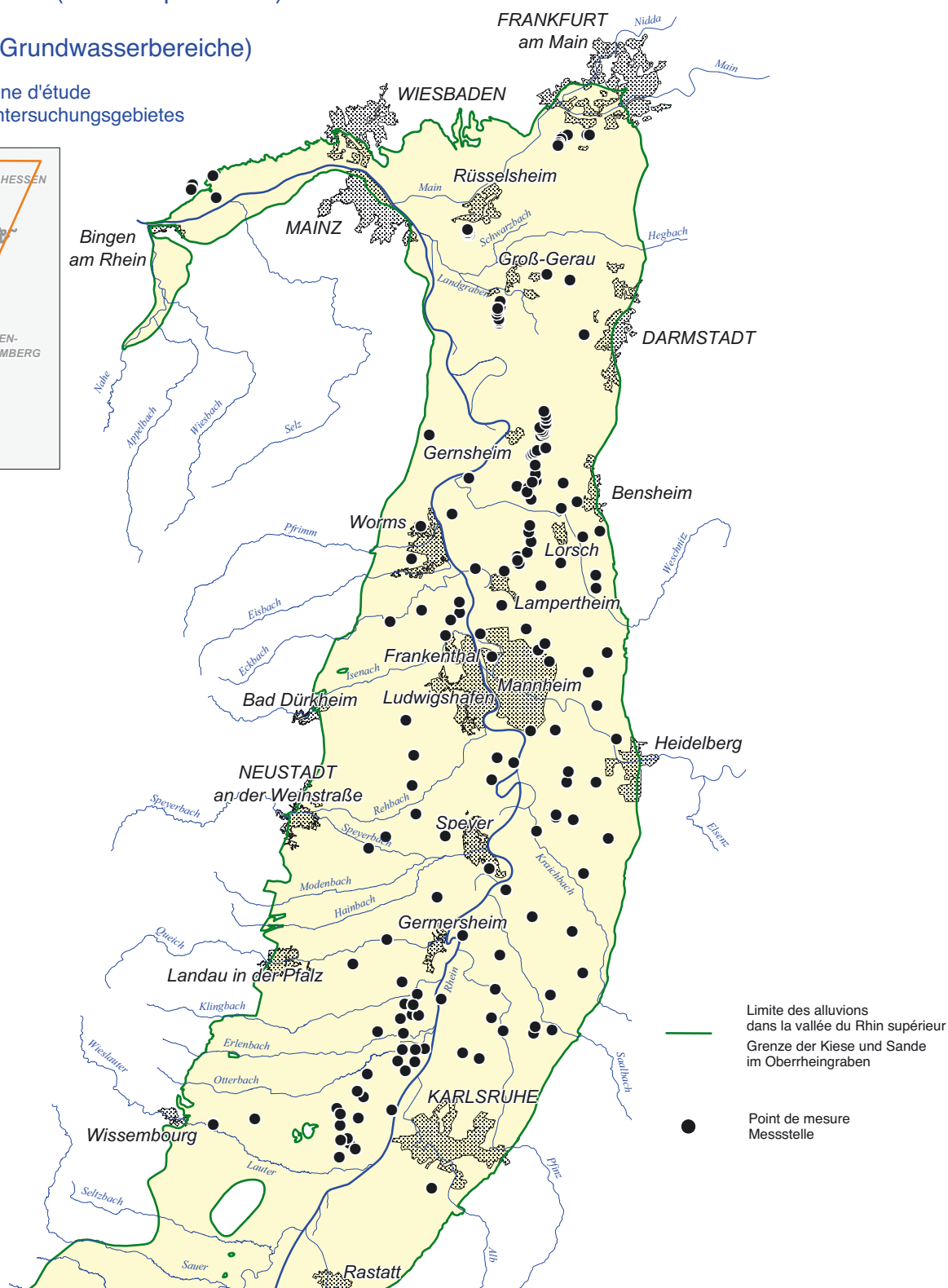
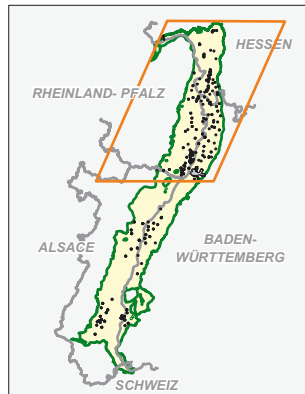
Réseau de mesures (couches profondes)

2002 - 2003

Messnetz (tiefe Grundwasserbereiche)

Secteur Nord de la zone d'étude

Nördlicher Teil des Untersuchungsgebietes



Limite des alluvions
dans la vallée du Rhin supérieur
Grenze der Kiese und Sande
im Oberrheingraben

Point de mesure
Messstelle



Conception / Gestaltung : APRONA
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LUBW, LUWG, HLUG
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, LGB
 Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Carthage / BD Carthage
 © Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 © Daten aus dem RIPS der LUBW Baden-Württemberg
 © Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
 Août 2006 / August 2006

Maîtrise d'ouvrage / Projektverantwortung
 Région Alsace
Partenaires du projet / Projektpartner
 Région Alsace
 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
 Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
 Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
 Agence de l'eau Rhin-Meuse
 Bureau de Recherches Géologiques et Minières
 Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft
Conducteur de l'opération / Durchführung
 Association pour la PROtection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace



4.2.3 Résultats dans la zone nord du Pays de Bade

4.2.3.1 Localisation et profondeur des prélèvements

Dans le secteur d'étude situé dans le Bade-Wurtemberg, un total de 46 prélèvements ont été pris dans les niveaux profonds des aquifères intermédiaire et inférieur ; 19 piézomètres sont crépinés au niveau de l'aquifère supérieur (fig. 4.2.5 et fig. 4.2.6).

4.2.3 Ergebnisse im nördlichen Baden- Württemberg

4.2.3.1 Beschreibung der Lage der Messstellen und der Probennahmetiefen

Im baden-württembergischen Teil wurden insgesamt 46 Messstellen in den tieferen Grundwasserstockwerken des Mittleren und Unteren Grundwasserleiters untersucht, weitere 19 Messstellen sind im Bereich des Oberen Grundwasserleiters verfiltert (Abb. 4.2.5 und Abb. 4.2.6.).

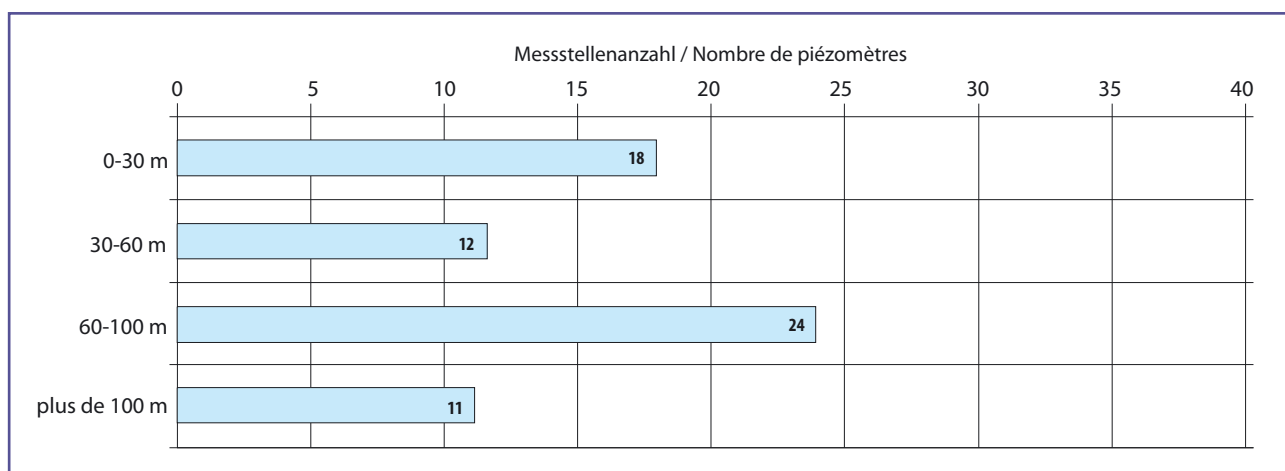


Fig. 4.2.5 : Répartition des 65 piézomètres par classe de profondeur du milieu de la crépine pour la partie nord du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg

Abb. 4.2.5: Verteilung der 65 beprobten Messstellen im baden-württembergischen Teil der nördlichen Oberrheinebene auf verschiedene mittlere Filtertiefenklassen

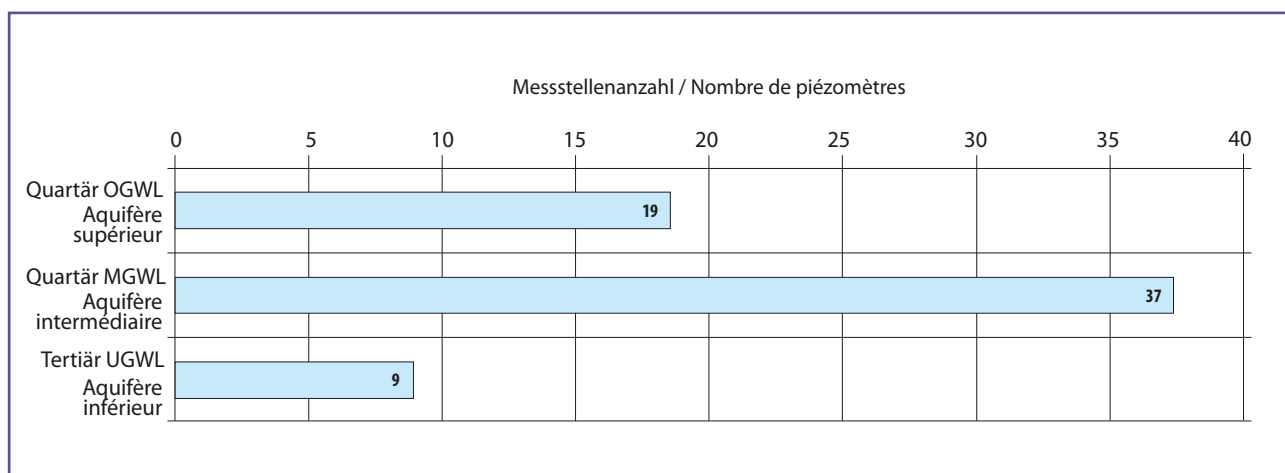


Fig. 4.2.6 : Répartition des 65 piézomètres par aquifère prélevé pour la partie nord du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg

Abb. 4.2.6: Verteilung der 65 beprobten Messstellen im baden-württembergischen Teil der nördlichen Oberrheinebene auf die drei Grundwasserstockwerke

4.2.3.2 Résultats des analyses hydrochimiques

Les illustrations ci-dessous présentent les résultats des analyses des nitrates, des chlorures, des triazines et de la somme des organohalogénés volatils, tant pour les piézomètres profonds que, à titre de comparaison, pour les piézomètres crépinés dans la tranche superficielle de la nappe phréatique. Les piézomètres profonds sont crépinés dans les aquifères plus profonds (MGWL, UGWL). Les lignes de rappel des valeurs limites de potabilité sont signalées par « LP » et les valeurs d'avertissement par « VA ».

Nitrates

On ne trouve de concentrations en nitrates véritablement élevées avec dépassement des valeurs limites que dans les piézomètres situés dans les couches superficielles et non dans les couches profondes de la nappe (fig. 4.2.7). En profondeur il n'y a aucun dépassement des valeurs limites.

En revanche, alors que l'absence d'oxygène entraîne presque toujours une réduction des nitrates dans les profondeurs, il est surprenant que quatre piézomètres révèlent la présence de nitrates, dont trois avec des concentrations de 10 à 40 mg/l. Ceci montre bien que la pollution par les nitrates peut ici aussi pénétrer dans les profondeurs.

Trois de ces quatre piézomètres profonds sont crépinés dans l'aquifère intermédiaire (MGWL), le quatrième dans les couches du Tertiaire c. à d. dans l'aquifère inférieur. Ce dernier présente des concentrations en augmentation : 13 mg/l en moyenne en 2003. Sur le piézomètre présentant la plus grande concentration (presque 40 mg/l = valeur d'avertissement), la pénétration d'eau depuis les couches superficielles de la nappe se remarque aussi aux taux d'oxygène un peu plus élevés, 3 mg/l env.

4.2.3.2 Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen für Nitrat und Chlorid, für die Triazine und für die Summe der Leichtflüchtigen Halogenierten Kohlenwasserstoffe und zwar sowohl für die tiefen Messstellen wie auch vergleichsweise für die oberflächennahen Messstellen. Die tiefen Messstellen sind in den tieferen Grundwasserstockwerken (MGWL, UGWL) verfiltert. Als Markierungslinien sind Grenzwerte mit „GW“ und Warnwerte mit „WW“ gekennzeichnet.

Nitrat

Eine ausgesprochene hohe Nitratbelastung mit Grenzwertüberschreitungen ist nur in den Messstellen der oberflächennahen Grundwässer vorhanden, nicht in den tiefen Grundwasserbereichen (Abb. 4.2.7). In der Tiefe gibt es keine Grenzwertüberschreitungen.

Jedoch wird - angesichts der meist nitratreduzierend wirkenden nahezu sauerstofffreien Verhältnisse in der Tiefe - überraschenderweise an vier Messstellen Nitrat gefunden, an drei Messstellen sogar in Konzentrationen von 10 bis 40 mg/l. Dies zeigt, dass die Nitratbelastung auch hier in die Tiefe dringen kann.

Drei der vier tiefen Messstellen sind im Mittleren Grundwasserleiter (MGWL) verfiltert, eine im Tertiär, also im Unteren Grundwasserleiter. Letztere weist steigende Konzentrationen von in 2003 mittlerweile 13 mg/l auf. An der Messstelle mit der höchsten Konzentration von nahezu 40 mg/l (Warnwert) macht sich das Eindringen von oberflächennahem Grundwasser auch an etwas höheren Sauerstoffgehalten von etwa 3 mg/l bemerkbar.

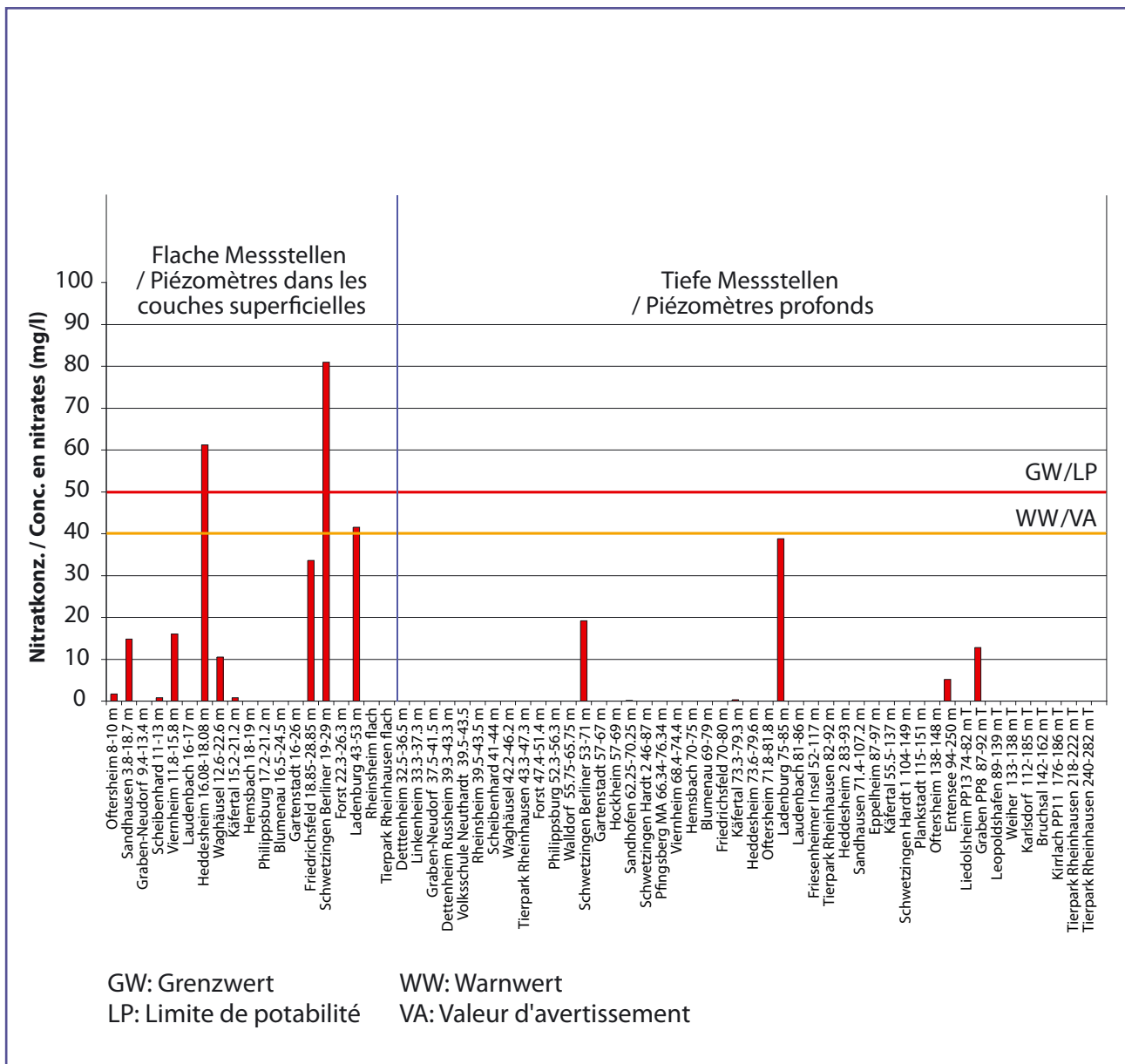


Fig. 4.2.7 : Concentrations en nitrates des eaux prélevées dans les couches superficielles de la nappe et dans les aquifères intermédiaire et inférieur pour la partie nord du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg

Abb. 4.2.7: Untersuchungsergebnisse im baden-württembergischen Teil der nördlichen Oberrheinebene für Nitrat für die flachen Messstellen des oberen Grundwasserleiters und die tiefen Messstellen des mittleren und unteren Grundwasserleiters

Chlorures

Les piézomètres profonds avec des concentrations élevées en chlorures – plus de 50 mg/l – fréquentes dans l’aquifère supérieur, ne sont plus que deux pour les ouvrages crépinés dans l’aquifère intermédiaire (fig. 4.2.8). L’un des points concernés présente aussi la concentration en nitrates la plus forte.

Chlorid

Tiefe Messstellen mit hohen Chloridkonzentrationen von über 50 mg/l, wie sie des öfteren im Oberen Grundwasserleiter vorkommen, finden sich nur zweimal an im Mittleren Grundwasserleiter verfilterten Messstellen (Abb. 4.2.8). Eine der betroffenen Messstellen weist auch den höchsten Nitratgehalt auf.

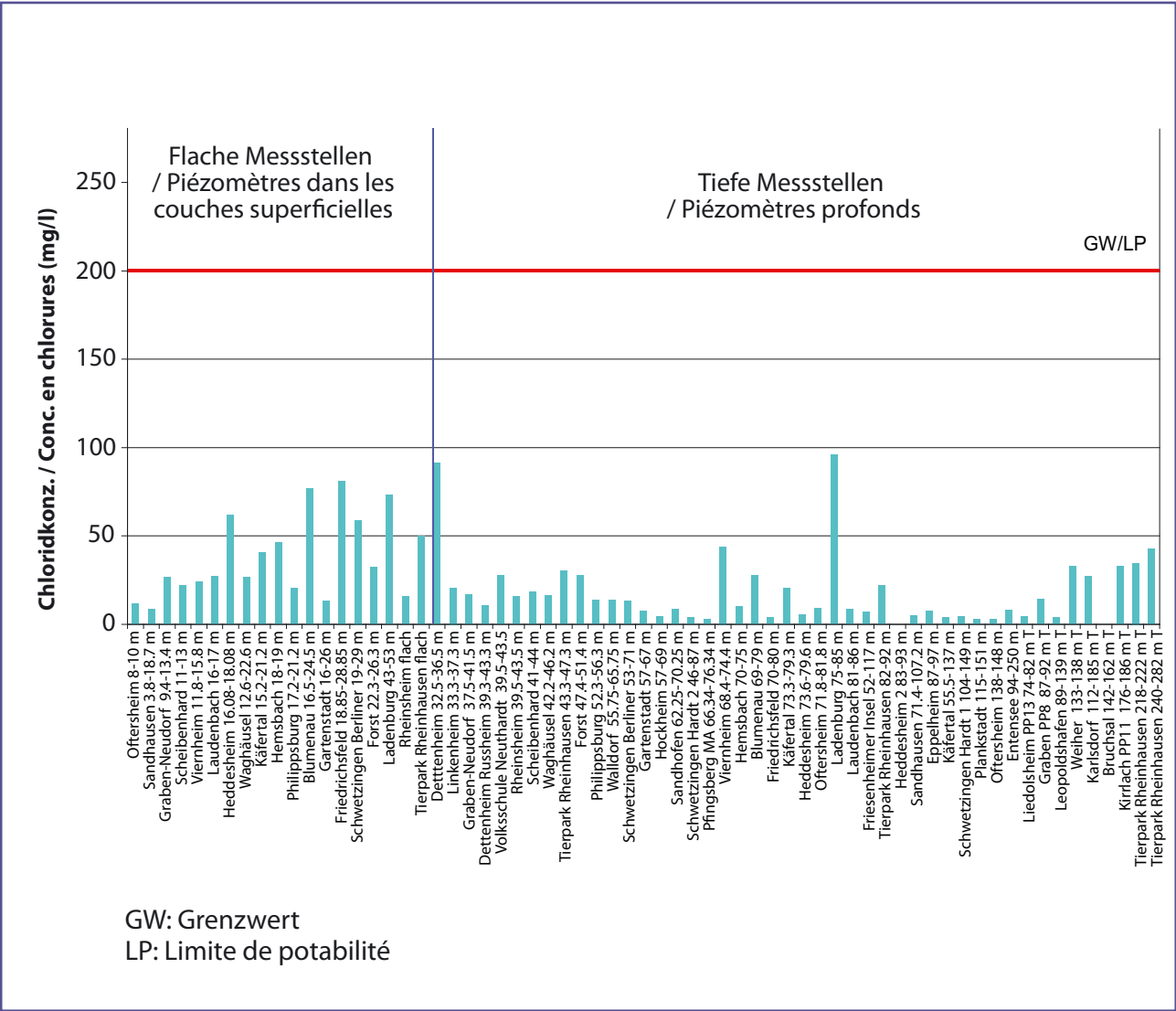


Fig. 4.2.8 : Concentrations en chlorures des eaux prélevées dans les couches superficielles de la nappe et dans les aquifères intermédiaire et inférieur pour la partie nord du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg

Abb. 4.2.8: Untersuchungsergebnisse im baden-württembergischen Teil der nördlichen Oberrheinebene für Chlorid für die flachen Messstellen des oberen Grundwasserleiters und die tiefen Messstellen des mittleren und unteren Grundwasserleiters

Produits phytopharmaceutiques : triazines et produits de dégradation

Contrairement à l'aquifère supérieur, on ne trouve pas de trace de triazines dans les aquifères profonds (fig. 4.2.9).

Pflanzenschutzmittel: Triazine und Abbauprodukte

In den tiefen Grundwasserstockwerken finden sich im Gegensatz zum Oberen Grundwasserleiter keine Nachweise von Triazinen (Abb. 4.2.9).

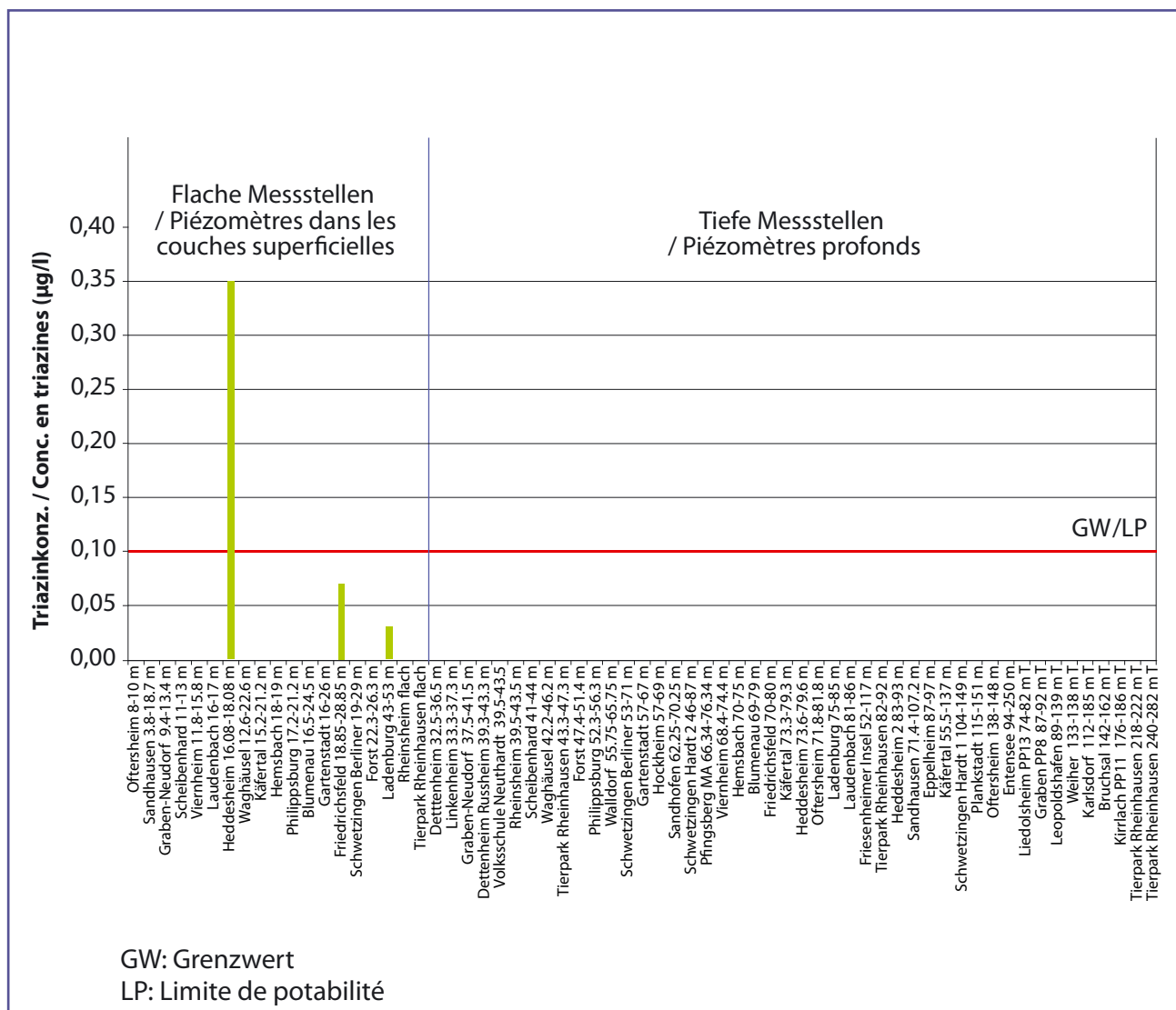


Fig. 4.2.9 : Concentrations en triazines des eaux prélevées dans les couches superficielles de la nappe et dans les aquifères intermédiaire et inférieur pour la partie nord du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg

Abb. 4.2.9: Untersuchungsergebnisse im baden-württembergischen Teil der nördlichen Oberrheinebene für die Triazine für die flachen Messstellen des oberen Grundwasserleiters und die tiefen Messstellen des mittleren und unteren Grundwasserleiters

Organohalogénés volatils (OHV)

Contrairement à l'aquifère supérieur, on ne trouve qu'un seul organo-halogéné volatil – il s'agit du trichloroéthylène – sur un seul piézomètre profond, à plus de 80 m dans l'aquifère intermédiaire. La concentration mesurée ici est de très peu supérieure au seuil de détection, ce qui permet de la considérer comme très faible. Cette concentration est comparable à la pollution diffuse présente ici dans les couches superficielles de la nappe. On n'a pas constaté de concentration notable en nitrates ou en chlorures sur ce point de mesures.

Aucun autre OHV n'a été détecté dans les aquifères plus profonds.

Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Im Gegensatz zum Oberen Grundwasserleiter findet sich nur ein leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoff – nämlich Trichlorethen - an nur einer tiefen Messstelle in über 80 m Tiefe in Mittleren Grundwasserleiter. Die hier vorgefundene Konzentration liegt knapp über der Bestimmungsgrenze und ist daher als sehr gering einzustufen. Die Konzentration ist vergleichbar mit der hier im oberflächennahen Grundwasser vorhandenen diffusen Belastung. Diese Messstelle war bei Nitrat und Chlorid nicht auffällig.

Andere LHKW wurden in den tieferen Grundwasserleitern nicht gefunden.

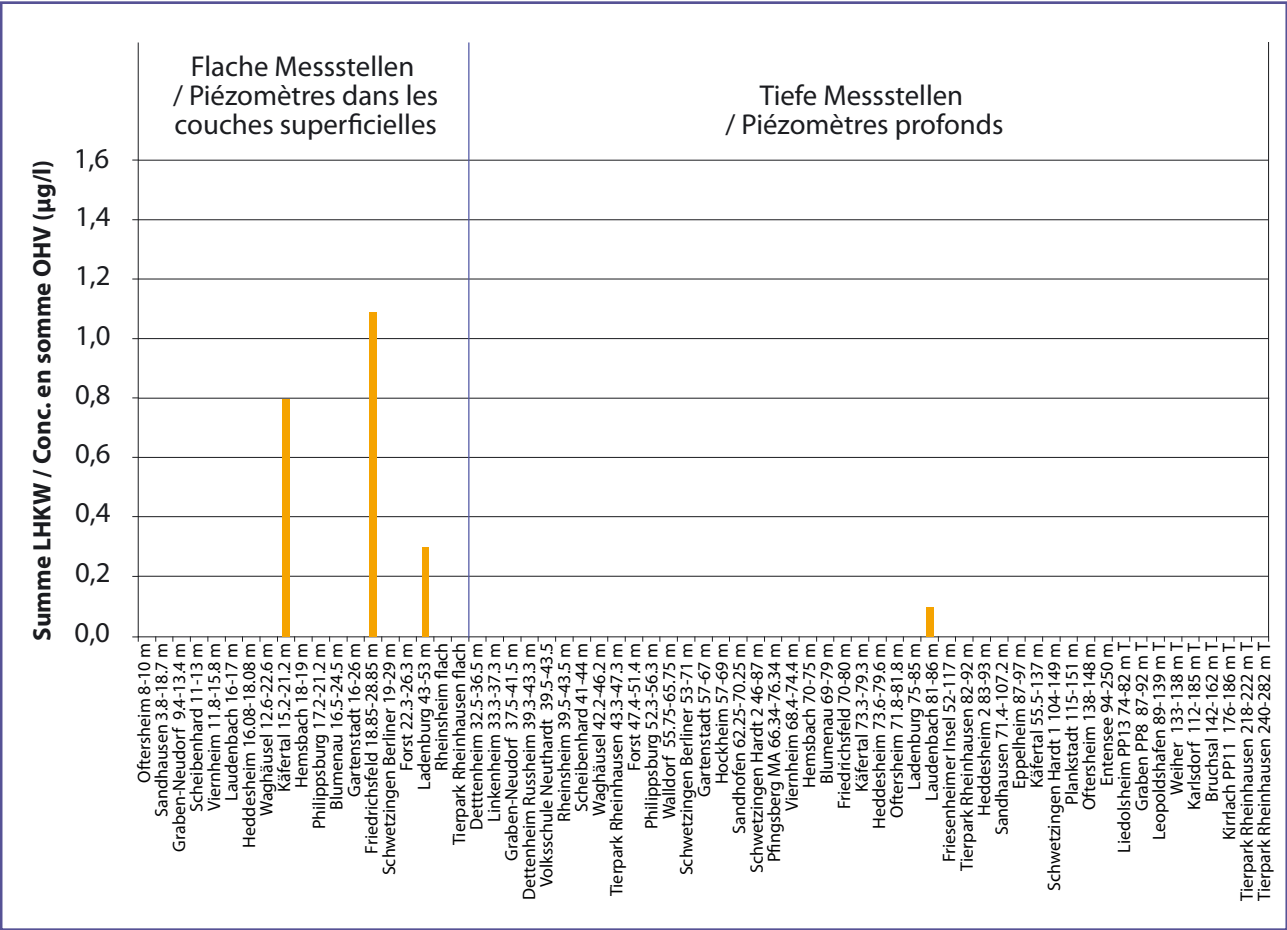


Fig. 4.2.10 : Concentrations en somme des organohalogénés volatils des eaux prélevées dans les couches superficielles de la nappe et dans les aquifères intermédiaire et inférieur pour la partie nord du Fossé rhénan située dans le Bade-Wurtemberg

Abb. 4.2.10: Untersuchungsergebnisse im baden-württembergischen Teil der nördlichen Oberrheinebene für die Summe der Leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe für die flachen Messstellen des oberen Grundwasserleiters und die tiefen Messstellen des mittleren und unteren Grundwasserleiters

4.2.4 Résultats en Rhénanie Palatinat - Vorderpfalz

4.2.4.1 Localisation des piézomètres

En raison de la situation hydrogéologique particulière du Palatinat antérieur (Vorderpfalz), les piézomètres crépinés à une profondeur de 50 m peuvent déjà atteindre l'aquifère inférieur. Dans ce secteur, il n'y a pas de prélèvements d'eau potable dans les niveaux superficiels de l'aquifère.

Dans le secteur du Palatinat antérieur, 120 piézomètres sont répartis sur un total de 53 ouvrages ; ils peuvent atteindre 200 m de profondeur et permettent d'analyser les aquifères les plus profonds. Localement, on peut distinguer jusqu'à cinq aquifères distincts du point de vue hydraulique.

4.2.4 Ergebnisse in Rheinland-Pfalz – Vorderpfalz

4.2.4.1 Beschreibung der Lage der Messstellen

Aufgrund der besonderen hydrogeologischen Situation können in der Vorderpfalz Messstellen mit einer Ausbautiefe von 50 m bereits den unteren Grundwasserleiter erschließen. Trinkwasserentnahmen im oberen Stockwerk erfolgen in diesem Gebiet nicht.

Im Gebiet der Vorderpfalz sind an insgesamt 53 Standorten 120 Messstellen eingerichtet, die mit Ausbautiefen bis zu 200 m auch tiefere Grundwasserbereiche erfassen. Lokal lassen sich dabei bis zu fünf hydraulisch getrennte Aquifere unterscheiden.

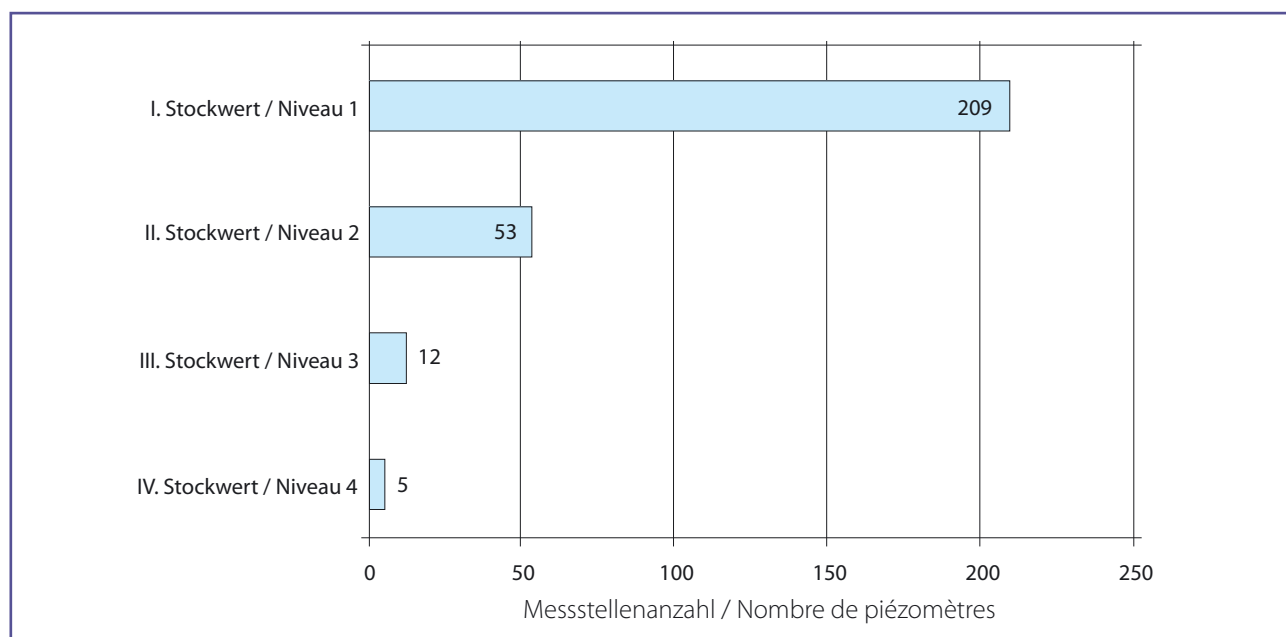


Fig. 4.2.11 : Répartition des piézomètres dans les différents aquifères dans le secteur de Rhénanie-Palatinat

Abb. 4.2.11: Verteilung der beprobten Messstellen im Bereich Rheinland-Pfalz auf die vier Grundwasserstockwerke

4.2.4.2 Résultats des analyses hydrochimiques

La totalité des piézomètres profonds, fait apparaître une eau souterraine sans oxygène avec un milieu réducteur. A cela correspondent des concentrations élevées en fer et manganèse. Les seuils de potabilité sont régulièrement dépassés. En outre, une odeur plus ou moins prononcée d'hydrogène sulfuré se dégage de tous les prélèvements des points des couches profondes. Les nitrates n'ont été détectés dans aucun des piézomètres profonds.

Alors que l'eau souterraine des couches superficielles est généralement dure à très dure, à tendance alcaline et bicarbonatée, on constate que la dureté diminue à mesure que la profondeur augmente. Avec des valeurs de 2,6 à 3,1 mmol/l, les duretés sont sensiblement inférieures à celles des couches superficielles (tab. 4.2.1). Il est révélateur pour l'eau des nappes profondes que la concentration en ions hydrogénocarbonatés soit souvent supérieure à la somme des alcalinos-terreux. Alors que dans les couches superficielles, en particulier dans les cas touchés par les facteurs anthropiques, le rapport de la somme des alcalinos-terreux aux hydrogénocarbonates est toujours situé entre 1 et des valeurs supérieures à 2, le rapport correspondant pour l'eau des couches profondes est régulièrement inférieur à 1. A la suite de phénomènes d'échange d'ions, les bicarbonates doivent ici être comptabilisés parmi les alcalins.

4.2.4.2 Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen

Sämtliche Tiefmessstellen zeigen sauerstofffreies Grundwasser mit reduzierendem Milieu. Entsprechend erhöht sind die Konzentrationen an Eisen und Mangan. Die Grenzwerte für Trinkwasser werden regelmäßig überschritten. Organoleptisch lässt sich bei allen Tiefmessstellen darüber hinaus ein mehr oder weniger deutlicher Geruch nach Schwefelwasserstoff feststellen. Nitrate sind in keiner der Tiefmessstellen nachzuweisen.

Während im oberflächennahen Bereich allgemein hartes bis sehr hartes, erdalkalisch-hydrogencarbonatisch geprägtes Grundwasser anzutreffen ist, wird mit zunehmender Tiefe eine Härteabnahme beobachtet. Die Härtegrade liegen dabei mit Werten von 2,6 bis 3,1 mmol/l deutlich unter denen des oberflächennahen Bereichs (Tab. 4.2.1). Bezeichnend für tiefere Grundwässer ist, dass die Konzentration an Hydrogencarbonationen die Summe der Erdalkalien häufig übersteigt. Während im oberflächennahen Bereich insbesondere bei anthropogener Überprägung das Verhältnis von Summe Erdalkalien zu Hydrogencarbonat stets über 1 bis hin zu Werten größer 2 beträgt, liegt für das tiefere Grundwasser der entsprechende Quotient regelmäßig unter 1. Infolge von Ionenaustauschvorgängen sind hier die Hydrogencarbonationen auch den Alkalien zuzuordnen.

Tab. 4.2.1 : Caractéristiques statistiques des eaux des couches profondes sur des piézomètres multiples dans le Palatinat antérieur (LQ : limite de quantification)

Tab. 4.2.1: Statistische Kennzahlen des tieferen Grundwassers an Mehrfachmessstellen in der Vorderpfalz (BG: Bestimmungsgrenze)

Paramètres Parameter	Niveau 1 I. Stockwerck		Niveau 2 II. Stockwerck		Niveau 3 III. Stockwerck		Niveau 4 IV. Stockwerck	
	Moyenne Mittelwert	Médiane Median	Moyenne Mittelwert	Médiane Median	Moyenne Mittelwert	Médiane Median	Moyenne Mittelwert	Médiane Median
Dureté totale / Gesamthärte [mmol/l]	4,7	4,1	2,8	2,7	2,8	2,6	2,7	3,0
Dureté carbonatée / Karbonathärte [mmol/l]	2,8	2,8	2,6	2,7	2,7	2,8	3,1	3,0
Sulfates / Sulfat [mg/l]	167,7	107	27,2	8,6	17,1	<BG <LQ	<BG <LQ	<BG <LQ
Chlorures / Chlorid [mg/l]	66	52	32	9	31	8	92	49
Fer / Eisen [mg/l]	2,7	1,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1,8	1,7

Des concentrations élevées en chlorures (faciès Na-Cl-HCO_3) peuvent être détectées dans les niveaux profonds de l'aquifère dans le sud du Palatinat antérieur ; pouvant atteindre des valeurs de 200-350 mg/l dans la zone alluviale de Hördt (au sud de Germersheim), celles-ci sont d'origine naturelle (eau profonde à plus forte minéralisation) (tab. 4.2.1). Il en est de même pour les niveaux profonds de l'aquifère de 80 m d'épaisseur de la zone Eicher Rheinbogen (au nord de Worms). Le risque ici est que des venues d'eaux profondes très minéralisées puissent être provoquées par l'augmentation des prélèvements dans les niveaux profonds et les baisses de pression qui s'ensuivent. Les concentrations en chlorures des niveaux profonds se caractérisent généralement par des valeurs très stables.

Si l'eau des couches superficielles du nord du Fossé rhénan, en rive gauche du Rhin, présente localement de très fortes concentrations en sulfates, ces concentrations diminuent la plupart du temps à mesure que la profondeur augmente. Dans le sud du Palatinat antérieur, le niveau IV est exempt de sulfates. Dans le secteur de l'Eicher Rheinbogen, où il n'y a pas d'horizons intercalaires, on mesure aussi des concentrations en sulfates anormales d'origine naturelle dans les zones profondes – jusqu'à plusieurs centaines de mg/l.

Dans les niveaux profonds de l'aquifère de l'espace Frankenthal/Ludwigshafen, on a détecté dans quelques piézomètres profonds un apport anthropique, en particulier de dérivés d'hydrocarbures halogénés et de substances phytosanitaires. Dans l'eau des couches profondes du sud du Palatinat antérieur, on n'a détecté aucun des produits correspondants – en raison aussi de potentiels hydrauliques dirigés de bas en haut.

Geogen bedingt (höher mineralisiertes Tiefenwasser) können in tieferen Grundwasserstockwerken der südlichen Vorderpfalz erhöhte Chloridgehalte auftreten (Na-Cl-HCO_3 -Wässer), die im Bereich der Hördter Rheinaue (südlich Germersheim) Werte von 200-350 mg/l annehmen können (Tab. 4.2.1). Dies gilt auch für die tieferen Bereiche des rd. 80 m mächtigen Grundwasserleiters im Gebiet des Eicher Rheinbogens (nördlich Worms). Hier besteht grundsätzlich die Besorgnis, dass infolge erhöhter Entnahmen und daraus resultierender Druckentlastungen im tieferen Grundwasserbereich lokal ein Zutritt höher mineralisierten Tiefenwassers erfolgen kann. Die Chloridgehalte in tieferen Grundwasserstockwerken zeichnen sich im Allgemeinen durch eine hohe Wertekonstanz aus.

Während im oberflächennahen Grundwasser im nördlichen Oberreingraben linksrheinisch zum Teil sehr hohe Sulfatkonzentrationen anzutreffen sind, nehmen diese mit zunehmender Tiefe hin meist ab. In der südlichen Vorderpfalz zeigt das IV. Stockwerk Sulfatfreiheit. Im Gebiet des Eicher Rheinbogens sind bei fehlenden Zwischenhorizonten jedoch auch in der Tiefe geogen geprägt erhöhte Sulfatwerte bis zu einigen 100 mg/l messbar.

Ein anthropogener Eintrag insbesondere von halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen und Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in das tiefere Grundwasser ist an einzelnen Tiefmessstellen im Raum Frankenthal/Ludwigshafen nachzuweisen. Im tieferen Grundwasser der südlichen Vorderpfalz liegen entsprechende Stoffnachweise auch aufgrund der von unten nach oben gerichteten hydraulischen Potenziale nicht vor.

4.2.5 Résultats dans la zone sud de Hesse

4.2.5.1 Localisation des piézomètres

En Hesse, aucun prélèvement dans les eaux souterraines n'a été effectué pour les besoins spécifiques du projet ; pour l'essentiel, seules des données déjà disponibles ont été utilisées. L'inventaire intègre en tout 168 piézomètres.

4.2.5 Ergebnisse im südlichen Hessen

4.2.5.1 Beschreibung der Lage der Messstellen

Für Hessen wurden keine speziellen, auf das Projekt bezogenen Beprobungen des Grundwassers durchgeführt, sondern im Wesentlichen lediglich vorhandene Datenbestände ausgewertet. Insgesamt wurden 168 Messstellen in die Auswertung einbezogen.

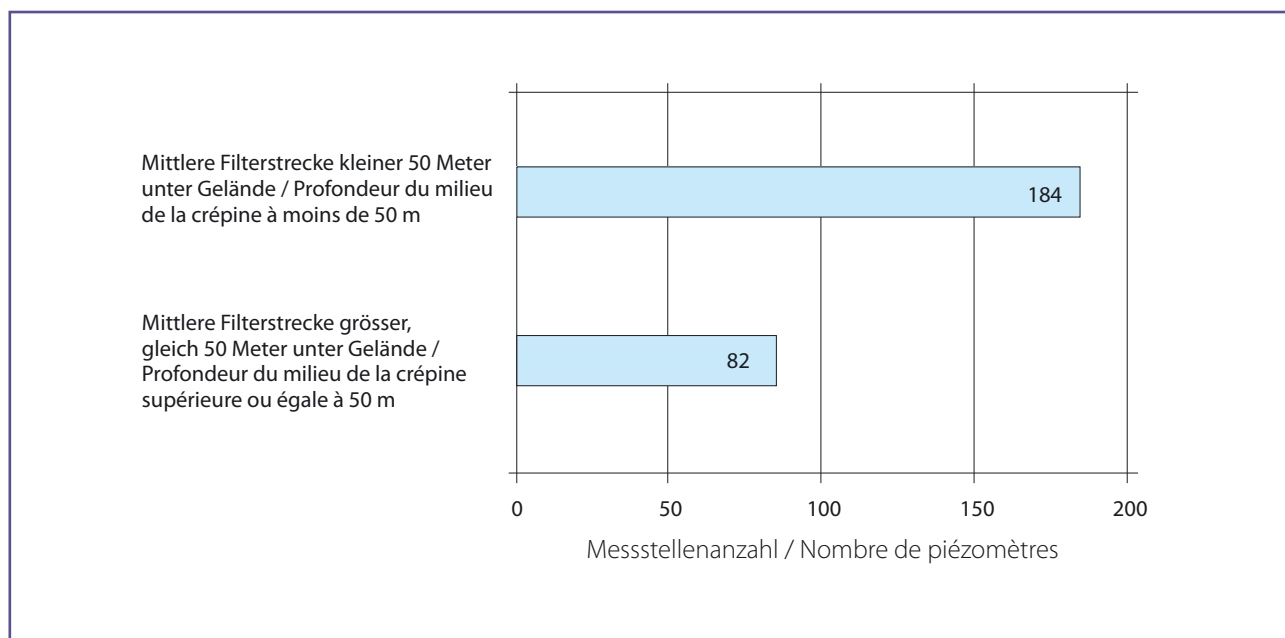


Fig. 4.2.12 : Répartition des piézomètres selon la profondeur du milieu de la crépine dans le secteur de Hesse

Abb. 4.2.12: Verteilung der beprobten Messstellen im Bereich Hessen auf die Tiefe der Filtermitte

La figure 4.2.12 donne une vue d'ensemble de la répartition des 266 piézomètres sélectionnés en raison de la profondeur moyenne de la crépine. La profondeur moyenne de la crépine de 184 piézomètres se situe au-dessus de l'horizon intercalaire supérieur et celle de 82 points au-dessous de l'horizon intercalaire supérieur.

Die Grafik 4.2.12 gibt einen Überblick über die Verteilung der 266 ausgewählten Messstellen hinsichtlich ihrer mittleren Filtertiefe. 184 Messstellen liegen mit ihrer mittleren Verfilterung oberhalb des Oberen Zwischenhorizonts und 82 Messstellen sind unterhalb vom Oberen Zwischenhorizont verfiltert.

4.2.5.2 Caractéristiques hydrogéochimiques des eaux souterraines de la Hesse

De l'espace Rhein-Neckar au sud, jusqu'au niveau du Gernsheimer Rheinbogen (coude du Rhin près de Gernsheim) au nord, on peut, le long de la bordure orientale du Fossé rhénan, diviser le corps sablo-graveleux en deux niveaux. L'aquifère supérieur sablo-graveleux, d'une épaisseur d'env. 20 à 40 m, est séparé de l'aquifère inférieur de graviers sableux d'une épaisseur maximale de 100 m, par une couche limono-argileuse – composée en partie aussi de sables fins – pouvant atteindre 20 m : l'horizon intercalaire supérieur. De minces couches lenticulaires d'argile de 1 à 3 m d'épaisseur peuvent être intercalées dans les niveaux intermédiaire et inférieur de l'aquifère inférieur. Des transferts d'eau ont lieu entre les deux aquifères à travers les lacunes de l'horizon intercalaire supérieur, dites « fenêtres hydrauliques ».

Plus au nord du Gernsheimer Rheinbogen, l'horizon intercalaire supérieur n'est plus développé de façon continue sur la bordure orientale du Fossé, de sorte que l'on peut considérer l'aquifère comme homogène. Il est en de même pour le secteur longeant le Rhin de Lampertheim jusqu'au Main, où l'horizon intercalaire supérieur est inexistant.

Les points de mesures hessois ne sont pas encore attribués aux différents niveaux de l'aquifère. C'est pourquoi dans ce Land, c'est la profondeur de la crépine dans le puits (profondeur du milieu de la crépine par rapport au sol) qui est prise en compte pour l'analyse des résultats par tranche de profondeur de la nappe. La valeur de 50 m sous le niveau du sol (pour le milieu de la crépine) est le critère retenu pour la classification en eaux souterraines superficielles et profondes.

4.2.5.2 Geohydrochemische Typisierung der hessischen Grundwässer

Vom Rhein-Neckar-Raum im Süden bis auf Höhe des Rheinbogens bei Gernsheim im Norden lässt sich entlang des östlichen Grabenrandes der Sand-/Kieskörper in zwei Grundwasserstockwerke unterteilen. Der obere, etwa 20 - 40 m mächtige, sandig-kiesige Grundwasserleiter wird durch eine bis zu 20 m mächtige schluffig-tonige, z.T. auch feinsandige Schicht, den Oberen Zwischenhorizont, vom kiesig-sandigen, maximal 100 m mächtigen, unteren Grundwasserleiter getrennt. Im mittleren und unteren Abschnitt des unteren Grundwasserleiters können dünne, 1-3 m mächtige Tonlagen linsenförmig eingelagert sein. Über Lücken im Oberen Zwischenhorizont, sog. „Fenster“, bestehen hydraulische Verbindungen zwischen beiden Grundwasserleitern.

Von der Höhe des Gernsheimer Rheinbogens weiter nach Norden ist der Obere Zwischenhorizont am östlichen Grabenrand nur noch lückenhaft entwickelt, so dass von einem zusammenhängenden Grundwasserstockwerk auszugehen ist. Gleiches gilt für den Abschnitt entlang des Rheins von Lampertheim bis zum Main, wo der Obere Zwischenhorizont fehlt.

Die hessischen Messstellen sind noch nicht den einzelnen Grundwasserstockwerken zugeordnet. Eine tiefenorientierte Auswertung erfolgt daher für Hessen über die Tiefe der Filter (Filterrohrmitte unter Gelände) in den Brunnen. Als Kriterium für die Einteilung in flache und tiefe Grundwässer wird ein Wert von 50 m u. G. (Filterrohrmitte) angesetzt.

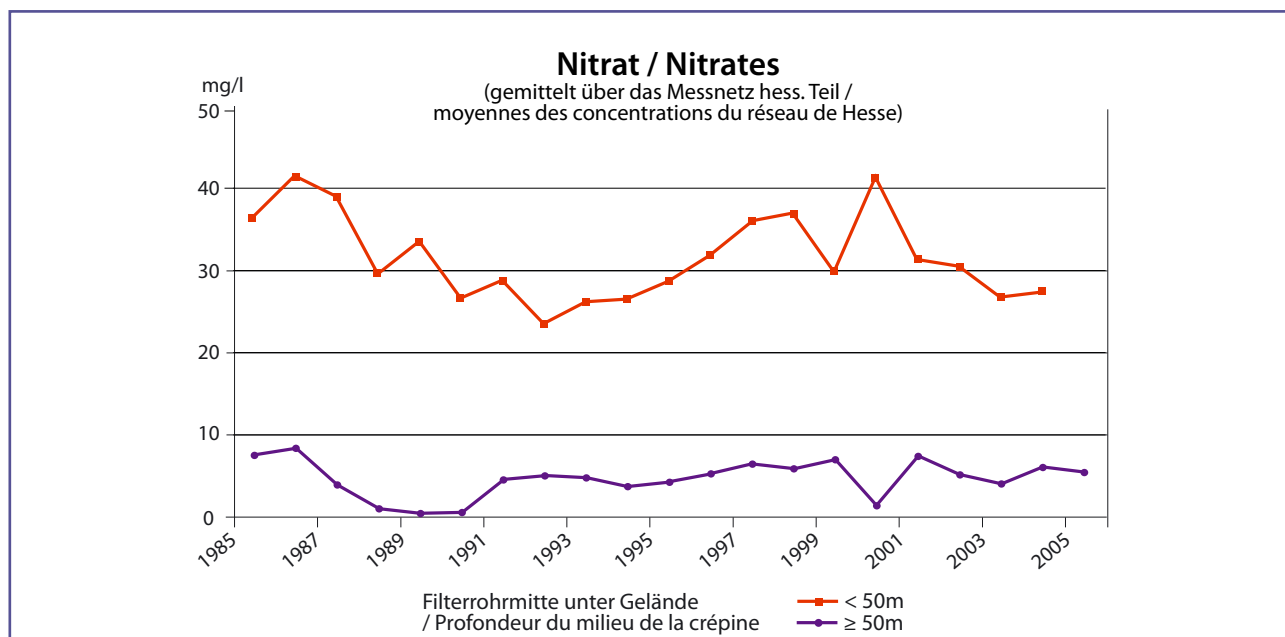


Fig. 4.2.13 : Concentrations moyennes en nitrates dans les eaux souterraines du secteur de la Hesse selon la profondeur de la crépine

Abb. 4.2.13: Durchschnittliche Nitratgehalte der Grundwässer im hessischen Teil des Oberrheingrabens, aufgegliedert in verschiedene Filterrohrhöhen

Comme le montre la figure 4.2.13, de fortes concentrations en nitrates se retrouvent surtout dans les eaux des piézomètres crépinés à faible profondeur. On trouve en règle générale de très faibles concentrations en nitrates pour les piézomètres et les puits plus profonds.

Wie aus Abbildung 4.2.13 zu entnehmen ist, liegen vor allem in den Grundwässern der flacher verfilterten Messstellen hohe Nitratgehalte vor. In den tiefer verfilterten Grundwassermessstellen und Brunnen werden in der Regel sehr geringe Nitratkonzentrationen angetroffen.

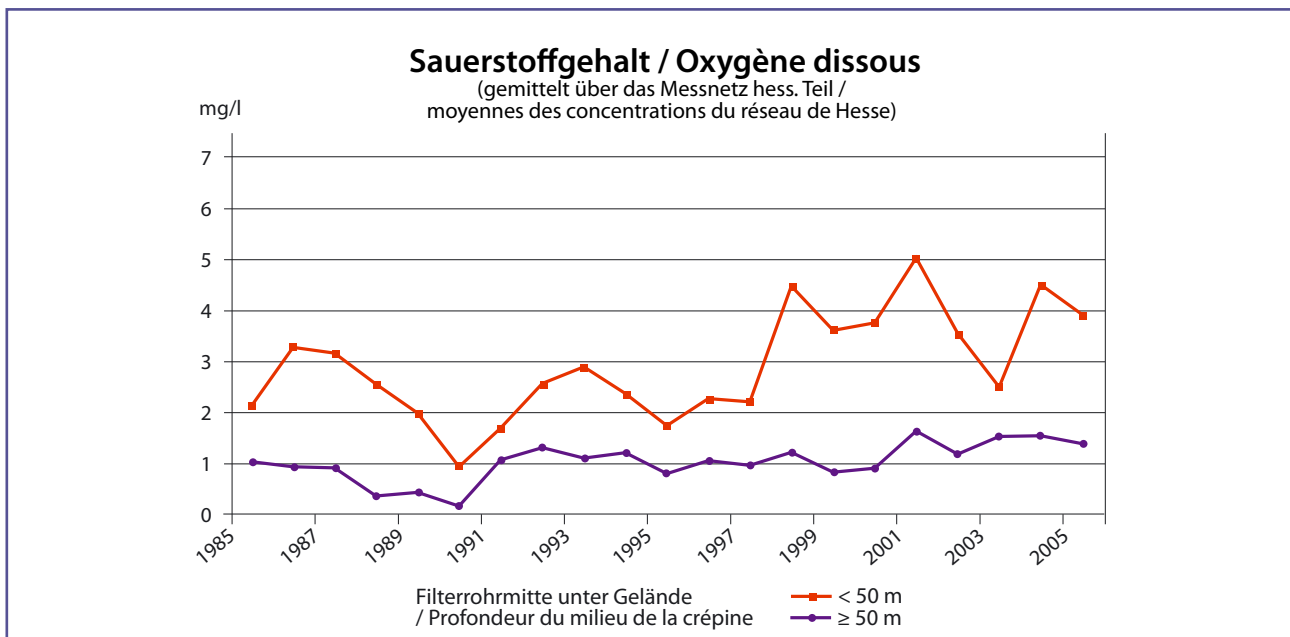


Fig. 4.2.14 : Concentrations moyennes d'oxygène dissous dans les eaux souterraines du secteur de la Hesse selon la profondeur de la crépine

Abb. 4.2.14: Durchschnittliche Gehalte an gelösten Sauerstoff der Grundwässer im hessischen Teil des Oberrhein-grabens, aufgliedert in verschiedene Filterrohr-tiefen

Les faibles concentrations moyennes en oxygène dissous dans les eaux des profondeurs $\geq 50\text{ m}$ (pour le milieu de la crépine) montrent clairement que le milieu est pauvre en oxygène au-dessous de l'intercalaire supérieur. Ces conditions réductrices sont, entre autres, la raison pour laquelle la concentration en nitrates des eaux souterraines des niveaux profonds reste faible. Le caractère réducteur des niveaux profonds est particulièrement marqué lorsque l'aquifère est recouvert et que les couches de couverture ou l'aquifère lui-même contiennent des matières organiques ou du FeS_2 comme agents réducteurs solides.

Die niedrigen mittleren Gehalte an gelösten Sauerstoff in den Grundwässern aus Tiefen $\geq 50\text{ m}$ (Verfilterung) belegen deutlich das sauerstoffarme Milieu das unterhalb des Oberen Zwischenhorizonts anzutreffen ist. Diese reduzierenden Bedingungen sind unter anderem auch für die geringen Nitratgehalte der Grundwässer aus tieferen Bereichen verantwortlich. Wenn der Grundwasserleiter überdeckt wird und diese Deckschichten oder der Grundwasserleiter selbst organisches Material oder FeS_2 als festes Reduktionsmittel enthalten, ist insbesondere das tiefere Grundwasser reduziert.

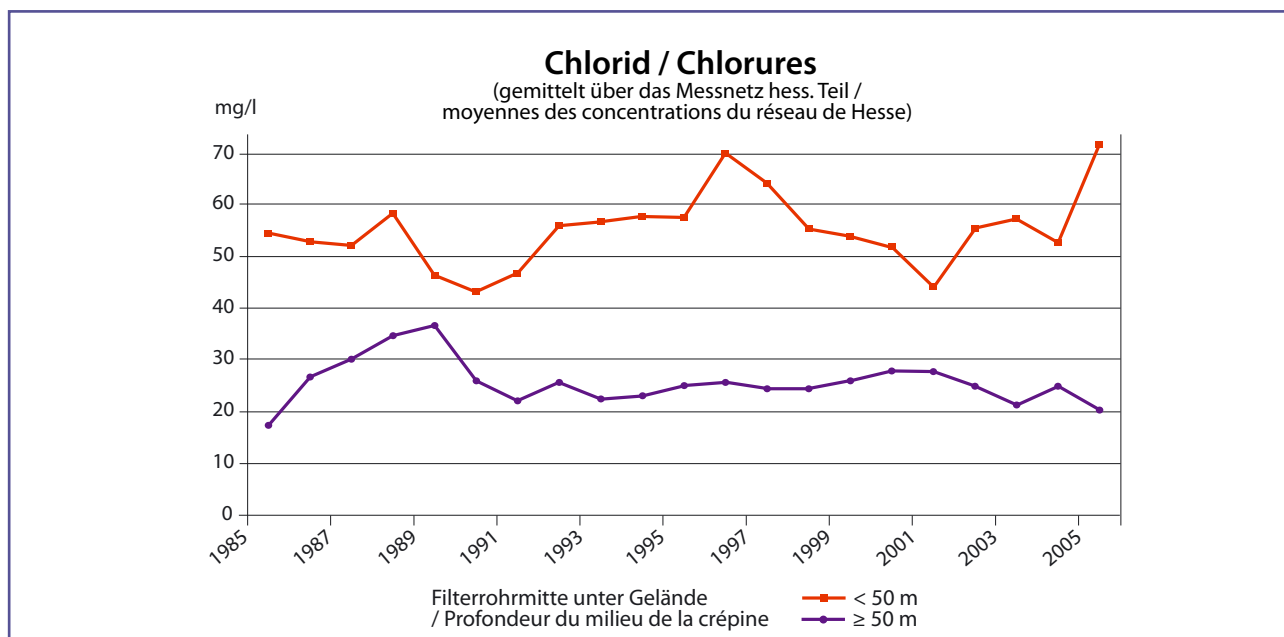


Fig. 4.2.15 : Concentrations moyennes en chlorures dans les eaux souterraines de la partie du Fossé rhénan située en Hesse, selon la profondeur de la crépine

Abb. 4.2.15: Durchschnittliche Chloridgehalte der Grundwässer im hessischen Teil des Oberrheingrabens, aufgegliedert in verschiedene Filterrohrtiefen

Si l'on regroupe les eaux souterraines de la partie du Fossé rhénan située en Hesse en fonction de la profondeur de la crépine, une nette césure apparaît au niveau des concentrations moyennes en chlorures (fig. 4.2.15). L'aquifère supérieur (profondeur moyenne de crépine < 50 m) présente en moyenne des concentrations en chlorures sensiblement plus élevées que celles de l'aquifère sous-jacent à l'intercalaire supérieur. Ces concentrations en chlorures plus élevées sont d'origine anthropique (dus par ex. à des assainissements non étanches, au salage des voies de communication, aux engrais, etc.). En moyenne, les concentrations en chlorures de l'aquifère supérieur sont de l'ordre de 50 mg/l alors que les concentrations moyennes en chlorures des eaux souterraines au-dessous de l'horizon intercalaire supérieur avoisinent les 20 mg/l.

Gruppiert man die Grundwässer im hessischen Teil des Oberrheingrabens nach der Tiefe ihrer Filterstrecken, ergibt sich eine markante Trennung hinsichtlich ihrer durchschnittlichen Chloridkonzentrationen (Abb. 4.2.15). Der obere Grundwasserleiter (< 50 m mittlere Filtertiefe) weist im Mittel deutlich höhere Chloridkonzentrationen auf als der Grundwasserleiter unterhalb des Oberen Zwischenhorizonts. Diese höheren Chloridgehalte sind anthropogen bedingt (z.B. undichte Kanäle, Salzausbringung auf Verkehrswegen, Düngung). Im Mittel bewegen sich die Chloridkonzentrationen im oberen Grundwasserleiter um 50 mg/l Chlorid, während sich die mittleren Chloridgehalte der Grundwässer unterhalb vom Oberen Zwischenhorizont um die 20 mg/l Chlorid bewegen.

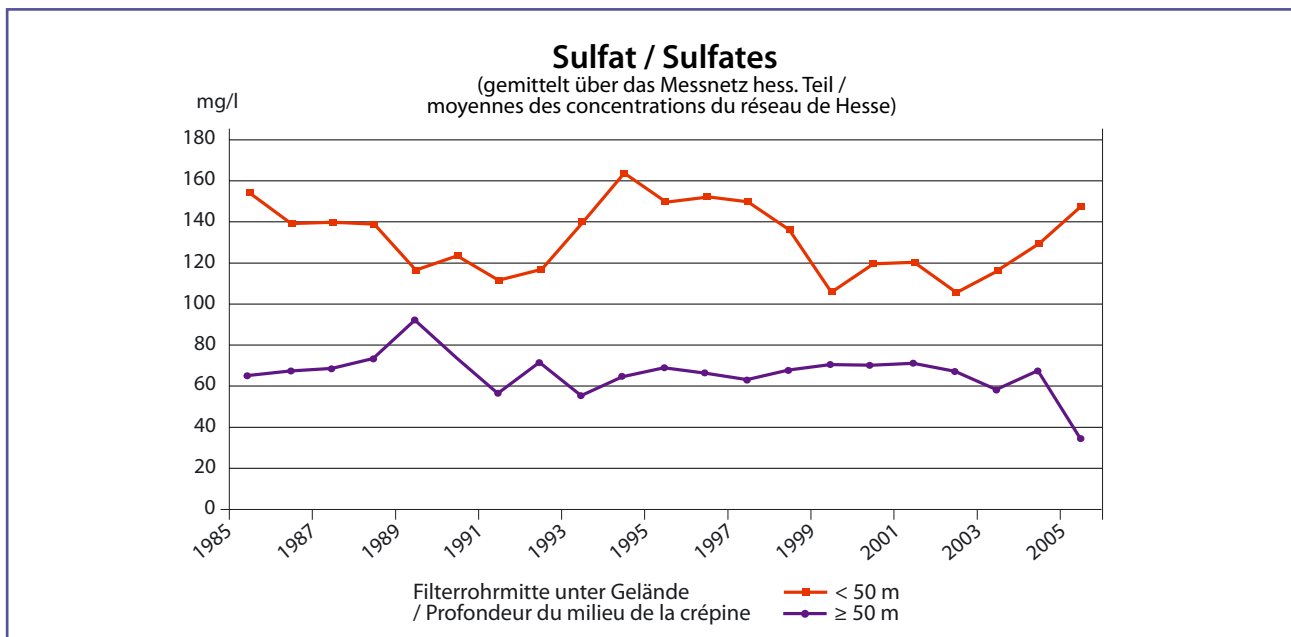


Fig. 4.2.16 : Concentrations moyennes en sulfates dans les eaux souterraines de la partie du Fossé rhénan située en Hesse selon la profondeur de la crépine

Abb. 4.2.16: Durchschnittliche Sulfatgehalte der Grundwässer im hessischen Teil des Oberrheingrabens, aufgegliedert in verschiedene Filterrohrtiefen

La concentration en sulfates des eaux souterraines de la partie du Fossé rhénan située en Hesse est en moyenne de 60 à 130 mg/l (fig. 4.2.16). Lors de la répartition des points de mesures en points situés au-dessous et au-dessus de l'horizon intercalaire supérieur, une nette césure apparaît au niveau des concentrations moyennes en sulfates. Les eaux souterraines de l'aquifère supérieur présentent des concentrations en sulfates bien plus élevées (140 mg/l env.). Ces taux élevés sont dus, d'une part aux composés organiques sulfatés des sols qui les recouvrent, et d'autre part, une bonne partie de ces concentrations en sulfates relativement élevées pourrait provenir de l'influence des engrais et des retombées aériennes. Il n'est pas exclu que les concentrations en sulfates plus élevées soient en partie dues aux processus de dénitrification.

La problématique des nitrates se transforme ainsi peu à peu en problématique des sulfates, conjuguée à un accroissement progressif de la dureté des eaux souterraines.

Die Grundwässer im hessischen Anteil des Oberrheingrabens weisen im Durchschnitt 60 - 130 mg/l Sulfat auf (Abb. 4.2.16). Bei der Aufgliederung der Grundwassermessstellen in Messstellen oberhalb und unterhalb vom Oberen Zwischenhorizont ergibt sich jedoch eine klare Trennung hinsichtlich der mittleren Sulfatgehalte. Die Grundwässer des oberen Grundwasserleiters weisen wesentlich höhere Sulfatkonzentrationen (ca. 140 mg/l) auf. Diese hohen Sulfatgehalte resultieren einerseits aus den sulfathaltigen organischen Verbindungen der überdeckenden Böden. Andererseits könnte ein guter Teil dieser relativ hohen Sulfatgehalte auch auf den Einfluss der Düngung und auf den Lufteintrag zurückzuführen sein. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die höheren Sulfatgehalte z.T. auch auf Denitrifikationsprozesse zurückgehen.

Aus einem Nitratproblem wird somit sukzessive ein Sulfatproblem, verbunden einer allmählichen Aufhärtung der Grundwässer.

On détecte également la présence, dans les eaux souterraines, de résidus de produits phytopharmaceutiques. Il s'agit ici, d'une part, de sources linéaires, comme par exemple les voies ferrées et les cours d'eau de surface pollués, d'autre part d'un apport diffus de produits phytosanitaires par l'agriculture. En règle générale, on trouve dans ces zones d'importants aquifères poreux de graviers ou de sables, dont la nappe est proche de la surface du sol. Comme les sols proviennent de roches ayant également une faible capacité d'absorption pour les produits phytosanitaires, le temps de séjour des polluants dans la zone non saturée de l'aquifère est bref, trop bref pour permettre une éventuelle dégradation de ces molécules phytosanitaires.

En outre, dans le Ried de Hesse, une agriculture intensive est pratiquée en raison des conditions climatiques favorables et de la qualité des sols idéale pour les cultures spéciales (sols sablonneux légers). C'est la somme de tous les facteurs énumérés qui fait classer ce secteur comme présentant une sensibilité élevée à la pollution.

Gleichfalls werden auch positive Befunde von Pflanzenschutzmittelrückständen in den Grundwässern angetroffen. Dabei handelt es sich einerseits um linienförmige Quellen wie insbesondere Gleisanlagen und versickernde belastete oberirdische Gewässer und andererseits um eine flächenhafte Ausbringung von PSM durch die Landwirtschaft. In der Regel trifft man in diesen Gebieten mächtige sandige bis kiesig-sandige Porengrundwasserleiter an, die Flurabstände sind in weiten Teilen sehr gering. Da die aus den Ausgangsgesteinen entstandenen Böden außerdem eine geringe Sorptionskapazität für PSM aufweisen, bedeutet dies alles in allem eine geringe Verweilzeit der Schadstoffe in der ungesättigten Zone des Grundwasserleiters und somit nur eine geringe Zeitspanne für einen eventuellen Abbau der PSM-Wirkstoffe im Untergrund.

Schließlich kommt hinzu, dass im Hessischen Ried aufgrund der klimatischen Gunst und der idealen Bodenverhältnisse für Sonderkulturen (leichte, sandhaltige Böden) eine intensive Landwirtschaft betrieben wird. Die Summe aller genannten Faktoren führt dazu, dass gerade dieses Gebiet als erhöht verschmutzungsempfindlich eingestuft wird.

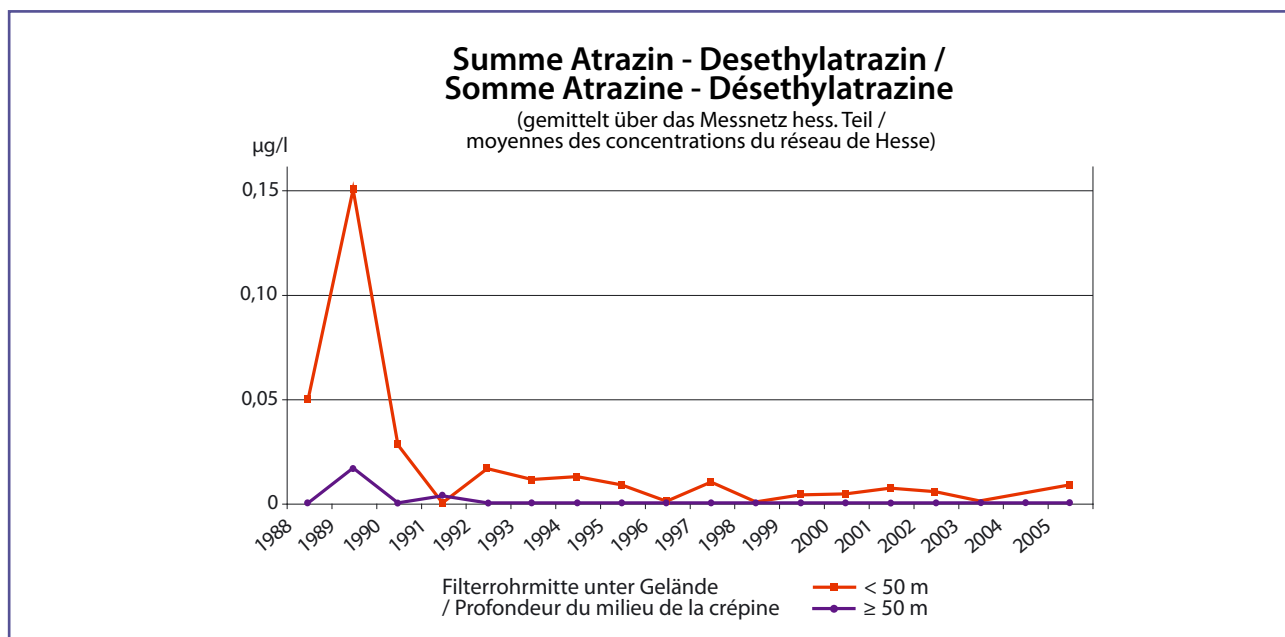


Fig. 4.2.17 : Quantités moyennes de résidus d'atrazine et de déséthylatrazine dans la nappe du Fossé rhénan (partie située en Hesse) selon la profondeur de la crépine

Abb. 4.2.17: Durchschnittliche Rückstandsmengen an Atrazin und Desethylatrazin in den Grundwässern des Oberrheingrabens (hessischer Anteil), gegliedert in verschiedene Filterrohrtiefen

On reconnaît sur la fig. 4.2.17 que la présence d'atrazine et de déséthylatrazine dans la nappe du Fossé rhénan (secteur de la Hesse) est essentiellement limitée à l'aquifère supérieur. Les résidus d'atrazine et de déséthylatrazine ont été détectés ici surtout à la fin des années 80. L'aquifère situé au-dessous de l'horizon intercalaire supérieur est en règle générale exempt de résidus de produits phytopharmaceutiques, ce qui illustre bien sa fonction de protection.

Concernant les organohalogénés volatils (OHV), seuls quelques chiffres isolés sont disponibles, car ce paramètre n'est pas pris en compte dans l'ordonnance relative à l'analyse des eaux brutes. Les analyses concernant les OHV – réalisées dans le cadre du traitement de cas de pollutions des eaux souterraines – ne font pas actuellement l'objet d'une saisie centralisée et ne peuvent donc être étudiées dans le cadre des inventaires généraux.

Aus Abb. 4.2.17 wird erkennbar, dass positive Atrazin- bzw. Desethylatrazinbefunde in den Grundwässern des Oberrheingrabens (hessischer Anteil) sich vornehmlich auf den oberen Grundwasserleiter beschränken. Hier traten vor allem Ende der 80er Jahre positive Atrazin- und Desethylatrazinrückstände auf. Der Grundwasserleiter unterhalb des Oberen Zwischenhorizonts ist in der Regel frei von Pflanzenschutzmittelrückständen und belegt damit dessen Schutzfunktion.

Hinsichtlich der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW) liegen für den hessischen Teil nur vereinzelt Analysewerte vor, da dieser Parameter nicht Bestandteil der Rohwasseruntersuchungsverordnung ist. Entsprechende Untersuchungen hinsichtlich LHKW, die im Rahmen der Bearbeitung von Grundwasserschadensfällen gemacht werden, sind derzeit nicht zentral erfasst und können daher noch nicht ausgewertet werden.

4.2.6 Synthèse des résultats

Dans les niveaux profonds de la nappe alluviale du nord du Fossé rhénan, aucune pollution généralisée n'est détectée, contrairement à ce qu'on observe pour les prélèvements dans les niveaux superficiels de la nappe dans cette zone. En effet, les différents aquifères profonds sont protégés par des horizons intercalaires permettant une séparation hydraulique. Concernant les nitrates, les niveaux profonds de la nappe alluviale possèdent aussi une certaine capacité d'auto-épuration en raison de l'absence d'oxygène, mais cette réduction des nitrates peut entraîner des conséquences hydrochimiques sur d'autres substances comme les sulfates, qui vont de pair avec le problème de la dureté croissante des eaux de la nappe. Les quelques points de mesures isolés des eaux profondes sur lesquels des substances témoignant d'une influence anthropique ont été analysées, font apparaître les risques auxquels sont soumis les niveaux profonds de la nappe alluviale et montrent que les horizons intercalaires ne suffisent pas à garantir une protection généralisée de ces couches profondes.

Pour la gestion de la ressource en eau issue des différents niveaux de la nappe, il convient de veiller à ce que d'une part des prélèvements trop importants ne provoquent pas la remontée dans les niveaux supérieurs, depuis les couches profondes, d'eau naturellement plus minéralisée, d'autre part que les eaux de la nappe présentant une pollution anthropique ne s'infiltrant pas des niveaux supérieurs vers les niveaux inférieurs. En outre, il sera indispensable à l'avenir de garantir l'intégrité des horizons intercalaires protecteurs, comme par exemple pendant l'extraction de graviers et de sable dans les gravières.

Des composés organohalogénés volatils, des produits phytopharmaceutiques et leurs produits de dégradation n'ont été détectés que sur un très faible nombre de points de mesures et leurs concentrations sont très faibles.

Pour les nitrates, aucun dépassement des valeurs limites n'a été détecté en profondeur. L'absence quasi totale d'oxygène entraînant presque toujours une réduction des nitrates dans les profondeurs, il est étonnant que l'on ait détecté cette substance sur quelques points de mesures dont trois avec des concentrations comprises entre 10 et 40 mg/l. En raison de la pauvreté en oxygène, les nitrates ne devraient pas être présents dans les niveaux profonds de l'aquifère. Ceci montre bien que la pollution par les nitrates peut ici aussi pénétrer en profondeur après avoir traversé la protection que devrait constituer l'horizon intercalaire supérieur. De l'eau superficielle oxygénée peut

4.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den tiefen Grundwässern der nördlichen Oberrheinebene gibt es keine flächenhaften Belastungen, wie sie im oberen Grundwasserbereich bestehen, da die einzelnen tiefen Grundwasserstockwerke von hydraulisch wirksamen Zwischenhorizonten geschützt werden. Die tiefen Grundwässer besitzen auch gegenüber dem Nitrat durch ihre Sauerstofffreiheit eine gewisse Selbstreinigungskraft, jedoch können aus der Nitratreduktion andere wasserchemische Probleme mit anderen Stoffen entstehen, wie mit Sulfat verbunden mit einer allmählichen Aufhärtung der Grundwässer. Vereinzelte Nachweise von anthropogenen Stoffen in der Tiefe verweisen auf die Gefährdung der tiefen Grundwässer und zeigen, dass die Zwischenhorizonte allein keinen generellen Schutz der tiefen Grundwässer garantieren können.

Durch die Grundwasserbewirtschaftung ist zu gewährleisten, dass nicht infolge zu hoher Entnahmen einerseits Zutritte von natürlicherweise höher mineralisierten Tiefenwässern in die oberen Stockwerke und andererseits Zutritte von anthropogen belastetem Grundwasser aus dem oberen Stockwerk in die unteren Stockwerke erfolgen können. Weiterhin darf auch in Zukunft die Schutzfunktion der hydraulisch wirksamen Zwischenhorizonte nicht beeinträchtigt werden, z.B. durch Abbau von Kies und Sand in Baggerseen.

Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe, Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte sind nur an sehr wenigen Messstellen in zugleich sehr geringen Konzentrationen nachweisbar.

Beim Nitrat gibt es in der Tiefe keine Grenzwertüberschreitungen. Jedoch wird - angesichts der meist nitratreduzierend wirkenden nahezu sauerstofffreien Verhältnisse in der Tiefe - überraschenderweise an einigen wenigen Messstellen Nitrat gefunden, an drei Messstellen sogar in Konzentrationen von 10 bis 40 mg/l. Eigentlich dürfte aufgrund der sauerstoffarmen Verhältnisse überhaupt kein Nitrat im tiefen Grundwasser vorhanden sein. Dies zeigt, dass die Nitratbelastung auch hier über den schützenden Oberen Zwischenhorizont hinaus in die Tiefe dringen kann. Das Eindringen von oberflächennahem sauerstoffhaltigem Grundwasser macht sich vereinzelt

pénétrer dans les niveaux profonds de la nappe alluviale, ce qui se remarque ici et là à l'augmentation des teneurs en oxygène.

En Hesse et dans le Bade-Wurtemberg, les teneurs en chlorures bien moindres dans les niveaux profonds mettent en évidence la protection exercée par les horizons intercalaires sur les couches profondes de l'aquifère. D'autres configurations naturelles règnent en Rhénanie-Palatinat. La teneur en chlorures des niveaux inférieurs de la nappe peut y être naturellement plus élevée que celle des niveaux supérieurs.

auch an etwas höheren Sauerstoffgehalten im tiefen Grundwasser bemerkbar.

In Hessen und Baden-Württemberg unterstreichen die in den tieferen Stockwerken wesentlich geringeren Chloridgehalte den bestehenden Schutz des tieferen Grundwassers durch die Zwischenhorizonte. In Rheinland-Pfalz bestehen andere natürliche Konstellationen. Hier ist der Chloridgehalt in den tieferen Stockwerken z.T. natürlicherweise höher als in den oberen Stockwerken.

4.3 SECTEUR SITUÉ AU SUD DE LA LIGNE WISSENBURG / KARLSRUHE

4.3.1 Description du secteur

4.3.1 1 Géologie

Bien que l'on ait rencontré des épaisseurs de l'ordre de 20 m de sédiments silto-argileux attribués au Quaternaire ancien ou au Pliocène final à la base des alluvions au dessus des Marnes tertiaires, le remplissage central du Fossé, au sud de Karlsruhe, est constitué essentiellement de sables et graviers quaternaires apportés des Alpes par le Rhin.

On distingue dans ces alluvions rhénanes les alluvions récentes sablo-graveleuses à niveaux de galets plus grossiers, très perméables, de 30 à 50 m d'épaisseur en général, baptisées formation de Neuenburg. Elles surmontent des alluvions plus anciennes, plus silteuses et à galets altérés, pouvant atteindre 200 m d'épaisseur dans le Fossé du Geiswasser, baptisées formation de Breisgau (fig. 4.1.2). Ces alluvions anciennes sont de moins en moins perméables avec la profondeur.

Dans le sud du domaine, entre Bâle et le Kaiserstuhl, la montée de diapirs de sel a engendré des dômes du substratum qui jouent un rôle hydraulique important (fig. 1.1).

Sur les bordures du Fossé, les affluents du Rhin en provenance des Vosges et de la Forêt-noire ont apporté des matériaux moins bien classés que les alluvions rhénanes (cônes de déjection). Les sables issus de l'érosion des massifs cristallins ou de leur couverture gréseuse sont plus grossiers et ont un plus grand contenu en argile. Les galets et graviers sont moins roulés et plus variés.

Ainsi la perméabilité des alluvions vosgiennes et schwarzwaldiennes est d'un à deux ordres de grandeur inférieure à celle des alluvions rhénanes. En bordure de la Forêt-noire, les alluvions anciennes de la formation de Breisgau sont tellement altérées et argilisées qu'elles sont considérées comme jouant le rôle de substratum hydraulique.

4.3 UNTERSUCHUNGSGEBIET SÜDLICH DER LINIE WISSENBURG/KARLSRUHE

4.3.1 Gebietsbeschreibung

4.3.1 1 Geologie

Auch wenn an der Basis der Kiese und Sande oberhalb der Mergelsteine des Tertiärs vereinzelt Schluff/Ton-Einlagerungen von bis zu 20 m Mächtigkeit aus dem Altquartär bzw. Spätpliozän anzutreffen sind, handelt es sich bei den Lockergesteinen, die den Oberrheingraben südlich von Karlsruhe auffüllen, vor allem um vom Rhein aus den Alpen herangetragene Sande und Kiese.

Die Schotter des Rheins bestehen zum Teil aus sehr stark durchlässigen jüngeren Sand-Kies-Sedimentschichten, die in der Regel 30 bis 50 m stark sind und als Neuenburg-Formation bezeichnet werden. Sie werden von älteren, stärker schluffhaltigen Kiesen mit mürben Geröllen unterlagert, die im Geiswasser-Becken, bis zu 200 m mächtige Schichten bilden und als Breisgau-Formation (Abb. 4.1.2) bezeichnet werden. Die Durchlässigkeit dieser älteren Schotter nimmt mit zunehmender Tiefe ab.

Im Süden des Untersuchungsgebiets haben aufsteigende Salzdiapire Aufwölbungen der Aquiferbasis gebildet, die eine bedeutende Rolle für die Strömungsverhältnisse im Grundwasser spielen (Abb. 1.1).

In den Randzonen des Oberrheingrabens wurden von den Nebenflüssen des Rheins aus den Vogesen und aus dem Schwarzwald Gesteine eingetragen, die z.B. in den Schwemmfächern weniger gut sortiert sind als die Rheinkiese. Die Sande aus der Erosion des kristallinen Gebirgsgesteins oder der Sandsteindecke sind gröber und weisen einen höheren Tongehalt auf. Die Steine und Kiese sind auch weniger gerundet und weisen stärkere Größenunterschiede auf als die Rheinkiese.

Daher ist die Durchlässigkeit der Schotter aus den Vogesen und dem Schwarzwald ist ein- bis zweimal geringer als die der Rheinkiese. Am Rande des Schwarzwalds sind die alten Schotter der Breisgau-Formation so stark verwittert und lehm durchsetzt, dass sie hier als wasserundurchlässiges Aquiferbasis wirken.

4.3.1.2 Hydrogéologie

L'aquifère des alluvions plioquaternaires du secteur sud de la plaine du Rhin supérieur est un aquifère libre en contact étroit avec les cours d'eau qui contribuent à son alimentation. Dans sa partie sud, de Bâle à Colmar, la nappe est à plus de 5 m de profondeur et les cours d'eau s'y infiltrent systématiquement. Les à secs de l'Ill étaient courants en été avant que l'on ne soutienne son étiage.

Plus au nord, la nappe est à moins de 2 m de profondeur; c'est le pays des cours d'eau phréatiques (giessen) et des zones humides par remontée de nappe (rieds). Les cours d'eau s'infiltrent au débouché des vallées et peuvent alterner infiltration et drainage dans la plaine suivant les situations hydrologiques.

Au centre de la plaine les perméabilités des alluvions rhénanes sont généralement assez fortes (de l'ordre de $1 \text{ à } 15 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$), et les écoulements vont globalement du sud vers le nord avec des vitesses de l'ordre du kilomètre par an, mais pouvant être localement très différentes, de 2 à 20 mètres par jour. Les gradients sont faibles, de l'ordre de 1 pour 1 000.

Sur les bordures est et ouest, les alluvions sont moins puissantes et moins perméables (perméabilités de l'ordre de $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$), et les écoulements se font depuis les piémonts avec de forts gradients en direction respectivement sud-ouest ou nord-est, pour rejoindre l'écoulement général parallèle au Rhin.

Les variations saisonnières des précipitations et des débits des cours d'eau sont les principales causes des fluctuations des niveaux de la nappe et des sens d'écoulement. Les fluctuations peuvent atteindre plusieurs mètres dans certains secteurs. Les périodes de hautes eaux de l'hiver et du printemps alternent avec les périodes estivales sèches. En bordure du Rhin, les hautes eaux sont plus tardives du fait du régime du fleuve et les fluctuations des eaux souterraines sont tributaires des aménagements réalisés.

4.3.1.2 Hydrogeologie

Der aus Pliozän- und Quartärlockergesteinen bestehenden Grundwasserleiter im südlichen Teil des Oberrheingebiets ist freiliegend und steht in engem Verbindung mit oberirdischen Wasserläufen, aus denen er auch gespeist wird. Im südlichen Teil steht auf dem Abschnitt zwischen Basel und Colmar das Grundwasser in 5 m Tiefe an, aus den oberirdischen Wasserläufen sickert ständig Wasser in das Grundwasser ein. Die Ill führte häufig im Sommer kein Wasser mehr, bevor unterstützende Maßnahmen bei Niedrigwasser ergriffen wurden.

Weiter nördlich steht das Grundwasser in weniger als 2 m Tiefe an; hier sind Landschaften mit grundwasser-gespeisten Wasserläufen (Giessen) und Feuchtgebieten (Ried) anzutreffen. Aus den oberirdischen Wasserläufen sickert an den Einmündungen der Seitentäler Wasser ins Grundwasser ein und bewirkt je nach hydrologischen Verhältnissen in der Ebene eine Umkehrung des Austauschs von oben nach unten bzw. von unten nach oben.

In der Mitte der Rheinebene liegen die Werte für die Durchlässigkeit der Rheinkiese in der Regel recht hoch (in der Größenordnung von $1 \text{ bis } 15 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$), die Fließrichtung verläuft von Süden nach Norden, die Fließgeschwindigkeit liegt in der Regel bei einem Kilometer pro Jahr, kann jedoch örtlich erhebliche Schwankungen aufweisen, die von 2 bis 20 Meter pro Tag reichen. Das Gefälle ist zumeist schwach und liegt in der Größenordnung von 1 Promille.

In den östlichen und westlichen Randlagen sind die Schotter weniger mächtig und weniger durchlässig (Werte um $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$), die Fließrichtung verläuft von den Vorbergen her mit starkem Gefälle in Richtung Südwest bzw. Nordost, um sich dann auf die allgemeine Fließrichtung parallel zum Rhein umzuschwenken.

Die jahreszeitlich bedingten Veränderungen der Niederschlagsmengen und der Wasserführung der Flüsse sind Hauptursache für die Schwankungen des Grundwasserpegels und Veränderungen der Fließrichtung. Der Ausschlag kann in bestimmten Gebietsabschnitten bis zu mehreren Metern betragen. Die Hochwassersituationen im Winter und Frühling folgen mit Trockenperiode im Sommer einander. Am Rhein entlang setzt Hochwasser wegen des Flussregimes verzögert ein, auf die Schwankungen des Grundwasserpegels wirken sich auch die Flussbaumaßnahmen aus.

4.3.2 Les réseaux de mesures 1997/1998 et 2001/2003

En raison de la structure non uniforme de l'aquifère et des problématiques différentes qui s'y rapportent, les résultats des analyses hydrochimiques sont présentés et commentés par zone géographique.

Comme en 1997/1998, on distingue 3 sous-secteurs principaux :

- la zone située au sud du Kaiserstuhl, contaminée par les chlorures issus de l'exploitation des mines de potasse d'Alsace et du Bade-Wurtemberg,
- la zone située au sud de l'Alsace à l'aval du bassin potassique entre Mulhouse et Colmar, fortement contaminée par les chlorures issus de l'exploitation des mines de potasse d'Alsace,
- la zone de Strasbourg et de l'Ortenau s'étendant de la ligne « Rust, Benfeld, Strasbourg » jusqu'au niveau de Baden-Baden, et caractérisée par des horizons intercalaires de granulométrie fine qui subdivisent localement l'aquifère en différents sous-niveaux.

Pour ces trois zones, on dénombre 47 points d'accès à la nappe qui ont permis le prélèvement de 133 échantillons d'eau. Les profondeurs de prélèvement sont généralement supérieures à 50 mètres et peuvent atteindre plus de 200 mètres dans le secteur de l'Ortenau où un prélèvement a été effectué entre 212 et 240 mètres de profondeur (Goldscheuer-Marlen). Dans quelques cas particuliers, des prélèvements ont été effectués dans la tranche 0 – 50 mètres et font partie du diagnostic des piézomètres profonds compte tenu des conditions géologiques locales particulières (cf. paragraphes 4.3.2.1 et 4.3.2.2).

4.3.2 Grundwassermessnetze 1997/1998 und 2001/2003

Aufgrund der uneinheitlichen Struktur des Grundwasserleiters und der unterschiedlichen Problemstellungen werden die Ergebnisse der chemischen Analyse des Grundwassers jeweils nach geographischen Räumen getrennt dargestellt.

Wie 1997/1998 erfolgt eine grundsätzliche Unterteilung in drei Teilgebiete.

- das Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl mit der Chloridbelastung aus dem elsässischen und baden-württembergischen Kalibergbau,
- das Teilgebiet Südliches Elsass und unterhalb des Kalibeckens zwischen Mulhouse und Colmar mit starker Chloridbelastung aus dem elsässischen Kalibergbau,
- das Teilgebiet Strasbourg - Ortenau von der Linie „Rust/Benfeld/Strasbourg“ bis Baden-Baden mit feinkörnigen Zwischenhorizonten, die den Grundwasserleiter lokal in mehrere Teilschichten unterteilen.

In diesen drei Teilgebieten sind 47 Entnahmestellen vorhanden, aus denen 133 Grundwasserproben entnommen werden konnten. Die Entnahme erfolgte in der Regel in mehr als 50 Metern Tiefe, in der Ortenau waren es teilweise über 200 Meter; dort wurde an einer Stelle (Goldscheuer-Marlen) eine Probe in 212 bis 240 Metern Tiefe entnommen. In einigen besonderen Fällen erfolgten Entnahmen im Bereich 0-50 Meter, die insofern in die Analyse der tieferen Bereiche des Grundwassers Eingang gefunden haben, als die besonderen lokalen geologischen Verhältnisse dies rechtfertigen (vgl. Abschnitte 4.3.2.1 und 4.3.2.2).

4.3.2.1 Évolution du réseau de mesures

Contrairement au réseau de mesures pour la couche superficielle de la nappe, le réseau des piézomètres profonds utilisés n'a pratiquement pas évolué depuis le précédent inventaire 1997/1998 des couches profondes (cf. rapport « Résultats des études dans les couches profondes » – Région Alsace, 2000, vol. 3, pages 9 à 23).

On dénombre cependant 2 nouveaux ouvrages côté français, un situé à Nambenheim (sous-secteur « Sud Kaiserstuhl ») et un situé à Plobsheim au sud de Strasbourg. Grâce aux contrôles du fonctionnement des niveaux crépinés des ouvrages réalisés avant la campagne 2003, un prélèvement complémentaire a pu être effectué à Pfulgriesheim, entre 80 et 82 mètres de profondeur. Par contre, un point de prélèvement (Reguisheim) inférieur à 50 mètres de profondeur n'a pas été pris en compte et a été retenu pour le diagnostic des couches superficielles.

Côté badois, on dispose de 2 points d'échantillonnage en moins au niveau de Rastatt, car les prélèvements effectués en 1997/1998 concernaient des couches entre 30 et 60 mètres, aujourd'hui rattachées à la connaissance des couches superficielles, l'aquifère étant principalement composé d'alluvions récentes. De même, 2 autres ouvrages n'ont plus été pris en compte pour la partie nord de la zone « Sud Kaiserstuhl ».

4.3.2.2 Profondeurs d'échantillonnage

Les prélèvements effectués sur les ouvrages du réseau des piézomètres profonds n'ont pas tous été retenus pour l'analyse des couches profondes. Les prélèvements retenus ont été choisis d'après des critères, basés sur la nature des alluvions (anciennes ou récentes – cf. paragraphe 4.3.1) qui composent l'aquifère au droit du niveau prélevé. Cette distinction a été réalisée pour la première fois dans le cadre du présent inventaire, grâce aux connaissances acquises par le BRGM/SGAL et le service géologique badois depuis le diagnostic 1997/1998.

Le choix des points de prélèvements affectés à l'exploitation des résultats d'analyses sur les piézomètres profonds est détaillé dans le tableau ci-dessous (cf. tab. 4.3.1). Les points de prélèvements non retenus et inférieurs à 50 mètres de profondeur ont été rapportés à l'exploitation des résultats sur les couches superficielles.

4.3.2.1 Veränderungen am Messnetz

Anders als das Messnetz für die oberen Schichten des Grundwasserleiters ist das Messnetz für die tieferen Grundwasserschichten gegenüber der Bestandsaufnahme 1997/1998 praktisch unverändert geblieben (vgl. Bericht „Résultats des études dans les couches profondes“ (Ergebnisse der Untersuchungen im tiefen Grundwasserbereich) – Région Alsace, 2000, Bd. 3, Seiten 9 bis 23)

Auf französischer Seite sind allerdings zwei neue Entnahmebauwerke hinzugekommen, eine in Nambenheim (Teilgebiet südlich des Kaiserstuhls) und eine in Plobsheim südlich von Strasbourg. Nachdem vor der Messkampagne 2003 an einer Entnahmestelle die Ansaugtiefen überprüft worden waren, konnte eine zusätzliche Entnahme in Pfulgriesheim in einer Tiefe von 80 bis 82 Metern vorgenommen werden. Hingegen wurde eine Probenahme (Reguisheim) in einer Tiefe von weniger als 50 Metern hier nicht berücksichtigt, sondern im Rahmen der Analyse der Grundwasserqualität in den oberen Schichten ausgewertet.

Auf badischer Seite stehen im Bereich Rastatt zwei Probenahmestellen weniger zur Verfügung; die dort 1997/1998 in 30 bis 60 Meter Tiefe entnommenen Probenahmen wurden dieses Mal der Erkundung der Grundwasserqualität in den oberen Grundwasserschichten zugeordnet, da der Grundwasserleiter hier vor allem aus jüngeren Schotter besteht. Darüber hinaus wurden zwei weitere Entnahmebauwerke im nördlichen Teil des Gebiets „Südlicher Kaiserstuhl“ nicht mehr berücksichtigt.

4.3.2.2 Tiefe der Beprobungen

Die Probenahmen an den Entnahmebauwerken für die Analyse der Grundwasserqualität in den tieferen Schichten verwendet. Die Auswahl der zu berücksichtigenden Proben erfolgte aufgrund der Beschaffenheit des Grundwasserleiters (ältere oder jüngere Schotter – vgl. Abschnitt 4.3.1) im Bereich der Entnahmetiefe. Eine Unterscheidung dieser Art wurde im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme erstmals auf der Grundlage der Erkenntnisse vorgenommen, die die BRGM/SGAL und das Landesamt für Geologie in Baden seit der Bestandsaufnahme 1997/1998 gewonnen haben.

Von welchen Messstellen die Proben für die Bewertung der Qualität des Grundwassers in den tiefen Grundwasserbereichen ausgewertet werden, ist nachstehender Tabelle zu entnehmen (vgl. Tab. 4.3.1). Proben aus Messstellen, die hier nicht berücksichtigt wurden und in denen die Proben aus weniger als 50 Metern Tiefe entnommen wurden, wurden der Ergebnisauswertung für die oberen Grundwasserschichten zugeordnet.

Tab. 4.3.1 : Liste des points de prélèvements

Tab. 4.3.1: Liste der beprobten Messstellen

Noms des forages / Name der Messstellen	Classes de profondeur / Tiefenbereiche			
	[0-30] m]30-60] m]60-100] m	>100 m
Sous-secteur « Sud de l'Alsace » / Teilgebiet Südliches Elsass				
Wittenheim	XX	X		
Reguisheim		X		
Ensisheim	X	X	X	
Ungersheim I	X	X		
Ungersheim II	X	X		
Merxheim	X	XX	X	
Meyenheim I	X (28 - X	-36) X (55-	-65) X	X
Meyenheim II	X	X	XX	
Munwiller	X	X (54 -	- 64) X	
Oberhergheim		X	X	X
Niederhergheim	X	X	X	X
Rouffach		X	X (51 -	- 108)
Sainte Croix en Plaine	X	X	XX	
Windensolen	X (0 -	- 50) X (50 -	- 100)	
Sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl » / Teilgebiet Südliches Kaiserstuhl				
Buggingen	X	X		
Eschbach		XX	X	
Weinstetten			X	XX
Bremgarten		XX (50 -	- 100)	X
Balgau	X (28 - X	- 42) X	X (85 -	- 105)
Nambsheim		X	X (70 -	- 115)
Hartheim	X (27 -	- 33)		X
Grezhausen	X (26 -	- 32)		X
Oberriemsingen			X	XX

	Classes de profondeur / Tiefenbereiche			
Noms des forages / Name der Messstellen	[0-30] m]30-60] m]60-100] m	>100 m
Sous-secteur de Strasbourg et de l'Ortenau / Teilgebiet Strasbourg - Ortenau				
Rust		XX (49 - - 79)		
Nonnenweier		X		
Schwanau			X	
Sand	X	XX		
Erstein	X	X	X	
Plobsheim	X (28,5 - - 38)	X	XX	
Illkirch	X (0 - - 43)	X	XX	XXX
Holtzheim	X	XXX		
Wolfisheim	X	XX		
Pfulgriesheim		XX	X	
Hoenheim	X (0 - - 45)	X	XXX	
Tesa Offenbourg		X (47,5 - - 67,5)		
Altenheim		X	X	X
Goldscheuer-Marlen		X		XXX
Eckartsweier		X	X	X
Sundheim		X	X	X
Neumuehl		X	X	
Auenheim	X	X	X	
Linx		X	X	
Legelshurst		X	X	
Wagshurst		X	X	
Kieswerk Honau			X	
Memprechtshoffen		X	X	X
Freistett		X		
Grauelsbaum			X	

X : Prélèvements affectés à l'analyse de l'état des couches superficielles

Auswertung der Proben zur Analyse der Grundwasserqualität in den oberen Schichten

X : Prélèvements affectés à l'analyse de l'état des couches profondes

Auswertung der Proben zur Analyse der Grundwasserqualität in den tieferen Schichten

X (50 - 100) : Prélèvements recoupant 2 classes de profondeur

Probenahmen in zwei Tiefenbereichen

4.3.2.3 Paramètres physicochimiques retenus

Le programme de mesures des échantillons d'eau profonds correspond pour l'essentiel au programme des campagnes d'analyses réalisées sur la partie superficielle de la nappe, à l'exception, côté alsacien, de la classe des produits phytosanitaires pour laquelle seules les triazines ont été prises en compte.

Ainsi que cela avait été constaté lors de l'Inventaire 1997/1998, pour les couches profondes comme pour les couches superficielles de la nappe, quatre problématiques majeures ont été mises en évidence, à savoir une pollution par les chlorures, par les nitrates, par les organo-halogénés volatils et par les triazines.

Les résultats sur les teneurs en nitrates et en chlorures ont fait l'objet d'une étude comparative entre les deux inventaires 1997/1998 et 2002/2003. Des cartes présentant les résultats des campagnes de mesures 2002/2003 ainsi que les évolutions depuis le précédent inventaire sont présentées ci-après. Pour les triazines et les organo-halogénés volatils, notamment le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène, des cartes rendent compte des résultats 2001-2003. Des éléments de comparaisons avec les données de 1997/1998 sont également mentionnés dans les textes accompagnant les cartes.

4.3.2.3 Chemisch-physikalische Parameter

Das Messprogramm für Probenahmen aus den tieferen Grundwasserschichten entspricht in der Hauptsache dem Programm der Messkampagnen für die oberen Schichten, eine Ausnahme bilden im elsässischen Teil die Pflanzenschutzmittel, von denen dort nur Triazine berücksichtigt wurden.

Wie schon bei der Beprobungskampagne 1997/1998 ergaben sich für den tieferen ebenso wie für den oberen Grundwasserbereich vier Hauptproblemstellungen, nämlich die Belastung durch Chlorid und Nitrat, und mit leichtflüchtigenchlorierten Kohlenwasserstoffen und Triazinen.

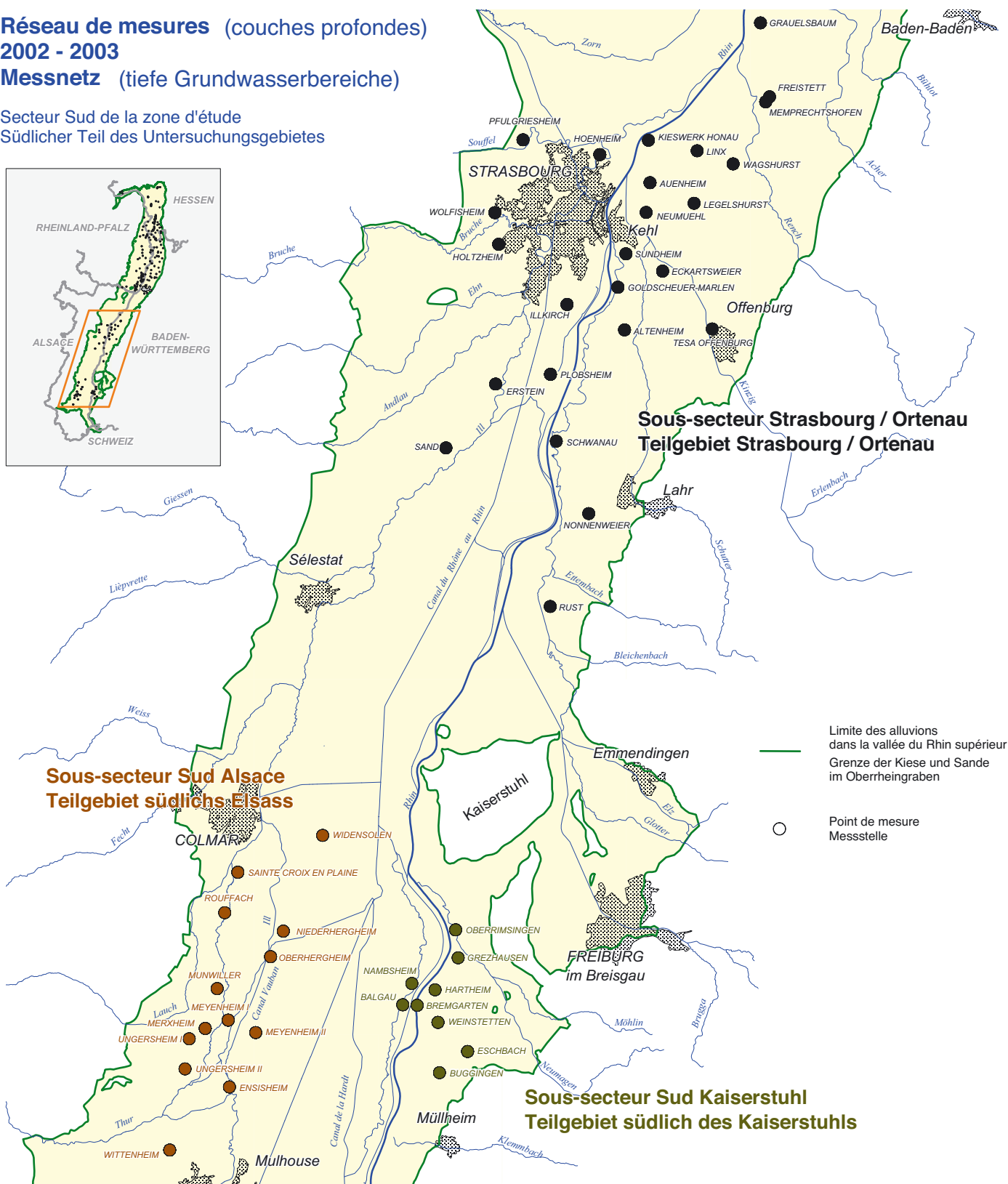
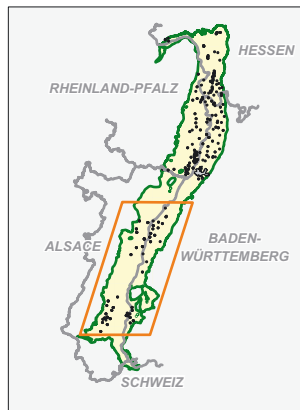
In Bezug auf den Nitrat- und den Chloridgehalt wurde ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der Bestandsaufnahme 1997/1998 und der Bestandsaufnahme 2002/2003 vorgenommen. Aus den nachstehenden Karten sind die Ergebnisse der Messkampagne 2002/2003 sowie die Veränderungen im Vergleich zur vorhergehenden Bestandsaufnahme zu entnehmen. Bei den Triazinen und flüchtigen organischen Kohlenstoffverbindungen, insbesondere Trichlorethen und Tetrachlorethen sind in den Karten die Ergebnisse aus den Jahren 2001-2003 enthalten. In den Begleittexten zu den Karten werden dann jeweils Vergleichsdaten aus den Jahren 1997/1998 mit angeführt.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Réseau de mesures (couches profondes)
2002 - 2003

Messnetz (tiefe Grundwasserbereiche)

Secteur Sud de la zone d'étude
 Südlicher Teil des Untersuchungsgebietes



Conception / Gestaltung : APRONA, BRGM
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LUBW
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, LGB

Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Cartho / BD Carthage
 © Données des RIPS de la LUBW Baden-Württemberg

Août 2006 / August 2006

Maitrise d'ouvrage / Projektverantwortung
 Région Alsace

Partenaires du projet / Projektpartner

Région Alsace
 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
 Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
 Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
 Agence de l'eau Rhin-Meuse
 Bureau de Recherches Géologiques et Minières
 Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft

Conducteur de l'opération / Durchführung

Association pour la PROtection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace



4.3.3 Rappel des principaux résultats du diagnostic 1997/1998

Nitrates

Les concentrations en nitrates diminuent généralement avec la profondeur. Elles restent cependant élevées dans les secteurs marqués par de fortes pollutions superficielles en nitrates et des concentrations approchant 50 mg/l ont été mesurées au-delà de 60 mètres de profondeur. Des dépassements de la limite de qualité ont même été observés à 100 m de profondeur au sud du Kaiserstuhl.

Seul le secteur de Strasbourg et de l'Ortenau est épargné par cette pollution azotée car il y prédomine des conditions réductrices tant en surface qu'en profondeur. C'est là le seul secteur où l'on peut supposer une réduction des nitrates liée au manque d'oxygène dissous.

Chlorures

Des concentrations très élevées en chlorures (jusqu'à plusieurs g/l) ont été mesurées en différents endroits dans les couches profondes, en particulier dans le secteur au sud du Kaiserstuhl et dans la partie sud de l'Alsace. De part et d'autre du Rhin, l'origine de cette pollution est liée à l'exploitation des mines de potasse. Les concentrations augmentent fortement avec la profondeur du fait d'un écoulement dense.

Par ailleurs, les concentrations en chlorures supérieures à 100 mg/l mesurées en profondeur sur les points situés le long du Rhin dans le secteur de Strasbourg et de l'Ortenau résultent d'anciennes infiltrations d'eau du Rhin salée.

Triazines

En ce qui concerne les produits phytosanitaires, des traces de triazines ont été retrouvées au-delà de 60 m de profondeur, tant côté badois au sud du Kaiserstuhl que côté alsacien en aval de Mulhouse. Les triazines ont essentiellement été détectées sur des points de mesures situés près du Rhin, leur origine étant sans doute également liée à des infiltrations d'eau polluée du fleuve.

4.3.3 Rückblick auf die wichtigsten Ergebnisse der Bestandsaufnahme 1997/1998

Nitrat

Mit zunehmender Tiefe nimmt die Nitratkonzentration in der Regel ab. In Bereichen mit starker Nitratbelastung in den oberen Schichten sind allerdings auch in den tieferen Schichten hohe Werte festzustellen, hier erreichten die Konzentrationen in einer Tiefe von mehr als 60 Metern noch Werte von knapp 50 mg/l. Im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl wurden Überschreitungen des Grenzwerts für Trinkwasserqualität sogar noch in 100 m Tiefe gemessen.

Lediglich das Teilgebiet Strasbourg - Ortenau ist von der Belastung durch Stickstoffverbindungen verschont, da hier sowohl in den oberen als auch in den unteren Schichten reduzierende Bedingungen herrschen. Dies ist das einzige Gebiet, in dem von einer Reduktion der Nitrate aufgrund von fehlendem gelöstem Sauerstoff auszugehen ist.

Chlorid

An verschiedenen Stellen wurden in den tiefen Grundwasserschichten sehr hohe Chloridkonzentrationen (bis mehrere g/l) gemessen, insbesondere in den Teilgebieten Südlicher Kaiserstuhl und Südliches Elsass. Ursache für die Chloridbelastung auf beiden Seiten des Rheins ist der Kalibergbau. Die Konzentrationen nehmen mit zunehmender Tiefe sehr stark zu, da Chlorid aufgrund des höheren spezifischen Gewichts absinkt.

Die in den tieferen Grundwasserbereichen an den Probenmestellen entlang des Rheins im Bereich Strasbourg - Ortenau gemessenen Chloridkonzentrationen von über 100 mg/l sind auf Infiltrationen von salzigem Rheinwasser in der Vergangenheit zurückzuführen.

Triazin

Was die Pflanzenschutzmittel betrifft, so wurden Spuren von Triazinen in Bereichen in über 60 m Tiefe sowohl auf badischer Seite südlich des Kaiserstuhls als auch auf elsässischer Seite unterhalb von Mulhouse gemessen. Triazine wurden vor allem an Messstellen in der Nähe des Rheins nachgewiesen, Ursache sind auch hier ohne Zweifel Infiltrationen von belastetem Wasser aus dem Fluss.

Organo-halogénés volatils (OHV)

Des traces de composés organo-halogénés volatils (OHV) ont fréquemment été détectées à toutes les profondeurs de l'aquifère. Elles sont liées à des pollutions ponctuelles historiques. Les points de mesures proches du Rhin présentent, comme pour les triazines, des concentrations en OHV relativement élevées.

Leichtflüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Leichtflüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe (LHKW) waren in Spuren in sämtlichen Tiefenbereichen des Grundwasserleiters anzutreffen. Dies verweist auf punktuelle Verschmutzungen aus der Vergangenheit. An den Messstellen in unmittelbarer Nähe des Rheins liegen die Werte für LHKW wie bei den Triazinen relativ hoch.

4.3.4 Pollution par les nitrates : constat 2003

Les résultats d'analyses dans les couches profondes ont été collectés, interprétés et comparés avec ceux de 1997/1998. Ils sont représentés sur la carte ci-dessous par des points sur lesquels figurent des signes rendant compte de l'évolution des teneurs. Le fond cartographique, en couleur, représente l'état des couches superficielles en 2002/2003.

4.3.4 Nitratbelastung: Sachstand 2003

Die Ergebnisse der Analyse der Proben, die aus den tiefer gelegenen Grundwasserbereichen entnommen wurden, wurden zusammengeführt, ausgewertet und mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme 1997/1998 verglichen. Sie sind auf nachstehender Karte in Form von Punkten dargestellt, an denen anhand einer Kennzeichnung die Veränderung im Vergleich abzulesen ist. Die Farbe des Kartenhintergrunds verweist auf den Zustand der oberen Grundwasserbereiche bei der Bestandsaufnahme 2002/2003.

4.3.4.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »

Dans les zones les plus contaminées de ce secteur, il n'a pas été constaté, entre les périodes 1997/1998 et 2002/2003, d'évolution sensible de la concentration en nitrates des couches profondes. Il convient cependant de surveiller tout particulièrement les ouvrages situés en aval de la zone du Markgräfler Land et en rive droite du Rhin. Les mesures effectuées montrent une tendance à l'augmentation de la teneur en nitrates dans les eaux profondes (Bremgarten, Hartheim, Oberrimsingen et Grezhausen).

4.3.4.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl

In den besonders stark belasteten Bereichen dieses Teilgebiets war in Bezug auf die Nitratkonzentration in den tieferen Grundwasserschichten im Vergleich zwischen 1997/1998 und 2002/2003 keine signifikante Veränderung zu verzeichnen. Die Entnahmebauwerke in Fließrichtung des Grundwassers unterhalb des Markgräfler Landes und auf der rechten Rheinseite sind allerdings genau zu überwachen. Hier verweisen die Ergebnisse auf die Tendenz zur Zunahme des Nitratgehalts in den tieferen Grundwasserbereichen (Bremgarten, Hartheim, Oberrimsingen und Grezhausen).

4.3.4.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »

Contrairement au constat établi pour les couches superficielles, les couches profondes sont encore dans une dynamique d'augmentation ou au mieux de stabilisation. La partie nord du secteur est la plus concernée par les augmentations de concentrations. Le constat pour la partie sud du secteur est plus contrasté avec, à la fois, plus de cas où des phénomènes de stabilisation sont observés mais également des points caractérisés par les plus fortes teneurs observées (40 à 50 mg/l sur 3 prélèvements). Le seul cas de diminution des teneurs dans les couches profondes concerne Ungersheim II, secteur où ont été mis en place des puits de dépollution de la nappe par les chlorures.

4.3.4.2 Résultats im Teilgebiet Südliches Elsass

Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus dem oberen Grundwasserbereich ergibt sich in den tieferen Bereichen noch ein Trend zur Erhöhung oder bestenfalls Stabilisierung der Werte. Am ausgeprägtesten ist der Anstieg im nördlichen Teil des Teilgebiets. Im südlichen Teil sind die Ergebnisse gegensätzlicher, hier sind einerseits vermehrt Einzelfälle zu beobachten, an denen sich die Werte stabilisieren, es finden sich dort aber auch die Entnahmestellen, an denen die höchsten Werte gemessen wurden (zwischen 40 und 50 mg/l an drei Proben). Der einzige Fall eines Rückgangs des Nitratgehalts wurde an der Messstelle Ungersheim II gemessen, in diesem Bereich wurden Entlastungsbrunnen gesetzt, über die chloridhaltiges Grundwasser abgepumpt wird.

4.3.4.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »

Les concentrations en nitrates des eaux souterraines du secteur de Strasbourg et de l'Ortenau sont, tout comme en 1997/1998, partout inférieures au seuil d'alerte de 25 mg/l.

De 1997/1998 à 2002/2003, aucune évolution sensible de la concentration en nitrates n'a été constatée dans les couches profondes des secteurs où les phénomènes de dénitrification se produisent. Il convient cependant de surveiller l'évolution de la qualité des eaux des secteurs de Sand, Wolfisheim et Nonnenweier situés en marge des zones de dénitrification.

4.3.4.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg - Ortenau

Im Teilgebiet Strasbourg - Ortenau liegt die Nitratbelastung des Grundwassers wie auch 1997/1998 überall unter dem Warnwert von 25 mg/l.

Im Vergleich zwischen 1997/1998 und 2002/2003 war hier in den tieferen Grundwasserbereichen der Gebietsabschnitte mit niedrigem Redox-Potenzial und daraus resultierenden nitratreduzierenden Verhältnissen keine relevante Veränderung des Nitratgehalts zu verzeichnen. Die Qualität des Grundwassers sollte allerdings in den am Rand der Gebietsabschnitte mit nitratreduzierenden Verhältnissen gelegenen Bereichen Sand, Wolfisheim und Nonnenweier genau überwacht werden.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

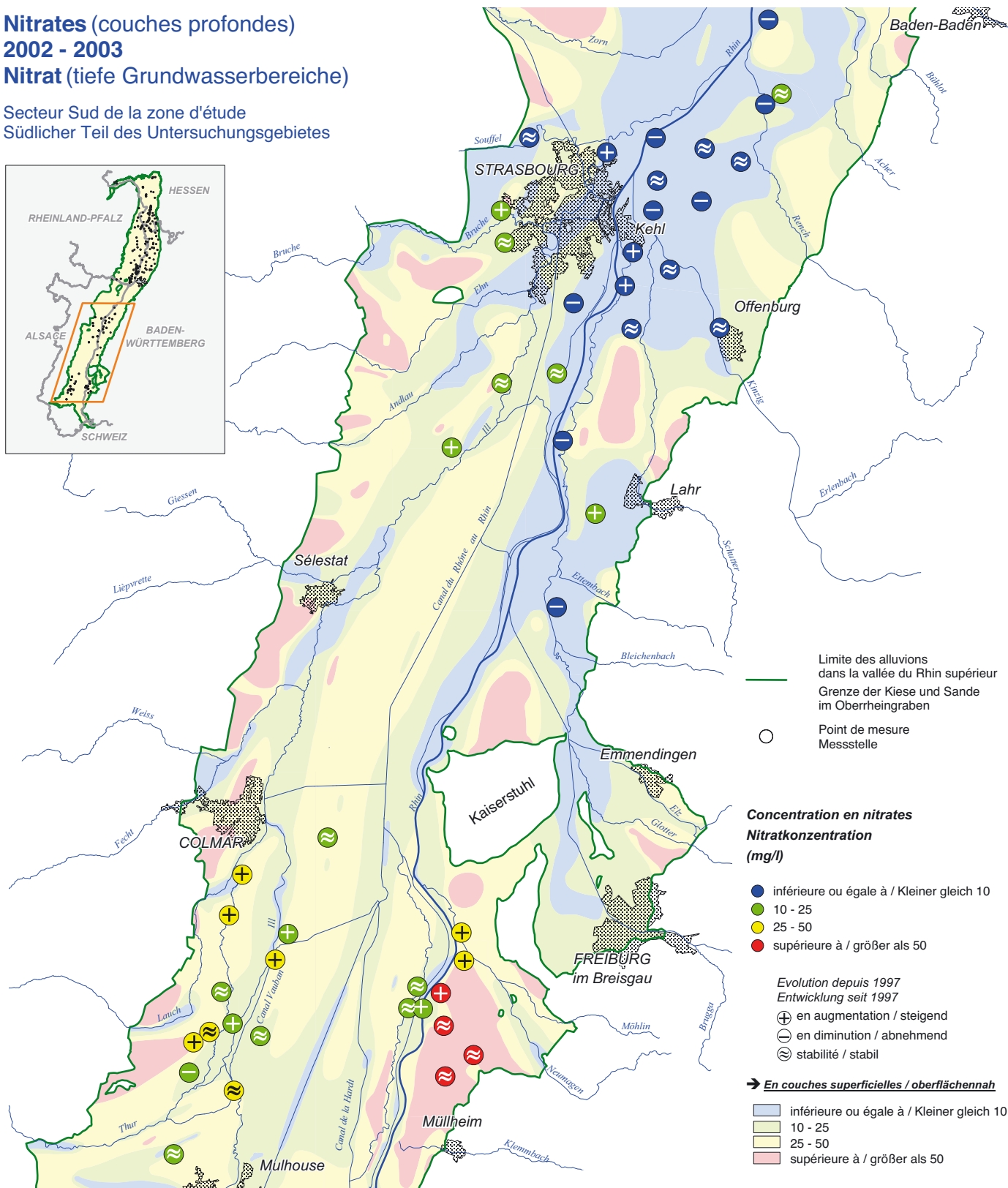
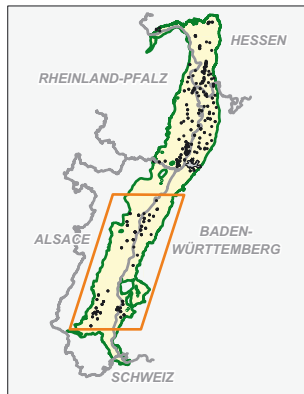
Nitrates (couches profondes)

2002 - 2003

Nitrat (tiefe Grundwasserbereiche)

Secteur Sud de la zone d'étude

Südlicher Teil des Untersuchungsgebietes



Conception / Gestaltung : APRONA, BRGM
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LUBW
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, LGB

Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Cartho / BD Carthage
 © Données des RIPS de la LUBW Baden-Württemberg

Août 2006 / August 2006

Maitrise d'ouvrage / Projektverantwortung

Région Alsace

Partenaires du projet / Projektpartner

Région Alsace

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Agence de l'eau Rhin-Meuse

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft

Conducteur de l'opération / Durchführung

Association pour la PROtection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace



4.3.5 Pollution par les chlorures : constat 2003

Les résultats d'analyses des chlorures dans les couches profondes ont été collectés, interprétés et comparés avec ceux de 1997/1998, ils sont représentés sur la carte ci-dessous par des points sur lesquels figurent des signes rendant compte de l'évolution des teneurs. Le fond cartographique, en couleur, représente l'état des couches superficielles en 2002/2003.

4.3.5.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »

La pollution par les chlorures dans ce secteur n'apparaît pas en voie d'amélioration. Tout au plus, on constate une stagnation des concentrations au droit de certains ouvrages. L'origine de la pollution, identifiée, est double : d'une part naturelle ou géogène (diapirs), d'autre part industrielle. Mais les panaches en provenance des différentes sources de pollution se rassemblent en profondeur dans le secteur de Fessenheim / Breisach ; Il est alors très difficile d'identifier ce qui relève de la source de pollution ou de son extension et sa migration en aval (Regierungspräsidium Freiburg, 2002).

La salure de la nappe des deux côtés du Rhin est due en grande partie aux infiltrations de saumures provenant des anciens bassins de stockage insuffisamment étanches et des terrils salins de l'industrie minière de la potasse française et allemande. Ces saumures résultent de la présence des résidus de l'exploitation de la potasse qui était stockés dans des bassins avant d'être rejetés dans le Rhin durant la période 1957-1976.

Le projet transfrontalier, financé par l'Union Européenne dans le cadre du programme INTERREG-III A, et qui s'intitule « Outil de gestion transfrontalier de la pollution saline des eaux souterraines entre Fessenheim et Burkheim », s'est terminé en 2007. Grâce au modèle élaboré, il existe désormais un instrument de gestion transfrontalier qui permet de caractériser avec précision la source ainsi que la diffusion de la pollution saline, de simuler l'étendue actuelle des langues salées et également leur future évolution.

4.3.5 Chloridbelastung: Sachstand 2003

Die Ergebnisse der Analyse des Chloridgehalts der Proben, die aus den tiefer gelegenen Grundwasserbereichen entnommen wurden, wurden zusammengeführt, ausgewertet und mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme 1997/1998 verglichen. Sie sind auf nachstehender Karte in Form von Punkten dargestellt, an denen anhand einer Kennzeichnung die Veränderung im Vergleich abzulesen ist. Die Farbe des Kartenhintergrunds verweist auf den Zustand der oberen Grundwasserbereiche bei der Bestandsaufnahme 2002/2003.

4.3.5.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl

In Bezug auf die Chloridbelastung ist in diesem Teilgebiet keine Verbesserung zu erkennen. Bestenfalls sind an einigen Probenahmestellen stagnierende Werte zu verzeichnen. Die Belastung hat zwei Ursachen, natürlich oder geogen (Weinstetter Diapir) bzw. industriell, allerdings überlagern sich im Bereich Fessenheim/Breisach in den tiefen Grundwasserbereichen die Belastungsgebiete unterhalb der verschiedenen Eintragsquellen, so dass es sehr schwierig ist festzustellen, was dabei der Eintragsquelle und was der Ausweitung und Verlagerung in Fließrichtung zuzuschreiben ist (Regierungspräsidium Freiburg, 2002).

Die Versalzung des Grundwassers auf beiden Seiten des Rheins ist größtenteils auf die Infiltration von Salzsole aus undichten Absetzbecken und aus den salzhaltigen Abraumhalden des französischen und deutschen Kaliabbaus zurückzuführen. Die Salzsole wurde als Abfallprodukt aus dem Abraum des Kaliabbaus in den Becken zwischengelagert und von dort aus im Zeitraum 1957 bis 1976 in den Rhein geleitet.

Das grenzüberschreitende von der EU geförderte INTERREG-III A-Projekt „Werkzeugs zur grenzüberschreitenden Bewertung und Prognose der Grundwasserbelastung mit Chlorid zwischen Fessenheim und Burkheim“ wurde 2007 abgeschlossen. Mit dem erstellten Grundwassermodell liegt erstmals ein grenzüberschreitendes Bewirtschaftungsinstrument vor mit dem belastbare Aussagen zur Herkunft und Verbreitung der Salzfluten möglich sind, die heutige Chloridverteilung

Grâce à cet outil, il devient possible d'évaluer la menace pour l'exploitation actuelle des eaux souterraines et d'estimer les conséquences des mesures actuelles et futures ainsi que la faisabilité de mesures de dépollution et de protection (Regierungspräsidium Freiburg, 2008).

4.3.5.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »

Dans ce troisième secteur, le constat tiré de l'exploitation des résultats est différent selon la localisation des ouvrages. La carte des couches superficielles a permis d'identifier deux langues de pollution : une langue Est et une langue Ouest dont les concentrations dans les couches profondes font l'objet d'une surveillance.

Pour la langue Ouest, la pollution par les chlorures décroît de la zone source de la contamination jusqu'à l'amont de Rouffach. Au-delà de Rouffach, la pollution historique poursuit sa progression. Malgré le confinement de la pollution à la source, qui a pratiquement permis de stopper la migration vers l'aval, des augmentations de teneurs se manifestent encore en aval immédiat de Colmar, sur toute la hauteur de l'aquifère profond.

Pour la langue Est, les actions entreprises par les Mines de potasse d'Alsace (MDPA) montrent leur efficacité, grâce à la mise en place de barrières hydrauliques et au confinement de la pollution. La progression de la pollution semble être stoppée en aval d'Ensisheim. Entre le terril Amélie et celui d'Ensisheim Est, les données fournies par les MDPA indiquent des améliorations sensibles, comme celles observées en profondeur à Wittenheim et décrites ci-avant. Comme pour la langue Ouest, des augmentations, probablement liées à la migration de la pollution historique sont encore observées à Meyenheim par exemple. Au-delà de ce secteur, les teneurs sont en diminution ou en stagnation, témoignant ainsi des effets positifs de la dilution. Ces effets sont d'autant plus durables que la pollution à la source a été confinée.

nachgebildet und die künftige Entwicklung der Salzfahnen prognostiziert werden kann. Auf dieser Basis kann die Gefährdung für bestehende Grundwassernutzungen beurteilt und die Auswirkungen durch bestehende und künftige Maßnahmen bewertet sowie die Machbarkeit von Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen abzuschätzen werden (Regierungspräsidium Freiburg, 2008).

4.3.5.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass.

Für das dritte Teilgebiet ergeben sich je nach Standort der Entnahmebauwerke unterschiedliche Feststellungen aus der Auswertung der Messergebnisse. Auf der Karte mit den Ergebnissen für die oberen Grundwasserschichten sind zwei Belastungsbereiche zu erkennen, eine östliche und eine westliche sogenannte „Zunge“, dort werden auch die Konzentrationen in den tiefer gelegenen Bereichen überwacht.

Im Bereich der westlichen „Zunge“ nimmt die Chloridbelastung vom Entstehungsgebiet der Belastung ausgehend bis oberhalb von Rouffach ab. Unterhalb von Rouffach ist weiterhin ein Anstieg der Werte aufgrund des Schadstoffeintrags in der Vergangenheit zu verzeichnen. Obwohl die Quelle des Chlorideintrags eingeschlossen wurde und nun praktisch kein zusätzliches Chlorid mehr ins Grundwasser gelangt, sind unmittelbar unterhalb von Colmar auf allen Ebenen des tiefen Grundwasserbereichs noch steigende Werte festzustellen.

Im Bereich der östlichen „Zunge“ werden die Maßnahmen wirksam, die von der elsässischen Kalibergbaugesellschaft MDPA (Mines de potasse d'Alsace) in Form von Wassersperren und dem Einschluss der Belastungsquelle ergriffen wurden. Unterhalb von Ensisheim ist der Anstieg der Chloridbelastung offenbar zum Stillstand gekommen. Die von der MDPA vorgelegten Werte weisen für den Bereich zwischen der Halde Amélie und der Halde Ensisheim Ost deutlich verbesserte Ergebnisse aus, wie auch oben für die tieferen Grundwasserbereiche um Wittenheim beschrieben. Wie bei der westlichen „Zunge“ sind steigende Werte, die wahrscheinlich der Verlagerung des Schadstoffeintrags aus der Vergangenheit zuzuschreiben sind, beispielsweise noch bei Meyenheim festzustellen. Unterhalb dieses Gebiets sind die Werte rückläufig oder gleichbleibend, was als Folge der Verdünnung zu interpretieren ist. Diese wird insbesondere auch deshalb dauerhaft wirksam, als die Quelle des Eintrags eingeschlossen wurde.

4.3.5.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »

Les concentrations en chlorures relevées dans la zone de Strasbourg et de l'Ortenau ne sont pas comparables aux deux autres secteurs (Sud de l'Alsace et Sud du Kaiserstuhl).

En dehors du point de prélèvement situé à Wolfisheim qui révèle une forte augmentation des teneurs en chlorures en profondeur d'origine naturelle, les fortes teneurs déjà observées en 1997/1998 au droit des ouvrages proches du Rhin (Illkirch, Goldscheuer-Marlen, Grauelsbaum et Schwanau) sont soit en phase de stabilisation, soit en phase de diminution.

Sur les autres ouvrages où les concentrations sont inférieures 100 mg/l, il n'a pas été repéré d'évolution sensible de la concentration en chlorures des eaux souterraines dans les couches profondes.

4.3.5.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg-Ortenau

Im Bereich Strasbourg-Ortenau sind die Ergebnisse für die Chloridkonzentration mit den Ergebnissen in den beiden anderen Teilgebieten (Südliches Elsass und Südlicher Kaiserstuhl) nicht vergleichbar.

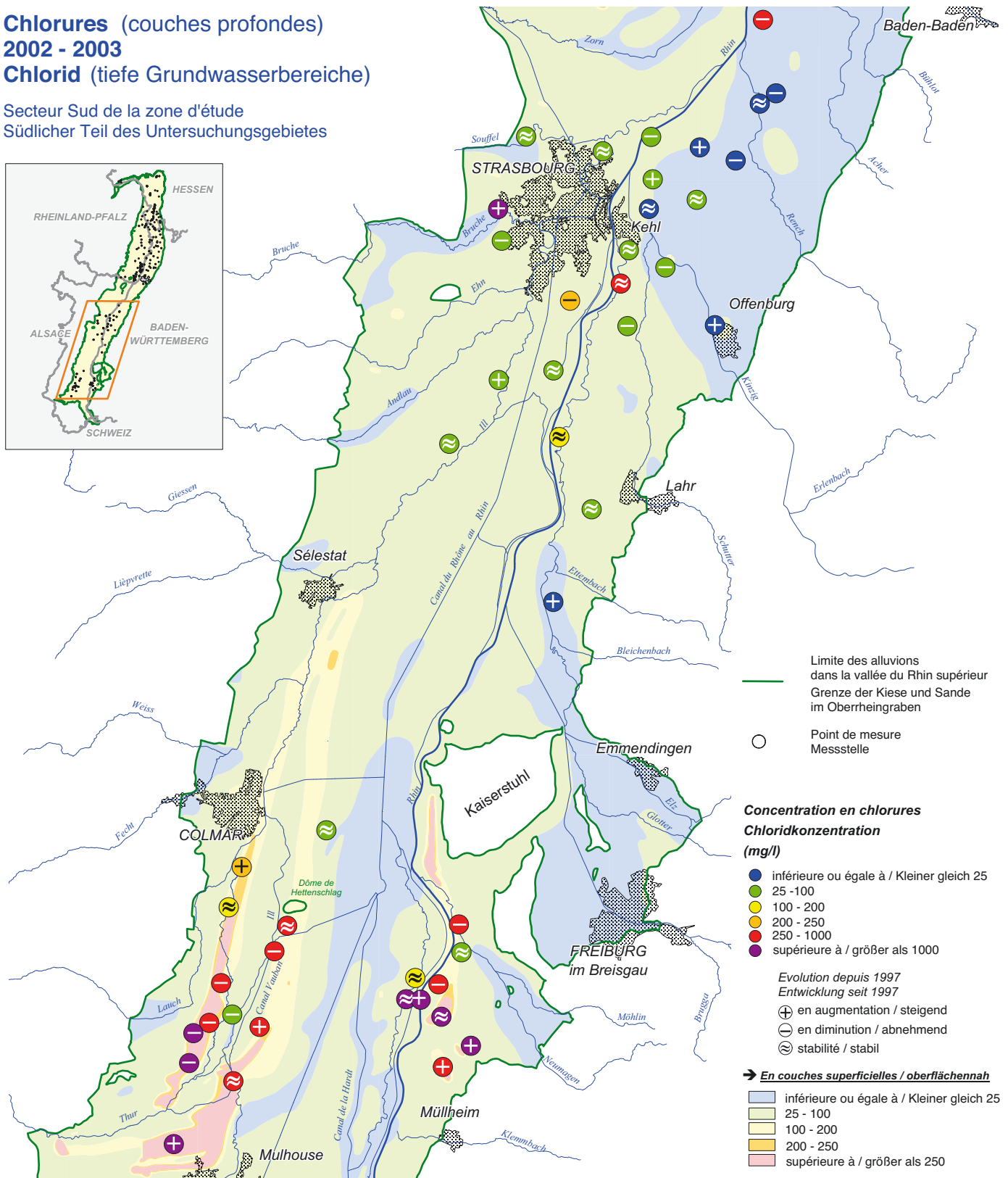
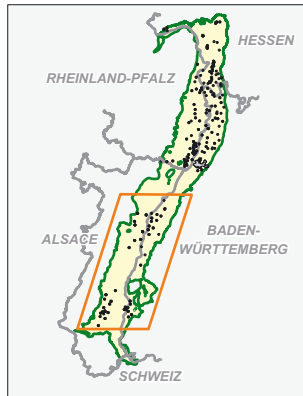
Abgesehen von der Messstelle Wolfisheim, an der eine starke Zunahme des Chloridgehalts im tieferen Grundwasserbereich festzustellen ist, der natürlich Ursachen zugrunde liegen, ist an den Entnahmebauwerken in Rheinnähe (Illkirch, Goldscheuer-Marlen, Grauelsbaum und Schwanau) in Bezug auf die hohen Werte, die schon 1997/1998 dort gemessen wurden, teils eine Stabilisierung, teils eine Abnahme eingetreten.

An den anderen Entnahmebauwerken, an denen die Werte unter 100 mg/l liegen, war keine signifikante Veränderung der Chloridkonzentration im tieferen Grundwasserbereich festzustellen.

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Chlorures (couches profondes)
2002 - 2003
Chlorid (tiefe Grundwasserbereiche)

Secteur Sud de la zone d'étude
 Südlicher Teil des Untersuchungsgebietes



Conception / Gestaltung : APRONA, BRGM
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LUBW
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, LGB

Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Cartho / BD Carthage
 © Données des RIPS de la LUBW Baden-Württemberg

Août 2006 / August 2006

Maîtrise d'ouvrage / Projektverantwortung

Région Alsace

Partenaires du projet / Projektpartner

Région Alsace

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Agence de l'eau Rhin-Meuse

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft

Conducteur de l'opération / Durchführung

Association pour la PROtection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace



4.3.6 Pollution par les triazines : constat 2003

Les 6 triazines : atrazine, déséthylatrazine, désisopropylatrazine, simazine, terbuthylazine et cyanazine ont été analysées dans le cadre du présent inventaire.

Les données issues des campagnes de mesures 2002/2003 dans les couches profondes ont été collectées et interprétées. La représentation cartographique ci-après permet une visualisation globale des résultats d'analyses. La comparaison avec l'état 1997/1998 n'a pas pu être représentée cartographiquement mais des éléments sont présentés dans le texte, pour chacun des sous-secteurs.

4.3.6.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »

L'atrazine et la déséthylatrazine sont les deux seules triazines détectées dans les eaux profondes sur ce secteur. Les teneurs observées en 1997/1998 qui étaient déjà toutes inférieures à 0,05 µg/l sont globalement en diminution sauf pour le prélèvement d'Eschbach entre 32,6 et 35,6 mètres de profondeur où les teneurs passent de 0,04 à 0,08 µg/l pour l'atrazine et de 0,04 à 0,11 µg/l pour la déséthylatrazine. Cependant les résultats des prélèvements effectués dans les eaux encore plus profondes font apparaître qu'à ce niveau les charges sont en diminution à Eschbach aussi.

La grande différence par rapport à l'état 1997/1998 est la non-détection, dans les couches profondes, des autres triazines mises en évidence en 1997/1998. Ce constat est d'autant plus surprenant que ces molécules sont toujours présentes dans les couches superficielles à des teneurs équivalentes voire en augmentation pour la terbuthylazine.

4.3.6.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »

La carte de présence des triazines permet de constater que 4 des 13 ouvrages de cette zone sont concernés par la présence d'au moins une des triazines. On peut également observer qu'un point de mesures (Meyenheim I) dépasse la limite de potabilité pour au moins une des triazines (l'atrazine).

4.3.6 Triazinbelastung: Sachstand 2003

Im Rahmen der vorliegenden Bestandsaufnahme wurden die Proben auf folgende sechs Triazine hin analysiert: Atrazin, Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Simazin, Terbuthylazin und Cyanazin.

Die Daten aus den Beprobungskampagnen 2002/2003 im tieferen Grundwasserbereich wurden zusammengeführt und ausgewertet. Die nachstehende Karte bietet einen Gesamtüberblick über die Analyseergebnisse. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme 1997/1998 konnte kartographisch nicht dargestellt werden, Ausführungen hierzu finden sich jedoch im Begleittext zu den einzelnen Teilgebieten,

4.3.6.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl

In diesem Teilgebiet wurden im tieferen Grundwasserbereich nur die beiden Triazine Atrazin und Desethylatrazin festgestellt. Im Vergleich zu den Werten der Bestandsaufnahme 1997/1998, die schon alle unter 0,05 µg/l lagen, ist insgesamt ein Rückgang zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildet die Probe aus dem oberflächennäheren Tiefenbereich zwischen 32,6 und 35,6 m aus Eschbach: Dort stieg der Atrazin-Wert von 0,04 auf 0,08 µg/l und der Desethylatrazinwert von 0,04 auf 0,11 µg/l, jedoch sinken auch in Eschbach an den noch tieferen Messstellen die Belastungen.

Auffällig ist die Tatsache, dass im Unterschied zu 1997/1998 die übrigen damals festgestellten Triazine nicht mehr festgestellt wurden. Dies ist insbesondere deshalb überraschend, als diese Verbindungen in den oberen Schichten nach wie vor in unveränderter Konzentration bzw. bei Terbuthylazin sogar mit höheren Werten vorhanden sind.

4.3.6.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass

Aus der Karte zum Triazingehalt im Grundwasser geht hervor, dass an 4 der 13 Entnahmebauwerke in diesem Gebiet mindestens ein Triazin vorhanden ist. An einer Messstelle (Meyenheim I) wird der Grenzwert für Trinkwasser durch mindestens ein Triazin (Atrazin) überschritten.

La contamination des eaux profondes de la nappe a tendance à diminuer pour l'atrazine dans les ouvrages déjà concernés en 1997/1998 au profit de celle par la déséthylatrazine qui augmente ou qui fait son apparition dans les eaux profondes en 2003. La désisopropylatrazine fait également son apparition en profondeur pour la première fois en 2003 mais sur 1 seul ouvrage (à Meyenheim I). Par ailleurs, la présence de simazine sur un seul ouvrage reste anecdotique alors que la terbuthylazine et la cyanazine ne sont jamais détectées.

4.3.6.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »

La carte de la présence de triazines permet de constater que 3 des 25 ouvrages sont concernés par la problématique des triazines. Le dépassement de la limite de potabilité est constaté pour l'atrazine sur un seul point de mesures (à Schwanau).

Les teneurs en atrazine repérées en 1997/1998 sont confirmées à Kieswerk Honau et à Schwanau (0,18 µg/l). Par contre les détections de 1997/1998 ne sont pas enregistrées en 2002/2003 au droit des ouvrages de Rust et Membrechtshofen. Cependant, une détection d'atrazine est observée à Plobsheim dans le prélèvement le plus profond (0,025 µg/l).

Les teneurs en déséthylatrazine constatées en 1997/1998 ne sont pas confirmées en 2003 sauf pour Schwanau mais sans évolution de la concentration qui demeure inférieure à 0,020 µg/l.

La désisopropylatrazine, la terbuthylazine et la cyanazine ne sont pas détectées dans cette zone.

La présence de simazine est confirmée en 2003 à Schwanau mais légèrement en baisse.

A titre de comparaison, dans les couches superficielles de ce secteur, seule l'atrazine est détectée et ceci sur un seul ouvrage (Goldscheuer-Marlen).

La problématique des triazines dans cette zone est surtout centrée autour de l'ouvrage de Schwanau qui présente une concentration importante en atrazine et des traces de déséthylatrazine et de simazine. En dehors de ce point, seuls deux ouvrages présentent des traces d'atrazine, il s'agit de Kieswerk-Honau et Plobsheim.

Die Belastung des tieferen Grundwasserbereichs mit Atrazin geht im Bereich der bereits 1997/1998 betroffenen Entnahmebauwerke tendenziell zurück, während die Belastung mit Desethylatrazin ansteigt oder 2003 in den tieferen Grundwasserbereichen erstmals zu verzeichnen ist. Auch Desisopropylatrazin ist 2003 zum ersten Mal im tieferen Grundwasserbereich festzustellen, jedoch nur an einem einzigen Entnahmebauwerk (in Meyenheim I). Das Vorhandensein von Simazin an einem einzigen Entnahmebauwerk ist im Übrigen nicht von Belang, Terbuthylazin und Cyanazin werden nirgends nachgewiesen.

4.3.6.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg-Ortenau

Aus der Karte zum Triazingehalt im Grundwasser geht hervor, dass 3 der 25 Entnahmebauwerke von der Triazin-Problematik betroffen sind. Eine Überschreitung des Grenzwertes für Trinkwasser durch Atrazin wurde nur an einer Messstelle (in Schwanau) festgestellt.

Der 1997/1998 festgestellte Atrazin-Gehalt ist am Kieswerk Honau und in Schwanau unverändert hoch (0,18 µg/l). Die Ergebnisse von 1997/1998 wurden 2002/2003 an den Entnahmebauwerken Rust und Membrechtshofen hingegen nicht wieder erreicht. Es gab jedoch einen Atrazin-Befund in Plobsheim bei der an der tiefsten Stelle entnommenen Probe (0,025 µg/l).

Die 1997/1998 festgestellten Werte für die Belastung mit Desethylatrazin wurden 2003 nicht mehr erreicht, mit Ausnahme von Schwanau, wo der Gehalt unverändert bei unter 0,020 µg/l liegt.

Desisopropylatrazin, Terbuthylazin und Cyanazin wurden in diesem Bereich nicht nachgewiesen.

2003 ist Simazin in Schwanau nach wie vor im Grundwasser vorhanden, jedoch mit leicht rückläufigem Gehalt.

Zum Vergleich: In den oberflächennahen Schichten dieses Gebietsabschnitts wird nur Atrazin nachgewiesen, und auch dies nur an einem Entnahmebauwerk (Goldscheuer-Marlen).

Die Triazin-Problematik tritt in diesem Teilgebiet vor allem im Bereich des Entnahmebauwerks von Schwanau verstärkt auf, wo ein hoher Gehalt an Atrazin und Spuren von Desethylatrazin und Simazin festgestellt wurden. Außerhalb dieser Messstelle wurden nur an zwei weiteren Entnahmebauwerken Spuren von Atrazin nachgewiesen, und zwar am Kieswerk-Honau und in Plobsheim.

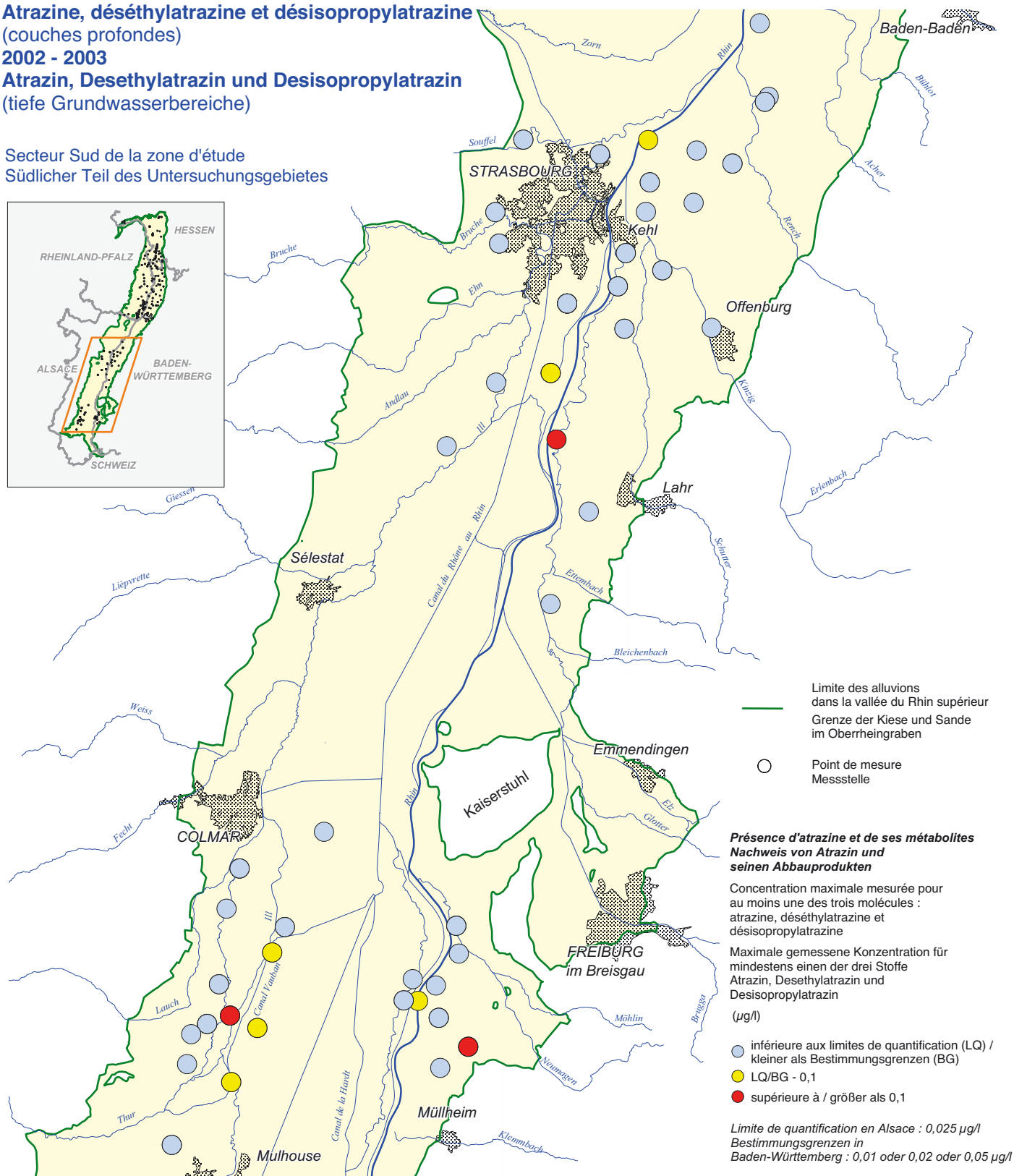
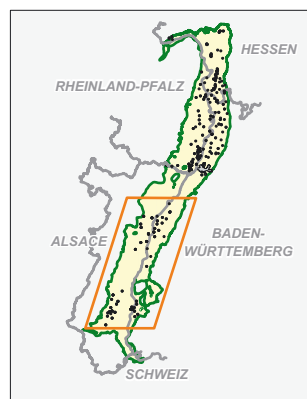
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine
 (couches profondes)

2002 - 2003

Atrazin, Desethylatrazin und Desisopropylatrazin
 (tiefe Grundwasserbereiche)

Secteur Sud de la zone d'étude
 Südlicher Teil des Untersuchungsgebietes



Conception / Gestaltung : APRONA, BRGM
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LUBW
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, LGB

Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Cartho / BD Carthage
 © Données des RIIPS de la LUBW Baden-Württemberg

Août 2006 / August 2006

Maîtrise d'ouvrage / Projektverantwortung

Région Alsace

Partenaires du projet / Projektpartner

Région Alsace

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Agence de l'eau Rhin-Meuse

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft

Conducteur de l'opération / Durchführung

Association pour la PROtection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace



4.3.7 Pollution par les organo-halogénés volatils (OHV) : constat 2003

De la liste des OHV analysés dans les couches superficielles de la nappe, seuls le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène ont été également analysés dans les couches profondes entre 2001 et 2003.

Les résultats d'analyses de ces deux molécules dans les couches profondes ont été sommés et interprétés au regard de la norme de potabilité de 10 µg/l relative à la somme de ces deux substances. La représentation cartographique ci-dessous permet une visualisation globale des résultats d'analyse. La comparaison avec les résultats de 1997/1998 n'a pas pu être cartographiée mais des éléments sont présentés dans le texte pour chacun des sous-secteurs.

4.3.7.1 Résultats sur le sous-secteur « Sud du Kaiserstuhl »

Dans cette zone, seuls 2 ouvrages sont concernés par la problématique : les ouvrages de Balgau et de Bremgarten. La concentration maximale détectée est de 4 µg/l et concerne l'ouvrage de Bremgarten dans la tranche 50 - 100 mètres.

Les détections de trichloroéthylène et tétrachloroéthylène dans les couches profondes en 1997/1998 sont confirmées et les concentrations mesurées en 2001-2003 sont plutôt en phase de stabilisation à Balgau mais en très nette augmentation à Bremgarten. L'origine de cette pollution mise en évidence en 1997/1998 est confirmée (cf. rapport sur l'état des couches profondes de l'Inventaire 1996/1997, vol. 3, page 56 ; Région Alsace, 2000) résultant des infiltrations d'eau polluée via le Rhin ainsi que des rejets des activités de l'ancien aéroport de l'OTAN à Bremgarten.

4.3.7 Belastung durch leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW): Sachstand 2003

Aus der Liste der für die oberflächennahen Schichten des Grundwassers analysierten LHKW wurden für den tieferen Grundwasserbereich nur Trichlorethen und Tetrachlorethen zwischen 2001 und 2003 untersucht.

Die Analyseergebnisse für diese beiden Stoffe in den tieferen Grundwasserbereichen wurden zusammengefasst und im Hinblick auf den Trinkwasserrichtwert von 10 µg/l in der Summe beider Stoffe ausgewertet. Die nachstehende Karte bietet einen Gesamtüberblick über die Analyseergebnisse. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme 1997/1998 konnte kartographisch nicht dargestellt werden, Ausführungen hierzu finden sich jedoch im Begleittext zu den einzelnen Teilgebieten.

4.3.7.1 Ergebnisse im Teilgebiet Südlicher Kaiserstuhl

In diesem Gebiet sind nur 2 Entnahmebauwerke in Bezug auf LHKW problematisch, nämlich Balgau und Bremgarten. Der erfasste Höchstwert für den Gehalt beträgt 4 µg/l und wurde am Bauwerk Bremgarten im Tiefenbereich 50 - 100 Meter gemessen.

Die Befunde von 1997/1998 für Trichlorethen und Tetrachlorethen im tieferen Grundwasserbereich sind unverändert geblieben; die 2001-2003 gemessenen Werte für den Gehalt an diesen Stoffen scheinen sich in Balgau zu stabilisieren, steigen aber in Bremgarten stark an. Ursache Ursprung dieser 1997/1998 erkannten Verschmutzung sind nach wie vor (s. Bericht zur Bestandsaufnahme 1996/1997, Bd. 3, über den Zustand des tieferen Grundwasserbereichs, Seite 56, Région Alsace, 2000) verschmutztes Wasser, das über den Rhein einsickert, sowie Abwässer aus den Aktivitäten auf dem früheren NATO-Flughafen in Bremgarten.

4.3.7.2 Résultats dans la partie « Sud de l'Alsace »

Le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène sont présents sur 3 points de mesures contre 4 en 1997/1998. Les points concernés sont tous situés en rive droite de l'Il et la somme des concentrations est toujours inférieure à 1 µg/l.

Aucune valeur ne dépasse la limite de potabilité pour l'eau potable de 10 µg/l.

On constate une diminution des valeurs et dans certains cas, une disparition du trichloroéthylène et du tétrachloroéthylène dans les couches profondes de la zone « Sud Alsace ». Dans un seul cas (Oberhergheim) des traces d'OHV sont apparues en 2003. Les autres ouvrages ne présentent aucune trace d'OHV ni en 1997/1998 ni en 2003.

4.3.7.3 Résultats sur le sous-secteur « Strasbourg et Ortenau »

Le nombre d'ouvrages où la présence de trichloroéthylène et de tétrachloroéthylène a été observée est en hausse, les fortes teneurs concernant principalement 2 ouvrages : Sand et Schwanau, mais sans toutefois dépasser la limite de potabilité de 10 µg/l.

Dans ce secteur, avec l'abaissement des limites de quantification côté alsacien de 0,5 µg/l en 1997/1998 à 0,2 µg/l en 2001-2003, le nombre de détections de trichloroéthylène et tétrachloroéthylène est plus important sans que l'on puisse véritablement poser un constat sur d'éventuelles évolutions des teneurs. C'est le cas pour les ouvrages de Hoenheim et Holtzheim. En revanche pour Pfulgriesheim et Plobsheim, les teneurs sont supérieures à 0,5 µg/l laissant apparaître une certaine dégradation.

Côté badois, les teneurs en trichloroéthylène et tétrachloroéthylène sont considérés comme stables ou en légère augmentation. La concentration la plus importante est, comme en 1997/1998, celle observée au droit du piézomètre de Schwanau et légèrement supérieure à 4 µg/l. Tous les autres ouvrages présentent des teneurs inférieures à 1 µg/l.

4.3.7.2 Ergebnisse im Teilgebiet Südliches Elsass

Trichlorethen und Tetrachlorethen sind an 3 Messstellen anzutreffen, 1997/1998 waren die Stoffe an 4 Messstellen vorhanden. Die Messstellen, an denen diese Stoffe nachgewiesen wurden, liegen alle am rechten Ufer der Ill, der Gehalt liegt jedes Mal unter 1 µg/l.

Keiner der Werte liegt über dem Grenzwert für Trinkwasser von 10 µg/l.

Es ist ein Rückgang der Werte festzustellen und in bestimmten Fällen wurden Trichlorethen und Tetrachlorethen in den tiefgelegenen Schichten im Teilgebiet Südliches Elsass gar nicht mehr nachgewiesen. In einem einzigen Fall (Oberhergheim) wurden 2003 LHKW in Spuren aufgespürt. An den übrigen Entnahmebauwerken fanden sich weder 1997/1998 noch 2003 Spuren von LHKW.

4.3.7.3 Ergebnisse im Teilgebiet Strasbourg - Ortenau

Die Anzahl der Entnahmebauwerke, an denen Trichlorethen und Tetrachlorethen festzustellen waren, nimmt zu, hohe Belastungen wurden vor allem an den beiden Entnahmebauwerken Sand und Schwanau festgestellt. Der Grenzwert für Trinkwasser von 10 µg/l wird jedoch auch hier nicht überschritten.

In diesem Teilgebiet ist die Anzahl der Befunde mit einem Gehalt an Trichlorethen und Tetrachlorethen mit der niedrigeren Quantifizierungsgrenze auf elsässischer Seite von 0,5 µg/l 1997/1998 auf 0,2 µg/l 2001-2003 gestiegen. Es ist jedoch unmöglich, eine zuverlässige Aussage zur möglichen Entwicklung der Belastung zu machen, was die Entnahmebauwerke Hoenheim und Holtzheim betrifft. In Pfulgriesheim und Plobsheim hingegen liegt die Belastung bei mehr als 0,5 µg/l, was eine leichte Verschlechterung bedeutet.

Auf badischer Seite ergibt sich eine gleichbleibende bzw. leicht ansteigende Belastung durch Trichlorethen und Tetrachlorethen. Der höchste Wert für den Gehalt ist wie 1997/1998 das am Piezometer in Schwanau gemessene Ergebnis von knapp über 4 µg/l. An allen anderen Entnahmebauwerken ist der Gehalt niedriger als 1 µg/l.

Côté alsacien, les valeurs les plus élevées ont été mesurées à Erstein (1,42 µg/l) et surtout à Sand (3,69 µg/l) comme en 1997/1998, sans réelle augmentation toutefois. Au niveau de ces deux ouvrages, les couches superficielles sont également touchées avec, dans les 15 premiers mètres, des valeurs qui atteignent au maximum 2,56 µg/l à Erstein et 4,59 µg/l à Sand. Les couches superficielles sont donc plus impactées que les couches profondes et les augmentations encore observées ne concernent que les couches superficielles. Ces valeurs sont liées à la pollution d'un site industriel à Benfeld.

Avec l'abaissement des limites de quantification, les cas de détection de trichloroéthylène et de tétrachloroéthylène augmentent, faisant ressortir cette problématique davantage sur le secteur de Strasbourg et de l'Ortenau que sur les autres secteurs. Les contaminations détectées en 1997/1998 sur les trois points de Sand, Erstein et Schwanau sont confirmées en 2001-2003 avec une tendance à la stabilisation dans les couches profondes et une tendance à l'augmentation dans les couches superficielles côté alsacien.

Auf elsässischer Seite wurden die höchsten Werte wie schon 1997/1998 in Erstein (1,42 µg/l) und vor allem in Sand (3,69 µg/l) gemessen, ohne dass diese eine wirkliche Erhöhung bedeutet. Im Bereich dieser beiden Entnahmehauwerke sind auch die oberflächennahen Schichten des Grundwassers betroffen mit Höchstwerten, die auf den ersten 15 Metern in Erstein 2,56 µg/l und in Sand 4,59 µg/l erreichen. Die oberflächennahen Grundwasserbereiche sind also stärker geschädigt als die tieferen und der Anstieg betrifft ausschließlich den oberflächennahen Bereich. Die hier gemessenen Konzentrationen hängen mit der Verschmutzung eines Industriegeländes in Benfeld zusammen.

Durch die Senkung der Quantifizierungsgrenze steigt die Anzahl der Befunde für Trichlorethen und Tetrachlorethen, dabei tritt diese Problematik im Teilgebiet Straßburg - Ortenau noch deutlicher zu Tage als in den anderen Teilgebieten. Die 1997/1998 an den drei Messstellen Sand, Erstein und Schwanau nachgewiesenen Verschmutzungen sind 2001-2003 nach wie vor vorhanden, bei tendenzieller Stabilisierung im tiefen Grundwasserbereich und tendenziellem Anstieg im oberen Bereich auf elsässischer Seite.

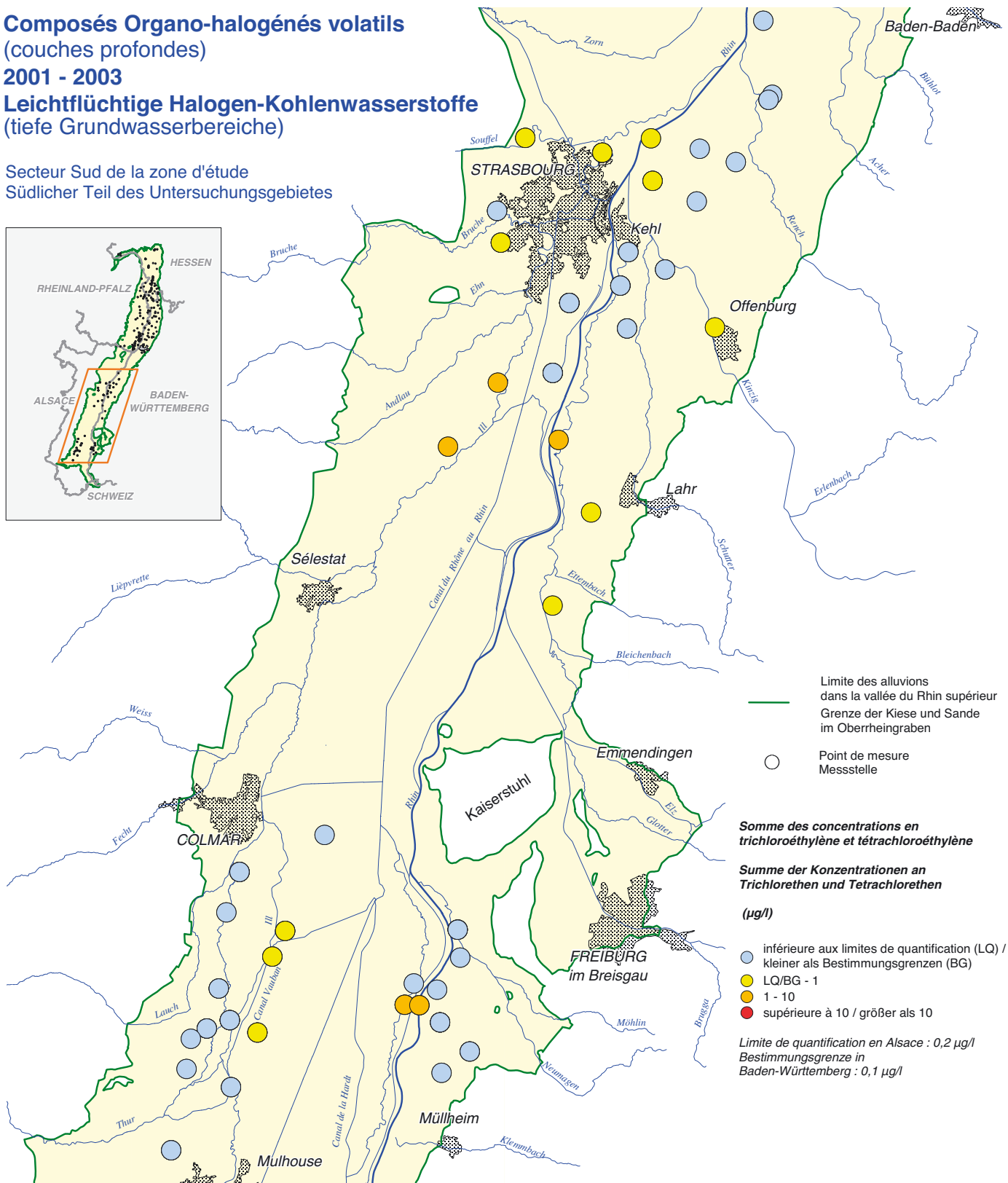
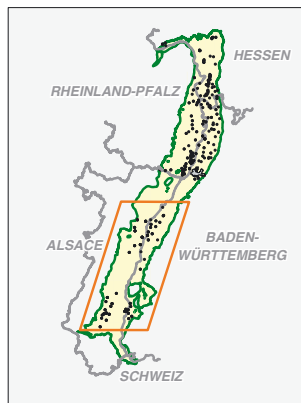
Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben

Composés Organo-halogénés volatils
 (couches profondes)

2001 - 2003

Leichtflüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe
 (tiefe Grundwasserbereiche)

Secteur Sud de la zone d'étude
 Südlicher Teil des Untersuchungsgebietes



Conception / Gestaltung : APRONA, BRGM
 Réalisation / Bearbeitung : APRONA
 Données / Datengrundlage : Région Alsace, LUBW
 Hydrogéologie / Hydrogeologie : BRGM, LGRB, HLUG, LGB
 Fond de carte / Kartengrundlage :
 © IGN BD Cartho / BD Carthage
 © Données des RIPS der LUBW Baden-Württemberg

Août 2006 / August 2006

Maitrise d'ouvrage / Projektverantwortung
 Région Alsace

Partenaires du projet / Projektpartner

Région Alsace
 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
 Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
 Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
 Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
 Agence de l'eau Rhin-Meuse
 Bureau de Recherches Géologiques et Minières
 Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft

Conducteur de l'opération / Durchführung
 Association pour la PROtection de la Nappe phréatique de la plaine d'Alsace



4.3.8 Bilan et synthèse du diagnostic 2003

Les piézomètres profonds existants dans la vallée du Rhin supérieur ne sont, ni assez nombreux, ni assez régulièrement positionnés pour constituer un véritable réseau d'observation de la qualité générale des eaux profondes équivalent à celui mis en place pour les eaux superficielles. Des éléments d'information importants acquis lors de l'Inventaire de 1997/1998 ont toutefois pu être vérifiés lors de la campagne de mesures 2001-2003.

Divisé en trois sous-secteurs (Sud du Kaiserstuhl, Sud de l'Alsace, Strasbourg/Ortenau), la zone d'étude située au sud de la ligne Wissembourg/Karlsruhe dispose de 47 points d'accès à la nappe qui ont permis le prélèvement de 133 échantillons d'eau. Les résultats d'analyses de ces 133 échantillons ont fait l'objet de cartographies et d'une étude de l'évolution des concentrations entre 1997/1998 et 2001-2003.

Les études réalisées lors du diagnostic 1997/1998 avaient fait apparaître le processus de renouvellement des eaux profondes de la nappe par les infiltrations des cours d'eau comme un phénomène majeur. Il avait ainsi été vérifié que les eaux profondes peuvent être contaminées par des pollutions anthropiques affectant les eaux superficielles. Ce constat avait été confirmé en 1997/1998 par les résultats des analyses chimiques. Les résultats des campagnes de mesures 2001-2003 enrichissent encore le diagnostic et confirment les informations énoncées ci-avant.

Les concentrations en nitrates diminuent généralement avec la profondeur, demeurant élevées dans les secteurs marqués par de fortes concentrations en nitrates dans les couches superficielles. Entre 1997/1998 et 2002/2003, il n'a pas été observé d'évolution sensible des teneurs dans les couches profondes sauf dans la partie sud de l'Alsace où des augmentations des teneurs sont encore observées avec tout au plus quelques cas de stabilisation. Les améliorations observées dans les couches superficielles ne sont donc pas mises en évidence en profondeur.

4.3.8 Bilanz und Zusammenfassung der Analyse 2003

Die im tieferen Bereich des Grundwassers im Oberrheintal vorhandenen Piezometer sind weder zahlreich genug noch regelmäßig genug verteilt, um ein wirkungsvolles Überwachungsnetz für die allgemeine Qualität dieses Teils des Grundwassers zu bilden, das dem für die Überwachung der Oberflächengewässer gleich käme. Es konnten jedoch wichtige Informationen, die im Verlauf der Bestandsaufnahme 1997/1998 erworben wurden, durch die Beprobungskampagne 2001-2003 überprüft werden.

In dem Teil des Untersuchungsgebiets (mit den drei Teilgebieten Südlicher Kaiserstuhl, Südliches Elsass und Straßburg-Ortenau), der südlich der Linie Wissembourg/Karlsruhe gelegen ist, befinden sich 47 Messstellen für das Grundwasser, an denen 133 Wasserproben entnommen werden konnten, die analysiert, in den Ergebnissen kartografisch dargestellt und zum Gegenstand einer Untersuchung zur Entwicklung der Werte für den Gehalt an Schadstoffen im Vergleich zwischen 1997/1998 und 2001-2003 gemacht wurden.

Die für die Analyse 1997/1998 durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass die Erneuerung der tiefgelegenen Grundwasserschichten durch eindringendes Wasser aus Wasserläufen eines der vorrangigen Probleme ist. Damals wurde geprüft, ob sich anthropogene Verschmutzungen von oberflächennahen Gewässern auch auf tiefegelegene Grundwasserschichten auswirken können. Diese Feststellung wurde 1997/1998 durch die Ergebnisse der chemischen Analysen bestätigt. Die Ergebnisse der Beprobungskampagne 2001-2003 stellen eine Erweiterung der Bestandsaufnahme hierzu dar und bestätigen die vorstehend genannten Informationen.

Der Nitratgehalt nimmt mit zunehmender Tiefe allgemein ab, bleibt jedoch in Abschnitten mit hohem Nitratgehalt im oberflächennahen Grundwasserbereich hoch. Mit Ausnahme des Südlichen Elsass, wo nach wie vor ansteigende Werte für den Nitratgehalt mit bestenfalls einigen wenigen Fällen von Stabilisierung festzustellen sind, konnte zwischen 1997/1998 und 2002/2003 keine signifikante Zunahme des Nitratgehaltes im tieferen Grundwasserbereich festgestellt werden. Verbesserungen, wie sie im oberflächennahen Bereich festgestellt wurden, lassen sich in der Tiefe nicht nachweisen.

Des concentrations élevées en chlorures (jusqu'à plusieurs g/l) ont été mesurées en 1997/1998 comme en 2002/2003 et en différents endroits dans les couches profondes. Cette pollution touche en particulier les sous-secteurs : Sud du Kaiserstuhl et Sud de l'Alsace. De part et d'autre du Rhin, l'origine de ces très importantes teneurs en chlorures est liée à l'exploitation passée des mines de potasse. Par rapport aux résultats de 1997/1998, deux cas sont constatés selon le secteur considéré :

- Au sud du Kaiserstuhl on n'observe pas d'amélioration significative des concentrations.
- Dans le sud de l'Alsace, les deux langues salées présentent des baisses de teneurs significatives qui, pour la langue Est, sont observables de la zone source de la pollution jusqu'à l'extrémité de la langue alors que pour la langue Ouest, les points très éloignés de la source présentent encore quelques augmentations.

En ce qui concerne les triazines, la situation est différente selon les secteurs :

- Pour le secteur au sud du Kaiserstuhl, l'atrazine et la déséthylatrazine sont globalement en diminution et les autres triazines détectées en 1997/1998 ne sont plus présentes en 2002/2003.
- Pour le sud de l'Alsace, les teneurs en atrazine ont tendance à diminuer alors que la contamination en déséthylatrazine augmente ou apparaît en 2002/2003.
- Pour le secteur de Strasbourg et de l'Ortenau, les concentrations en atrazine varient selon les ouvrages et les teneurs en déséthylatrazine constatées en 1997/1998 ne sont pas observées en 2002/2003.

Des traces de composés organo-halogénés volatils (OHV) ont fréquemment été relevées à toutes les profondeurs de l'aquifère, en 1997/1998 comme en 2001-2003. Elles sont liées à des pollutions ponctuelles historiques et leur évolution dépend des actions de dépollutions mises en œuvre. Comme pour les triazines, les points de mesures proches du Rhin et de l'Ill présentent des concentrations relativement élevées.

Hohe Werte für den Chloridgehalt (bis zu mehreren g/l) wurden sowohl 1997/1998 als auch 2002/2003 gemessen, und zwar an mehreren Stellen im tieferen Grundwasserbereich. Diese Verschmutzung betrifft vor allem die Teilgebiete Südlicher Kaiserstuhl und Südliches Elsass. Auf beiden Seiten des Rheins ist die Ursache des sehr hohen Chloridgehalts der frühere Betrieb der heute stillgelegten Kali-Minen. Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der Beprobungskampagne 1997/1998 ist für die einzelnen Teilgebiete folgendes festzuhalten:

- Im Südlichen Kaiserstuhl ist keine signifikante Verbesserung zu verzeichnen.
- Im südlichen Elsass ist in den beiden „Salzungen“ ein signifikanter Rückgang des Chloridgehalts festzustellen. An der östlichen „Zunge“ ergibt sich ein Rückgang im Bereich zwischen der Ursprungszone der Verschmutzung und dem Ende dieses Belastungsbereichs, während an der westlichen „Zunge“ an den sehr weit von der Ursprungszone entfernten Punkten noch vereinzelt steigende Werte festzustellen sind.

Im Hinblick auf die Triazine ergeben sich je nach Teilgebiet unterschiedliche Verhältnisse:

- Für den Abschnitt Südlicher Kaiserstuhl sinkt der Gehalt an Atrazin und Desethylatrazin insgesamt; die anderen, 1997/1998 gefundenen Triazine sind 2002/2003 nicht mehr vorhanden.
- Im Südlichen Elsass geht der Gehalt an Atrazin tendenziell zurück, während die Belastung mit Desethylatrazin ansteigt oder 2002/2003 überhaupt zum ersten Mal auftritt.
- Im Teilgebiet Straßburg - Ortenau schwankt der Gehalt an Atrazin je nach Entnahmehauwerk und der 1997/1998 festgestellte Gehalt an Desethylatrazin ist 2002/2003 nicht nachzuweisen.

Spuren von leichtflüchtigen Halogen-Kohlenwasserstoffen (LHKW) wurden sowohl 1997/1998 als auch 2001-2003 an zahlreichen Stellen in allen Tiefenbereichen des Grundwasserleiters erfasst. Sie sind auf punktuelle Verschmutzungen in der Vergangenheit zurückzuführen und die Veränderung der Werte hängt davon ab, ob und wenn ja welche Maßnahmen gegen diese Verschmutzung ergriffen wurden. Die Situation ist ähnlich wie bei den Triazinen: Die Messstellen in der Nähe des Rheins und der Ill weisen einen relativ hohen Gehalt an diesen Verbindungen auf.

Le constat établi en 1997/1998 est donc confirmé par les résultats de la campagne 2001-2003 : le suivi de la qualité des couches profondes de la nappe est tout aussi important que celui des couches superficielles.

Toutefois, l'évolution de l'état des couches profondes ne reflète pas celle des couches superficielles. Dans certains secteurs et pour certaines substances (nitrates et chlorures par ex.), il semble qu'il y ait un simple décalage dans le temps. Pour d'autres paramètres, pour les triazines et OHV notamment, les évolutions en profondeur ne sont pas aussi dépendantes des évolutions dans les couches superficielles. des mécanismes beaucoup plus complexes sont en jeu.

Le suivi de l'état des couches profondes est donc à poursuivre, car elles ne sont pas protégées de façon durable des pollutions anthropiques et le temps nécessaire aux inversions de tendances est encore très mal connu.

Der durch die Beprobungskampagne 1997/1998 festgestellte Zustand des Grundwassers wird durch die Ergebnisse der Kampagne 2001-2003 bestätigt - die Überwachung der Wasserqualität in den tiefegelegenen Schichten des Grundwassers ist genau so wichtig wie die Überwachung der Wasserqualität der oberflächennahen Schichten.

Die Entwicklung des Zustandes der tiefegelegenen Schichten spiegelt jedoch nicht die der oberflächennahen Schichten wider. In bestimmten Abschnitten und für bestimmte Stoffe (z.B. Nitrate und Chloride) liegt offenbar lediglich eine zeitliche Verlagerung vor. Bei anderen Parametern, insbesondere bei Triazinen und LHKW, ist die Entwicklung im tieferen Grundwasserbereich von der Entwicklung im oberflächennahen Bereich weniger abhängig. Hier kommen weitaus komplexere Mechanismen zum tragen.

Der Zustand des tieferen Grundwasserbereichs sollte daher weiterhin überwacht werden, da dieser auf die Dauer nicht vor anthropogenen Verschmutzungen geschützt ist und die für die Umkehrung einer Entwicklung erforderlichen Zeiträume noch weitgehend unbekannt sind.

5. ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

5.1 CAMPAGNE DE MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ DES EAUX SOUTERRAINES EN ALSACE

Depuis le passage, en Alsace, du nuage radioactif émanant de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986, il restait une interrogation à laquelle il était nécessaire de répondre : des éléments radioactifs avaient-ils migré dans les sols et atteint les eaux souterraines ?

Afin de pouvoir répondre à cette question, la Région Alsace a souhaité faire réaliser une campagne d'analyses des eaux souterraines sur 40 points de prélèvements en plaine d'Alsace. Les mesures ont porté sur 4 paramètres, dont les 3 premiers correspondent aux indicateurs de qualité des eaux potables mis en place en 2004 par les autorités sanitaires, en application de la Directive européenne sur l'eau de 1998. Ils sont les suivants :

- l'activité alpha totale
- l'activité bêta totale
- l'activité volumique en tritium (^3H)
- l'activité volumique en césium 137 (^{137}Cs)

Les travaux ont été confiés au Groupement Centre d'Analyses et de Recherches (CAR)/ALGADE d'Illkirch-Graffenstaden (Bas-Rhin). L'interprétation des résultats s'est appuyée sur les conclusions de la campagne de mesures de la radioactivité des sols en Alsace, effectuée en juillet 2001 par la Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité, à la demande de la Région Alsace, propriétaire de l'étude (cf. CRII-RAD, 2001).

5. ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNGEN

5.1 MESSKAMPAGNE DER RADIOAKTIVITÄT DES GRUNDWASSERS IM ELSASS

Nachdem 1986 die radioaktive Wolke aus dem verunfallten Reaktor in Tschernobyl über das Elsass hinwegzog, steht die Antwort auf eine wichtige Frage aus, nämlich inwiefern radioaktive Elemente durch den Boden ins Grundwasser gelangt sind.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde von der Région Alsace an 40 Messstellen im elsässischen Teil des Oberrheingrabens eine Grundwassermesskampagne zur Radioaktivität durchgeführt. Dabei wurden vier Messgrößen bestimmt, von denen mit drei Bezug auf die Kriterien für Trinkwasserqualität Bezug genommen wird, die 2004 von den Gesundheitsbehörden unter Bezugnahme auf die Europäische Wasserrichtlinie aus dem Jahr 1998 festgelegt wurden. Es handelt sich dabei um:

- Alpha-Aktivität gesamt
- Beta-Aktivität gesamt
- Tritium-Konzentration (^3H)
- Cäsium 137-Konzentration (^{137}Cs)

Mit der Durchführung wurde der Zusammenschluss Centre d'Analyses et de Recherches (CAR)/ALGADE aus Illkirch-Graffenstaden (Departement Bas-Rhin) beauftragt. Der Auswertung der Ergebnisse wurden die Erkenntnisse aus der Messkampagne zur Bodenradioaktivität im Elsass zugrunde gelegt, die im Juli 2001 im Auftrag der Région Alsace von der unabhängigen Forschungs- und Informationskommission Radioaktivität Commission de Recherche et d'Information Indépendante sur la Radioactivité durchgeführt worden war (bei Région Alsace als Eigentümerin des Berichts CRII-RAD 2001, geführt).

Il a été mis en évidence qu'aucun des 40 points de prélèvements ne présentait de niveau d'activité significative en césium 137. Le passage du nuage radioactif de Tchernobyl en 1986 n'a donc pas eu d'incidence sur l'état de la nappe rhénane.

Cette campagne de mesures a toutefois permis de repérer 3 points présentant des anomalies en matière de radioactivité globale. Des analyses complémentaires ont été réalisées sur ces 3 points, conformément à la stratégie d'évaluation de la qualité radiologique de l'eau destinée à la consommation humaine préconisée par les pouvoirs publics. Ce contrôle a mis en évidence un faible niveau d'activité alpha total sur 2 d'entre eux et un niveau d'activité significatif en alpha total et en tritium sur le 3^{ème} point. Les informations ont été transmises sans délai aux communes concernées et aux services de l'Etat compétents pour des investigations complémentaires.

Die Grundwassermesskampagne ergab, dass an keiner der 40 Messstellen eine signifikante Cäsium 137-Aktivität festzustellen war. Die radioaktive Wolke aus Tschernobyl aus dem Jahr 1986 ist mithin ohne Auswirkungen auf das Grundwasser am Oberrhein geblieben.

Im Rahmen der Messkampagne ergaben sich allerdings an drei Messstellen Abweichungen beim Gesamtwert für die Radioaktivität. In Anwendung der behördlich empfohlenen Strategie zur Bewertung der radiologischen Qualität von Wasser, das für den menschlichen Verbrauch bestimmt ist, wurden an den betreffenden drei Messstellen daraufhin ergänzende Messungen vorgenommen. Die Überprüfung ergab an zwei der drei untersuchten Messstellen ein signifikantes Niveau für die Alpha-Aktivität gesamt und an der dritten für Tritium. Die gewonnenen Daten wurden unverzüglich zur weiteren Klärung den betreffenden Gemeinden und den zuständigen staatlichen Dienststellen übermittelt.

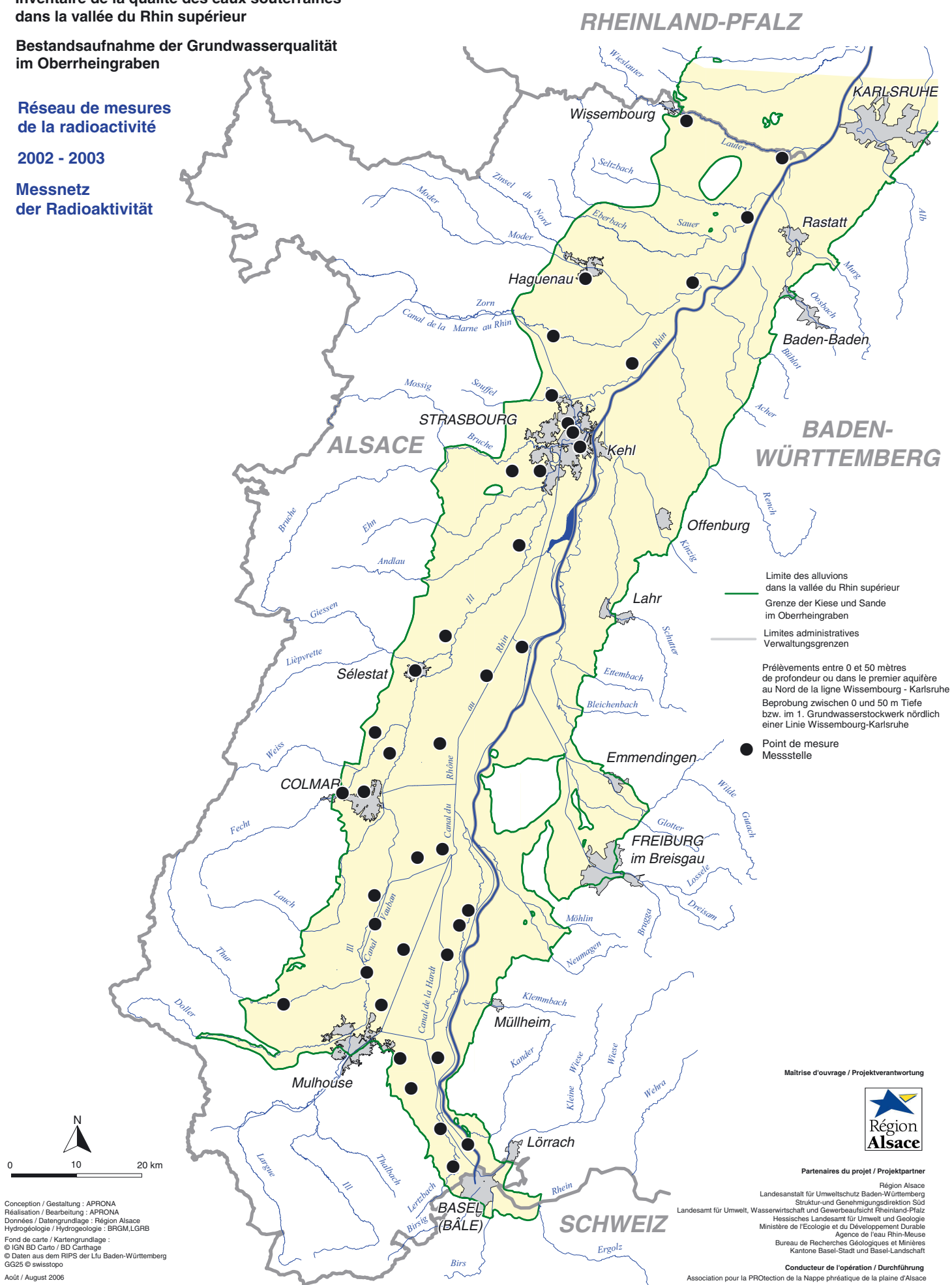
**Inventaire de la qualité des eaux souterraines
dans la vallée du Rhin supérieur**

**Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität
im Oberrheingraben**

**Réseau de mesures
de la radioactivité**

2002 - 2003

**Messnetz
der Radioaktivität**



5.2 ETUDE ISOTOPIQUE (N,B) SUR L'ORIGINE DES NITRATES

L'importante nappe phréatique de la vallée du Rhin supérieur est partagée entre France (Alsace), Allemagne (Pays de Bade, Palatinat, Hesse) et Suisse (Cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne). Elle constitue une ressource en eau souterraine abondante mais vulnérable aux pressions polluantes de l'industrie, de l'agriculture et de l'habitat. Aussi sa qualité fait-elle l'objet d'inventaires transfrontaliers conduits tous les 5 ans environ sous l'égide du Conseil Régional Alsace. Le précédent inventaire réalisé en 1996/1997 avait montré la grande extension de la pollution par les nitrates qui dépassaient la limite de potabilité de 50 mg/l sur 8 % de la surface de la nappe côté alsacien et 10 % côté badois (Région Alsace, 2000). Cette pollution en nitrates est généralement attribuée à l'impact de l'utilisation d'engrais azotés en agriculture et dans une moindre mesure, aux déjections animales et aux rejets d'eaux usées domestiques.

Dans le cadre du nouvel inventaire transfrontalier (campagne de prélèvements 2003) et en 2004, des prélèvements pour analyses isotopiques ont été réalisés afin d'examiner l'apport d'une étude couplée des isotopes de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$) et du bore ($\delta^{11}\text{B}$) à la problématique de la caractérisation de l'origine de la contamination en nitrates observée dans les eaux souterraines. Les résultats présentés ici concernent l'ensemble de la nappe du Rhin supérieur (Alsace, Pays de Bade, Rhénanie-Palatinat, sud de la Hesse), et se focalisent sur les zones où sont observés les plus importants panaches de pollution par les nitrates ainsi que sur des zones réputées affectées de phénomènes de dénitrification.

Les eaux de la nappe ont été échantillonnées dans des secteurs d'intérêt sélectionnés en collaboration entre les services concernés des différents pays participant à l'inventaire, en vue d'une caractérisation hydrogéochimique (éléments majeurs et traces, B, Sr, Br, F, Fe, Mn, espèces de l'azote, NO_3 , NO_2 , NH_4 , N Kjeldahl, N_2O) et isotopique ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{11}\text{B}$).

La caractérisation des sources potentielles de nitrates, entamée au cours d'études antérieures sur le Sundgau, a été complétée par de nouvelles analyses isotopiques.

5.2 ISOTOPISCHE STUDIE (N,B) ÜBER DIE NITRATHERKUNFT

Der ausgedehnte Grundwasserleiter des Oberrheingrabens erstreckt sich über die drei Länder Frankreich (Elsass), Deutschland (Baden, Pfalz, Hessen) und die Schweiz (Kantone Basel-Stadt und Basel-Land). Er enthält ein umfangreiches aber durch industrielle, landwirtschaftliche Aktivitäten und Siedlungsgebiete gefährdetes Grundwasservorkommen. Alle fünf Jahre wird die Grundwasserbeschaffenheit im Rahmen einer grenzüberschreitenden Erhebung untersucht, auf französischer Seite unter Leitung des Conseil Régional d'Alsace. Die letzte Erhebung von 1996/1997 hatte die erhebliche Ausdehnung der Nitratkontamination gezeigt, die den Grenzwert von 50 mg/l der Trinkwasserrichtlinie auf 8 % der Gesamtfläche im Elsass und auf 10 % in Baden überschreitet (Région Alsace, 2000). Diese Kontamination wird im Allgemeinen auf die Nutzung von Stickstoff-Mineraldünger zurückgeführt sowie, in geringerem Umfang, auf Gülle und kommunale Abwässer.

Im Rahmen der neuen grenzübergreifenden Erhebung (Messkampagne 2003) und darüber hinaus im Jahr 2004, wurden Probenahmen für Isotopenanalysen durchgeführt. Ziel war die Beurteilung einer Methode, basierend auf Stickstoff- und Bor-Isotopen ($\delta^{15}\text{N}$ und $\delta^{11}\text{B}$), zur Untersuchung der Quellen der beobachteten Nitratkontamination des Grundwasserleiters. Die hier vorgestellten Ergebnisse betreffen die Gesamtheit des Grundwasserleiters des Oberrheingrabens (Elsass, Baden, Rheinland Pfalz, Südhessen). Die ausgewählten Zonen beinhalten die Kontaminationsfahnen mit den höchsten Nitratwerten sowie Bereiche mit vermutetem Nitratabbau.

Grundwasser-Entahmepunkte in allen Teilbereichen wurden beprobt im Hinblick auf hydrochemische Analysen (Hauptelemente und Spurenstoffe, B, Sr, Br, F, Fe, Mn, sowie die Stickstoffspezies NO_3 , NO_2 , NH_4 , Nk, N_2O) und Isotopenanalysen ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{11}\text{B}$). Die potentiellen Stickstoffquellen wurden, aufbauend auf früheren Daten aus dem Sundgau weitergehend charakterisiert.

Die Isotopensignaturen der potentiellen Nitratquellen, die in früheren Studien gewonnen werden konnten, wurden durch neue Isotopenanalysen vervollständigt.

L'interprétation des résultats analytiques obtenus montre clairement la prédominance générale des sources agricoles par rapport aux eaux usées domestiques, et fait apparaître une contribution non négligeable des engrais organiques à base de déjections animales sur la pollution azotée dans la vallée du Rhin supérieur.

Les signatures isotopiques de l'azote et du bore des eaux les plus fortement contaminées en azote (teneurs supérieures à 80 mg/l, pouvant dépasser 100 voire 200 mg/l) se rapprochent en effet d'un pôle qui serait dominé par les déjections animales et non par les engrais minéraux.

Une prédominance des déjections animales dans les engrais à l'origine des très fortes pollutions en nitrates est donc très probable. Compte tenu du temps de résidence prolongé des nitrates dans le sol et dans la zone non saturée, ces sources de nitrates pourraient être anciennes et ne pas nécessairement refléter les pratiques actuelles.

Les eaux présentant des teneurs plus faibles en nitrates, tout en restant proches de la limite de potabilité (teneurs de l'ordre de 40 mg/l dans le secteur Centre-plaine en Alsace notamment), montrent quant à elles une signature « mixte » entre fertilisants minéraux et déjections animales, avec un $\delta^{15}\text{N}$ proche de la limite inférieure des déjections et légèrement supérieur aux fertilisants. La composition isotopique du bore est très variée pour cette gamme de teneurs en nitrates, ce qui implique une diversité des sources de bore dans le système (le bore pouvant provenir des eaux usées, des déjections animales et de certains engrais minéraux mais aussi être d'origine géologique).

Ce constat peut s'expliquer par divers phénomènes, on peut invoquer notamment :

(1) un changement de la signature isotopique de l'azote par dénitrification dans le sol qui aurait tendance à enrichir le ^{15}N dans les nitrates résiduels et donc à augmenter le $\delta^{15}\text{N}$.

(2) une sensibilité réduite de l'outil du bore pour la détection de certains engrais minéraux, due à une concentration négligeable de cet élément dans certains types d'engrais minéraux utilisés.

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse ergab eine klare generelle Dominanz des landwirtschaftlichen Stickstoffeintrags verglichen mit kommunalen oder individuellen Abwässern, und zeigt einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag von organischem Stickstoffeintrag (Gülle) zur Nitratkontamination des Grundwasserleiters.

Die Isotopensignaturen sowohl des Stickstoffs als auch des Bors der am stärksten kontaminierten Bereiche (mit Nitratgehalt über 80 mg/l bzw. über 100 bis 200 mg/l) sind charakteristisch für tierische Ausscheidungen und nicht für Mineraldünger.

Ein stärkerer Einfluss von organischem Stickstoff in den Bereichen mit den höchsten Nitratkonzentrationen ist demnach anzunehmen. Die langen Verweildauern von Stickstoff in der Bodenzone und in der ungesättigten Zone des Grundwasserleiters bedingen, dass die nachgewiesenen Stickstoffquellen nicht unbedingt die zurzeit vorherrschenden sind.

Die Grundwässer mit niedrigeren Nitrat-Konzentrationen, aber immerhin nahe dem Trinkwassergrenzwert (Gehalte von 40 mg/l u. a. im zentralem Ebenebereich im Elsass), weisen eine Mischsignatur zwischen Mineraldüngern und organischem Nitrat auf mit $\delta^{15}\text{N}$ -Wertennahe der Untergrenze des Bereichs für Tierausscheidungen und leicht über dem der Mineraldünger. Die Bor-Isotopenverhältnisse sind dagegen sehr variabel für diesen Konzentrations-Bereich, Indiz sehr verschiedenartiger Einträge von Bor ins System (Anm.: Bor wird mit Abwässer, organischen Dünger und bestimmten Mineraldünger eingetragen, kann aber auch geogen sein).

Dieses Fazit kann verschiedenartig bewertet werden; es können nicht ausgeschlossen werden:

Eine Anreicherung an ^{15}N im verbleibenden Nitrat durch Denitrifizierung in der Bodenzone, die zu einer Zunahme der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte führt.

Eine verringerte Sensibilität der Bor-Isotope für bestimmte Typen von Mineraldünger mit geringen bis vernachlässigbaren Borgehalten.

(3) un mélange entre des eaux d'origines diverses, par exemple entre une recharge de plaine marquée par les engrais minéraux et des apports du Sundgau en amont plus marqués par les engrais organiques.

La pollution saline de l'industrie de la potasse marque le chimisme de l'eau en éléments traces tels que les bromures et le bore, notamment en aval des terrils du coté allemand (Buggingen) et français (Ensisheim). Cette contamination n'apporte pas de nitrates mais limite, pour les secteurs concernés, l'utilisation des isotopes du bore pour l'identification des sources de pollution azotée, en raison du contenu en bore du sel évaporitique.

Des phénomènes de dénitrification ont été clairement identifiés d'après la composition isotopique de l'azote dans les eaux des secteurs « Offenburg-Kehl » et « Südhessen », réputés pour être affectés de tels phénomènes. Les concentrations en Cl, Br, et, avec une moindre précision, celles en SO_4 permettent d'estimer quelles devaient être les concentrations initiales en NO_3 avant la dénitrification.

Pour la première fois en Alsace, des analyses du contenu en monoxyde d'azote N_2O des gaz dissous dans les eaux souterraines ont été réalisées. Elles ont révélé des teneurs variables, pouvant atteindre 300 fois la solubilité du N_2O dans une eau à l'équilibre avec l'atmosphère. Comme les nitrates, le N_2O aurait ici une origine agricole, sans que l'on puisse être plus précis sur cette origine. Il faut noter que le N_2O est un puissant gaz à effet de serre, et les concentrations rencontrées laissent présager une contribution significative des eaux souterraines aux émissions de N_2O dans le Fossé rhénan.

Eine Mischung zwischen Gewässer verschiedener Herkunft, zum Beispiel zwischen einer durch Mineraldünger markierten Grundwasserneubildung in der Ebene, und einer Zuströmung mit organischer Signatur aus dem Sundgau.

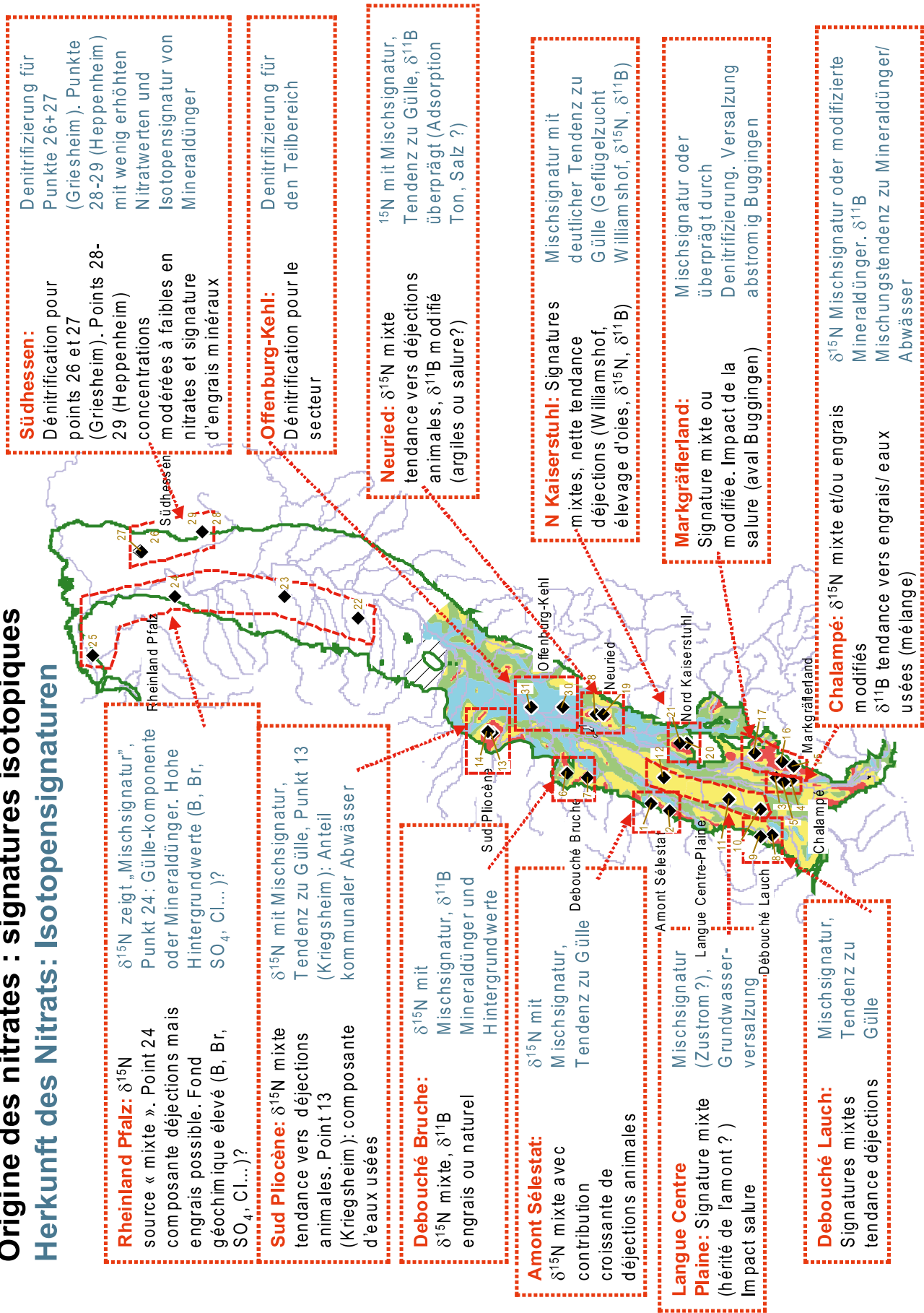
Der chemische Charakter der Grundwässer, besonders die Spurenstoffgehalte (Bromid, Bor), unterliegt dem Einfluss der Grundwasserversalzung durch die Kaliindustrie im Abstrom der Kalihalden von Buggingen (D) und Ensisheim (F). Diese Kontamination führt nicht zu Nitratreintrag, schränkt aber die Nutzung von Bor-Isotopen für die Identifikation der Stickstoff-Belastungsquellen in den betroffenen Bereichen ein, da das Steinsalz natürlicherweise Bor enthält.

Die Stickstoffisotope zeigen deutliche Denitrifizierungsmerkmale in den Teilbereichen „Offenburg-Kehl“ und „Südhessen“, wo solche Reduzierungsphänomene bekannt sind. Die Chlorid- und Bromidkonzentrationen sowie, mit geringerer Genauigkeit, die Sulfatgehalte erlauben es, die Ausgangskonzentrationen an Nitrat vor der Denitrifizierung zu errechnen.

Eine Premiere im Oberrheingraben ist die Untersuchung der N_2O -Gehalte im Grundwasser. Sie erreichen das 300-fache der N_2O -Löslichkeit unter Gleichgewichtsbedingungen mit der Atmosphäre. Wie die Nitrate, so stammt auch das N_2O aus landwirtschaftlichen Einträgen. Die N_2O -Gehalte erlauben jedoch nicht eine genauere Differenzierung der Nitratquellen. N_2O ist ein starkes Treibhausgas und, ausgehend von den gemessenen Gehalten, kann für das Untersuchungsgebiet von einem signifikanten Beitrag des Grundwassers zu den N_2O -Emissionen ausgegangen werden.

Origine des nitrates : signatures isotopiques

Herkunft des Nitrats: Isotopensignaturen



6. CONCLUSION GÉNÉRALE

La qualité des eaux de la nappe rhénane fait l'objet d'un suivi régulier, de part et d'autre du Rhin, depuis de nombreuses années. En particulier, un premier diagnostic transfrontalier a été établi en 1997, sur une zone de nappe s'étendant de Bâle à Karlsruhe.

Le présent inventaire transfrontalier 2001-2003 a été réalisé sur une zone d'étude beaucoup plus grande qu'en 1996/1997. Concernant tout le secteur du Rhin supérieur, de Bâle à Mayence, il associe pour la première fois les Länder allemands de Rhénanie-Palatinat et de Hesse qui ont mis leurs données à la disposition du projet.

En donnant une photographie complète de l'état de santé de la ressource, les inventaires transfrontaliers ont pour rôle majeur de porter à connaissance de chacun, tous les 5 à 6 ans, les problématiques relatives à la qualité de la nappe rhénane et de mobiliser les énergies.

En 1997, quatre principales causes de déclassements de la qualité de l'eau ont été identifiées ; les contaminations généralisées par les nitrates et les produits phytosanitaires, essentiellement d'origine agricole, la pollution par les chlorures liée aux terrils et aux rejets des mines de potasse et la présence importante de solvants chlorés au droit des agglomérations et des zones industrielles.

En 2003, les concentrations mesurées en nitrates et en produits phytosanitaires restent préoccupantes sur tout le secteur étudié lors de l'inventaire 1996/1997. Les pollutions par les solvants chlorés et les chlorures sont toujours présentes en 2003 sur les mêmes secteurs qu'en 1996/1997.

Pour les secteurs situés au nord de Karlsruhe, la principale cause de dépassement des limites européennes pour la qualité de l'eau potable, ainsi que celles des eaux brutes, est la concentration en nitrates. La problématique des sulfates qui concernait essentiellement la vallée de Thann en Alsace est présente sur une surface importante à des teneurs supérieures à la limite de qualité en Rhénanie-Palatinat.

6. ALLGEMEINE ERGEBNISSE

Die Grundwasserqualität im Oberrheingraben wird beidseitig des Rheins seit vielen Jahren regelmäßig überwacht. Insbesondere wurde 1997 die erste grenzüberschreitende Erhebung in einem von Basel bis Karlsruhe reichenden Untersuchungsgebiet durchgeführt.

Die jüngste grenzübergreifende Bestandsaufnahme 2001-2003 wurde in einem sehr viel größeren Gebiet verwirklicht als 1996/1997. Sie schließt das gesamte Gebiet der Lockergesteine des Oberrheingrabens von Basel bis Mainz ein und berücksichtigt das erste Mal auch die zur Verfügung gestellten Daten der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen.

Die periodisch alle 5 bis 6 Jahre durchgeführte grenzübergreifende Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben stellt eine Momentaufnahme des Zustands der Ressource dar, die jedem Einzelnen die damit verbundenen Probleme ins Bewusstsein rufen soll.

Im Jahr 1997 wurden die vier Hauptbelastungen des Grundwassers aufgezeigt: die großräumige Belastungen durch Nitrat und Pflanzenschutzmittel, die hauptsächlich landwirtschaftlicher Herkunft sind, die Belastung durch Chlorid, welche auf Abwässer und den Abraum aus den Kaliminen zurückzuführen ist, und das häufige Vorkommen von chlorierten Lösungsmitteln (LHKW) im Bereich von Ballungsräumen und Industriegebieten.

Bei der Bestandsaufnahme 2003 ergeben sich für Nitrat und Pflanzenschutzmittel nach wie vor im gesamten Bereich des 1996/1997 erfassten Untersuchungsgebiets bedenkliche Konzentrationen. Das Grundwasser weist zudem 2003 in denselben Teilgebieten wie 1996/1997 eine Belastung mit chlorierten Lösungsmitteln und Chlorid auf.

In den nördlich von Karlsruhe gelegenen Teilgebieten des Untersuchungsgebiets ist die Nitratbelastung die Hauptursache für die Überschreitung der EU-Grenzwerte für Trinkwasserqualität sowie der EU-Qualitätsnormen für Grundwasser. Die Sulfatproblematik, die im Elsass vor allem das Thanner Tal betrifft, ist in auch Rheinland-Pfalz auf einer ausgedehnten Fläche mit Konzentrationen über dem Grenzwert für Trinkwasserqualität anzutreffen.

Nitrates : une pollution généralisée à l'ensemble de la nappe, confirmée en 2003

L'état global de la ressource reste dégradé à un niveau qui demeure préoccupant. La concentration moyenne en nitrates sur l'ensemble du secteur d'étude est de 28,9 mg/l. Elle dépasse la valeur guide européenne pour l'eau potable qui est de 25 mg/l et demeure comparable à la moyenne définie en 1997, établie pour un secteur d'étude plus réduit.

La norme européenne de qualité pour l'eau potable de 50 mg/l est dépassée sur 17 % des points de mesures dans l'ensemble du Fossé rhénan, et la valeur guide de 25 mg/l sur 40 % des points.

En Bade-Wurtemberg et en Hesse, la contamination en nitrates est la principale cause de déclassement de la qualité des eaux souterraines. En Rhénanie-Palatinat, les nitrates sont, avec les sulfates, une cause de déclassement de la qualité des eaux dans la partie nord-ouest du Fossé rhénan.

En Alsace, on observe une certaine stabilisation, à un niveau qui reste élevé, du degré de contamination de la ressource. Pour la partie située en Bade-Wurtemberg, on constate une diminution de la concentration moyenne annuelle en nitrates d'environ 12 % depuis le milieu des années 1990 jusqu'en 2003.

Les zones de très fortes teneurs en nitrates, supérieures à la limite de qualité de 50 mg/l, sont présentes dans toute la zone d'étude, que ce soit dans les zones de cultures intensives associées à une forte utilisation d'engrais ou dans les zones de piémont où les alluvions sont peu puissantes et la dilution faible.

On distingue cependant une légère différence entre le nord et le sud du Fossé rhénan. Dans la partie nord (Rhénanie-Palatinat et Hesse), la contamination revêt un caractère plus ponctuel qu'au sud. L'Alsace et le Bade-Wurtemberg apparaissent plus touchés par une contamination extensive à caractère diffus.

Nitrat: flächendeckende Belastung des Grundwassers 2003 bestätigt

Der allgemeine Zustand des Grundwassers bleibt bedenklich. Der Nitratgehalt beträgt im Mittel bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet 28,9 mg/l. Er liegt damit über dem EU-Richtwert für Trinkwasser von 25 mg/l und bleibt mit dem 1997 für das damals kleinere Untersuchungsgebiet ermittelten Wert vergleichbar.

Bezogen auf das gesamte Oberrheingebiet liegen an 17 % der Messstellen die Werte über dem Wert der EU-Qualitätsnorm für Trinkwasser von 50 mg/l, an 40 % wird der Richtwert von 25 mg/l überschritten.

In Baden-Württemberg und in Hessen ist die Grundwasserbelastung mit Nitrat der Hauptgrund für die Herabstufung der Qualität des Grundwassers. In Rheinland-Pfalz sind Nitrat und im nordwestlichen Oberrheingraben auch Sulfat Gründe für die Herabstufung der Grundwasserqualität.

Im Elsass ist in Bezug auf den Nitratbelastungsgrad des Grundwassers eine gewisse Stabilisierung festzustellen, allerdings auf nach wie vor recht hohem Niveau. Im baden-württembergischen Teil des Projektgebietes ist von Mitte der 1990er Jahre bis 2003 eine mittlere Belastungsabnahme von etwa 12 % zu verzeichnen.

Gebiete mit sehr hohem Nitratgehalt, in denen die Werte über der EU-Qualitätsnorm von 50 mg/l liegen, finden sich im gesamten Untersuchungsgebiet, und zwar in Gebieten mit intensiver Bodenbewirtschaftung und entsprechendem Düngemiteleinsatz und in Gebieten am Fuß der Randgebirge mit gering mächtigem Grundwasserleiter und mit daher geringer Verdünnung der Nitratgehalte.

Allerdings sind zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teil des Oberrheingrabens gewisse Unterschiede festzustellen. Im nördlichen Teil (Rheinland-Pfalz und Hessen) ist die Belastung im Vergleich mit dem südlichen Teil eher kleinräumiger ausgeprägt. Elsass und Baden-Württemberg sind hingegen eher von einer extensiven Belastung diffuser Ausprägung belastet.

En résumé :

Au regard de la contamination en nitrates, l'état de la ressource reste dégradé à un niveau qui demeure préoccupant malgré quelques améliorations locales.

Zusammenfassung:

Die Nitratbelastung des Grundwassers ist trotz einiger lokaler Verbesserungen nach wie vor bedenklich hoch.

Produits phytosanitaires : une pollution qui reste préoccupante, avec une augmentation du nombre de nouvelles molécules détectées

Cette problématique concerne essentiellement les parties alsacienne et badoise de la nappe rhénane.

Côté alsacien, la pollution par les produits phytosanitaires est le premier facteur de déclassement de la qualité des eaux souterraines, tandis qu'elle n'intervient qu'en 2^{ème} position, derrière les nitrates, du côté allemand.

L'atrazine et ses métabolites sont toujours les molécules les plus fréquemment retrouvées dans les eaux souterraines.

Côté alsacien, le pourcentage de points contaminés n'a pas évolué significativement par rapport à 1997 (environ 70 % des points échantillonnés) mais les dépassements de la limite de potabilité sont moins fréquents.

La Suisse est particulièrement concernée par des concentrations élevées en atrazine. Sur ce secteur l'atrazine dépasse en effet la limite de potabilité de 0,1 µg/l sur 3 points de mesures ce qui correspond à 13 % du réseau suisse sur la nappe.

En Allemagne, l'utilisation d'atrazine est interdite depuis 1991, soit environ 12 ans avant la France. La situation se trouve donc moins préoccupante en Allemagne. Les pourcentages de détection de l'atrazine et de ses métabolites sont certes inférieurs sur la rive droite du Rhin et en diminution par rapport à 1997 mais ils représentent encore un quart des points de mesures en Bade-Wurtemberg. La limite de potabilité n'est toutefois dépassée que pour 4 % des points de mesures.

Ces résultats illustrent bien le caractère persistant de ces molécules et donc l'importance d'un suivi sur le long terme.

Les autres produits phytosanitaires détectés dans la nappe rhénane des deux côtés du Rhin sont principalement la simazine, le métolachlore et le diuron. La contamination par ces molécules, qui avaient déjà été recherchées en 1997, est en diminution.

Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel: eine Belastung, die bedenklich bleibt zunehmende Anzahl neuer Stoffe

Diese Problemstellung betrifft vor allem das Grundwasser im elsässischen und im badischen Teil des Oberrheingrabens.

Auf elsässischer Seite steht die Belastung mit Pflanzenschutzmitteln an erster Stelle der Faktoren, die die Ursache für die Herabstufung der Qualität des Grundwassers sind, auf deutscher Seite rangieren sie an zweiter Stelle nach dem Nitrat.

Atrazin und seine Abbauprodukte sind nach wie vor diejenigen Verbindungen, die im Grundwasser am häufigsten anzutreffen sind.

Auf elsässischer Seite hat sich die Anzahl der Messstellen, an denen Atrazin und seine Abbauprodukte festgestellt wurde, gegenüber 1997 nicht signifikant erhöht (ca. 70 % der beprobten Messstellen), allerdings treten Überschreitungen des Grenzwerts für Trinkwasserqualität weniger häufig auf.

Insbesondere in der Schweiz liegen die Werte für die Atrazinkonzentration häufig hoch. In diesem Teilgebiet wird bei Atrazin der Grenzwert für Trinkwasserqualität von 0,1 µg/l an drei Messstellen überschritten und damit an 13 % der Messstellen des Schweizer Grundwasserüberwachungsnetzes.

In Deutschland ist der Einsatz von Atrazin seit 1991 verboten, also rund 12 Jahre früher als in Frankreich. Daher ist in Deutschland die Situation entspannter. Der Anteil der Messstellen, an denen Atrazin und Atrazin-Abbauprodukte festgestellt wurden, ist zwar auf der rechten Rheinseite geringer und gegenüber 1997 auch rückläufig, dennoch sind Atrazin und seine Abbauprodukte noch an einem Viertel der Messstellen in Baden-Württemberg zu finden. Jedoch wird der Trinkwassergrenzwert nur an 4 % der Messstellen überschritten.

Diese Ergebnisse verdeutlichen die Persistenz dieser Stoffe und belegen wie wichtig eine langfristige Beobachtung ist.

Sonstige Pflanzenschutzmittel, die auf beiden Seiten des Rheins im Grundwasser festgestellt wurden, sind überwiegend Simazin, Metolachlor und Diuron. Die Belastung mit diesen schon 1997 untersuchten Stoffen ist rückläufig.

Les produits phytosanitaires (hors atrazine et métabolites) sont détectés sur 33 % des points du réseau alsacien et sur 16 % des points du réseau badois. Sur l'ensemble de la zone d'étude, des dépassements de la limite de potabilité dus à l'un de ces produits phytosanitaires (hors atrazine et métabolites) ne sont observés que sur 4 % des points du réseau.

La principale difficulté dans le suivi des molécules phytosanitaires et de leurs produits de dégradation provient essentiellement de leur présence très diversifiée (large spectre de molécules actives et multiplication des produits de dégradation possibles). En 2003, 34 molécules (hors atrazine et métabolites) ont été recherchées en transfrontalier dans la nappe rhénane et 23 molécules (soit 2/3 de la liste des substances retenues) ont été détectées.

Sonstige Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (außer Atrazin und Atrazin-Abbauprodukten) sind an 33 % der Messstellen des elsässischen Messnetzes und an 16 % der Messstellen des badischen Überwachungsnetzes festzustellen. Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet wird der Trinkwassergrenzwert für eines der Pflanzenschutzmittel (außer Atrazin und Atrazin-Abbauprodukten) nur an 4 % der Messstellen überschritten.

Die Hauptschwierigkeit bei der Überwachung der Pflanzenschutzwirkstoffe (PSM) und ihrer Abbauprodukte besteht in ihrem sehr großen Wirkungsspektrum und der Vielzahl möglicher Abbauprodukte. 2003 wurde das Grundwasser auf 34 gemeinsame PSM-Wirkstoffe und Verbindungen (außer Atrazin und seine Abbauprodukte) untersucht, von denen 23 Stoffe – das sind 2/3 der zu bestimmenden Stoffe – nachgewiesen werden konnten.

En résumé :

L'atrazine et ses métabolites restent les molécules les plus fréquemment retrouvées dans la nappe. Mais une diminution progressive de leur présence se dessine lentement, en particulier en Bade-Wurtemberg, où contrairement à la France l'utilisation de l'atrazine a été interdite beaucoup plus tôt, soit depuis 1991. Pour les autres produits phytosanitaires, il est nécessaire de rester très vigilant au regard du grand nombre de molécules détectées.

Zusammenfassung:

Atrazin und seine Abbauprodukte sind nach wie vor diejenigen Verbindungen, die im Grundwasser am häufigsten nachzuweisen sind. Dennoch zeichnet sich langsam ein Belastungsrückgang ab, insbesondere in Deutschland, wo Atrazin im Gegensatz zu Frankreich schon seit 1991 verboten ist. Bei den anderen Pflanzenschutzmitteln muss die wachsende Zahl von Wirkstoffen weiter aufmerksam beobachtet werden.

Solvants chlorés : des sources ponctuelles et une pollution diffuse

Des teneurs élevées en solvants chlorés sont rencontrées au droit des agglomérations et des zones industrielles confirmant ainsi le constat établi en 1997.

A cette pollution ponctuelle, s'ajoutait en 1997 une pollution à caractère plus diffus. Cette pollution se trouve confirmée par les résultats de l'Inventaire 2003 en Alsace et en Bade-Wurtemberg. On note même pour la partie alsacienne une augmentation de la surface touchée par cette pollution à de faibles concentrations.

La pollution par les solvants chlorés est abordée différemment selon les secteurs concernés. Elle est considérée comme une pollution diffuse en Alsace et comme une pollution à suivre régulièrement en Bade-Wurtemberg, ces deux secteurs étant caractérisés par des teneurs en trichloroéthylène ou en tétrachloroéthylène supérieures à 0,3 µg/l sur 27 % des points de mesures.

En Hesse et en Rhénanie-Palatinat la pollution par les solvants chlorés est considérée comme ponctuelle et traitée comme telle. Aucune pollution diffuse généralisée n'a été mise en évidence dans ces Länder. Les solvants chlorés ne sont en effet analysés que sur un nombre restreint de points qui sont identifiés comme étant des points impactés par une pollution ponctuelle.

Chlorures : une pollution historique localisée qui continue à se résorber en 2003

La pollution de la nappe par les chlorures affecte principalement la partie sud du Fossé rhénan supérieur. La principale source de chlorures est aujourd'hui liée à la présence de terrils résultant de l'ancienne exploitation des gisements de potasse dans le sud de l'Alsace et dans le Pays de Bade au sud du Kaiserstuhl.

Cette pollution est stabilisée côté badois. Elle est en régression dans le bassin potassique alsacien grâce au traitement industriel des sources de pollution.

Cependant, du fait du phénomène d'écoulement dense de l'eau salée, des concentrations en chlorures supérieures à la limite de potabilité sont observées dans les couches profondes.

Chlorierte Lösungsmittel: punktuelle Quellen und diffuse Belastung

Erhöhte Werte für den Gehalt an chlorierten Lösungsmitteln sind in der Nähe von Ballungsgebieten und Industriezonen anzutreffen, womit dieser Sachverhalt aus dem Jahr 1997 bestätigt wird.

Zu dieser punktuellen Belastung kam 1997 eine großräumige Belastung mit geringen Konzentrationen hinzu. Im Elsass und in Baden-Württemberg bestätigt sich ebenfalls diese Belastung in den Ergebnissen der Bestandsaufnahme 2003. Im elsässischen Teil des Untersuchungsgebiets ist sogar eine Vergrößerung der Fläche mit diffuser Belastung festzustellen.

Die Verschmutzung des Grundwassers mit chlorierten Lösungsmitteln wird je nach Teilgebiet in unterschiedlicher Weise beurteilt. Im Elsass wird sie als diffuse Belastung eingestuft, in Baden-Württemberg als Belastung, die regelmäßig zu überwachen ist. In beiden Teilgebieten liegt der Gehalt an Trichlorethen bzw. Tetrachlorethen an mehr als 27 % der Messstellen über 0,3 µg/l.

In Hessen und Rheinland-Pfalz wird eine flächenhafte Belastung des Grundwassers mit halogenierten Lösungsmitteln aus diffusen Quellen nicht festgestellt. Im Rahmen der Bestandsaufnahme 2003 liegen für die statistischen Auswertungen zu wenige Daten vor, da diese Parameter nicht routinemäßig, sondern schwerpunktmäßig im Bereich bekannter Grundwasserbelastungen (Punktquellen) bestimmt werden.

Chlorid: räumlich eingegrenzte Altbelastung mit weiterem Rückgang 2003

Mit Chlorid ist vor allem das Grundwasser im südlichen Teil des Oberrheingrabens belastet. Chlorid gelangt heute vor allem aus salzhaltigen Abraumbalden ins Grundwasser, die als Folge des mittlerweile beendeten Kalibergbaus im südlichen Elsass und in Baden südlich des Kaiserstuhls angelegt wurden.

Die hier zu beobachtende Belastung hat sich auf badischer Seite stabilisiert. Im elsässischen Kalibecken ist sie rückläufig, nachdem hier die Eintragsquellen industriell behandelt werden.

Da salzhaltiges Wasser aufgrund seiner Dichte vom Fließverhalten her sinkt, sind Chloridkonzentrationen über dem Grenzwert für Trinkwasserqualität in den tieferliegenden Grundwasserschichten anzutreffen.

Couches profondes : une ressource menacée

Le réseau des piézomètres profonds dans la vallée du Rhin supérieur est nettement moins dense et moins homogène que celui mis en place pour les eaux superficielles. Il a cependant permis d'obtenir en 2003 des éléments d'information importants, qui confirment les premières constatations établies lors de l'Inventaire de 1997.

La pollution par les chlorures, due à l'exploitation historique des gisements de potasse dans le sud du Fossé rhénan, est toujours présente et est globalement maîtrisée.

Concernant les autres paramètres analysés dans les couches profondes (nitrates, atrazine et métabolites, tri- et tétrachloroéthylène entres autres), aucune contamination généralisée, équivalente à celle des couches superficielles, n'a été mise en évidence. Cependant, l'existence de quelques zones profondes contaminées, en particulier par les nitrates, rappelle que les eaux profondes ne sont pas protégées de façon durable contre les pollutions anthropiques. Le processus de renouvellement des eaux profondes de la nappe par les infiltrations des cours d'eau ou par les échanges avec les couches superficielles potentiellement polluées peut être à l'origine de la contamination des couches profondes. De plus, pour le nord de la nappe, les horizons intercalaires argileux ne semblent pas suffisants pour garantir une protection généralisée de ces couches profondes.

Tiefere Grundwasserschichten: eine gefährdete Ressource

Das Netz der Messstellen in den tieferen Grundwasserschichten im Oberrheingraben ist wesentlich weniger dicht und weniger homogen als das Messnetz in den der oberflächennahen Grundwasserschichten. Dennoch konnten hier 2003 wichtige Daten gewonnen werden, anhand derer sich die Feststellungen bestätigen lassen, die erstmalig im Rahmen der Bestandsaufnahme 1997 gemacht worden waren.

Die Verschmutzung mit Chlorid aufgrund der Altlasten im Zusammenhang mit dem Kalibergbau im südlichen Teil des Oberrheingrabens ist nach wie vor vorhanden und insgesamt kontrolliert.

In Bezug auf die anderen Parameter, auf die die tieferen Grundwasserschichten beprobt wurden (Nitrat, Atrazin und Atrazin-Abbauprodukte, Tri- und Tetrachlorethen u. a.) ergaben sich keine allgemeinen Belastungen, wie sie im oberen Grundwasserbereich bestehen. Allerdings verweist die Tatsache, dass einige wenige Tiefenbereiche insbesondere mit Nitrat belastet sind, darauf, dass die tieferen Grundwasserschichten langfristig nicht gegen Verschmutzung anthropogenen Ursprungs geschützt sind. Die Prozesse bei der Erneuerung der tieferen Grundwasserschichten durch die lokale Neubildung aus darüber liegenden, belasteten Grundwasserschichten sowie die Infiltration aus den Fließgewässern ist gegebenenfalls die Ursache für die Belastung der tieferen Grundwasserschichten. Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind die dort vorhandenen Ton-Zwischenhorizonte allein nicht ausreichend, um generell den Schutz der tieferen Schichten zu gewährleisten.

Tous les résultats présentés ci-dessus concernent la qualité de la ressource en eau souterraine et non celle de l'eau distribuée aux usagers.

Concernant la gestion des différents niveaux aquifères, superficiels et profonds, l'exploitation de la ressource doit se faire avec précaution et modération. Il faut en particulier veiller à éviter que des prélèvements trop intenses ne provoquent, d'une part la remontée d'eau naturellement plus minéralisée des couches profondes vers les niveaux supérieurs, ni d'autre part l'infiltration d'une pollution anthropique des niveaux supérieurs vers les niveaux inférieurs.

En outre, il sera également indispensable à l'avenir de garantir l'intégrité des horizons intercalaires protecteurs, comme par exemple pendant l'extraction de graviers et de sable dans les gravières.

La gestion durable de la ressource en eaux souterraines du Fossé rhénan supérieur, principal réservoir d'eau douce en Europe, est un enjeu majeur pour les années à venir. De plus, la protection de la ressource permet de limiter les coûts de la fourniture d'eau potable.

Toute politique de prévention nécessite la réalisation de diagnostics complets et réguliers pour rendre compte de la qualité globale de cette ressource. Il s'agit d'une démarche de développement durable, de longue haleine.

Le prochain Inventaire transfrontalier, qui aura lieu en 2009, permettra de renseigner l'évolution de la qualité des eaux souterraines. Il faut espérer que ce prochain Inventaire mette en évidence des améliorations de la qualité des eaux, et validera ainsi un certain nombre de choix politiques et techniques à l'échelle transfrontalière, comme par exemple : les interdictions ou restrictions d'emploi de certains produits phytosanitaires, dans l'agriculture comme dans les jardins des particuliers, la mise aux normes des stations d'épuration dans les villes ou encore le remplacement dans l'industrie de molécules dangereuses pour l'environnement par des substances moins nocives.

Die oben dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Qualität der Grundwasser- ressource und nicht auf die Qualität des Trinkwassers, das an die Bevölkerung verteilt wird.

Bei der wasserwirtschaftlichen Bewirtschaftung der verschiedenen oberflächennahen und tiefen Grundwasserstockwerke muss darauf geachtet werden, dass diese Bewirtschaftung maßvoll und vorsichtig erfolgt, so dass nicht infolge zu hoher Entnahmen einerseits Zutritte von natürlicherweise höher mineralisierten Tiefenwässern in die oberen Stockwerke und andererseits Zutritte von anthropogen belastetem Grundwasser aus dem oberen Stockwerk in die unteren Stockwerke erfolgen können.

Weiterhin muss auch in Zukunft die Unversehrtheit der schützenden Zwischenhorizonte garantiert sein - wie z.B. beim Abbau von Kies und Sand in Baggerseen.

Der nachhaltige Schutz der Grundwasserressource im Oberrheingraben, bei dem es sich um das größte Süßwasservorkommen in Europa handelt ist eine wichtige Aufgabe der kommenden Jahre. Verschmutzungen zu vermeiden heißt eine technische Aufbereitung des Grundwassers unnötig zu machen und damit auch Kosten einzusparen.

Voraussetzung für alle politischen Maßnahmen zum Grundwasserschutz ist eine umfassende regelmäßige Bestandsaufnahme, anhand derer sich die allgemeine Grundwasserqualität feststellen lässt. Dies ist eine langwierige Aufgabe, die einem nachhaltigen Entwicklungsansatz verpflichtet ist.

Die nächste grenzübergreifende Bestandsaufnahme wird in 2009 weitere Veränderungen des Grundwassers im Oberrheingraben dokumentieren und hoffentlich anhand von positiven Veränderungen den Erfolg von politischen und technischen Grundwasserschutzmaßnahmen aufzeigen, wie z.B. von Verboten oder Einschränkungen von Pflanzenschutzmittelanwendungen in Landwirtschaft und im Hausgarten, von Sanierungsarbeiten an Abwasseranlagen in den Städten oder durch Ersatz umweltgefährdender Stoffe durch umweltfreundlichere Verbindungen in der Industrie.

BIBLIOGRAPHIE / LITERATURVERZEICHNIS

Les publications suivantes ont été utilisées pour l'élaboration du présent rapport :
Bei der Erstellung des Berichts wurde folgende Literatur verwendet:

Bartz, J., 1974. Die Mächtigkeit des Quartärs im Oberrheingraben.- In: Illies, J.H. & Fuchs, K.(Hrsgb):
Approaches to Taphrogenesis : 78 - 87, 1 Abb., Stuttgart (Schweitzerbarth).

CRII-RAD, 2001. Bilan des retombées de Tchernobyl dans les sols de la région Alsace.
Rapport d'étude N°99-11F, Strasbourg.

Doebel, F. & Olbrecht, W., 1974. An Isobath Map of the Tertiary Base in the Rhinegraben.- In: Illies, J.H. & Fuchs, K.
(Hrsgb): Approaches to Taphrogenesis : 71 - 72, 1 Abb., Stuttgart (Schweitzerbarth).

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (GLA), Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg,
1979. Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg – Freiburger Bucht. Freiburg, Karlsruhe.

Hydroisotop, 1997. Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen im Bereich
des Oberrheingrabens, Karlsruhe.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2004. Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit –
Pflanzenschutzmittel, Düsseldorf.

Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) Rheinland-Pfalz, 2001a. Nitrat im Grundwasser –
Ermittlung der Tendenzen, Mainz.

Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) Rheinland-Pfalz, 2001b. Grundwasserbericht 2000. Mainz.

Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg, 2004. Jahresdatenkatalog Grundwasser 1995-2003.
1 CD-ROM, Karlsruhe.

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft
und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 1999. Hydrogeologische Kartierung
Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983-1998, Stuttgart, Wiesbaden, Mainz.

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage / Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEFP),
2004. NAQUA – Qualité des eaux souterraines en Suisse 2002/2003, Berne.

Région Alsace, 1999. INTERREG II. Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
1996/1997, vol.1 : Travaux préparatoires / Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben,
Bd. 1 : Vorbereitungsarbeiten, Strasbourg.

Région Alsace, 2000. INTERREG II. Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin
supérieur 1996/1997, vol.2 : Résultats de la campagne de prélèvements et d'analyses / Bestandsaufnahme
der Grundwasserqualität im Oberrheingraben, Bd. 2 : Ergebnisse der Beprobungskampagne, Strasbourg.

Région Alsace, 2000. INTERREG II. Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
1996/1997, vol.3 : Résultats des études dans les couches profondes / Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im
Oberrheingraben, Bd. 3 : Ergebnisse der Untersuchungen in tiefen Grundwasserbereichen, Strasbourg.

Regierungspräsidium Freiburg, 2002. INTERREG II. Grenzüberschreitende Erkundung des tiefen rheinnahen
Grundwasserleiters zwischen Fessenheim und Breisach. Endbericht / Reconnaissance transfrontalière de l'aquifère
profond dans la bande rhénane entre Fessenheim et Breisach. Rapport final, Freiburg.

Regierungspräsidium Freiburg, 2008. INTERREG IIIA. Werkzeug zur grenzüberschreitenden Bewertung und Prognose
der Grundwasserbelastung mit Chlorid zwischen Fessenheim und Burkheim. Endbericht. / Outil de gestion
transfrontalier de la pollution saline des eaux souterraines entre Fessenheim et Burkheim. Rapport final, Freiburg.

Seyfarth, R., Soine, K.J., 1997. Kleines Lexikon zur Trinkwasserbeschaffenheit. R. Oldenbourg Verlag GmbH, München.

World Health Organization (WHO), 1970. European Standards for Drinking-Water, Genève.

A.1 TABLEAUX RÉCAPITULATIFS DES RÉSULTATS

Des tableaux statistiques relatifs à l'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de l'inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la Vallée du Rhin supérieur exploitées dans le présent rapport, présentent les résultats pour chaque secteur (Région ou Land) et pour l'ensemble de la vallée du Rhin supérieur.

Pour chacun des paramètres mesurés sont indiquées les données suivantes : nombre de points mesurés, nombre et pourcentage de dépassements de la limite de quantification (LQ) et de la limite de qualité (LP), ainsi que les valeurs statistiques suivantes : minimum, maximum et percentiles P10, P25, P50 (médiane), P75 et P90. La moyenne n'est mentionnée que lorsqu'au minimum 50 % des valeurs mesurées sont supérieures à la limite de quantification.

Les parties annexes A.2, A.3, A.4 et A.5 regroupent des éléments d'information complémentaires pour le calcul et l'utilisation des valeurs statistiques ainsi qu'un tableau répertoriant les différentes limites de potabilité.

A.1 TABELLARISCHE ÜBERSICHTEN DER ERGEBNISSE

Auf den folgenden Seiten sind statistische Übersichten aller Analysenergebnisse zu finden, die im Rahmen der Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben erhoben und in vorliegendem Bericht ausgewertet wurden. Die Ergebnisse sind zum einen für die einzelnen Teilgebiete (französische Region bzw. Bundesland) und zum anderen für den gesamten Oberrheingraben dargestellt.

Für jeden gemessenen Parameter werden die der Auswertung zugrunde gelegten Trinkwassergrenzwerte (GW), die Anzahl der beprobten Messstellen (Anz. Mst.), Anzahl und Prozentsatz der Überschreitungen der Bestimmungsgrenze (> BG) und des Grenzwerts (> GW) sowie die statistischen Kennzahlen Minimum, Maximum und die Perzentile P10, P25, P50 (Median), P75 und P90 angegeben. Der Mittelwert wird nur erwähnt, wenn mindestens 50 % aller Messwerte über der Bestimmungsgrenze liegen.

Weitere Hinweise zur Berechnung und Verwendung der statistischen Kennzahlen sowie eine Zusammenstellung der verschiedenen Trinkwassergrenzwerte befinden sich in den Anhängen A.2, A.3, A.4 und A.5.

PARAMÈTRES / PARAMETER	UNITÉS	LP*	NB POINTS	< LQ		>= LQ		> LP		MOYENNE	MIN.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	MAX.
ALSACE				nb.	%	nb.	%	nb.	%	**				MÉDIANE			

PARAMÈTRES CLASSIQUES																	
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	25	733	0	0	733	100,0	0	0	13,5	9,8	11,6	12,2	13,1	14,3	16,1	23,8
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	2500	734	0	0	734	100,0	19	2,6	978	66	368	474	573	685	863	54480
PH	-	[6,5 ; 9,5]	734	0	0	734	100,0	57	7,8	7,22	5,15	6,65	7,10	7,30	7,47	7,60	9,55
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	-	734	0	0	734	100,0	-	-	5,5	0,3	2,0	3,3	5,4	7,7	8,9	11,6
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	-	734	0	0	734	100,0	-	-	52,5	2,0	19,1	31,3	21,1	73,0	87,0	104,0
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	-	734	0	0	734	100,0	-	-	143,9	8,4	75,6	96,5	121,6	150,3	179,9	299,2
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	-	734	0	0	734	100,0	-	-	255	6	117	210	253	309	37,4	621
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	-	734	0	0	734	100,0	-	-	4,18	0,10	1,92	3,45	4,14	5,06	6,13	10,18
CALCIUM	mg/l	-	734	0	0	734	100,0	-	-	111,7	6,7	57,6	76,4	97,3	120,0	144,0	1990,0
MAGNÉSIMUM / MAGNESIUM	mg/l	-	734	0	0	734	100,0	-	-	16,4	1,1	6,7	9,3	12,3	16,8	23,9	350,0
SODIUM / NATRIUM	mg/l	200	734	1	0,1	733	99,9	18	2,5	110,5	<0,7	8,7	12,3	19,0	32,0	51,2	15050,0
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	-	734	14	1,9	720	98,1	-	-	10,4	<0,8	1,6	2,1	2,8	4,5	12,7	1580,0
NITRATES / NITRAT	mg/l	50	734	20	2,7	714	97,3	85	11,6	26,9	<0,5	3,9	10,9	21,5	36,6	53,2	217,0
AMMONIUM	mg/l	0,5	734	515	70,2	219	29,8	12	1,6	-	<0,03	<0,03	0,03	<0,05	<0,05	0,05	11,00
NITRITES / NITRIT	mg/l	0,5	734	660	89,9	74	10,1	3	0,4	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	1,37
CHLORURES / CHLORID	mg/l	250	734	5	0,7	729	99,3	23	3,1	216,4	0,8	17,9	27,6	42,0	64,9	110,9	23720,0
SULFATES / SULFAT	mg/l	250	734	0	0	734	100,0	10	1,4	52,4	5,1	25,0	30,8	39,3	58,1	80,0	3402,0
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	-	734	340	46,3	394	53,7	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,10	0,10	0,10	0,22	11,50
BORE / BOR	mg/l	1	734	67	9,1	667	90,9	5	0,7	0,077	<0,01	0,010	0,020	0,040	0,060	0,120	5,490
BARYUM / BARIUM	mg/l	0,7	734	1	0,1	733	99,9	1	0,1	0,139	<0,010	0,052	0,081	0,120	0,170	0,247	1,690
FER TOTAL / EISEN	mg/l	0,2	734	441	60,1	293	39,9	87	11,8	-	<0,01	<0,01	0,013	<0,02	<0,05	0,26	17,30
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	0,05	734	445	60,6	289	39,4	113	15,4	-	<0,003	<0,003	0,003	<0,005	0,02	0,14	7,50
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l P	-	734	305	41,6	429	58,4	-	-	-	<0,01	0,01	0,02	<0,05	<0,05	0,10	4,90
COD / DOC	mg/l	-	734	32	4,4	702	95,6	-	-	0,89	<0,10	0,20	0,49	0,67	0,95	1,48	14,90
COT / TOC	mg/l	2	360	22	6,1	338	93,9	10	2,8	-	<0,10	0,10	0,50	0,77	1,00	1,40	4,45
PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
TRIAZINES																	
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	0,1	733	285	38,9	448	61,1	81	11,1	-	<0,01	<0,01	<0,02	0,02	0,05	0,12	5,40
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	0,1	733	733	100,0	0	0,0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,025
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	0,1	733	266	36,3	467	63,7	83	11,3	-	<0,01	<0,01	<0,02	<0,025	0,06	0,11	1,15
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0,1	733	682	93,0	51	7,0	10	1,4	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	0,40
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	0,1	733	559	76,3	174	23,7	10	1,4	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,03	0,40
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	0,1	733	717	97,8	16	2,2	4	0,5	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	0,18
URÉES SUBSTITUÉES																	
CHLORTOLURON	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,2	1	0,2	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
DIURON	µg/l	0,1	405	381	94,1	24	5,9	9	0,2	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	1,02
ISOPROTURON	µg/l	0,1	405	401	99,0	4	1,0	1	0,2	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
LINURON	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,25	1	0,2	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	0,20
ORGANOCHLORÉS																	
ALPHA_HCH	µg/l	0,1	405	403	99,5	2	0,5	0	0	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,016
BETA_HCH	µg/l	0,1	405	402	99,3	3	0,7	1	0,2	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	1,00
DELTA_HCH	µg/l	0,1	405	400	98,8	5	1,2	0	0	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
ENDOSULFAN	µg/l	0,1	405	198	100,0	0	0	-	-	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,005
LINDANE / LINDAN	µg/l	0,1	405	400	98,8	5	1,2	0	0	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,071
ORGANOPHOSPHORÉS																	
CHLORFENVINPHOS	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
CHLORPYRIPHOS	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
DICHLORVOS	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
DISULFOTON	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
ETHOPROPOS	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01

LP : Limite de potabilité / LQ : Limite de quantification / nb. : nombre

* Les traitements statistiques sont basés sur les limites de potabilité de la directive 98/83/CE du 03/11/1998. Si la limite n'existe pas, une limite nationale est prise en compte.

** La moyenne n'est mentionnée qu'au delà de 50% de détection.

PARAMÈTRES / PARAMETER	UNITÉS	LP*	NB POINTS	< LQ		>= LQ		> LP		MOYENNE	MIN.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	MAX.
ALSACE				nb.	%	nb.	%	nb.	%	**				MÉDIANE			
AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
2,4 D	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,02
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	0,1	405	394	97,3	11	2,7	4	1,0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5,30
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,02
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	0,1	403	403	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,10
AMPA	µg/l	0,1	400	397	99,3	3	0,7	1	0,25	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,30
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	0,1	405	402	99,3	3	0,7	2	0,5	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	0,70
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,01
CARBOFURAN	µg/l	0,1	405	403	99,5	2	0,5	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03	0,05
CYMOXANIL	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,10
DICAMBA	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,10
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,10
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	0,1	400	396	99,0	4	1,0	3	0,75	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,90
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	-
IOXYNIL / JOXYNIL	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,10
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	0,1	405	403	99,5	2	0,5	1	0,2	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,55
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,02
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	0,1	405	397	98,0	8	2,0	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,05
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,2	1	0,2	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,57
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	0,1	405	335	82,7	70	17,3	6	1,5	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	2,31
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	0,01
NICOSULFURON	µg/l	0,1	405	404	99,8	1	0,2	1	0,2	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,91
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,10
OXADIXYL	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,10
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	0,1	405	400	98,8	5	1,2	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	0,1	405	405	100,0	0	0	0	0	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,01
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)																	
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	-	423	335	79,2	88	20,8	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	0,3	37,9
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	-	423	347	82,0	76	18,0	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	0,5	14,0
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	-	423	413	97,6	10	2,4	-	-	-	<0,2	<0,5	<0,5	0,7	<1,0	<1,0	525,0
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg	-	423	423	100,0	0	0,0	-	-	-	<0,4	-	-	-	-	-	<1,0
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	-	423	299	70,7	124	29,3	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	0,7	363,0
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	-	423	416	98,3	7	1,7	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	9,4
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	-	423	277	65,5	146	34,5	-	-	-	<0,1	<0,1	0,1	<0,3	<0,3	0,7	344,0
METAUX LOURDS																	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	10	716	516	72,1	200	27,9	15	2,1	-	<1	<1	<1	<1	<1	2	45
AUTRES PARAMETRES																	
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	1	198	198	100,0	0	0	0	0	-	<0,2	-	-	-	-	-	<0,2
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l	-	405	402	99,3	3	0,7	-	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,5	<0,5	<0,5
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	-	405	395	97,5	10	2,5	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	-	198	198	100,0	0	0	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
AGENTS COMPLEXANTS																	
DTPA	µg/l	-	102	102	100,0	0	0	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
EDTA	µg/l	-	202	145	71,8	57	28,2	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<2,0	<2,0	2,8	41,0
NTA	µg/l	-	202	196	97,0	6	3,0	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,5	<2,0	<2,0	1,3
SOMME																	
SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTRA- CHLOROÉTHYLÈNE / SOMME TRICHLOR- ETHEN UND TETRACHLORETHEN	µg/l	10	423	250	59,1	173	40,9	12	2,8	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,5	2,3	707,0

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
BADEN-WÜRTTEMBERG				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			

PARAMETRES CLASSIQUES																	
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	25	534	0	0	534	100,0	0	0	13,5	8,7	11,6	12,2	13,2	14,6	15,9	23,0
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	2500	535	0	0	535	100,0	0	0	635	5	331	475	627	774	923	2075
PH	-	[6,5 ; 9,5]	534	0	0	534	100,0	30	5,6	7,07	5,51	6,65	6,96	7,12	7,25	7,41	7,88
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	-	532	55	10,3	477	89,7	-	-	3,6	<0,1	<0,5	0,9	3,3	6,3	7,4	10,7
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	-	526	29	5,5	497	94,5	-	-	36,3	<1,0	2,0	9,0	33,0	61,0	74,9	112,2
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	-	532	0	0	532	100,0	-	-	147,3	20,8	68,8	111,6	148,2	182,4	219,8	380,8
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	-	519	0	0	519	100,0	-	-	318	47	180	255	330	385	440	647
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	-	519	0	0	519	100,0	-	-	5,2	0,8	3,0	4,2	5,4	6,3	7,2	10,6
CALCIUM	mg/l	-	532	0	0	532	100,0	-	-	122,3	15,9	57,0	95,7	124,0	150,0	176,0	299,0
MAGNÉSIMUM / MAGNESIUM	mg/l	-	534	0	0	534	100,0	-	-	15,4	1,7	5,7	9,3	14,1	20,9	27,0	50,1
SODIUM / NATRIUM	mg/l	200	532	0	0	532	100,0	1	0,2	18,5	1,8	7,0	9,7	13,9	21,5	31,0	279,0
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	-	532	3	0,6	529	99,4	-	-	4,9	<0,5	1,1	1,6	2,5	4,5	9,9	113,0
NITRATES / NITRAT	mg/l	50	535	73	13,6	462	86,4	123	23,0	30,3	<0,1	<0,5	5,0	19,3	47,1	76,0	224,0
AMMONIUM	mg/l	0,5	535	266	49,7	269	50,3	15	2,8	0,11	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,15	18,50
NITRITES / NITRIT	mg/l	0,5	535	420	78,5	115	21,5	2	0,4	0,02	<0,004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	1,00
CHLORURES / CHLORID	mg/l	250	534	0	0	534	100,0	3	0,6	39,4	0,8	11,9	18,6	32,5	47,7	67,8	559,4
SULFATES / SULFAT	mg/l	250	534	0	0	534	100,0	14	2,6	77,2	2	22,4	35,5	53,6	101,1	153,7	525,0
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	-	523	196	37,5	327	62,5	-	-	0,108	0,008	0,014	<0,030	0,031	0,085	0,18	8,92
BORE / BOR	mg/l	1	533	122	22,9	411	77,1	1	0,2	0,085	<0,01	<0,02	0,02	0,04	0,07	0,10	2,50
BARYUM / BARIUM	mg/l	0,7	518	0	0	518	100,0	2	0,4	0,156	0,010	0,043	0,070	0,123	0,200	0,290	2,900
FER TOTAL / EISEN	mg/l	0,2	491	200	40,7	291	59,3	102	20,8	0,71	<0,002	<0,01	<0,01	0,015	0,096	1,69	18,00
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	0,05	494	275	55,7	219	44,3	153	31,0	-	<0,002	<0,005	<0,01	<0,01	0,11	0,47	2,69
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l P	-	486	164	33,7	322	66,3	-	-	0,06	<0,003	<0,01	0,01	<0,03	0,05	0,12	2,93
COD / DOC	mg/l	-	518	12	2,3	506	97,7	-	-	1,40	<0,10	0,41	0,60	1,00	1,60	2,66	13,60
COT / TOC	mg/l	2															
PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
TRIAZINES																	
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	0,1	521	429	82,3	92	17,7	6	1,2	-	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,45
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	0,1															
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	0,1	520	438	84,2	82	15,8	13	2,5	-	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	0,04	0,47
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0,1	524	509	97,1	15	2,9	2	0,4	-	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,29
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	0,1	525	494	94,1	31	5,9	1	0,2	-	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,16
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	0,1	525	521	99,2	4	0,8	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,06
URÉES SUBSTITUÉES																	
CHLORTOLURON	µg/l	0,1	499	497	99,6	2	0,4	0	0	-	<0,02	<0,04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
DIURON	µg/l	0,1	497	481	96,8	16	3,2	5	1,0	-	<0,02	<0,04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
ISOPROTURON	µg/l	0,1	498	495	99,4	3	0,6	1	0,2	-	<0,02	<0,04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
LINURON	µg/l	0,1	498	497	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,02	<0,04	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07
ORGANOCHLORÉS																	
ALPHA_HCH	µg/l	0,1	514	514	100,0	0	0	0	0	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,01
BETA_HCH	µg/l	0,1	518	517	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
DELTA_HCH	µg/l	0,1	518	518	100,0	0	0	0	0	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,03
ENDOSULFAN	µg/l	0,1	526	526	100,0	0	0	0	0	-	<0,002	-	-	-	-	-	<0,01
LINDANE / LINDAN	µg/l	0,1	518	518	100,0	0	0	0	0	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,01
ORGANOPHOSPHORÉS																	
CHLORFENVINPHOS	µg/l	0,1															
CHLORPYRIPHOS	µg/l	0,1	498	498	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,05
DICHLORVOS	µg/l	0,1															
DISULFOTON	µg/l	0,1	498	498	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
ETHOPROPOS	µg/l	0,1															
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	0,1	498	497	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05

GW: Grenzwert / BG: Bestimmungsgrenze / Anz.: Anzahl / Mst.: Messstelle

* Für die statistische Auswertung wurde meistens der Grenzwert des EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/CE (03/11/1998) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wurde ein nationaler Grenzwert berücksichtigt.

** Angabe des Mittelwertes ab 50% Positivbefunde.

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
BADEN-WÜRTTEMBERG				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			
AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
2,4 D	µg/l	0,1															
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	0,1															
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	0,1															
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	0,1															
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	0,1															
AMPA	µg/l	0,1	64	61	95,3	3	4,7	2	3,1	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,18
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	0,1	498	476	95,6	22	4,4	9	1,8	-	<0,01	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,20
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	0,1															
CARBOFURAN	µg/l	0,1															
CYMOXANIL	µg/l	0,1															
DICAMBA	µg/l	0,1	497	497	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,05
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	0,1															
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	0,1	64	61	95,3	3	4,7	0	0	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	0,1															
IOXYNIL / JOXYNIL	µg/l	0,1															
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	0,1	498	493	99,0	5	1,0	2	0,4	-	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,77
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	0,1															
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	0,1	526	521	99,0	5	1,0	2	0,4	-	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	0,1															
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	0,1															
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	0,1	526	514	47,7	12	2,3	1	0,2	-	<0,01	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,20
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	0,1															
NICOSULFURON	µg/l	0,1															
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	0,1															
OXADIXYL	µg/l	0,1															
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	0,1															
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	0,1															
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	0,1															
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	0,1	498	497	99,8	1	0,2	0	0	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)																	
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	-	533	494	92,7	39	7,3	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,5
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	-	533	497	93,3	36	6,7	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5,3
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	-	533	525	98,5	8	1,5	-	-	-	<5	<5	<5	<5	<5	<50	132
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg	-	498	498	100,0	0	0	-	-	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,05
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	-	533	361	67,7	172	32,3	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	1,9	143,0
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	-	533	530	99,4	3	0,6	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	-	533	412	77,3	121	22,7	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	56,0
METAUX LOURDS																	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	10	10	1	10,0	9	90,0	0	0	-	<0,2	<0,2	0,25	0,5	0,8	2,4	9,6
AUTRES PARAMETRES																	
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	1	293	285	97,3	8	2,7	0	0	-	<0,1	<0,1	<0,1	<1	<1	<1	1
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l		519	519	100,0	0	0	0	0	-	<0,002	-	-	-	-	-	<0,01
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	-															
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	-															
AGENTS COMPLEXANTS																	
DTPA	µg/l	-															
EDTA	µg/l	-															
NTA	µg/l	-															
SOMME																	
SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / SUMME TRICHLOR-ETHEN UND TETRACHLORETHEN	µg/l	10	533	304	57,0	229	43,0	21	3,9	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	3,2	147,4

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
HESSEN				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			

PARAMETRES CLASSIQUES																	
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	25	162	0	0	162	100,0	0	0	11,6	6,8	10,3	11,1	11,5	12,1	13,1	15,1
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	2500	162	0	0	162	100,0	1	0,6	801	180	411	577	751	995	1184	3002
PH	-	[6,5 ; 9,5]	161	0	0	161	100,0	15	9,3	7,0	5,3	6,5	6,9	7,1	7,3	7,5	8,4
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	-	159	4	2,6	155	97,4	-	-	3,0	0,1	0,1	0,2	1,3	5,5	8,4	11,0
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	-															
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	-	56	0	0	56	100,0	-	-	131,7	10,0	64,6	95,3	118,6	158,9	200,7	309,3
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	-	41	0	0	41	100,0	-	-	271	24	84	171	261	398	438	489
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	-	162	0	0	162	100,0	-	-	4,73	0,21	1,50	3,50	4,75	6,30	7,20	10,10
CALCIUM	mg/l	-	58	0	0	58	100,0	-	-	104,5	6,9	49,6	78,5	103,0	131,3	149,6	211,10
MAGNÉSIMUM / MAGNESIUM	mg/l	-	162	0	0	162	100,0	-	-	18,1	2,0	8,0	11,1	16,0	21,3	29,1	82,8
SODIUM / NATRIUM	mg/l	200	162	0	0	162	100,0	0	0	25,3	4,4	9,0	12,1	20,1	30,0	44,9	169,0
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	-	58	0	0	58	100,0	-	-	3,5	1,0	1,1,5	1,8	3,2	4,2	5,2	20,0
NITRATES / NITRAT	mg/l	50	166	58	34,9	108	65,1	33	19,9	27,2	<0,5	<0,5	<0,5	6,0	30,0	89,5	250,0
AMMONIUM	mg/l	0,5	161	71	44,1	90	55,9	15	9,3	0,23	0,020	<0,05	<0,05	<0,05	0,19	0,45	4,10
NITRITES / NITRIT	mg/l	0,5	160	114	71,4	46	28,6	0	0	-	0,006	0,012	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,10
CHLORURES / CHLORID	mg/l	250	162	0	0	162	100,0	1	0,6	58,8	4,4	20,1	30,3	48,0	71,0	99,9	470,0
SULFATES / SULFAT	mg/l	250	46	0	0	46	100,0	1	2,2	89,1	33,0	47,3	56,9	71,0	110,5	155,2	261,0
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	-	154	77	50,0	77	50,0	-	-	-	0,015	0,041	0,087	<0,3	<0,3	<0,3	1,8
BORE / BOR	mg/l	1	121	61	50,4	60	49,6	0	0	0,058	0,0208	0,0320	<0,05	<0,050	0,051	0,095	0,422
BARYUM / BARIUM	mg/l	0,7	97	0	0	97	100,0	0	0	0,154	0,032	0,052	0,088	0,126	0,190	0,277	0,659
FER TOTAL / EISEN	mg/l	0,2	58	13	22,4	45	77,6	30	51,7	1,06	0,005	<0,01	0,01	0,23	2,25	3,10	5,80
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	0,05	162	52	32,1	110	67,9	96	59,3	0,29	0,006	<0,01	<0,01	0,13	0,48	0,77	3,40
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l P	-	1	1	100,0	0	0	-	-	-	<0,3	-	-	-	-	-	<0,3
COD / DOC	mg/l	-	104	7	6,7	97	93,3	-	-	2,57	<0,1	0,73	1,37	2,00	3,05	4,88	17,00
COT / TOC	mg/l	2															
PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
TRIAZINES																	
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	0,1	59	56	94,9	3	5,1	0	0	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,10
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	0,1	4	4	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,02
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	0,1	46	45	97,8	1	2,2	1	2,2	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,17
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0,1	46	46	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	0,1	59	52	88,1	7	11,9	0	0	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	0,1	50	50	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,02
URÉES SUBSTITUÉES																	
CHLORTOLURON	µg/l	0,1	46	46	100,0	0	0	0	0	-	<0,04	-	-	-	-	-	<0,04
DIURON	µg/l	0,1	32	31	96,9	1	3,1	1	3,1	-	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,11
ISOPROTURON	µg/l	0,1	58	58	100,0	0	0	0	0	-	<0,04	-	-	-	-	-	<0,04
LINURON	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,04	-	-	-	-	-	<0,04
ORGANOCHLORÉS																	
ALPHA_HCH	µg/l	0,1	11	11	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
BETA_HCH	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
DELTA_HCH	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
ENDOSULFAN	µg/l	0,1	6	6	100,0	0	0	-	-	-	NB	-	-	-	-	-	NB
LINDANE / LINDAN	µg/l	0,1	58	58	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
ORGANOPHOSPHORÉS																	
CHLORFENVINPHOS	µg/l	0,1	43	43	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
CHLORPYRIPHOS	µg/l	0,1															
DICHLORVOS	µg/l	0,1															
DISULFOTON	µg/l	0,1															
ETHOPROPOS	µg/l	0,1															
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	0,1															

GW: Grenzwert / BG: Bestimmungsgrenze / Anz.: Anzahl / Mst.: Messstelle / NB: Nicht bekannt

* Für die statistische Auswertung wurde meistens der Grenzwert des EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/CE (03/11/1998) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wurde ein nationaler Grenzwert berücksichtigt.

** Angabe des Mittelwertes ab 50% Positivbefunde.

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
HESSSEN				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			
AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
2,4 D	µg/l	0,1	50	50	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	0,1															
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	0,1	43	43	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	0,1	17	17	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	0,1															
AMPA	µg/l	0,1	12	12	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	0,1	6	6	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	0,1															
CARBOFURAN	µg/l	0,1	46	46	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
CYMOXANIL	µg/l	0,1															
DICAMBA	µg/l	0,1	44	44	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	0,1															
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	0,1	10	10	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	0,1															
IOXNYL / JOXNYL	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	0,1	54	54	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	0,1															
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	0,1	1	1	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	0,1	5	5	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	0,1															
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	0,1	47	47	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	0,1	29	29	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
NICOSULFURON	µg/l	0,1															
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	0,1															
OXADIXYL	µg/l	0,1	1	1	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	0,1															
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	0,1															
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	0,1															
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,05
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)																	
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	-	17	16	94,1	1	5,9	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,118
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	-	8	8	100,0	0	0	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	-	7	7	100,0	0	0	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg	-	1	1	100,0	0	0	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	-	17	10	58,8	7	41,2	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	2,1	8,0
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	-	16	16	100,0	0	0	-	-	-	<0,05	-	-	-		-	<0,05
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	-	17	11	64,7	6	35,3	-	-	-	NB	NB	NB	NB	0,4	1,44	2,4
METAUX LOURDS																	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	10	114	18	15,8	96	84,2	0	0	0,33	NB	NB	NB	NB	NB	NB	10
AUTRES PARAMETRES																	
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	1															
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l	-															
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	-															
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	-															
AGENTS COMPLEXANTS																	
DTPA	µg/l	-															
EDTA	µg/l	-															
NTA	µg/l	-															
SOMME																	
SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / SOMME TRICHLOR-ETHEN UND TETRACHLORETHEN	µg/l	10	17	9	52,9	8	47,1	0	0	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	9,5

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
RHEINLAND-PFALZ				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			
PARAMETRES CLASSIQUES																	
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	25	203	0	0	203	100,0	0	0	12,3	8,5	10,9	11,5	12,2	13,0	13,9	15,5
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	2500	203	0	0	203	100,0	1	0,5	906	125	396	603	878	1183	1465	3047
PH	-	[6,5 ; 9,5]	201	0	0	201	100,0	4	2,0	7,3	5,6	7,1	7,2	7,3	7,5	7,6	7,9
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	-	201	17	8,5	184	91,5	-	-	2,2	<0,1	0,1	0,3	1,0	3,0	6,6	10,8
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	-															
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	-	208	0	0	208	100,0	-	-	209,7	10,7	87,9	128,4	198,2	279,3	329,4	628,6
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	-	209	0	0	209	100,0	-	-	342,1	12,2	213,5	280,6	353,8	402,6	445,3	841,8
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	-	209	0	0	209	100,0	-	-	5,6	0,2	3,5	4,6	5,8	6,6	7,3	13,8
CALCIUM	mg/l	-	203	0	0	203	100,0	-	-	159,1	8,1	77,3	106,0	153,0	200,0	253,2	365,0
MAGNÉSIUM / MAGNESIUM	mg/l	-	203	0	0	203	100,0	-	-	31,3	1,5	8,4	13,8	23,0	39,0	68,0	160,0
SODIUM / NATRIUM	mg/l	200	203	3	1,5	200	99,0	2	1,0	29,3	<1,0	5,8	9,3	20,0	38,5	59,6	215,0
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	-	202	22	10,9	180	89,1	-	-	4,5	<1,0	<1,0	1,5	2,3	4,1	8,0	60,0
NITRATES / NITRAT	mg/l	50	203	60	29,6	143	70,4	49	24,1	39,2	<0,1	<0,1	<0,5	1,8	49,1	124,4	368,0
AMMONIUM	mg/l	0,5	202	9	4,5	193	95,5	27	13,4	0,29	<0,01	0,01	0,02	0,07	0,29	0,67	8,50
NITRITES / NITRIT	mg/l	0,5	203	31	15,3	172	84,7	4	2,0	0,06	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,04	0,09	1,50
CHLORURES / CHLORID	mg/l	250	203	0	0	203	100,0	3	1,5	68,6	4,0	10,0	31,5	53,0	93,0	136,4	347,0
SULFATES / SULFAT	mg/l	250	203	3	2	200	99,0	53	26,1	178,6	<5,0	30,5	55,2	131,0	258,0	372,2	916,0
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	-	195	20	10,3	175	89,7	-	-	0,02	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	1,00
BORE / BOR	mg/l	1	203	117	57,6	86	42,4	0	0	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	0,16	0,87
BARYUM / BARIUM	mg/l	0,7															
FER TOTAL / EISEN	mg/l	0,2	203	41	20,2	162	79,8	116	57,1	1,79	<0,01	<0,01	0,02	0,63	2,08	4,78	16,00
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	0,05	203	43	21,2	160	78,8	146	71,9	0,47	<0,01	<0,01	<0,03	0,20	0,59	1,09	10,00
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l P	-	203	23	11,3	180	88,7	-	-	0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	1,10
COD / DOC	mg/l	-	209	0	0	209	100,0	-	-	2,87	0,80	1,28	1,80	2,3	3,30	4,52	19,3
COT / TOC	mg/l	2															
PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
TRIAZINES																	
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	0,1	24	21	87,5	3	12,5	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,014	0,035
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,02
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	0,1	24	21	87,5	3	12,5	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,047	0,066
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0,1	24	22	91,7	2	8,3	0	0	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,059
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	0,1	24	17	70,8	7	29,2	0	0	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,043
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	0,1	24	24	100,0	0	0	0	0	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01
URÉES SUBSTITUÉES																	
CHLORTOLURON	µg/l	0,1	12	12	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,04
DIURON	µg/l	0,1	16	16	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,05
ISOPROTURON	µg/l	0,1	16	16	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,04
LINURON	µg/l	0,1															
ORGANOCHLORÉS																	
ALPHA_HCH	µg/l	0,1															
BETA_HCH	µg/l	0,1															
DELTA_HCH	µg/l	0,1															
ENDOSULFAN	µg/l	0,1															
LINDANE / LINDAN	µg/l	0,1															
ORGANOPHOSPHORÉS																	
CHLORFENVINPHOS	µg/l	0,1															
CHLORPYRIPHOS	µg/l	0,1															
DICHLORVOS	µg/l	0,1															
DISULFOTON	µg/l	0,1	3	3	100,0	0	0	0	0	-	<0,02	-	-	-	-	-	<0,02
ETHOPROPOS	µg/l	0,1															
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	0,1															

GW: Grenzwert / BG: Bestimmungsgrenze / Anz.: Anzahl / Mst.: Messstelle

* Für die statistische Auswertung wurde meistens der Grenzwert des EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/CE (03/11/1998) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wurde ein nationaler Grenzwert berücksichtigt.

** Angabe des Mittelwertes ab 50% Positivbefunde.

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
RHEINLAND-PFALZ				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			
AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
2,4 D	µg/l	0,1	4	4	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	0,1															
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	0,1															
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	0,1															
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	0,1															
AMPA	µg/l	0,1	5	5	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	0,1	24	19	79,2	5	20,8	1	4,2	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,06	1,40
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	0,1															
CARBOFURAN	µg/l	0,1															
CYMOXANIL	µg/l	0,1															
DICAMBA	µg/l	0,1															
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	0,1															
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	0,1	5	5	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	0,1															
IOXYNIL / JOXYNIL	µg/l	0,1															
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	0,1	24	21	87,5	3	12,5	2	8,3	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,18
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	0,1															
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	0,1															
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	0,1	4	4	100,0	0	0	0	0	-	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	0,1															
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	0,1	24	20	83,3	4	16,7	0	0	-	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	0,04
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	0,1															
NICOSULFURON	µg/l	0,1															
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	0,1															
OXADIXYL	µg/l	0,1															
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	0,1															
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	0,1															
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	0,1															
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	0,1															
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)																	
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	-	14	14	100,0	0	0	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	-	14	13	92,9	1	7,1	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	-	14	14	100,0	0	0	-	-	-	<5	-	-	-	-	-	<5
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg	-															
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	-	14	14	100,0	0	0	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	-	14	14	100,0	0	0	-	-	-	<0,05	-	-	-	-	-	<0,1
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	-	14	12	85,7	2	14,3	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,23	1,0
METAUX LOURDS																	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	10	201	159	79,1	42	20,9	3	1,5	-	<2	<2	<2	<2	<2	4	40
AUTRES PARAMETRES																	
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	1	14	14	100,0	0	0	0	0	-	<1	-	-	-	-	-	<1
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l	-															
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	-															
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	-															
AGENTS COMPLEXANTS																	
DTPA	µg/l	-															
EDTA	µg/l	-															
NTA	µg/l	-															
SOMME																	
SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / SOMME TRICHLOR-ETHEN UND TETRACHLORETHEN	µg/l	10	14	12	85,7	2	14,3	0	0	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,23	1,0

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
SCHWEIZ				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			

PARAMETRES CLASSIQUES																	
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	25	78	0	0	78	100,0	0	0	13,7	8,8	11,6	12,6	13,4	14,6	16,4	18,8
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	2500	75	0	0	75	100,0	0	0	500	279	293	316	455	693	800	951
PH	-	[6,5 ; 9,5]	74	0	0	74	100,0	0	0	7,33	6,73	7,06	7,13	7,35	7,52	7,62	7,82
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	-	74	2	2,7	72	97,3	-	-	6,9	<1,0	4,4	6,0	7,3	8,5	9,1	10,3
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	-	74	0	0	74	100,0	-	-	67,7	1,0	45,8	59,6	70,3	82,7	89,2	100,0
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	-	58	0	0	58	100,0	-	-	96,7	60,8	64,4	69,0	77,0	111,2	155,2	183,6
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	-	1	0	0	1	100,0	-	-	-	286,8	-	-	-	-	-	286,8
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	-															
CALCIUM	mg/l	-	55	0	0	55	100,0	-	-	79,8	49,1	54,1	55,7	63,2	97,6	128,5	172,0
MAGNÉSIMUM / MAGNESIUM	mg/l	-	55	0	0	55	100,0	-	-	10,6	4,7	6,9	7,5	8,4	10,9	20,1	24,0
SODIUM / NATRIUM	mg/l	200	54	0	0	54	100,0	0	0	14,8	5,9	6,5	6,9	9,5	16,7	28,8	82,7
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	-	55	0	0	55	100,0	-	-	2,7	1,0	1,5	1,6	1,9	2,8	5,0	15,6
NITRATES / NITRAT	mg/l	50	75	2	2,7	73	97,3	0	0	14,6	<0,27	5,4	6,3	8,1	26,3	31,3	42,7
AMMONIUM	mg/l	0,5	35	15	42,9	20	57,1	1	2,9	0,10	<0,10	0,013	0,026	<0,10	<0,10	0,17	0,63
NITRITES / NITRIT	mg/l	0,5	38	21	55,3	17	44,7	0	0	-	<0,0514	0,0051	0,0064	0,0315	<0,0514	<0,0514	<0,0514
CHLORURES / CHLORID	mg/l	250	75	0	0	75	100,0	0	0	18,0	6,9	7,9	9,1	12,3	20,9	33,6	95,7
SULFATES / SULFAT	mg/l	250	75	1	1,3	74	98,7	0	0	47,6	<2,5	26,4	27,8	35,2	61,9	94,2	184,0
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	-	43	3	7,0	40	93,0	-	-	0,077	0,007	0,011	0,024	0,052	0,127	0,167	0,226
BORE / BOR	mg/l	1	11	0	0	11	100,0	0	0	0,056	0,039	0,040	0,043	0,050	0,071	0,073	0,074
BARYUM / BARIUM	mg/l	0,7	4	0	0	4	100,0	0	0	0,084	0,075	0,078	0,082	0,086	0,089	0,090	0,091
FER TOTAL / EISEN	mg/l	0,2	1	1	100,0	0	0	0	0	-	<30	-	-	-	-	-	<30
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	0,05	10	6	60,0	4	40,0	0	0	0,6	0,0014	0,0023	0,0047	<1	<1	<1	<1
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l P	-															
COD / DOC	mg/l	-	35	0	0	35	100,0	-	-	0,92	0,30	0,36	0,41	0,60	0,86	1,60	6,00
COT / TOC	mg/l	2															
PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
TRIAZINES																	
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	0,1	23	1	4,2	22	95,7	3	13,0	0,040	<0,005	0,009	0,010	0,020	0,045	0,100	0,167
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	0,1															
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	0,1	7	0	0	7	100,0	0	0	0,026	<0,020	0,020	0,020	0,020	0,030	0,034	0,040
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0,1															
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	0,1															
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	0,1															
URÉES SUBSTITUÉES																	
CHLORTOLURON	µg/l	0,1															
DIURON	µg/l	0,1															
ISOPROTURON	µg/l	0,1															
LINURON	µg/l	0,1															
ORGANOCHLORÉS																	
ALPHA_HCH	µg/l	0,1															
BETA_HCH	µg/l	0,1															
DELTA_HCH	µg/l	0,1															
ENDOSULFAN	µg/l	0,1															
LINDANE / LINDAN	µg/l	0,1															
ORGANOPHOSPHORÉS																	
CHLORFENVINPHOS	µg/l	0,1															
CHLORPYRIPHOS	µg/l	0,1															
DICHLORVOS	µg/l	0,1															
DISULFOTON	µg/l	0,1															
ETHOPROPOS	µg/l	0,1															
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	0,1															

GW: Grenzwert / BG: Bestimmungsgrenze / Anz.: Anzahl / Mst.: Messstelle / NB: Nicht bekannt

* Für die statistische Auswertung wurde meistens der Grenzwert des EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/CE (03/11/1998) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wurde ein nationaler Grenzwert berücksichtigt.

** Angabe des Mittelwertes ab 50% Positivbefunde.

PARAMETER	DIM.	GW*	Anz. Mst.	< BG		>= BG		> GW		Mittelwert	Min.	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	Max.
SCHWEIZ				Anz.	%	nb.	%	nb.	%	**				Median			
AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES																	
2,4 D	µg/l	0,1															
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	0,1															
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	0,1															
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	0,1															
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	0,1															
AMPA	µg/l	0,1															
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	0,1															
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	0,1															
CARBOFURAN	µg/l	0,1															
CYMOXANIL	µg/l	0,1															
DICAMBA	µg/l	0,1															
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	0,1															
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	0,1															
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	0,1															
IOXYNIL / JOXYNIL	µg/l	0,1															
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	0,1															
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	0,1															
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	0,1															
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	0,1															
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	0,1															
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	0,1															
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	0,1															
NICOSULFURON	µg/l	0,1															
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	0,1															
OXADIXYL	µg/l	0,1															
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	0,1															
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	0,1															
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	0,1															
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	0,1															
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)																	
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	-	1	1	100,0	0	0	-	-	-	NB	-	-	-	-	-	NB
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	-	36	4	11,1	32	88,9	-	-	0,11	<0,02	0,02	0,04	0,07	0,11	0,32	0,52
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	-															
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg	-															
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	-	36	1	2,8	35	97,2	-	-	0,92	0,03	0,12	0,22	0,67	0,92	1,68	9,19
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	-															
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	-	36	1	2,8	35	97,2	-	-	0,38	NB	0,03	0,24	0,36	0,43	0,56	1,60
METAUX LOURDS																	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	10	22	12	54,5	10	45,5	0	0	2,7	<0,5	0,5	1,1	2,0	<5,0	<5,0	<5,0
AUTRES PARAMETRES																	
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	1															
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l	-															
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	-															
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	-															
AGENTS COMPLEXANTS																	
DTPA	µg/l	-															
EDTA	µg/l	-	14	6	42,9	8	57,1	-	-	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1,4	2,4	3,3
NTA	µg/l	-	5	5	100,0	0	0	-	-	-	NB	-	-	-	-	-	NB
SOMME																	
SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTRA- CHLOROÉTHYLÈNE / SUMME TRICHLOR- ETHEN UND TETRACHLORETHEN	µg/l	10	36	0	0	36	100,0	0	0	1,30	0,03	0,04	0,58	0,95	1,30	2,49	9,72

PARAMÈTRES	UNITÉS	LP*	NB POINTS						< LQ	
VALLÉE DU RHIN SUPÉRIEUR			ALS	BW	HE	RP	CH	TOT	nb.	%
PARAMETER	DIMENSION	GW *	ANZ. MST.						< BG	
OBERRHEINGRABEN			ALS	BW	HE	RP	CH	TOT	Anz.	%

PARAMÈTRES CLASSIQUES										
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	25	733	534	162	203	78	1710	0	0
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	2500	734	535	162	203	75	1709	0	0
PH	-	[6,5 ; 9,5]	734	534	161	201	74	1704	0	0
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	-	734	532	159	201	74	1700	78	4,6
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	-	734	526	0	0	74	1334	29	2,2
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	-	734	532	56	208	58	1588	0	0
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	-	734	519	41	209	1	1504	0	0
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	-	734	519	162	209	0	1624	0	0
CALCIUM	mg/l	-	734	532	58	203	55	1582	0	0
MAGNÉSIUM / MAGNESIUM	mg/l	-	734	534	162	203	55	1688	0	0
SODIUM / NATRIUM	mg/l	200	734	532	162	203	54	1685	4	0,2
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	-	734	532	58	202	55	1581	39	2,5
NITRATES / NITRAT	mg/l	50	734	535	166	203	75	1713	213	12,4
AMMONIUM	mg/l	0,5	734	535	161	202	35	1667	876	52,5
NITRITES / NITRIT	mg/l	0,5	734	535	160	203	38	1670	1246	74,6
CHLORURES / CHLORID	mg/l	250	734	534	162	203	75	1708	5	0,3
SULFATES / SULFAT	mg/l	250	734	534	46	203	75	1592	4	0,3
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	-	734	523	154	195	43	1649	636	38,6
BORE / BOR	mg/l	1	734	533	121	203	11	1602	367	22,9
BARYUM / BARIUM	mg/l	0,7	734	518	97	0	4	1353	1	0,1
FER TOTAL / EISEN	mg/l	0,2	734	491	58	203	1	1487	696	46,8
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	0,05	734	494	162	203	10	1603	821	51,2
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l P	-	734	486	1	203	0	1424	493	34,6
COD / DOC	mg/l	-	734	518	104	209	35	1600	51	3,2
COT / TOC	mg/l	2	360	0	0	0	0	360	22	6,1
PRODUITS PHYTOSANITAIRES										
TRIAZINES										
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	0,1	733	521	59	24	23	1360	792	58,2
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	0,1	733	0	4	3	0	740	740	100,0
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	0,1	733	520	46	24	7	1330	770	57,9
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0,1	733	524	46	24	0	1327	1259	94,9
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	0,1	733	525	59	24	0	1341	1122	83,7
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	0,1	733	525	50	24	0	1332	1312	98,5
URÉES SUBSTITUÉES										
CHLORTOLURON	µg/l	0,1	405	499	46	12	0	962	959	99,7
DIURON	µg/l	0,1	405	497	32	16	0	950	909	95,7
ISOPROTURON	µg/l	0,1	405	498	58	16	0	977	970	99,3
LINURON	µg/l	0,1	405	498	3	0	0	906	904	99,8
ORGANOCHLORÉS										
ALPHA_HCH	µg/l	0,1	405	514	11	0	0	930	928	99,8
BETA_HCH	µg/l	0,1	405	518	3	0	0	926	922	99,6
DELTA_HCH	µg/l	0,1	405	518	3	0	0	926	921	99,5
ENDOSULFAN	µg/l	0,1	198	526	6	0	0	730	730	100,0
LINDANE / LINDAN	µg/l	0,1	405	518	58	0	0	981	976	99,5
ORGANOPHOSPHORÉS										
CHLORFENVINPHOS	µg/l	0,1	405	0	43	0	0	448	448	100,0
CHLORPYRIPHOS	µg/l	0,1	405	498	0	0	0	903	903	100,0
DICHLORVOS	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
DISULFOTON	µg/l	0,1	405	498	0	3	0	906	906	100,0
ETHOPROPOS	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	0,1	405	498	0	0	0	903	902	99,9

LP : Limite de potabilité / LQ : Limite de quantification / nb. : nombre / pts : points

* Les traitements statistiques sont basés sur les limites de potabilité de la directive 98/83/CE du 03/11/1998. Si la limite n'existe pas, une limite nationale est prise en compte.

** La moyenne n'est mentionnée qu'au delà de 50% de détection et uniquement si elle est représentative de l'ensemble de la zone d'étude.

>= LQ		> LP		MOYENNE	MIN.	P 50	MAX.	LQ MAX.	PARAMÈTRES
nb.	%	nb.	%	**		MÉDIANE			VALLÉE DU RHIN SUPÉRIEUR
>= BG		> GW		MITTELWERT	MIN.	P 50	MAX.	LQ MAX.	PARAMETER
Anz.	%	nb.	%	**		MÉDIAN			OBERRHEINGRABEN

PARAMÈTRES CLASSIQUES									
1710	100,0	0	0	13,2	6,8	12,9	23,8		TEMPÉRATURE / TEMPERATUR
1709	100,0	21	1,2	-	5	616	54480		CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C
1704	100,0	106	6,2	-	5,15	7,22	9,55		PH
1622	95,4	-	-	-	< 0,1	4,3	11,6	1	OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF
1305	97,8	-	-	-	< 1,0	48,45	112,2	5	SATURATION O ₂ / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG
1588	100,0	-	-	-	8,4	133,6	628,57		DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE
1504	100,0	-	-	-	6,0	286,4	841,8		HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT
1624	100,0	-	-	-	0,1	4,7	13,8		TAC / SÄUREKAPAZITÄT
1582	100,0	-	-	120,0	6,7	109,0	1990		CALCIUM
1688	100,0	-	-	-	1,1	13,5	350		MAGNÉSIUM / MAGNESIUM
1681	99,8	21	1,2	-	< 0,7	16,9	15050	7	SODIUM / NATRIUM
1542	97,5	-	-	-	< 0,5	2,7	1580	2	POTASSIUM / KALIUM
1500	87,6	290	16,9	28,9	< 0,1	18,1	368	0,7	NITRATES / NITRAT
791	47,5	70	4,2	-	< 0,005	0,13	18,5	0,1	AMMONIUM
424	25,4	9	0,5	-	< 0,004	< 0,02	1,5	0,0514	NITRITES / NITRIT
1703	99,7	30	1,8	119,7	0,8	38,7	23720	6	CHLORURES / CHLORID
1588	99,7	78	4,9	-	≤ 2	48	3402	5	SULFATES / SULFAT
1013	61,4	-	-	-	≤ 0,07	0,05	11,5	0,3	ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT
1235	77,1	6	0,4	0,07	< 0,01	0,03	5,49	0,05	BORE / BOR
1352	99,9	3	0,2	0,15	< 0,01	0,12	2,9	0,01	BARYUM / BARIUM
791	53,2	335	22,5	-	< 0,02	0,02	< 30	30	FER TOTAL / EISEN
782	48,8	508	31,7	-	≤ 0,0014	< 0,01	10	1	MANGANÈSE / MANGAN
931	65,4	-	-	0,071	< 0,03	0,03	4,9	0,3	PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR
1549	96,8	-	-	1,4	< 0,1	0,9	19,3	1	COD / DOC
338	93,9	10	2,8	-	< 0,1	0,77	4,45	0,1	COT / TOC
PRODUITS PHYTOSANITAIRES									
TRIAZINES									
568	41,8	90	6,6	-	< 0,005	< 0,02	5,4	0,025	ATRAZINE / ATRAZIN
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,02	< 0,025	0,025	CYANAZINE / CYANAZIN
560	42,1	97	7,3	-	< 0,01	< 0,03	1,15	0,05	DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN
68	5,1	12	0,9	-	< 0,01	< 0,01	0,4	0,05	DÉSIOPROPYLATRAZINE / DESIOPROPYLATRAZIN
219	16,3	11	0,8	-	< 0,01	< 0,02	0,4	0,025	SIMAZINE / SIMAZIN
20	1,5	4	0,3	-	< 0,01	< 0,02	0,18	0,025	TERBUTHYLATRAZINE / TERBUTHYLATRAZIN
URÉES SUBSTITUÉES									
3	0,3	1	0,1	-	< 0,02	< 0,05	0,14	0,05	CHLORTOLURON
41	4,3	15	1,6	-	< 0,02	< 0,05	1,02	0,05	DIURON
7	0,7	2	0,2	-	< 0,02	< 0,05	0,16	0,05	ISOPROTURON
2	0,2	1	0,1	-	< 0,02	< 0,05	0,2	0,05	LINURON
ORGANOCHLORÉS									
2	0,2	0	0	-	< 0,05	< 0,01	< 0,03	0,03	ALPHA_HCH
4	0,4	1	0,1	-	< 0,005	< 0,01	1	0,03	BETA_HCH
5	0,5	0	0	-	< 0,005	< 0,01	< 0,03	0,03	DELTA_HCH
0	0	-	-	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	ENDOSULFAN
5	0,5	0	0	-	< 0,005	< 0,01	< 0,03	0,03	LINDANE / LINDAN
ORGANOPHOSPHORÉS									
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,05	0,05	CHLORFENVINPHOS
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,05	< 0,05	0,05	CHLORPYRIPHOS
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DICHLORVOS
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,05	< 0,05	0,05	DISULFOTON
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	ETHOPROPOS
1	0,1	0	0	-	< 0,01	< 0,05	0,05	0,05	FÉNITROTHION / FENITROTHION

GW: Grenzwert / BG: Bestimmungsgrenze / Anz.: Anzahl / Mst.: Messstelle

* Für die statistische Auswertung wurde meistens der Grenzwert des EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/CE (03/11/1998) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wurde ein nationaler Grenzwert berücksichtigt.

** Angabe des Mittelwertes ab 50% Positivbefunde und nur wenn es für das gesamte Untersuchungsgebiet repräsentativ ist.

PARAMÈTRES	UNITÉS	LP*	NB POINTS						< LQ	
VALLÉE DU RHIN SUPÉRIEUR			ALS	BW	HE	RP	CH	TOT	nb.	%
PARAMETER	DIMENSION	GW *	ANZ. MST.						< BG	
OBERRHEINGRABEN			ALS	BW	HE	RP	CH	TOT	Anz.	%

AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES										
2,4 D	µg/l	0,1	405	0	50	4	0	459	458	99,8
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	0,1	405	0	43	0	0	448	437	97,5
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	0,1	405	0	17	0	0	422	422	100,0
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	0,1	403	0	0	0	0	403	403	100,0
AMPA	µg/l	0,1	400	64	12	5	0	481	475	98,8
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	0,1	405	498	6	24	0	933	903	96,8
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
CARBOFURAN	µg/l	0,1	405	0	46	0	0	451	44	99,6
CYMOXANIL	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
DICAMBA	µg/l	0,1	405	497	44	0	0	946	945	99,9
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	0,1	400	64	10	5	0	479	472	98,5
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
IOXNYL / JOXNYL	µg/l	0,1	405	0	3	0	0	408	408	100,0
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	0,1	405	498	54	24	0	981	971	99,0
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	0,1	405	526	1	0	0	932	919	98,6
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	0,1	405	0	5	4	0	414	414	100,0
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	404	99,8
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	0,1	405	526	47	24	0	1002	916	91,4
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	0,1	405	0	29	0	0	434	433	99,8
NICOSULFURON	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	404	99,8
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
OXADIXYL	µg/l	0,1	405	0	1	0	0	406	406	100,0
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	405	100,0
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	0,1	405	0	0	0	0	405	400	98,8
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	0,1	405	498	3	0	0	906	905	99,9
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)										
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	-	423	533	17	14	1	988	860	87,0
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	-	423	533	8	14	36	1014	869	85,7
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	-	423	533	7	14	0	977	959	98,2
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg	-	423	498	1	0	0	922	922	100,0
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	-	423	533	17	14	36	1023	685	67,0
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	-	423	533	16	14	0	986	976	99,0
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	-	423	533	17	14	36	1023	713	69,7
METAUX LOURDS										
ARSENIC / ARSEN	µg/l	10	716	10	114	201	22	1063	706	66,4
AUTRES PARAMÈTRES										
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	1	198	293	0	14	0	505	497	98,4
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l	-	405	519	0	0	0	924	921	99,7
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	-	405	0	0	0	0	405	395	97,5
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	-	198	0	0	0	0	198	198	100,0
AGENTS COMPLEXANTS										
DTPA	µg/l	-	102	0	0	0	0	102	102	100,0
EDTA	µg/l	-	202	0	0	0	14	216	151	69,9
NTA	µg/l	-	202	0	0	0	5	207	201	97,1
SOMME										
SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / SUMME TRICHLORETHEN UND TETRACHLORETHENE	µg/l	10	423	533	17	14	36	1023	575	56,2

LP : Limite de potabilité / LQ : Limite de quantification / nb. : nombre / pts : points

* Les traitements statistiques sont basés sur les limites de potabilité de la directive 98/83/CE du 03/11/1998. Si la limite n'existe pas, une limite nationale est prise en compte.

** La moyenne n'est mentionnée qu'au delà de 50% de détection et uniquement si elle est représentative de l'ensemble de la zone d'étude.

>= LQ		> LP		MOYENNE	MIN.	P 50	MAX.	LQ MAX.	PARAMÈTRES
nb.	%	nb.	%	**		MÉDIANE			VALLÉE DU RHIN SUPÉRIEUR
>= BG		> GW		MITTELWERT	MIN.	P 50	MAX.	LQ MAX.	PARAMETER
Anz.	%	nb.	%	**		MÉDIAN			OBERRHEINGRABEN
AUTRES PRODUITS PHYTOSANITAIRES									
1	0,2	0	0	-	< 0,01	< 0,02	< 0,05	0,05	2,4 D
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR
11	2,5	4	0,9	-	< 0,01	< 0,01	5,3	0,05	ALACHLORE / ALACHLOR
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,015	< 0,05	0,05	ALDICARBE / ALDICARB
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,1	AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL
6	1,2	3	0,6	-	< 0,03	< 0,1	0,3	0,1	AMPA
30	3,2	12	1,3	-	< 0,01	< 0,05	1,4	0,05	BENTAZONE / BENTAZON
0	0	0	0	-	< 0,005	< 0,01	< 0,01	0,01	BUTRALINE / BUTRALIN
2	0,4	0	0	-	< 0,01	< 0,03	0,05	0,05	CARBOFURAN
0	0	0	0	-	< 0,02	< 0,1	< 0,1	0,1	CYMOXANIL
1	0,1	0	0	-	< 0,01	< 0,05	0,1	0,05	DICAMBA
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,1	< 0,1	0,1	FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL
7	1,5	3	0,6	-	< 0,03	< 0,1	0,9	0,1	GLYPHOSATE / GLYPHOSAT
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	-	0,1	IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID
0	0	0	0	-	< 0,02	< 0,1	< 0,1	0,1	IOXYNIL / JOXYNIL
10	1,0	5	0,5	-	< 0,01	< 0,03	0,77	0,05	MÉCOPROP / MECOPROP
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,02	0,02	MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB
13	1,4	2	0,2	-	< 0,01	< 0,02	0,16	0,05	MÉTALAXYL / METALAXYL
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,02	< 0,05	0,05	MÉTAMITRONE / METAMITRON
1	0,2	1	0,2	-	< 0,01	< 0,01	0,57	0,1	MÉTHOMYL / METHOMYL
86	8,6	7	0,7	-	< 0,01	0,02	2,31	0,05	MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR
1	0,2	0	0	-	< 0,01	< 0,03	< 0,05	0,05	MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN
1	0,2	1	0,2	-	< 0,02	< 0,05	0,91	0,05	NICOSULFURON
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,1	NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	OXADIXYL
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	PROPACHLORE / PROPACHLOR
0	0	0	0	-	< 0,01	< 0,01	< 0,1	0,1	SULCOTRIONE / SULCOTRION
5	1,2	0	0	-	< 0,01	< 0,01	0,02	0,01	TEBUTAME / TEBUTAM
1	0,1	0	0	-	< 0,005	< 0,05	0,06	0,05	TRIFLURALINE / TRIFLURALIN
ORGANO-HALOGENES VOLATILS (OHV)									
128	13,0	-	-	-	< 0,1	< 0,1	37,9	0,3	1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN
145	14,3	-	-	-	< 0,02	< 0,1	14	0,2	CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN
18	1,8	-	-	-	< 0,1	< 5	525	5	CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN
0	0	-	-	-	< 0,02	-	< 1,0	1	DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)
338	33,0	-	-	-	≤ 0,03	< 0,1	363	0,2	TÉTACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN
10	1,0	-	-	-	< 0,05	< 0,1	9,36	0,2	TÉTACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN
310	30,3	-	-	-	< 0,1	< 0,1	344	0,3	TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN
METAUX LOURDS									
357	33,6	18	1,7	-	< 0,2	1	45	5	ARSENIC / ARSEN
AUTRES PARAMETRES									
8	1,6	0	0,0	-	< 0,1	< 0,2	1	1	BENZÈNE / BENZOL
3	0,3	-	-	-	< 0,002	< 0,01	< 0,5	0,5	HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL
10	2,5	-	-	-	< 0,001	< 0,01	< 0,5	0,5	HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN
0	0	-	-	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	TERT-OCTYPHENOL
AGENTS COMPLEXANTS									
0	0	-	-	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DTPA
65	30,1	-	-	-	< 0,05	< 2	41	2	EDTA
6	2,9	-	-	-	< 0,05	1,15	1,3	2	NTA
SOMME									
448	43,8	33	3,2	-	≤ 0,03	< 0,2	707	0,3	SOMME TRICHLOROÉTHYLÈNE ET TÉTACHLOROÉTHYLÈNE / SUMME TRICHLORETHEN UND TETRACHLORETHEN

GW: Grenzwert / BG: Bestimmungsgrenze / Anz.: Anzahl / Mst.: Messstelle

* Für die statistische Auswertung wurde meistens der Grenzwert des EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/CE (03/11/1998) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wurde ein nationaler Grenzwert berücksichtigt.

** Angabe des Mittelwertes ab 50% Positivbefunde und nur wenn es für das gesamte Untersuchungsgebiet repräsentativ ist.

A.2 LIMITES DE QUANTIFICATION

Dans la description de la répartition des éléments présents à l'état de traces (produits phytosanitaires, OHV, métaux), la valeur moyenne et la valeur médiane sont souvent proches de la limite de quantification. Le pourcentage de valeurs dépassant la limite de quantification et la limite de qualité ont été utilisés dans l'exploitation des résultats.

Limite de quantification / limite de détection

La limite de quantification doit être distinguée de la limite de détection : la limite de détection est, en effet, le seuil à partir duquel un élément est décelable lors d'une analyse, mais non quantifiable, alors que la limite de quantification est le seuil à partir duquel il est possible pour un laboratoire de chiffrer la concentration relative à l'élément considéré. De ce fait, la limite de quantification est toujours supérieure (ou égale) à la limite de détection.

Valeurs des limites de quantification

Les limites de quantification sont liées aux méthodes d'analyses et peuvent varier d'un laboratoire à un autre. Pour un laboratoire dont la limite de quantification de l'atrazine est par exemple de 0,01 µg/l, une valeur de 0,03 µg/l est un résultat « positif ». Pour un laboratoire qui affiche comme limite de quantification 0,05 µg/l, le résultat est inférieur à la limite de quantification et n'est donc pas considéré comme « positif ». Par ailleurs, il est important de noter que, plus les valeurs sont faibles, plus les imprécisions de mesure sont importantes. Ainsi, une valeur donnée < 0,01 µg/l n'est pas forcément plus exacte qu'une valeur donnée < 0,05 µg/l.

Si la limite de quantification est plus faible pour l'un des laboratoires, il en découle un plus grand nombre de résultats « positifs ». Il est alors plus difficile de représenter de façon cohérente la répartition des valeurs pour certains paramètres et ceci doit être pris en compte lors de l'interprétation.

A.2 BESTIMMUNGSGRENZEN

Bei der Beschreibung der Verteilungen der Spurenstoffe (Pflanzenschutzmittel, LHKW, Metalle) liegen Mittelwert und Median meist im Bereich der Bestimmungsgrenzen. Daher wird bei der Auswertung der Spurenstoffe der Anteil der Überschreitungen der Bestimmungsgrenze und des Grenzwerts verwendet.

Bestimmungsgrenze / Nachweisgrenze

Es muss zwischen Bestimmungsgrenze und Nachweisgrenze unterschieden werden: Die Nachweisgrenze ist der Wert, ab welchem ein Stoff bei der Analyse zwar nachgewiesen, aber nicht quantifiziert werden kann. Die Bestimmungsgrenze ist der Wert, ab welchem es möglich ist, die Quantität des Inhaltsstoffs zu beziffern. Daher ist die Bestimmungsgrenze immer höher (oder gleich) als die Nachweisgrenze.

Werte der Bestimmungsgrenzen

Die Bestimmungsgrenzen sind abhängig von den Analysenmethoden und können in den verschiedenen Labors unterschiedlich sein. Bei einem Labor, bei dem beispielsweise die Bestimmungsgrenze für Atrazin 0,01 µg/l beträgt, ist ein Wert von 0,03 µg/l ein positiver Befund. Bei einem Labor, das als Bestimmungsgrenze 0,05 µg/l angibt, würde ein Wert von 0,03 µg/l kleiner als die Bestimmungsgrenze sein und nicht als positiver Befund angegeben. Man muss außerdem berücksichtigen, dass die Messungenauigkeit bei niedrigeren Konzentrationen größer wird. Ein Wert von < 0,01 µg/l ist daher nicht unbedingt „genauer“ als ein Wert von < 0,05 µg/l.

Wenn nun ein Labor für einen Stoff eine schärfere Bestimmungsgrenze angibt, führt dies zu einer höheren Anzahl positiver Befunde. Dieses Problem verzerrt das Bild der Stoffverteilungen und muss bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden.

Pour le calcul du nombre ou du pourcentage de valeurs mesurées supérieures à la limite de quantification (valeurs dites « positives »), il faut donc tenir compte du fait que cette limite peut être différente d'un laboratoire à un autre. Une liste des différentes limites de quantification affichées par les laboratoires se trouve en annexe A.2 ci-dessous. La limite de quantification la plus fréquemment rencontrée est indiquée en gras.

Bei der Angabe der Anzahl oder des Anteils der Messwerte größer Bestimmungsgrenze (positive Befunde) ist also zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen für einen Parameter von Labor zu Labor z.T. unterschiedlich sind. Eine Auflistung der verschiedenen von den Laboratorien angegebenen Bestimmungsgrenzen befindet sich im Anhang A.2. Die am häufigsten vorkommende Bestimmungsgrenze ist fett gedruckt.

Limites de quantification retenues pour les cartes de qualité

Pour la représentation cartographique, la limite de quantification la plus élevée a été retenue comme limite supérieure de la classe des concentrations les plus faibles. Ceci signifie que, dans cette classe, peuvent se trouver à la fois des résultats « positif », et des résultats inférieurs à la limite de quantification. Par exemple, un résultat d'analyse positif de 0,04 µg/l se trouve dans la classe la plus basse si la valeur la plus élevée pour la limite de quantification est de 0,05 µg/l. La répartition des concentrations sur l'ensemble de la zone d'étude est ainsi rendue comparable.

Bestimmungsgrenzen, die auf den Qualitätskarten berücksichtigt sind

Für die Darstellung der Verteilung auf den Karten wurde die höchste vorkommende Bestimmungsgrenze als unterste Klassengrenze verwendet. Das bedeutet, dass in der untersten Klasse sowohl positive als auch Befunde kleiner Bestimmungsgrenze liegen können. Zum Beispiel liegt ein positiver Befund an einer Messstelle von 0,04 µg/l in der untersten Klasse, wenn die größte vorkommende Bestimmungsgrenze 0,05 µg/l beträgt. Die Verteilung der Konzentrationen im gesamten Untersuchungsgebiet wird somit vergleichbar.

Limites de quantification élevées

Dans certains cas, les limites de quantification affichées étaient supérieures aux limites minimales requises par le cahier des charges. De telles données ont été écartées de la banque de données. La limite supérieure de la classe des plus faibles valeurs, retenue pour la représentation cartographique (définie à partir de la limite de quantification la plus élevée), aurait alors été trop élevée : des concentrations assez élevées auraient été dans la classe la plus basse et n'auraient pas été visibles sur la carte.

Hohe Bestimmungsgrenzen

In Einzelfällen lagen die angegebenen Bestimmungsgrenzen höher als die in den Qualitätskriterien geforderten Mindestbestimmungsgrenzen. Solche Messwerte wurden aus dem Datensatz entfernt. Ansonsten würde die unterste Klasse auf der Karte (definiert als Werte bis zur höchsten vorkommenden Bestimmungsgrenze) sehr groß, leicht erhöhte Konzentrationen würden noch in der untersten Klasse liegen und wären somit auf der Karte nicht sichtbar.

Tableau A.2 : Limites de quantification (LQ) pour les analyses 2001/2002/2003

Tabelle A.2: vorkommende Bestimmungsgrenzen (BG) bei den Beprobungen 2001/2002/2003

		ALSACE / ELSASS				BADE-WURTEMBERG / BADEN WÜRTTEMBERG						HESSE / HESSEN			
PARAMÈTRES	DIM.	NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)		NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)				NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)	
PARAMETER	EINHEIT	ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)		ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)				ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)	
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	733	0			534	0					162	0		
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	734	0			535	0					162	0		
VALEUR PH / PH-WERT	-	734	0			534	0					161	0		
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	734	0			532	55	0,5	0,2	0,1		159	4	≤ 0,1	
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%	734	0			526	29	5	2	1					
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	734	0			532	0					56	0		
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	734	0									41	0		
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	734	0			519	0					162	0		
CALCIUM	mg/l	734	0			532	0					58	0		
MAGNÉSIUM / MAGNESIUM	mg/l	734	0			534	0					162	0		
SODIUM / NATRIUM	mg/l	734	1	0,7		532	0					162	0		
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	734	14	0,8		532	3	0,5				58	0		
NITRATES / NITRAT	mg/l	734	20	0,7	0,5	535	73	0,5	0,4	0,2	0,1	166	58	0,5	
AMMONIUM	mg/l	734	515	0,05	0,03	535	266	0,01	0,005			161	71	0,05	
NITRITES / NITRIT	mg/l	734	660	0,05	0,02	535	420	0,01	0,004			160	114	0,02	
CHLORURES / CHLORID	mg/l	734	5	6		534	0					162	0		
SULFATES / SULFAT	mg/l	734	0			534	0					46	0		
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	734	340	0,1	0,03	523	196	0,03	0,02	0,01		154	77	≤ 0,3	
BORE / BOR	mg/l	734	67	0,05	0,01	533	122	0,02	0,01			121	61	0,05	
BARYUM / BARIUM	mg/l	734	1	0,01		518	0					97	0		
FER TOTAL / EISEN	mg/l	734	441	0,05	0,02	491	200	0,01	0,002			58	13	0,01	
MANGANÈSE / MANGAN	mg/l	734	445	0,03	0,005	494	275	0,01	0,005	0,003	0,002	162	52	0,01	NC/NB
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l	734	305	0,05	0,01	485	164	0,03	0,02	0,01	0,003	1	1	0,3	
COD / DOC	mg/l	734	32	0,2	0,15	518	12	1	0,2	0,1		104	7	≤ 0,01	
COT / TOC	mg/l	380	22	0,1											
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	733	285	0,025	0,02	521	429	0,02	0,01			59	56	0,02	
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	733	733	0,025	0,02	0,01						4	4	0,02	
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	733	266	0,025	0,02	520	438	0,05	0,03	0,02	0,01	46	45	0,02	
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	733	682	0,025	0,02	0,01	524	509	0,05	0,02	0,01	46	46	0,05	
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	733	559	0,025	0,02	525	494	0,02	0,01			59	52	0,02	
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	733	717	0,025	0,02	525	521	0,02	0,01			50	50	0,02	
CHLORTOLURON	µg/l	405	404	0,05	0,02	499	497	0,05	0,04	0,02		46	46	0,04	
DIURON	µg/l	405	381	0,05	0,02	497	481	0,05	0,04	0,02		32	31	0,04	
ISOPROTURON	µg/l	405	401	0,05	0,02	498	495	0,05	0,04	0,02		58	58	0,04	
LINURON	µg/l	405	404	0,05	0,02	198	497	0,05	0,04	0,02		3	3	0,04	
ALPHA HCH	µg/l	405	403	0,01	0,005	514	514	0,01	0,005			11	11	0,03	
BETA HCH	µg/l	405	402	0,01	0,005	518	517	0,01	0,005			3	3	0,03	
DELTA HCH	µg/l	405	400	0,01	0,005	518	518	0,01	0,005			3	3	0,03	
ENDOSULFAN	µg/l	198	198	0,005		526	528	0,01	0,005	0,002	NC/NB	6	6	≤ 0,05	
LINDANE / LINDAN	µg/l	405	400	0,01	0,005	518	518	0,01	0,005			58	58	0,03	
CHLORFENVINPHOS	µg/l	405	405	0,01								43	43	0,05	
CHLORPYRIPHOS	µg/l	405	405	0,01		498	498	0,05	0,02						
DICHLORVOS	µg/l	405	405	0,01											
DISULFOTON	µg/l	405	405	0,01		498	498	0,05							
ETHOPROPOS	µg/l	405	405	0,01											
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l	405	405	0,01		498	497	0,05							

NC : Non connu

La limite de quantification la plus fréquente est indiquée en gras

Seules les limites de quantification associées aux résultats d'analyses < LQ ont été prises en compte dans ce tableau

		RHÉLANIE-PALATINAT / RHEINLAND-PFALZ					SUISSE / SCHWEIZ				
PARAMÈTRES	DIM.	NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)			NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)		
PARAMETER	EINHEIT	ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)			ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)		
TEMPÉRATURE / TEMPERATUR	°C	203	0				78	0			
CONDUCTIVITÉ À 20°C / EL. LEITFÄHIGKEIT BEI 20°C	µS/cm	203	0				75	0			
VALEUR PH / PH-WERT	-	201	0				74	0			
OXYGÈNE DISSOUS / SAUERSTOFF	mg/l	201	17	NC/NB			74	2	1		
SATURATION O2 / SAUERSTOFFSÄTTIGUNG	%						74	0			
DURETÉ TOTALE / GESAMTHÄRTE	mg/l Ca	208	0				58	0			
HYDROGÉNOCARBONATES / HYDROGENOCARBONAT	mg/l	209	0				1	0			
TAC / SÄUREKAPAZITÄT	mmol/l	209	0								
CALCIUM	mg/l	203	0				55	0			
MAGNÉSIUM / MAGNESIUM	mg/l	203	0				55	0			
SODIUM / NATRIUM	mg/l	203	3	7	3	1	54	0			
POTASSIUM / KALIUM	mg/l	202	22	2	1		55	0			
NITRATES / NITRAT	mg/l	203	60	0,5	0,1		75	2	0,27		
AMMONIUM	mg/l	202	9	0,02	0,01		35	15	0,1		
NITRITES / NITRIT	mg/l	203	31	0,02	0,01		38	21	0,0514	NC/NB	
CHLORURES / CHLORID	mg/l	203	0				75	0			
SULFATES / SULFAT	mg/l	203	3	5			75	1	2,5		
ORTHOPHOSPHATES / ORTHOPHOSPHAT	mg/l	195	20	0,01			43	3	NC/NB		
BORE / BOR	mg/l	203	117	0,03			11	0			
BARYUM / BARIUM	mg/l						4	0			
FER TOTAL / EISEN	mg/l	203	41	0,03	0,01		1	1	30		
MANGANESE / MANGAN	mg/l	203	43	0,03	0,02	0,01	10	6	1		
PHOSPHORE TOTAL / GESAMTPHOSPHOR	mg/l	203	23	0,02	0,01						
COD / DOC	mg/l	209	0				35	0			
COT / TOC	mg/l										
ATRAZINE / ATRAZIN	µg/l	24	21	0,01			23	1	0,005		
CYANAZINE / CYANAZIN	µg/l	3	3	0,02							
DÉSÉTHYLATRAZINE / DESETHYLATRAZIN	µg/l	24	21	0,02			7	0			
DÉSISOPROPYLATRAZINE / DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	24	22	0,03							
SIMAZINE / SIMAZIN	µg/l	24	17	0,01							
TERBUTHYLAZINE / TERBUTHYLAZIN	µg/l	24	24	0,01							
CHLORTOLURON	µg/l	12	12	0,04							
DIURON	µg/l	16	16	0,05	0,03						
ISOPROTURON	µg/l	16	16	0,04	0,03						
LINURON	µg/l										
ALPHA HCH	µg/l										
BETA HCH	µg/l										
DELTA HCH	µg/l										
ENDOSULFAN	µg/l										
LINDANE / LINDAN	µg/l										
CHLORFENVINPHOS	µg/l										
CHLORPYRIPHOS	µg/l										
DICHLORVOS	µg/l										
DISULFOTON	µg/l	3	3	0,02							
ETHOPROPOS	µg/l										
FÉNITROTHION / FENITROTHION	µg/l										

NB: Nicht bekannt

Die jeweils am häufigsten vorkommende Bestimmungsgrenze ist fett gedruckt

In dieser Tabelle wurden nur die Bestimmungsgrenzen berücksichtigt, die die Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenzen betreffen.

		ALSACE / ELSASS					BADE-WURTEMBERG / BADEN WÜRTTEMBERG					HESSE / HESSEN			
PARAMÈTRES	DIM.	NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)			NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)			NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)	
PARAMETER	EINHEIT	ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)			ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)			ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)	
2,4 D	µg/l	405	404	0,02	0,01							50	50	0,05	
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l	405	405	0,02	0,01										
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l	405	394	0,01								43	43	0,05	
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l	405	405	0,02	0,015	0,01						17	17	0,05	
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l	403	403	0,1	0,01										
AMPA	µg/l	400	397	0,1			64	61	0,05			12	12	0,05	
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	405	402	0,05	0,02		498	476	0,05	0,02	0,01	6	6	0,05	
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l	405	405	0,01	0,005										
CARBOFURAN	µg/l	405	403	0,03	0,01							46	46	0,05	
CYMOXANIL	µg/l	405	405	0,1	0,02										
DICAMBA	µg/l	405	404	0,02	0,01		497	497	0,05	0,02		44	44	0,05	
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l	405	405	0,1	0,01										
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	400	396	0,1			54	61	0,05			10	10	0,05	
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l	405	405	0,1	0,01										
IOXYNIL / JOXYNIL	µg/l	405	405	0,1	0,03	0,02						3	3	0,05	
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	405	403	0,02	0,01		498	493	0,05	0,02		54	54	0,05	
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l	405	405	0,02	0,01										
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l	405	397	0,01			526	521	0,05	0,02	0,01	1	1	0,01	
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	405	405	0,05	0,01							5	5	0,05	
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l	405	404	0,1	0,01										
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	405	335	0,02	0,01		526	514	0,05	0,02	0,01	47	47	0,05	
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l	405	404	0,03	0,01							29	29	0,05	
NICOSULFURON	µg/l	405	404	0,05	0,02										
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l	405	405	0,1	0,01										
OXADIXYL	µg/l	405	405	0,01								1	1	0,01	
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l	405	405	0,01											
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l	405	405	0,1	0,01										
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l	405	400	0,01											
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l	405	405	0,01	0,005		498	497	0,05			3	3	0,05	
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	423	335	0,3	0,2	0,1	533	494	0,1			17	16	0,1	
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	423	347	0,2	0,1		533	497	0,1	NC/NB		8	8	0,1	
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	423	413	1	0,5	0,2	533	525	5	NC/NB		7	7	0,1	
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg/l	423	423	1	0,4		498	498	0,05	0,02		1	1	0,1	
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	423	299	0,2	0,1		533	361	0,1			17	10	0,1	
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	423	416	0,2	0,1		533	530	0,1			16	16	0,05	
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	423	277	0,3	0,2	0,1	533	412	0,1			17	11	≤ 0,1	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	715	516	1			10	1	0,2			114	18	NC/NB	
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	198	198	0,2			293	285	1	0,2	0,1				
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l	405	402	0,5	0,002		519	519	0,01	0,005	0,002				
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l	405	395	0,5	0,001										
TERT-OCTYPHENOL	µg/l	198	198	0,1											
DTPA	µg/l	102	102	0,05											
EDTA	µg/l	202	145	2	0,05										
NTA	µg/l	202	196	2	0,05										

NC : Non connu

La limite de quantification la plus fréquente est indiquée en gras

Seules les limites de quantification associées aux résultats d'analyses < LQ ont été prises en compte dans ce tableau

		RHÉLANIE-PALATINAT / RHEINLAND-PFALZ				SUISSE / SCHWEIZ			
PARAMÈTRES	DIM.	NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)		NB. POINTS	NB. < LQ	LIMITES DE QUANTIFICATION (LQ)	
PARAMETER	EIN- HEIT	ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)		ANZ. MST.	ANZ. < BG	BESTIMMUNGSGRENZEN (BG)	
2,4 D	µg/l	4	4	0,03					
ACÉTOCHLORE / ACETOCHLOR	µg/l								
ALACHLORE / ALACHLOR	µg/l								
ALDICARBE / ALDICARB	µg/l								
AMINOTRIAZOLE / AMINOTRIAZOL	µg/l								
AMPA	µg/l	5	5	0,03					
BENTAZONE / BENTAZON	µg/l	24	19	0,03					
BUTRALINE / BUTRALIN	µg/l								
CARBOFURAN	µg/l								
CYMOXANIL	µg/l								
DICAMBA	µg/l								
FLUQUINCONAZOLE / FLUQUINCONAZOL	µg/l								
GLYPHOSATE / GLYPHOSAT	µg/l	5	5	0,03					
IMIDACLOPRIDE / IMIDACLOPRID	µg/l								
IOXYNIL / JOXYNIL	µg/l								
MÉCOPROP / MECOPROP	µg/l	24	21	0,03					
MERCAPTODIMÉTHUR / METHIOCARB	µg/l								
MÉTALAXYL / METALAXYL	µg/l								
MÉTAMITRONE / METAMITRON	µg/l	4	4	0,03					
MÉTHOMYL / METHOMYL	µg/l								
MÉTOLACHLORE / METOLACHLOR	µg/l	24	20	0,04					
MÉTRIBUZINE / METRIBUZIN	µg/l								
NICOSULFURON	µg/l								
NONYLPHÉNOL / NONYLPHENOL	µg/l								
OXADIXYL	µg/l								
PROPACHLORE / PROPACHLOR	µg/l								
SULCOTRIONE / SULCOTRION	µg/l								
TEBUTAME / TEBUTAM	µg/l								
TRIFLURALINE / TRIFLURALIN	µg/l								
1,1,1-TRICHLOROÉTHANE / 1,1,1-TRICHLORETHAN	µg/l	14	14	0,1		1	1	NC/NB	
CHLOROFORME / TRICHLORMETHAN	µg/l	14	13	0,1		36	4	0,02	NC/NB
CIS 1,2-DICHLOROÉTHYLÈNE / CIS 1,2-DICHLORETHEN	µg/l	14	14	5					
DICHLOROPROPÈNE / DICHLOROPROPEN (CIS + TRANS)	µg/l								
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE / TETRACHLORETHEN	µg/l	14	14	0,1		36	1	0,1	
TÉTRACHLORURE DE CARBONE / TETRACHLORMETHAN	µg/l	14	14	0,1	0,05				
TRICHLOROÉTHYLÈNE / TRICHLORETHEN	µg/l	14	12	0,1		36	1	NC/NB	
ARSENIC / ARSEN	µg/l	201	159	2		22	12	5	1 0,5
BENZÈNE / BENZOL	µg/l	14	14	1					
HEXACHLOROBENZÈNE / HEXACHLOROBENZOL	µg/l								
HEXACHLOROBUTADIÈNE / HEXACHLOROBUTADIEN	µg/l								
TERT-OCTYPHENOL	µg/l								
DTPA	µg/l								
EDTA	µg/l					14	6	0,5	
NTA	µg/l					5	5	NC/NB	

NB: Nicht bekannt

Die jeweils am häufigsten vorkommende Bestimmungsgrenze ist fett gedruckt

In dieser Tabelle wurden nur die Bestimmungsgrenzen berücksichtigt, die die Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenzen betreffen.

A.3 PRISE EN COMPTE DES VALEURS STATISTIQUES

Pour la plupart des paramètres physico-chimiques classiques, par opposition aux micropolluants, la valeur moyenne et la valeur médiane ont été prises en compte dans l'exploitation des résultats. Les tableaux statistiques en annexe A.1 font également référence aux percentiles.

Moyenne

La moyenne n'est donnée que dans le cas où plus de 50 % des résultats d'analyses sont « positifs ».

La moyenne est souvent sujette à caution, car elle prend en compte des valeurs inférieures à la limite de quantification (< LQ).

Pour le calcul de la moyenne, plusieurs solutions sont possibles pour prendre en compte ces valeurs inférieures à la limite de quantification. On peut retenir soit la valeur absolue de la limite de quantification, soit la moitié de cette valeur, soit la valeur 0, aucune méthode n'étant établie de manière générale.

Pour l'exploitation statistique des résultats (Annexe A.1), il est convenu que sera prise en compte la valeur absolue de la limite de quantification.

Percentiles (P10, P25, P50/Médiane, P75, P90)

Dans ce type d'évaluation, les valeurs mesurées sont classées par ordre croissant, les valeurs inférieures à la limite de quantification sont prises en compte selon la valeur absolue de la limite de quantification. La médiane ou percentile 50 (P50) est la valeur pour laquelle 50 % des valeurs sont supérieures à celle-ci et 50 % des valeurs lui sont inférieures. A titre d'exemple, P10 est la valeur pour laquelle 10 % des valeurs mesurées sont inférieures, 90 % sont supérieures.

A.3 VERWENDUNG DER STATISTISCHEN WERTE

Bei den meisten klassischen physikalisch-chemischen Parametern wird der Mittelwert und Medianwert in den Auswertungen angegeben. In den statistischen Tabellen im Anhang A.1 werden auch die Rangstatistiken erwähnt.

Mittelwert (MW)

Der Mittelwert wird in den statistischen Übersichten nur angegeben, falls über 50 % aller Werte positive Befunde sind.

Der Mittelwert ist mit Vorsicht zu bewerten, da auch Befunde kleiner Bestimmungsgrenze (< BG) in die Berechnung eingehen.

Bei der Berechnung des Mittelwerts gibt es mehrere Möglichkeiten die Befunde kleiner Bestimmungsgrenze zu berücksichtigen. So können Befunde kleiner Bestimmungsgrenze entweder mit dem absoluten oder halben Wert der Bestimmungsgrenze oder mit dem Wert 0 berücksichtigt werden, dies ist nicht allgemein gültig festgelegt, sondern ist eine Sache der jeweiligen Vereinbarung.

Für die hier vorliegenden statistischen Auswertungen (Anhang A.1) wurde vereinbart, dass Werte kleiner Bestimmungsgrenze mit dem absoluten Wert der Bestimmungsgrenze berücksichtigt werden.

Rangstatistik (P10, P25, P50/Median, P75, P90)

Bei rangstatistischen Auswertungen werden die Daten aufsteigend sortiert, die Befunde kleiner Bestimmungsgrenze werden mit dem absoluten Wert der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Der Median oder 50. Perzentil (P50) ist der Wert in der Mitte der sortierten Datenreihe, d.h. 50 % der Werte sind größer als der Median und 50 % der Messwerte sind kleiner. Das 10. Perzentil (P10) ist also der Wert, der von 10 % aller Werte unterschritten und von 90 % überschritten wird.

Pour l'interprétation de ces valeurs, il faut tenir compte des points suivants :

- Quand les valeurs sont réparties de manière symétrique (par ex. si les valeurs ont une distribution gaussienne : la plupart des valeurs se trouvent dans le domaine des concentrations moyennes et si la part des valeurs extrêmes est faible), la valeur moyenne est identique à la valeur médiane.
- Dans le cas d'une distribution avec des valeurs erratiques élevées (ou faibles) (c'est-à-dire s'il existe beaucoup de valeurs faibles et quelques valeurs très élevées, ou l'inverse), la médiane est plus significative que la valeur moyenne car elle est moins sensible aux valeurs erratiques. La notion de médiane est donc ici plus adaptée, car elle est moins sensible aux anomalies et aux valeurs extrêmes.

La comparaison entre la valeur moyenne et la valeur médiane permet ainsi d'avoir une idée de la distribution des valeurs. Si la valeur moyenne est sensiblement plus élevée que la valeur médiane, cela signifie que des valeurs extrêmes très élevées ont été mesurées (cas des chlorures par ex.).

Dans le cas d'une répartition irrégulière des valeurs, la notion de médiane est cohérente : elle est plus significative pour une comparaison temporelle des valeurs.

Bei der Interpretation dieser Werte sind folgende Punkte zu beachten:

- Wenn die Daten symmetrisch (ideal) verteilt sind (z.B. Gaußverteilung: die meisten Werte befinden sich im Bereich mittlerer Konzentrationen und der Anteil der höheren und niedrigeren Konzentrationen nimmt gleichermaßen ab), ist der Mittelwert gleich dem Medianwert.
- Bei einer links- oder rechtsschiefen Verteilung mit hoher Variabilität der Extremwerte (d.h. es liegen viele niedrige Konzentrationen aber vereinzelte sehr hohe Konzentrationen – oder umgekehrt - vor) ist der Median aussagekräftiger als der Mittelwert, da er weniger von Ausreißern beeinflusst wird. Der Median ist hier also geeigneter, da er unempfindlicher gegenüber hohen Variabilitäten bei einzelnen Extremwerten ist.

Der Vergleich von Mittelwert und Median gibt somit auch Hinweise auf die Form der Verteilung. Zum Beispiel kommen in einem Datenkollektiv, bei dem der Mittelwert deutlich höher ist als der Medianwert, sehr hohe Extremwerte vor (z.B. bei Chlorid).

Wenn die Werte innerhalb eines Datenkollektivs nicht gleichmäßig verteilt sind, wird der Medianwert verwendet, welcher bei einem zeitlichen Vergleich der Werte aussagekräftiger ist.

A.4 LIMITES DE QUALITÉ

Depuis le 16 janvier 2007 est entrée en vigueur une directive européenne sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration (2006/118/CE) qui définit des normes de qualité pour les eaux souterraines. Cependant elle ne concerne à ce jour que les concentrations en nitrates et en produits phytosanitaires, les normes pour ces deux types de substances étant égales aux limites de qualité exigées pour l'eau potable.

Ainsi, comme pour l'Inventaire 1997, ce sont les limites de qualité pour l'eau potable définies par l'Union Européenne qui ont été retenues pour la comparaison et l'interprétation des données.

La valeur de paramètre définie dans la « Directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine » du 3 novembre 1998 (98/83/CE) a été utilisée pour l'exploitation statistique des résultats d'analyses. Dans le cas où celle-ci n'existe pas, une limite nationale est utilisée. La valeur de paramètre (ou la limite de potabilité) prise en compte est reportée dans les tableaux A.1.1 à A.1.6 (troisième colonne). Elle est utilisée dans le calcul du nombre ou du pourcentage de points de mesures dont la valeur est supérieure à cette limite.

Les différentes limites de qualité pour les eaux potables en vigueur dans l'Union Européenne, en France, en Allemagne et en Suisse, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Ces valeurs ont été extraites des directives et des réglementations suivantes :

A.4 GRENZWERTE

Seit 16. Januar 2007 ist eine EU-Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (2006/118/EG) in Kraft, in der die Qualitätsnormen für Grundwasser festgelegt sind. Diese ist jedoch aktuell nur für den Nitrat- und den Pflanzenschutzmittelgehalt relevant; die Normvorgaben für diese beiden Substanzen decken sich hier jeweils mit dem Grenzwert für Trinkwasser.

Wie bei der Bestandsaufnahme 1997 wird beim Vergleich und der Interpretation der Daten auf die von der Europäischen Union vorgegebenen Grenzwerte für Trinkwasser Bezug genommen.

Für die statistischen Auswertungen wird der EU-Parameterwert der „Richtlinie des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ vom 3. November 1998 (98/83/EG) zugrunde gelegt. Falls ein solcher nicht existiert, wird ein nationaler Grenzwert verwendet. Der verwendete Parameterwert (oder Grenzwert) ist in den Tabellen A.1.1 bis A.1.6 (dritte Spalte) aufgeführt und wird bei der Angabe der Anzahl oder des Anteils der Messwerte über diesem Grenzwert berücksichtigt.

Eine Gegenüberstellung der für Trinkwasser geltenden Werte in der EU-Richtlinie, Frankreich, Deutschland und der Schweiz befindet sich in der folgenden Tabelle.

Die Werte wurden den folgenden Richtlinien und Verordnungen entnommen:

Au niveau européen :

- Directive 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine du 3 novembre 1998 n° 98/83/CE.
- Directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration (dite « directive fille »).

Pour la France :

- Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

Pour l'Allemagne :

- Décret du 21 Mai 2001 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Pour la Suisse :

- Ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires du 26 juin 1995 (Etat au 27 mars 2002).
- Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998.
Dans cette réglementation suisse, des « recommandations pour les eaux souterraines utilisées ou destinées à l'alimentation en eau potable » sont formulées, concernant 11 substances ou groupes de substances. Ces recommandations sont mentionnées dans la colonne « remarques » du tableau A.4.

In Europa:

- Richtlinie 98/83/EG über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998.
- Richtlinie 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung vom 12. Dezember 2006 (die sogenannte „Tochterrichtlinie“).

In Frankreich:

- Verordnung 2001-1220 vom 20. Dezember 2001 über Wasser für den menschlichen Gebrauch, ausschließlich der natürlichen Mineralwässer.

Im Deutschland:

- Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001.

In der Schweiz:

- Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln vom 26. Juni 1995 (Stand am 27 März 2002).
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998.
In dieser schweizerischen Verordnung sind „zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist“ für 11 Stoffe und Stoffgruppen aufgeführt. In Tabelle A.4 sind diese Anforderungen in der Spalte „Bemerkungen“ erwähnt.

Tableau A.4 : Synthèse des seuils concernant l'eau potable

Tabelle A.4: Zusammenstellung der für Trinkwasser gültigen Werte

PARAMÈTRE PARAMETER	DIM. EINHEIT	UNION EUROPÉENNE 1998 (UE98)	VP PW	FRANCE (F)		ALLEMAGNE (D)		SUISSE (CH)		REMARQUES BEMERKUNGEN
		EUROPÄISCHE UNION 1998 (EU98)		RQual RW	LQual GW	VI IW	LP GW	VT TW	LP GW	
Température / Temperatur	°C	-	-	25	-	-	-	-	-	
Conductivité à 20°C / El. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	2500 (20°C)	-	[180 ; 1000] (20°C)	-	2500 (20°C)	-	-	-	
Valeur de pH / pH-Wert	-	[6,5 ; 9,5]	-	[6,5 ; 9,0]	-	[6,5 ; 9,5]	-	-	-	
Oxygène dissous / Sauerstoff	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Saturation O2 / Sauerstoffsättigung	%	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dureté totale / Gesamthärte	mg/l Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hydrogénocarbonates / Hydrogencarbonat	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
TAC / Säurekapazität	mmol/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Calcium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Magnésium / Magnesium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sodium / Natrium	mg/l	200	-	200	-	200	-	-	-	
Potassium / Kalium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nitrates / Nitrat	mg/l	-	50	-	50	-	50	40	-	CH: pour les eau sout./pot., limite demandée = 25 mg/l / Anforderung an GrW = 25 mg/l
Ammonium	mg/l	0,5	-	0,1	-	0,5	-	0,1	-	F: si l'ammonium est d'origine naturelle, LQual=0,5 mg/l / Wenn es sich um NH4 natürliche Herkunft handelt, GW=0,5 mg/l ; CH: pour des eaux en conditions oxydantes, VT=0,1 mg/l ; si en conditions anoxiques VT=0,5 mg/l / Anforderung an oxidierende Bedingungen = 0,1 mg/l ; sonst TW=0,5 mg/l
Nitrites / Nitrit	mg/l	-	0,5	-	0,5	-	0,5	0,1	-	D: En sortie des centres de distribution des eaux, LP=0,1 mg/l / Am Ausgang des Wasserwerks GW=0,1 mg/l
Chlorures / Chlorid	mg/l	250	-	250	-	250	-	-	-	F: pour les eau sout./pot., limite demandée = 200 mg/l / Anforderung an GrW/TW = 200 mg/l ; CH: pour les eau sout./pot., limite demandée = 40 mg/l / Anforderung an GrW = 40 mg/l
Sulfates / Sulfat	mg/l	250	-	250	-	240	-	-	-	CH: pour les eau sout./pot., limite demandée = 40 mg/l / Anforderung an GrW = 40 mg/l
Bore / Bor	mg/l	-	1	-	1	-	1	-	-	
Fer total / Eisen	mg/l	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,3	-	
Manganèse / Mangan	mg/l	0,05	-	0,05	-	0,05	-	0,05	-	
Baryum / Barium	mg/l	-	-	-	0,7	-	-	-	-	
Phosphore total / Gesamtphosphor	mg/l P	-	-	-	-	-	-	1,00	-	CH: uniquement pour l'eau potable chaude / nur in warmem Trinkwasser
Orthophosphates / Orthophosphat	mg/l	-	-	-	-	-	-	1,00	-	CH: uniquement pour l'eau potable chaude ; calculé en phosphore / nur in warmem Trinkwasser; berechnet als Phosphor
COD / DOC	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	CH: pour les eau sout./pot., limite demandée = 2 mg/l C / Anforderung an GrW = 2 mg/l C
COT / TOC	mg/l	-	-	2	-	-	-	-	-	
Atrazine / Atrazin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Cyanazine / Cyanazin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Déséthylatrazine / Desethylatrazin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Désisopropylatrazine / Desisopropylatrazin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Simazine / Simazin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Terbutylazine / Terbutylazin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Chlortoluron	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Diuron	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Isoproturon	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Linuron	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
alpha HCH	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
beta HCH	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
delta HCH	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Endosulfan	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Lindane / Lindan	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Chlorfenvinphos	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Chlorpyrifos	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Dichlorvos	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Disulfoton	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Ethopropos	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Fénitrothion / Fenitrothion	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
2,4 D	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Acétochlore / Acetochlor	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Alachlore / Alachlor	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	

PARAMÈTRE PARAMETER	DIM. EINHEIT	UNION EUROPÉENNE 1998 (UE98)		FRANCE (F)		ALLEMAGNE (D)		SUISSE (CH)		REMARQUES BEMERKUNGEN
		VI IW	VP PW	RQual RW	LQual GW	VI IW	LP GW	VT TW	LP GW	
Aldicarbe / Aldicarb	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Aminotriazole / Aminotriazol	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Ampa	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Bentazone / Bentazon	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Butraline / Butralin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Carbofuran	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Cymoxanil	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Dicamba	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Fluquinconazole / Fluquinconazol	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Glyphosate / Glyphosat	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Imidaclopride / Imidacloprid	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Ioxynil / Joxynil	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Mécoprop / Mecoprop	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Mercaptodiméthure / Methiocarb	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Métalaxyl / Metalaxyl	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Métamitron / Metamitron	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Méthomyl / Methomyl	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Métolachlore / Metolachlor	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Métribuzine / Metribuzin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Nicosulfuron	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Nonylphénol / Nonylphenol	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	
Oxadixyl	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Propachlore / Propachlor	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Sulcotrione / Sulcotrion	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Tebutame / Tebutam	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Trifluraline / Trifluralin	µg/l	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	-	
Somme des pesticides / Summe der PBSM	µg/l	-	0,5	-	0,5	-	0,5	0,5	-	
1,1,1-trichloroéthane / 1,1,1-Trichlorethan	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	2000	CH: pour les sout/pot., limite demandée = 1µg/l par substance des OHV / Anforderung an GrW/TW = 1 µg/l je Einzelstoff der LHKW
Chloroforme / Trichlormethan	µg/l	-	100	-	100	-	50	-	40	UE98/EU98 & F & D: ensemble des Trihalogénométhane / Trihalogenmethane insgesamt
Cis 1,2-dichloroéthylène / Cis 1,2-Dichlorethen	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	50	
Dichloropropène / Dichloropropen (cis + trans)	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tétrachloroéthylène / Tetrachlorethen	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	40	
Tétrachlorure de carbone / Tetrachlormethan	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	2	
Trichloroéthylène / Trichlorethen	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	70	
Somme trichloroéthylène et tétrachloro-éthylène / Summe Trichlorethen und Tetrachlorethen	µg/l	-	10	-	10	-	10	8	-	CH : somme (exprimée en chlore) de tous les OHV, avant traitement au chlore. VT après traitement=20 µg/l Cl / CH: Summe, berechnet als Chlor; aus Umweltkontamination stammend. Wenn Wasser gechlort wurde :TW = 20 µg/l Cl
Arsenic / Arsen	µg/l	-	10	-	10	-	10	-	50	
Benzène / Benzol	µg/l	-	1	-	1	-	1	1	-	
Hexachlorobenzène / Hexachlorbenzol	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hexachlorobutadiène / Hexachlorbutadien	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tert-Octyphenol	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
DTPA	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	
EDTA	µg/l	-	-	-	-	-	-	5	200	
NTA	µg/l	-	-	-	-	-	-	3	200	

Abréviations / Abkürzungen:

VI : valeur indicative

VP : valeur de paramètre

RQual : référence de qualité

LQual : limite de qualité

LP : limite de potabilité

VT : limite de tolérance

eau sout/pot. : eaux souterraines, utilisées comme eau potable

IW:Indikatorwert

PW:Parameterwert

RW:Richtwert

GW:Grenzwert

TW:Toleranzwert

GrW/TW:Grundwässer, die als Trinkwasser genutzt wird

Les nombres en gras correspondent aux limites qualité prises pour base pour les traitements statistiques et les cartes. / Fettgedruckte Zahlen: Grenzwerte, die den statistischen Auswertungen und Karten zugrunde gelegt wurden.

Pour la France et l'Allemagne, les nombres en rouge correspondent aux limites de qualité différentes de celles de la directive européenne. / Redgedruckte Zahlen: französischen oder deutschen Grenzwerte, die mit den europäischen Grenzwerte differieren.

Des explications concernant ce tableau se trouvent en annexe A.4 / Erklärungen zu dieser Tabelle befinden sich im Anhang A.4

A.5 SOMMES DE CONCENTRATIONS

Les sommes de concentrations ont été prises en compte pour l'exploitation des résultats concernant les organohalogénés volatils (OHV) et les produits phytosanitaires, pour lesquels il existe des limites de qualité. Dans le cadre du présent inventaire, la somme a été calculée suivant la méthode utilisée dans la banque de données des eaux souterraines du Bade-Wurtemberg pour la « somme des OHV d'après la réglementation sur l'eau potable » :

- Si tous les résultats sont inférieurs à la limite de quantification ($< LQ$), la somme est inférieure à la limite de quantification la plus élevée (somme $< LQ_{max}$).
- S'il y a au moins un résultat « positif », les autres valeurs inférieures à la limite de quantification ne sont pas prises en compte. La somme est obtenue par simple addition de toutes les valeurs quantifiées, même si cette somme reste inférieure à la limite de quantification la plus élevée.

Les paramètres « sommes » mesurés sur différents points de prélèvements ne peuvent être comparés entre eux que si, sur tous ces points de mesures, les mêmes paramètres sont pris en compte dans la somme. Si sur un point de mesures, l'analyse sur un composé n'a pas été réalisée, cette somme ne doit en principe pas être calculée.

Afin de pouvoir, dans le cadre de l'inventaire, représenter quand même certaines valeurs positives, des sommes de concentrations ont été calculées sur certains points même en l'absence d'un des paramètres, lorsque ce paramètre était rarement détecté en général, en considérant que la probabilité qu'il soit détecté sur ces points était faible. Il faut ainsi admettre que la somme considérée prend en compte les concentrations les plus importantes. La somme pourrait cependant être plus élevée pour certains points de mesures si l'on avait pris en compte l'ensemble des valeurs. Ceci est à prendre en considération dans l'interprétation des cartes représentant des sommes de paramètres.

A.5 SUMMEN- KONZENTRATIONEN

Summenkonzentrationen werden in der Auswertung für LHKW und PBSM angegeben. Für diese Stoffgruppen bestehen auch für die Summen gültige Grenzwerte. Im Rahmen der grenzüberschreitenden Bestandsaufnahme wurden die Summen nach dem in der Grundwasserdatenbank Baden-Württemberg angewandten Rechenverfahren für die „Summe LHKW nach Trinkwasserverordnung“ berechnet:

- Sind alle Befunde kleiner als die Bestimmungsgrenze ($< BG$) ist die Summe kleiner als die höchste angegebene Bestimmungsgrenze (Summe $< BG_{max}$).
- Wenn mindestens ein positiver Befund gemessen wurde, bleiben alle Wert unter der Bestimmungsgrenze unberücksichtigt. Die Summe entspricht der einfachen Addition aller quantifizierbaren Werte, auch wenn der Summenwert noch unter der größten vorkommenden Bestimmungsgrenze liegt.

Die Summenparameter an verschiedenen Messstellen dürfen nur miteinander verglichen werden, wenn an allen Messstellen die gleichen Parameter in die Summe eingehen. Liegt für einen Stoff an einer Messstelle keine Analyse vor, darf die Summe streng genommen nicht berechnet werden.

Um dennoch gemessene positive Befunde im Rahmen der Bestandsaufnahme darstellen zu können, wurde die Summe auch aus weniger Parametern gebildet, wenn für den fehlenden Stoff generell sehr wenig positive Befunde vorliegen. Es ist also anzunehmen, dass die berechnete Summe die wichtigsten Konzentrationen erfasst. Dennoch könnte an manchen Messstellen die tatsächliche Summe, wenn man alle Werte gemessen hätte, etwas höher liegen. Dies ist bei der Interpretation von Summenkarten zu berücksichtigen.

CONTENU DU CD-ROM / INHALT DES CD-ROMS

- Rapport final, 380 p. / Der Projektbericht, 380 S.
- Brochure bilingue transfrontalière (Conférence de presse, Strasbourg, 7 mars 2005) / Zweisprachige grenzüberschreitende Broschüre (Presse-konferenz, Strasbourg, 7. März 2005)
- Brochure en langue française - plaine d'Alsace et Sundgau (Conférence de presse, Strasbourg, 13 juillet 2004) / Französische Broschüre – Elsässische Rheinebene und Sundgau (Pressekonferenz, Strasbourg, 13. Juli 2004)
- 61 cartes transfrontalières / 61 grenzüberschreitenden Karten:

- 1 carte des régions géographiques / 1 Karte der naturräumlichen Einheiten

Partie superficielle de la nappe rhénane / Oberflächennaher Grundwasserbereich

- 1 carte du réseau de mesures / 1 Karte des Messnetzes
- 52 cartes de qualité listées par paramètre / 52 Qualitätskarten beim Parameter aufgelistet:

PARAMÈTRES CLASSIQUES / KLASSISCHE PARAMETER

- Ammonium
- Baryum / Barium
- Bore / Bor
- Calcium
- Chlorures / Chlorid
- Chlorures (représentation surfacique) / Chlorid (flächenhafte Darstellung)
- Carbone organique dissous (COD) / Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)
- Conductivité à 20°C / Elektrische Leitfähigkeit bei 20°C
- Dureté totale / Gesamthärte
- Fer / Eisen
- Hydrogénocarbonates / Hydrogencarbonat
- Magnésium / Magnesium
- Manganèse / Mangan
- Nitrates / Nitrat
- Nitrates (représentation surfacique) / Nitrat (flächenhafte Darstellung)
- Nitrites / Nitrit
- Orthophosphates / Orthophosphat
- Oxygène dissous / Gelöster Sauerstoff
- pH
- Phosphore total / Gesamtphosphor

- Potassium / Kalium
- Sodium / Natrium
- Sulfates / Sulfat

PRODUITS PHYTOSANITAIRES / PBSM

Triazines / Triazin

- Atrazine / Atrazin
- Déséthylatrazine / Desethylatrazin
- Désisopropylatrazine / Desisopropylatrazin
- Simazine / Simazin
- Terbutylazine / Terbutylazin *

Urées substituées / Phenylharnstoffe

- Chlortoluron *
- Diuron
- Isoproturon *
- Linuron *

Composés organo-chlorés / Organochlorierte Substanzen

- Lindane / Lindan *
- Autres / Weitere
- Alachlore / Alachlor *
- Bentazone / Bentazon
- Mécoprop / Mecoprop *
- Métalaxyl / Metalaxyl *
- Métolachlore / Metolachlor
- Tébutame / Tebutam *

Sommes / Summen

- Dégradation de l'atrazine / Abbau von Atrazin
- Présence d'atrazine et de ses métabolites / Nachweis von Atrazin und seinen Abbauprodukten

- Présence de produits phytosanitaires / Nachweis von Pflanzenschutzmitteln *
- Présence de produits phytosanitaires hors atrazine et ses métabolites / Nachweis von Pflanzenschutzmitteln außer Atrazin und seinen Abbauprodukten
- Somme Atrazine et ses métabolites / Summe Atrazin und seine Abbauprodukte
- Somme des triazines / Summe der Triazine *

ORGANO-HALOGÉNÉS VOLATILS (OHV) / LEICHTFLÜCHTIGE HALOGEN-KOHLLENWASSERSTOFFE (LHKW)

- 1,1,1-Trichloroéthane / 1,1,1-Trichlorethan *
- Chloroforme / Trichlormethan
- Tétrachloroéthylène / Tetrachlorethen
- Trichloroéthylène / Trichlorethen
- Somme trichloroéthylène et tétrachloroéthylène / Summe Trichlorethen und Tetrachlorethen

MÉTAUX LOURDS / SCHWERMETALLE

- Arsenic / Arsen

QUALITÉ DE LA RESSOURCE / GRUNDWASSERQUALITÄT

- Qualité de la ressource au regard des critères communs de potabilité / Grundwasserqualität bezüglich gemeinsamer Kriterien für Trinkwasser

Partie profonde de la nappe rhénane / Tiefer Grundwasserbereich

- 1 carte du réseau de mesures sur les piézomètres profonds / 1 Karte des Messnetzes der tiefen Messstellen

SECTEUR NORD DE LA ZONE D'ÉTUDE / NÖRDLICHER TEIL DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

- 1 carte du réseau de mesures / 1 Karte des Messnetzes

SECTEUR SUD DE LA ZONE D'ÉTUDE / SÜDLICHER TEIL DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

- 1 carte du réseau de mesures / 1 Karte des Messnetzes
- 4 cartes de qualité / 4 Qualitätskarten:
 - Nitrates / Nitrat
 - Chlorures / Chlorid

- Atrazine, déséthylatrazine et désisopropylatrazine / Atrazin, Desethylatrazin und Desisopropylatrazin
- Composés organo-halogénés volatils / Leichtflüchtige Halogen-Kohlenwasserstoffe

* Cartes non présentées dans le rapport final / Karten die im Projektbericht nicht stehen

Maître d'ouvrage / Projektträger

Région Alsace

Partenaires financiers / Finanzpartner

Région Alsace

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT)

Agence de l'eau Rhin-Meuse (AERM)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

Service géologique régional Alsace (BRGM)

Partenaires associés / Kooperationspartner

Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Süd Rheinland-Pfalz

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)

Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft

Regierungspräsidium Freiburg – Abt. 9 LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau)

Assistance à la maîtrise d'ouvrage / Unterstützung der Projektleitung

Association pour la protection de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace (APRONA)

PARTENAIRES DU PROJET PROJEKTPARTNER

2002 / 2003



Rheinland-Pfalz



Basel-Stadt



Basel-Landschaft



REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Assistance à la maîtrise d'ouvrage / Unterstützung der Projektleitung :
Association pour la protection de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace (APRONA)



Région Alsace

1, place du Wacken – B.P. 91006 – 67070 Strasbourg Cedex
Tél. 03 88 15 68 67 – Fax 03 88 15 68 15
Site Internet : www.region-alsace.eu

Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur
Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben