Détermination du fond géochimique pour les métaux dissous dans les eaux de surface continentales. Rapport final

A. Chandesris, J. Canal, Marina Coquery, N. Bougon

▶ **To cite this version:**

A. Chandesris, J. Canal, Marina Coquery, N. Bougon. Détermination du fond géochimique pour les métaux dissous dans les eaux de surface continentales. Rapport final. [Rapport de recherche] irstea. 2013, pp.231. hal-02599390

HAL Id: hal-02599390
https://hal.inrae.fr/hal-02599390

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

2012 – **Thème - Contaminants chimiques**
Action 47- Détermination du fond géochimique pour les métaux dans les eaux de surface continentales

Détermination du fond géochimique pour les métaux dissous dans les eaux continentales

Rapport final

André CHANDESRIS, Jonathan CANAL, Marina COQUERY (Irstea)

Nolwenn BOUGON (Onema)

Mai 2013

- **AUTEURS**

André CHANDESRIS, Ingénieur (Irstea), andre.chandesris@irstea.fr

Jonathan CANAL, Ingénieur d'étude (Irstea)

Nolwenn BOUGON, Ingénieur de Recherche (Onema), nolwenn.bougon@onema.fr

Marina COQUERY, Directrice de Recherche (Irstea), marina.coquery@irstea.fr

- **CORRESPONDANTS**

Irstea : Marina COQUERY, Directrice de Recherche, marina.coquery@irstea.fr
Onema : Pierre-François STAUB, Chargé de mission, pierre-francois.staub@onema.fr

- **REFERENCE DU DOCUMENT :**

Chandesris A., J. Canal, N. Bougon, M. Coquery. (2013). Détermination du fond géochimique pour les métaux dissous dans les eaux continentales. Rapport final. Irstea. 65 p + Annexes (231 p.)

Droits d'usage : accès libre
Niveau géographique : national
Couverture géographique : France
Niveau de lecture : professionnels, experts

- **RESUME**

L'Union Européenne, à travers la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), demande aux états membres d'atteindre le bon état chimique et écologique des masses d'eau d'ici à 2015. Afin d'éviter le déclassement injustifié des masses d'eau en raison d'une concentration naturelle élevée en métaux, la DCE autorise la prise en compte des fonds géochimiques en métaux dissous lors de l'évaluation des résultats obtenus au regard des normes de qualité environnementale (NQE).

Ce document présente les travaux menés sur l'identification des fonds géochimiques pour les métaux dissous dans les eaux de surface continentales (cours d'eau).

Un premier travail de synthèse a permis d'alimenter la réflexion sur la définition d'une méthodologie pour identifier les fonds géochimiques et notamment de réfléchir sur la qualité des données requise. Un travail de prise de contact et d'investigation a été mené auprès des six agences de l'eau, afin de recueillir des données sur les sites déclassés du réseau de contrôle de surveillance (RCS) par rapport aux NQE. Une étude sur la qualité des données du RCS (2009-2010) pour 8 métaux (4 métaux prioritaires et 4 métaux de l'état écologique) montre que ces données ne sont pas toutes conformes aux exigences de la directive QA/QC en termes de limite de quantification (LQ ≤ 30% de la NQE), et ne permettent donc pas d'identifier de façon fiable l'état qualitatif des sites surveillés. Puis une analyse critique des implications des exigences de la Directive QA/QC en terme de limite de quantification a été réalisée avec des données de concentrations de référence issues du FOREGS (données acquises avec de très faibles LQ). Cette étude a montré que si l'on applique les LQ exigées par la directive QA/QC à ce jeu de données, les données résultantes ne permettent pas d'identifier les fonds géochimiques à partir de ce jeu de données « dégradées », sauf pour le Cu et le Zn.

Dans un deuxième temps, une analyse des données du RCS communiquées par les Agences de l'Eau en métaux dissous dans les eaux de surface a permis de valoriser celles-ci en proposant une cartographie de niveaux de fonds géochimiques, pour les données exploitables, selon leur qualité et leur répartition. Cette cartographie est présentée et discutée pour les 8 métaux ciblés.

Enfin, ce document propose une méthodologie de quantification des fonds géochimiques tant sur le plan de la stratégie d'échantillonnage que sur le plan analytique, en valorisant au mieux les connaissances acquises à ce jour, en conservant un objectif de faisabilité opérationnelle pour les gestionnaires.

- **MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)**
  Fond géochimique, métaux dissous, eaux de surface continentale, norme de qualité environnementale, Directive cadre sur l'eau

- **TITLE**

  Determination of geochemical background concentrations for dissolved metals in freshwaters

- **ABSTRACT**

With the adoption of the Water Framework Directive (WFD), the European Union requires Member States to reach a good chemical and ecological status of water bodies in 2015. In order to prevent unjustified disqualification of water bodies due to high natural trace metal concentrations, the WFD authorizes to take into account geochemical background concentrations for dissolved metals for the comparison of monitored data in environmental quality standards (EQS) (i.e., compliance).

This report presents our work on geochemical background identification for dissolved metals in freshwaters (rivers).

A first study enabled to define a methodology for the identification of geochemical background and in particular to define data quality requirements. We investigated monitoring data collected from French Water Agencies. We studied the national survey network (2009-2010) data quality for 8 metals (4 priority metals and 4 metals of ecological status) and showed that available data are not always conform to the QA/QC Directive in terms of limit of quantification (LQ ≤ 30% of EQS); so they do not allow to confidently classify all sites. Then, a critical analysis of the consequences of the QA/QC Directive in terms of LQ requirement was performed using the reference dissolved metal concentrations from the FOREGS project. Our study showed that according to the QA/QC Directive requirements, geochemical background concentrations could not be determined from this "degraded" data set, except for Cu and Zn.

More in-depth data analysis of RCS data on dissolved metals (2009-2010) allowed defining and mapping geochemical background levels for freshwaters (rivers), depending on their quality and spatial coverage. This cartography is presented and thoroughly discussed for the 8 studied metals.

Finally, this report proposes a methodology for the quantification of geochemical background concentrations in terms of sampling strategy and analytical protocols for trace metals, via a better use of existing knowledge while following an operational objective for water managers.

KEY WORDS (THEMATIC AND GEOGRAPHICAL AREA): Geochemical background concentration, dissolved metal, freshwaters, environmental quality standard Water Framework Directive

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

  - **Contexte et objectifs**

La directive cadre sur l'eau (DCE, 2000/60/CE) a établi un cadre pour la protection de la qualité des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux côtières. Le contrôle de l'état chimique et écologique des eaux de surface continentales est basé notamment sur la comparaison des niveaux de concentration d'une sélection de substances chimiques mesurés dans les milieux aquatiques à des normes de qualité environnementale (NQE).

D'après l'arrêté du 25 janvier 2010, 4 métaux sont classés comme substances prioritaires de l'état chimique (Ni, Cd, Pb, Hg) et 4 autres métaux sont définis comme polluants spécifiques de l'état écologique (As, Cr, Cu, Zn). Ces 8 métaux ont des concentrations de fond naturelles qui peuvent varier en fonction de la nature géologique du milieu. Ces concentrations pouvant parfois atteindre des niveaux élevés, la DCE autorise leur prise en compte dans les eaux de surface pour l'évaluation de l'état.

L'objectif général était de définir, pour l'application de la DCE en France, une méthodologie d'identification des fonds géochimiques des métaux dissous.

Une étude bibliographique a mis en évidence le faible nombre et la faible diversité des méthodes existantes pour déterminer un fond géochimique en métal dissous dans les eaux de surface continentales. Parmi l'ensemble des méthodes recensées, la plus utilisée consiste à prélever sur un bassin versant non-anthropisé. Les méthodes peuvent être classées en fonction du type de matrice étudiée ou de l'échelle du site d'étude. Cependant, aucune de ces méthodes n'est facilement applicable pour identifier le fond géochimique en métaux dissous dans les eaux de surface continentales.

La démarche avait initialement été construite dans l'objectif d'une application directe de la DCE : expliquer un déclassement observé par l'existence (et la quantification) d'un fond géochimique. Cette démarche visait à obtenir des valeurs chiffrées pour le fond géochimique sur les sites à risque. Suite aux discussions avec les AE et l'ONEMA, il est apparu que cette démarche pourrait ne pas s'avérer réaliste en l'appliquant à large échelle, et qu'il importait d'en définir le cadre d'utilisation (i.e. démarche systématique, en appui à l'élaboration des programmes de mesure DCE, analyse de situation particulière).

C'est pourquoi, l'objectif initial a été revu et il a été proposé de rechercher en priorité ***une méthodologie permettant de définir un « niveau »*** ou une gamme de concentrations ***de fonds géochimiques en fonction de la géologie sur le territoire métropolitain***. Il n'est pas nécessaire dans le cadre de cette évaluation globale de définir une valeur « exacte » de fond géochimique ; cependant, le niveau d'incertitude de la gamme est à définir.

Enfin, pour la suite de ce travail, ***une méthodologie de quantification des fonds géochimiques*** est proposée.

  - **Qualité des données existantes pour la quantification des valeurs de fonds géochimiques**

Un premier état des lieux de la qualité des données du RCS a été réalisé par rapport aux exigences de la directive QA/QC dans le cas du suivi des métaux dissous dans les cours d'eau, pour les années 2009 ou 2010 (selon les bassins). Les difficultés pour atteindre les exigences de cette directive en terme de limite de quantification (i.e., 30% NQE) concernent principalement 4 métaux : Cd, Cu, Hg et Zn et varient selon les agences. En comparaison, des LQ satisfaisants ces exigences sont plus souvent atteintes pour As, Cr, Ni et Pb. Pour tous les métaux, sauf Hg, il existe au moins une LQ d'un laboratoire qui permet de répondre à ces exigences. ***Ceci tend à démontrer que les exigences requises par la directive QA/QC pour les métaux sont atteignables***.

Nous avons également constaté une hétérogénéité des LQ pour un même métal pour une même agence. Cette hétérogénéité est due à une acquisition de données réalisée par plusieurs laboratoires prestataires. ***Cette hétérogénéité des LQ pour un seul métal rend plus difficile l'interprétation des données acquises, notamment en terme de fiabilité du diagnostic de déclassement.***

A fortiori, les données du RCS sont inexploitables pour quantifier un fond géochimique. En effet, les LQ requises pour quantifier les fonds géochimiques sont généralement faibles par rapport aux LQ recensées auprès des

Agences de l'Eau.

Aussi, les LQ utilisées actuellement dans les réseaux de mesure ne permettent pas de quantifier les fonds géochimiques en métaux dissous, et sont même parfois insuffisantes pour qualifier des niveaux de fond géochimique. Cependant, les conditions d'agrément des laboratoires d'analyses des milieux aquatiques et du domaine de l'eau ont été modifiées récemment et s'appuient sur une liste de nouvelles LQ à respecter, respectant les dispositions de la Directive QA/QC, notamment pour les eaux douces, à dater du 21 janvier 2012. Les nouvelles LQ pour le Ni et Pb sont en conformité avec les exigences de la directive QA/QC et le seront pour le Hg et Cd (seulement pour les classes de dureté 3, 4 et 5) à dater du 15 juillet 2013. Cependant, une proposition de révision à la baisse des NQE du Ni et du Pb vient d'être publiée par la Commission européenne et s'il devient effectif, ce changement n'affecterait pas la validité de la LQ du Ni fixée dans l'agrément, mais la LQ du Pb ne répondrait alors toujours pas aux exigences de la Directive QA/QC.

Ainsi, au vu des LQ actuelles des laboratoires et de celles fixées par la réglementation, l'effort à fournir de la part des laboratoires n'est pas négligeable.

En comparaison, les données de l'étude FOREGS ont une qualité adéquate pour envisager une évaluation quantifiée des fonds géochimiques, dans la mesure où la quasi-totalité des concentrations ont pu être quantifiées.

En conclusion, on retiendra que :

- la qualité analytique des données du FOREGS répond aux besoins pour une quantification du fond géochimique, mais l'échantillonnage limité à un seul prélèvement par station de mesure est insuffisant, de même que le nombre de stations restreint sur le territoire national ;
- les réseaux de mesures DCE, notamment le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS), représentent une densité importante de sites, analysés avec une fréquence soutenue, mais, même avec le respect des exigences de la Directive QA/QC dans un prochain avenir, les limites de quantification correspondant à 30% de la NQE resteront insuffisantes pour une quantification du fond géochimique.

- **Analyse géographique des données en métaux dissous du réseau de contrôle de surveillance (RCS) 2010 et du FOREGS**

L'objectif est d'identifier la faisabilité d'identification de ***niveaux de fond géochimiques*** en métaux dissous dans les cours d'eau pour la France métropolitaine en prenant en compte la variabilité géographique naturelle, décrite avec les hydro-écorégions de deuxième niveau et en ne sélectionnant que les valeurs les moins influencées par des pressions susceptibles de générer des changements de concentration pour le métal ciblé.

Pour cela, l'analyse s'est déclinée en 3 étapes principales :

- validation et traitement des données disponibles ;
- sélection des secteurs géographiques présentant un risque pour l'interprétation des valeurs de concentrations. Cette interprétation se fait par l'analyse des bases de données spatialisées des facteurs de contrôle potentiels des concentrations en métaux (e.g. occupation des sols, activités anthropiques, géologie du substratum) ;
- création des premières cartes de répartition spatiale des concentrations en métaux dissous sur stations soumises à de faible pression anthropique par l'analyse croisée de l'ensemble de ces données géo-référencées.

Une fois la base de données vérifiée, les concentrations en métaux dissous du RCS sont représentées sous la forme d'une ***seule information par station de mesure pour permettre une analyse géographique***. Dans le cadre de notre étude, ***le calcul de concentration moyenne annuelle a été retenu***. En effet, le contrôle des états chimique et écologique des masses d'eau, tel que décrit dans la DCE et demandé aux gestionnaires de l'eau, consiste en une comparaison entre les concentrations moyennes annuelles en métaux dissous et leurs NQE respectives.

A partir des données compilées dans notre base de données sur les métaux dissous dans les eaux de

Surface (cours d'eau), une représentation cartographique a été réalisée afin de visualiser les concentrations moyennes en métaux dissous des sites sélectionnés en fonction des pressions d'origine anthropique. Une carte est présentée par élément trace en annexe, accompagnée d'un commentaire de carte pour chacun des 5 bassins étudiés. Une synthèse de l'exploitation des données RCS est présentée par bassin, puis au niveau national par métal étudié.

Après un bilan du jeu de données disponible et de sa qualité (en particulier la LQ par rapport à la NQE), une description des observations est effectuée de manière différenciée selon le type géologique (sédimentaire, socle – volcanique – mixte). Selon la qualité des données, la densité des sites et la variabilité des concentrations observée par grandes entités géologiques, un résultat est proposé selon les modalités suivantes :

- niveau de fond faible/moyen/fort,
- qualité de données insuffisante,
- quantité de données insuffisante,
- impossibilité de se prononcer car l'échelle de l'analyse n'est pas adaptée à la complexité observée (variabilité forte notamment).

L'analyse des données de concentrations en éléments trace dissous issu des campagnes d'analyse en réseau de 2010 (2009 pour LB) a permis de faire progresser la connaissance des fonds géochimiques pour les eaux de surface pour une partie des métaux, en permettant, notamment, d'identifier des niveaux de fond naturellement faibles.

On peut globalement retenir des niveaux de fonds géochimiques faibles pour les zones sédimentaires quand les données sont quantifiables, et une variabilité croissante dans les zones de socle, mixte et volcanique.

Pour chacun des 8 métaux, on observe un niveau de fond géochimique globalement faible pour le plomb et le nickel, une insuffisance de qualité des données pour le cadmium et le mercure, une difficulté méthodologique pour le cuivre et zinc, et des valeurs variables pour l'arsenic et le chrome, sachant que les marges d'amélioration identifiées (en particuliers le respect des LQ) permettraient, à l'occasion d'un travail ultérieur, d'affiner ce panorama grossier.

De façon générale, l'analyse des données des réseaux de surveillance démontre l'importance de la qualité des données, que ce soit en terme de LQ adaptées, mais également des conditions de prélèvement (absence de contamination pour le zinc notamment), ainsi que la sélection de sites présentant des pressions limitées (cuivre, zinc, mais aussi localement nickel, chrome, voire plomb). Il apparaît que des marges de progrès existent d'amélioration de la qualité analytique (LQ conforme au seuil de 30 % de la NQE de l'élément trace étudié, a minima), selon les métaux et les bassins de gestion des suivis.

De plus, on identifie dès à présent les limites de l'exercice effectué à cette échelle :

- dans les secteurs à géologie complexe, montrant des variabilités naturelles très fortes (en particulier le Massif Central, les Alpes et les Pyrénées), nécessitant alors de recentrer les études à une échelle plus précise, et une expertise géologique plus fine ;
- pour les éléments témoins de pressions anthropiques passées ou diffuses (cuivre, zinc, dans une moindre mesure nickel), pour lesquelles des stratégies adaptées seront parfois nécessaires dans certains secteurs ;
- l'existence de valeurs atypiques d'origine naturelle en contradiction avec des niveaux de fond validés restant toujours possible, en particulier dans les secteurs de massif anciens, ou de secteurs de montagne fortement remaniés.

Cette connaissance partielle concerne les niveaux de fond géochimique, et permet d'identifier un ordre de grandeur des valeurs de concentration par rapport à une NQE considérée.

La quantification du fond géochimique représente un exercice d'une nature bien plus complexe, qui doit se mener à une échelle nécessairement plus localisée.

- **Méthodologie pour la quantification du fond géochimique d'un bassin de référence**

Si l'analyse des données disponibles des réseaux de suivi existants permet de définir partiellement des ***niveaux***

de fond géochimique, il apparaît difficile de déduire de ce type de données des valeurs ***« quantifiées »***. Une évaluation relativement précise des concentrations de fond géochimique s'avère nécessaire tant pour la recherche et le traitement des sources de contamination que pour les justifications nécessaires au rapportage au niveau européen, quand le risque de dépassement de la NQE devient élevé.

L'analyse réalisée à partir des données des réseaux de surveillance montre que, moyennant un effort complémentaire sur la densification des sites de mesure et sur la qualité des données dans certains secteurs, il sera possible d'identifier les secteurs où les niveaux de fond géochimiques sont faibles pour les 8 métaux ciblés. Cela semble correspondre à une grande partie du territoire.

En revanche, certaines zones géographiques, déjà identifiées par les études BRGM de 2006-2007, sont concernées par de fortes variabilités de concentrations naturelles en éléments traces. La quantification du fond géochimique y sera probablement nécessaire.

La quantification du fond géochimique, pour être opérationnelle, repose sur deux éléments principaux :

- la ***stratégie d'échantillonnage***, qui consiste à identifier le périmètre cible, les bassins de référence inclus dans ce périmètre, et l'organisation spatiale des sites de mesure ;
- la ***méthode de prélèvement et d'analyse*** pour les métaux ciblés, dont la qualité devra être optimisée à la hauteur des exigences requises pour quantifier des valeurs faibles, en général inférieures à la NQE visée.

- *Stratégie d'échantillonnage*

En termes d'échelle spatiale, un ***niveau régional*** semble ***adapté aux formations sédimentaires relativement homogènes***. Mais ***dans les secteurs « de socle » ou « mixte », une analyse cartographique fine sur un secteur localisé*** apparait indispensable à une quantification fiable du fond géochimique. La stratégie proposée décrit successivement le périmètre de l'étude à définir, la recherche de bassins versants de référence, c'est-à-dire sans pression anthropique, et si possible le plus homogène possible du point de vue géologique, et enfin le choix des sites de mesure.

Au niveau temporel, dans l'état des connaissances actuelles, on peut considérer que la ***fréquence mensuelle*** (12 prélèvements par an) ***constitue une fréquence adaptée à la quantification de ce niveau de concentrations en contexte naturel***. En ce qui concerne le nombre de campagne de mesure, il apparaît réaliste d'envisager de réaliser des campagnes sur plusieurs années, pour tenir compte, en particulier, des variations hydrologiques.

- *Méthode de prélèvement et d'analyse des métaux dissous dans le but de quantifier des fonds géochimiques*

Ce chapitre propose un cahier des charges sur les méthodes de prélèvement et d'analyse en vue de l'acquisition de données pour ***quantifier des fonds géochimique pour les métaux dissous*** dans les eaux de surface continentales. Ce document reprend et complète, pour ce qui concerne les eaux de surface, la première version d'un guide de prélèvement rédigé par le BRGM dans le cadre des travaux d'AQUAREF (Ghestem et al., 2008). Il précise, dans le cas de l'analyse des éléments traces, certaines recommandations du Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques (Aquaref, 2011).

Ce cahier des charges est une première version susceptible de modification en fonction des orientations qui seront prises au niveau national pour les futures campagnes d'acquisition.

Les étapes critiques du prélèvement sont précisées. Elles incluent notamment des exigences en termes de :
- Maîtrise des contaminations et des blancs de terrain (matériel, flaconnage, filtres, …) ;
- Conditionnement rapide des échantillons sur le terrain (filtration, ajout d'acide pour la conservation, transport, stockage…) ;
- Traçabilité et contrôles qualité.

Pour l'analyse, les exigences concernent :
- Les limites de quantification à atteindre ;

- Les méthodes utilisées (sans être une exigence stricte pour tous les éléments à doser, l'utilisation de la technique ICP-MS est très fortement recommandée pour les métaux ; et la technique CV-AFS pour le mercure) ;
- Les précautions indispensables à respecter et les contrôles qualité.

Un point important de ce document concerne le choix des LQ à exiger. Plusieurs options sont possibles en fonction des objectifs envisagés et un choix doit être fait sur le niveau des performances requis. Dans tous les cas, les LQ exigées pour les différents éléments traces seront faibles Ces LQ orientent fortement le choix des techniques analytiques possibles.

- ***Conclusions***

L'amélioration des pratiques (niveau de LQ compatibles avec l'agrément des laboratoires, homogénéité des données, qualité des conditions de prélèvement) en réseau (RCS notamment) permet d'envisager un gain dans la connaissance des ***niveaux de fond géochimique,*** en particulier pour les valeurs faibles. **En revanche**, une stratégie de programme d'acquisition de données pour la ***quantification des fonds géochimiques*** semble indispensable à élaborer.

Ce programme d'acquisition de données devrait concerner en priorité les secteurs où une forte variabilité spatiale des concentrations naturelles est ou sera identifiée.
En vue de cet objectif de quantification, la qualité (stratégie d'échantillonnage, modes de prélèvement et qualité analytique) devra, pour être efficace et utile, être plus exigeante que les contraintes réglementaires actuelles s'appliquant aux réseaux de suivi nationaux.

Des discussions sont nécessaires au niveau national pour concevoir et coordonner les futurs programmes d'acquisition de données pour l'estimation du fond géochimique.

° *Pour en savoir plus :*

Botta.F, Blanquet. JP, Champion. R, Ferret. C, Guigues. N, Lazzarotto. J, Lepot. B (2010). Impact des opérations de prélèvements sur la variabilité des résultats d'analyses - Essai intercomparaison sur le prélèvement en plan d'eau. Rapport AQUAREF, 122p.

Canal, J., Bougon, N., Chandesris, A. and Coquery, M. (2011). Revue des méthodes de détermination du fond géochimique pour les métaux dissous dans les eaux de surface continentales. Cemagref, 54 p.

Ghestem J.-P., P. Guarini, R. Charpentier (2012). Intercomparaison sur l'analyse des métaux dans l'eau : essai à faibles niveaux de concentration. Rapport final. BRGM/RP-61841-FR, 160p.

Salpeteur, I. and Angel, J.M. (2010). Geochemical baseline data for trace elements in surface water and active sediment from French rivers collected by the FOREGS Geochemical Atlas of Europe (I). Environnement Risques & Sante. 9(2): 121-135.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H. and Blanc, L. (2002). Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Cemagref BEA/LHQ, Lyon. 190 p.

SOMMAIRE

1 Introduction 14
1.1 Contexte 14
1.2 Objectifs de l'étude 14

2 Définition du fond géochimique 15

3 Contexte réglementaire 16
3.1 Définition du bon état – cas des métaux 16
3.2 La prise en compte du fond géochimique dans la DCE 16

4 Les données exploitées 18
4.1 Les sources de données sur les concentrations en métaux dissous dans les eaux de surface et sur les fonds géochimiques 18
4.2 Analyse critique de la qualité des données issues du réseau de contrôle de surveillance (RCS) et du FOREGS 19
4.2.1 Analyse critique de la qualité des données en métaux dissous du réseau de contrôle de surveillance (RCS) des Agences de l'Eau (2009 et 2010) 19
4.2.2 Analyse critique de la qualité des données du FOREGS 20
4.2.3 Comparaison des niveaux de quantification obtenus 21
4.3 Conclusions 22

5 L'analyse spatiale des données de concentration en métaux dissous du Réseau de Contrôle de Surveillance et du FOREGS 23
5.1 Objectif 23
5.2 Les données exploitées et les outils géographiques utilisés 23
5.2.1 Les données du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) 23
5.2.2 Les données du FOREGS 24
5.2.3 Traitement des données de concentrations 24
5.2.4 Corine Land Cover 26
5.2.5 Hydroécorégions de niveau 2 (HER -2) 26
5.3 L'analyse géographique 26
5.3.1 Présélection des stations non impactées par les activités anthropiques 27
5.3.2 Représentation et figurés cartographiques 27
5.3.3 Analyse géographique 27
5.3.4 Les résultats obtenus 28
5.4 Synthèse de l'exploitation des données RCS 2010 et 2009 29
5.4.1 Adour Garonne 29
5.4.2 Artois Picardie 30
5.4.3 Loire Bretagne 31
5.4.4 Rhône Méditerranée Corse 33
5.4.5 Seine Normandie 35
5.4.6 Au niveau national 36
5.4.7 Conclusion générale sur l'exploitation des données réseaux RCS et FOREGS 45
5.5 Conclusion 45

6 Quantification du fond géochimique d'un bassin de référence 46
6.1 Stratégie d'échantillonnage 46
6.1.1 Choix de l'échelle spatiale 46
6.1.2 Périmètre de l'étude 46
6.1.3 Mise en place d'un réseau de sites 47
6.1.4 Choix de l'échelle temporelle 48
6.2 Méthodes de prélèvement et d'analyse 49
6.2.1 Précautions pour éviter la contamination 50
6.2.2 Prélèvement des échantillons d'eau 51
6.2.3 Autres paramètres à analyser 55

6.2.4 Analyses des métaux 56
6.2.5 Assurance qualité 57
6.2.6 Données à fournir 58
6.2.7 Conclusions 58
6.3 Traitement des données 58
7 Conclusions et perspectives 59
Références bibliographiques 61
8 Glossaire 63
9. Sigles & Abréviations 64
Table des illustrations 65
ANNEXES 66
Annexe 1 : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous pour les 6 bassins 67
Annexe 2 : Données du FOREGS sur les métaux dissous dans les cours d'eau en France 75
Annexe 3 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour Garonne 78
Annexe 4 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois Picardie 119
Annexe 5 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Loire Bretagne 160
Annexe 6 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône Méditerranée & Corse 201
Annexe 7 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine Normandie 245
Annexe 7 : Echantillonnage des éléments traces (métaux) en vue de quantifier un fond géochimique Utilisation du jeu de données « Morcille » (Irstea) pour optimiser les fréquences des campagnes de mesures. 287
Remerciements 295

1 Introduction

1.1 Contexte

La directive cadre sur l'eau (2000/60/CE) a établi un cadre pour la protection de la qualité des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux côtières. Le contrôle de l'état chimique et écologique des eaux de surface continentales est basé notamment sur la comparaison des niveaux de concentration d'une sélection de substances chimiques mesurés dans les milieux aquatiques à des normes de qualité environnementale (NQE).

D'après l'arrêté du 25 janvier 2010 (MEEDDM 2010b), 4 métaux sont classés comme substances prioritaires de l'état chimique (Ni, Cd, Pb, Hg) et 4 autres métaux sont définis comme polluants spécifiques de l'état écologique (As, Cr, Cu, Zn). Ces 8 métaux ont des concentrations de fond naturelles qui peuvent varier en fonction de la nature géologique du milieu. Ces concentrations pouvant parfois atteindre des niveaux élevés, la DCE autorise leur prise en compte dans les eaux de surface. Ainsi, la directive fille dite NQE (EC 2008) précise que :

« *Les états membres peuvent, lors de l'évaluation des résultats obtenus au regard des NQE, tenir compte : des concentrations de fond naturelles pour les métaux et de leurs composés, si elles entravent la conformité avec la valeur fixée dans les NQE ; (…)* ».

En théorie, il est donc possible de prendre en compte les valeurs de concentration de fond naturelles ou « fonds géochimiques » lors de la comparaison des concentrations mesurées dans les eaux avec les NQE. Cela permettrait, par exemple, de limiter les risques de déclassement non justifié des masses d'eau pour lesquelles un fond géochimique élevé a été identifié pour un métal donné. Cependant, la connaissance actuelle des fonds géochimiques des métaux dissous dans les eaux de surface est insuffisante pour une application concrète de ce concept.

1.2 Objectifs de l'étude

Notre étude s'inscrit dans ce contexte de la surveillance chimique dans les eaux de surface continentales et s'intéresse aux 4 métaux prioritaires de l'état chimique et aux 4 polluants métalliques spécifiques de l'état écologique dans les eaux de surface continentales en France (métropole). Les concentrations de ces métaux en phase dissoute (filtration <0,45 µm) sont à contrôler et à comparer aux NQE.

L'objectif général est de définir, pour l'application de la DCE en France, une méthodologie d'identification[1] des fonds géochimiques des métaux dissous.

La première étape a consisté, à partir d'une recherche bibliographique, à identifier les méthodes existantes pour déterminer un fond géochimique en métal dissous dans les eaux de surface continentales (Canal et al. 2011). Cette étude bibliographique a mis en évidence le faible nombre et la faible diversité des méthodes existantes. Parmi l'ensemble des méthodes recensées, la plus utilisée consiste à prélever sur un bassin versant non-anthropisé. Les méthodes peuvent être classées en fonction du type de matrice étudiée ou de l'échelle du site d'étude. Cependant, aucune de ces méthodes n'est facilement applicable pour identifier le fond géochimique en métaux dissous dans les eaux de surface continentales.

En deuxième lieu, une analyse critique des données existantes au regard des exigences de la directive QA/QC (EC 2009) a été réalisée à partir des données sur les métaux dissous issues d'une part, du FOREGS et d'autre part, du RCS (Agences de l'eau). L'objectif était ici de vérifier au préalable si la qualité des données était suffisante par rapport aux exigences de la directive QA/QC (LQ ≤ 30% NQE), et à l'identification des fonds géochimiques.

[1] L'identification d'un fond géochimique d'un métal dissous est la détermination de la valeur de la concentration de fond géochimique de ce métal en phase dissoute.

Pour la suite de l'étude, la démarche avait initialement été construite dans l'objectif d'une application directe de la DCE : expliquer un déclassement observé par l'existence (et la quantification) d'un fond géochimique.

La mise en œuvre de cet objectif reposait sur le principe suivant :

- identification des déclassements (sur réseaux DCE) ou des risques de déclassement (à partir des résultats des travaux du BRGM),
- analyses spécifiques sur sites de référence dans le secteur suspecté d'avoir un fonds géochimique, selon une méthodologie à mettre au point incluant une analyse du secteur (géologie, pressions anthropique, identification de sites de mesures, analyse des métaux selon un cahier des charges précis).

Cette démarche, qui constitue une approche assimilable au Contrôle d'Enquête DCE, visait à obtenir des valeurs chiffrées pour le fond géochimique sur les sites à risque.

Suite aux discussions avec les AE et l'ONEMA, il est apparu que cette démarche pourrait ne pas s'avérer réaliste à grande échelle, et qu'il importait d'en définir le cadre d'utilisation (i.e. démarche systématique, en appui à l'élaboration des programmes de mesure DCE (PdM), analyse de situation particulière).

C'est pourquoi, l'objectif initial a été revu et il a été proposé de rechercher en priorité ***une méthodologie permettant de définir un « niveau »*** ou une gamme de concentrations ***de fonds géochimiques en fonction de la géologie sur la France entière***. Il n'est pas nécessaire dans le cadre de cette évaluation globale de définir une valeur « exacte » de fond géochimique ; cependant, le niveau d'incertitude de la gamme est à définir.

Enfin, pour la suite de ce travail, ***une méthodologie de quantification des fonds géochimiques*** est proposée.

Les chapitres 2 et 3 de ce rapport présentent les définitions relatives à la notion de fond géochimique et le contexte réglementaire de la DCE pour les 8 métaux ciblés. Les chapitres 4 et 5 présentent les sources de données disponibles pour identifier les concentrations de fonds géochimiques en métaux dissous, puis la méthodologie et les résultats d'une première estimation des niveaux de fond géochimique par bassin à partir du traitement géographique de données existantes (RCS et FOREGS). Enfin, le chapitre 6 décrit une proposition d'acquisition de données afin de quantifier un fond géochimique d'un bassin de référence (méthode de prélèvements et d'analyses et stratégie d'échantillonnage.

2 Définition du fond géochimique

Dans un souci de compréhension et d'harmonisation, nous utilisons dans ce rapport la dénomination ***« fond géochimique »*** et non pas le terme de « bruit de fond » qui est un abus de langage. Le terme utilisé en anglais est « background concentration » ou « background reference concentration ». La dénomination exacte en français est « fond géochimique » ou « concentration de fond naturelle ».

Dans la littérature scientifique, de nombreux termes et définitions sont employés pour décrire le « fond géochimique ». Les définitions principales ont été répertoriées et discutées dans la synthèse bibliographique (Canal *et al*., 2011).

En résumé, il n'existe pas de définition générique du fond géochimique. Meybeck définit le fond géochimique naturel en métaux dissous comme étant « la concentration naturelle en métaux dissous issue de l'altération des roches, de l'érosion et des retombées de poussières naturelles » (Meybeck 1998). En réalité, il est difficile d'observer un fond géochimique strictement issu de processus naturels exempt de tout impact anthropique. Par exemple, les retombées de particules atmosphériques ne sont jamais d'origine strictement naturelle. En pratique, il est donc quasi impossible de mesurer un fond géochimique naturel ; par contre un fond géochimique « pseudo-naturel » est identifiable. C'est pourquoi nous proposons ici de définir ***un fond géochimique « pseudo-naturel » ou fond géochimique « ambiant » comme la concentration naturelle en métaux dissous issue de l'altération des roches, de l'érosion et des retombées de poussières naturelles et anthropiques intégrant une faible part de l'influence anthropique.*** Une définition similaire de fond géochimique « ambiant » est proposée par le groupe d'experts européen pour l'Analyse et la Surveillance des Substances Prioritaires (AMPS 2004) et par l'ISO (2005).

3 Contexte réglementaire

3.1 Définition du bon état – cas des métaux

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) (2000/60/CE) établit le cadre de la politique commune à mettre en place afin de rétablir ou maintenir le bon état écologique et chimique des eaux en Europe d'ici 2015. Cela se traduit notamment par la surveillance des substances prioritaires. Les objectifs de la DCE consistent notamment à déterminer si les masses d'eaux sont en conformité ou non avec les NQE définies pour ces substances. Les masses d'eau constituent le référentiel cartographique élémentaire de la DCE et servent d'unité d'évaluation de la qualité des eaux. La NQE correspond à « la concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement ».

Au niveau européen, la DCE a fixé les NQE pour 4 métaux prioritaires (Cd, Hg, Pb et Ni)(EC 2008; MEEDDM 2010a). Les NQE des 4 métaux de l'état écologique (Ni, As, Cu et Cr) ont été fixées au niveau national (EC 2008; MEEDDM 2010b).

La surveillance des masses d'eau en France, selon l'arrêté du 25 janvier 2010, impose 12 mesures par an sur toutes les stations du réseau de contrôle de surveillance (RCS) pour les 4 métaux prioritaires (Cd, Pb, Hg et Ni) et 4 mesures par an sur 25% des stations du RCS pour les métaux spécifiques (As, Cu, Cr et Zn). Ce suivi permet, par station, de calculer une concentration moyenne annuelle (NQE-MA) pour chaque métal et de la comparer à leur NQE respective.

Pour les métaux, l'état chimique des eaux de surface est vérifié par rapport aux concentrations mesurées sur la fraction dissoute. La fraction dissoute est obtenue par filtration des échantillons d'eau sur des membranes de porosité 0,45 µm (Ghestem et al. 2008).

Le tableau 1 regroupe les NQE à comparer aux valeurs moyennes annuelles (NQE-MA) pour les 8 métaux étudiés (Cd, Zn, Pb, Hg, Ni, As, Cu et Cr) et aux concentrations maximales admissibles (NQE-CMA) pour les 4 métaux prioritaires de l'état chimique (Cd, Hg, Pb et Ni).

3.2 La prise en compte du fond géochimique dans la DCE

La DCE autorise la prise en compte des fonds géochimiques en métaux dans le cas où les concentrations mesurées ne sont pas en conformité avec les NQE (EC 2008; MEEDDM 2010b). Dans ce cas, il faudrait, par exemple, tout d'abord soustraire la concentration du fond géochimique en métaux dissous aux concentrations moyennes annuelles (CMA) de la station évaluée ; puis l'on pourra comparer cette valeur aux NQE.

Dans la pratique, le fond géochimique n'est pas pris en compte actuellement pour la définition de l'état des masses d'eaux car les connaissances dans ce domaine sont insuffisantes à ce jour. Il a notamment été démontré que le fond géochimique est très variable régionalement et pour cette raison, il s'est avéré impossible de définir des valeurs qui s'appliqueraient à l'échelle de l'Europe et même d'un pays (AMPS, 2004).

La figure 1 propose un schéma conceptuel pour l'évaluation de l'état « chimique » et « écologique » des stations en tenant compte des fonds géochimiques en métaux. Le point de départ de l'évaluation est la vérification du dépassement ou non des NQE en comparant les concentrations maximales admissibles aux NQE de la DCE.

Ce dépassement provient soit d'un apport d'origine anthropique, soit d'une concentration élevée du fond géochimique.

Tableau 1 *: NQE-MA et NQE-CMA des 4 métaux prioritaires de l'état chimique (Cd, Hg, Ni et Pb) et des 4 métaux-polluants spécifiques de l'état écologique (As, Cu, Cr et Zn) pour les eaux de surface continentales (MEEDDM 2010b)*

Métaux	Dureté de l'eau (mg $CaCO_3$ /L)		NQE-MA* (µg/L)	NQE-CMA** (µg/L)
Cd	Classe 1 Classe 2 Classe 3 Classe 4 Classe 5	<40 40 à <50 50 à <100 100 à <200 ≥200	≤ 0,08 0,08 0,09 0,15 0,25	≤ 0,45 0,45 0,6 0,9 1,5
Pb	Aucune influence de la dureté de l'eau sur la spéciation des métaux		7,2***	Sans objet
Hg			0,05***	0,07
Ni			20***	Sans objet
Zn	<24 >24		3,1 7,8	- -
As	Aucune influence de la dureté de l'eau sur la spéciation des métaux		4,2	-
Cu			1,4	-
Cr			3,4	-

* NQE-MA : Norme de qualité environnementale - moyenne annuelle
** NQE-CMA : Norme de qualité environnementale – concentration maximale admissible
*** Valeur en cours de discussion pour révision (Pb 1,2 µg/L ; Ni 4 µg/L ; Hg plus de valeur de NQE-MA) (Cf. Compromis Directive 2011/0429 COD)

Dans le cas où le niveau de fond géochimique est faible au regard de la NQE (voir chapitre 5), la NQE est alors réputée dépassée et la source de contamination est à rechercher, si elle n'est pas connue.

Dans le cas contraire (fond significatif au regard de la NQE), une étude approfondie est nécessaire si l'on souhaite identifier le fond géochimique. La première investigation consiste à faire une étude préliminaire (étude géologique, articles et rapports scientifiques, données existantes disponibles) pour identifier le fond géochimique. Les données existantes peuvent permettre d'identifier un niveau du fond géochimique. Dans la plupart des cas, un deuxième niveau d'investigation (campagne de mesures) sera nécessaire, si le besoin de quantification se fait sentir : origine anthropique discutée ou difficile à identifier.

Si le fond géochimique a pu être déterminé, il est alors possible de définir le statut qualitatif de la station vis-à-vis du métal en question. Pour ce faire, il faut soustraire la concentration du fond géochimique en métaux dissous aux concentrations moyennes annuelles (CMA) de la station évaluée ; puis l'on pourra comparer cette valeur aux NQE.

Si le fond géochimique n'a pas pu être déterminé, il est conseillé d'assumer l'hypothèse que la NQE est effectivement dépassée.

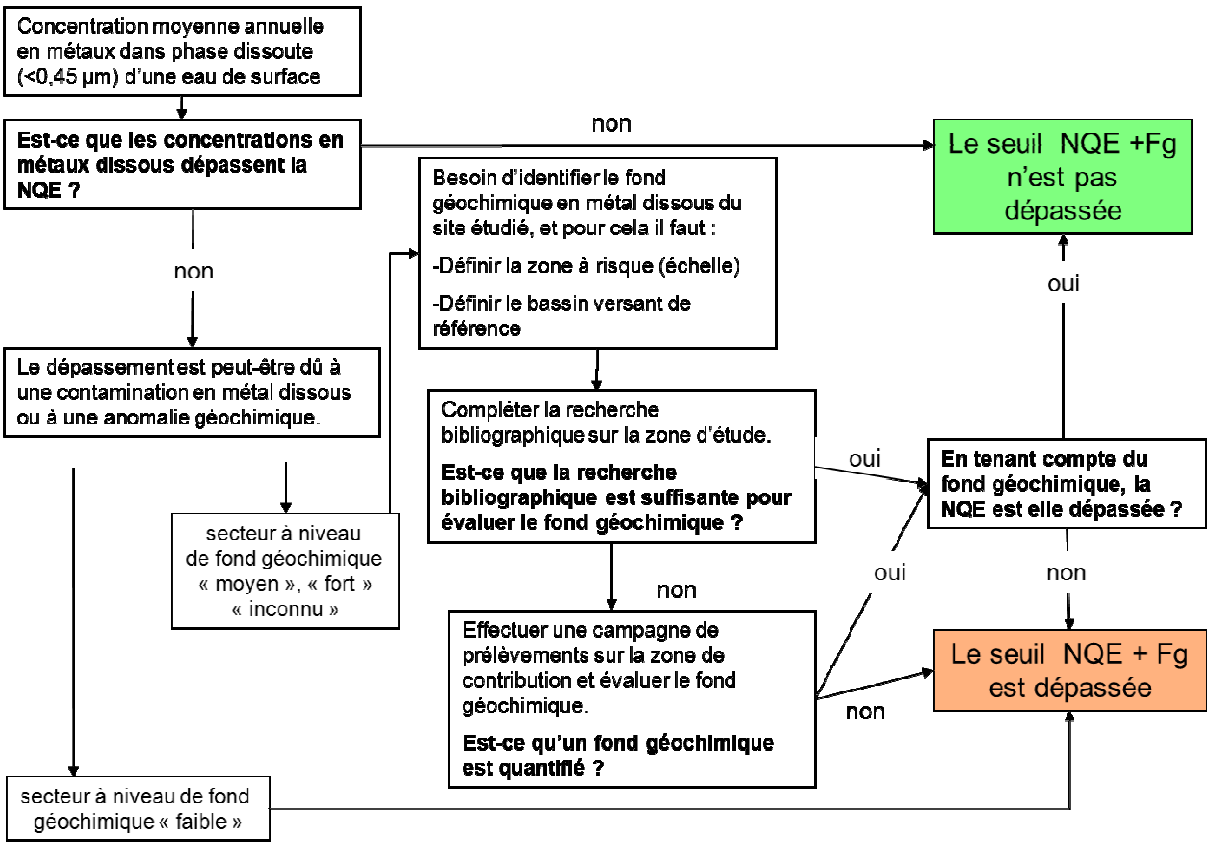


Figure 1 *: Schéma d'évaluation du dépassement de seuil (NQE +Fg) d'une station, avec prise en compte des concentrations de fond géochimique (Fg) en métaux dissous pour les eaux de surface continentales*

4 Les données exploitées

4.1 Les sources de données sur les concentrations en métaux dissous dans les eaux de surface et sur les fonds géochimiques

L'étude du FOREGS permet d'avoir une vue d'ensemble de la répartition spatiale des concentrations en métaux sur toute l'Europe. Cette étude a permis l'acquisition de données sur les niveaux de concentrations en éléments trace dans des sites dits de « référence » au travers d'une campagne de mesures sur l'ensemble de l'Europe (1999-2002). Pour les cours d'eau en France, les prélèvements ont été effectués sur 119 sites ; les concentrations en métaux traces dissous dont As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn ont été mesurées (un prélèvement par site), le Hg n'a pas pu être analysé (Salpeteur and Angel 2010).

Les données du réseau de contrôle de surveillance (RCS), pour les années 2009 et 2010, (premières années de mesure en réseau avec un dosage d'éléments trace sur eau filtrée < 0,45 µm)) sur les 8 métaux ont été collectées auprès des Agences de l'Eau Adour Garonne, Artois Picardie, Loire Bretagne, Rhône Méditerranée Corse, Seine Normandie.

Les rapports du BRGM permettent d'identifier les zones à risque de fonds géochimiques élevés.

Les autres rapports ou articles scientifiques (Cf. rapport bibliographique, Canal *et al*., 2011) permettent d'avoir des éclairages spécifiques dans des contextes le plus souvent localisés. Dans le cadre de cette étude, ils sont pris en compte pour leur intérêt méthodologique.

4.2 Analyse critique de la qualité des données issues du réseau de contrôle de surveillance (RCS) et du FOREGS

4.2.1 Analyse critique de la qualité des données en métaux dissous du réseau de contrôle de surveillance (RCS) des Agences de l'Eau (2009 et 2010)

En France, l'évaluation des cours d'eau est réalisée par les Agences de l'eau (AE) à partir des mesures de concentration qui sont effectuées (6 ou 12 fois par an) au niveau des stations de qualité du réseau de contrôle de surveillance (RCS) et du Réseau de Contrôle Opérationnel.

Les performances analytiques requises (ou « critères de performances ») sur les données pour l'évaluation sont décrites dans la directive européenne d'assurance qualité et de contrôle qualité QA/QC (EC 2009) :

« *Les Etats membres doivent veiller à ce que les critères de performance minimaux de toutes les méthodes d'analyse utilisées pour le suivi des substances chimiques dans les eaux soient d'une part, fondés sur un incertitude de la mesure inférieure ou égale à 50 % (k=2), estimée au niveau des NQE applicables, et d'autre part, sur une limite de quantification inférieure ou égale à une valeur de 30 % des NQE.*
En l'absence de norme de qualité environnementale appropriée pour un paramètre donné ou en l'absence de méthode d'analyse répondant aux critères de performance minimaux visés au paragraphe 1, les États membres veillent à ce que la surveillance soit effectuée à l'aide des meilleures techniques disponibles n'entraînant pas de coûts excessifs. »

L'objectif de cette étude est de vérifier si les limites de quantification (LQ) associées aux données du RCS sont adaptées aux exigences de la directive QA/QC pour l'évaluation des états chimique et écologique[2]. Plus spécifiquement, il s'agit de vérifier si la qualité des mesures des 4 métaux prioritaires de l'état chimique (Cd, Hg, Ni, Pb) et des 4 métaux de l'état écologique (As, Cu, Cr, Zn) permet ou non de caractériser le classement des stations du RCS en ce qui concerne les cours d'eau. Pour ce faire, nous avons réalisé une analyse des données du RCS (cours d'eau) sur les métaux dissous, à l'aide des données disponibles de 2009 ou de 2010 (selon les AE) ; et dans certains cas, avec seulement les données des stations déclassées de ce réseau.

Pour les besoins de cette étude, nous avons mené une investigation sur les données des stations du RCS. Une demande a été faite aux correspondants des 6 agences de l'eau (AE). La demande concernait les valeurs des concentrations en métaux dissous et les LQ associées pour les stations du réseau RCS. Les données recueillies auprès des agences de l'eau Adour-Garonne (AG), Artois-Picardie (AP), Rhône-Méditerranée-Corse (RM&C) et Seine-Normandie (SN) sont les concentrations en métaux dissous des stations du RCS pour l'année 2010 et 2009 pour Loire-Bretagne. Afin de compléter cette étude pour l'ensemble de la France (métropole), les concentrations en métaux dissous du RCS de l'année 2009 du bassin Rhin-Meuse (RM) ont été obtenues à partir de la base de données du pôle Onema-Cemagref (Lyon) ; les données concernent les stations déclassées.

La description détaillée de la méthodologie et la compilation des LQ pour la mesure des métaux dissous et leur comparaison aux valeurs de NQE et 30% NQE sont présentés pour chaque agence en Annexe 1.

Le tableau 2 présente la synthèse des informations collectées par Agence et par métal.

[2] Pour cette étude, le critère de performance des méthodes analytiques employé est la LQ minimale égale à 30 % de la NQE. Cependant nous rappelons que la directive QA/QC n'impose pas strictement cette exigence.

Tableau 2 : *Synthèse de la conformité des LQ du RCS avec la directive QA/QC par Agence et par métal*

Agence de l'eau	année	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ni*	Pb*
Adour-Garonne	2010										
Artois-Picardie	2010										
Loire-Bretagne	2009										
Rhin-Meuse	2009										
Rhône-Méditerranée-Corse	2010										
Seine-Normandie	2010										

les LQ répondent aux exigences de la directive QA/QC (LQ < 30% NQE)

Au moins une LQ ne valide pas aux exigences de la directive QA/QC si plusieurs sont citées pour le même métal

Aucune LQ valide par rapport aux exigences de la directive QA/QC (LQ > 30% NQE)

* NQE susceptible d'être modifiée par UE

Ainsi, certaines LQ pour les mesures en métaux dissous sont supérieures aux NQE. En conséquence, certains sites pourraient être déclassés par défaut, sans tenir compte de la concentration réelle en métaux dissous. A contrario, certaines stations n'ont peut-être pas pu être déclassées du fait de ces valeurs de LQ trop élevées.

Sur l'ensemble des LQ recensées pour les données du RCS, on remarque qu'au moins une LQ répond aux exigences de la directive QA/QC pour chacun des métaux, excepté pour le Hg. De plus, pour As, Cr, Ni et Pb, les LQ recensées répondent au moins une fois aux exigences de la directive QA/QC pour toutes les agences. En revanche, pour Cd, Cu et Zn, les LQ ne répondent généralement pas aux exigences de la directive QA/QC, excepté dans le cas du Zn pour les bassins AG, RM et RM&C, dans le cas du Cu pour les bassins AG et RM et dans le cas du Cd pour le bassin AG.

De plus et compte tenu de révision des NQE du Ni et du Pb (Cf. Tableau 1), actuellement en cours de décision par UE (Cf. compromis de Directive 2011/0429 COD), la comparaison entre les LQ des agences et les potentielles NQE montre qu'une majorité d'entre elles ne correspond pas aux exigences de la directive QA/QC. Concernant le Ni, on constate qu'au moins une LQ répond aux exigences de la directive QA/QC pour chaque agence alors que ces exigences sont partiellement atteintes pour le Pb.

Cette analyse des données montre que les LQ du RCS sont parfois très variées pour un seul métal et parfois même au sein de la base de données d'une seule Agence. La présence de plusieurs LQ pour un seul métal et pour une même agence s'explique par l'intervention de plusieurs laboratoires d'analyses dans l'acquisition des données.

Cette analyse sur la qualité des données du RCS montre aussi qu'il est possible d'obtenir des LQ conformes aux exigences de la directive QA/QC, excepté pour le Hg. Cependant, dans la plupart des cas, les LQ associées à Cd, Hg, Cu et Zn ne répondent pas aux exigences de la directive QA/QC et remettent en cause les performances analytiques des laboratoires.

4.2.2 Analyse critique de la qualité des données du FOREGS

Les concentrations en métaux dissous (0,45 µm) ont été mesurées à l'aide de méthodologies adaptées à la mesure des métaux trace dans les eaux (prélèvements en conditions ultra-propres et analyses par ICP-MS). Ainsi, les performances analytiques des méthodes utilisées dans le FOREGS sont a priori adaptées à l'identification des fonds géochimiques.

Les données issues du FOREGS ont des performances analytiques nettement supérieures à celles proposées dans la QA/QC (autrement dit $LQ_{FOREGS} < LQ_{QA/QC}$) (Cf. Tableau 3).

La base de données utilisée pour cette analyse est issue de données téléchargeables sur le site http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/. Les données ciblées pour les besoins de notre étude sont les concentrations en Mg et Ca (en mg/L) pour calculer la dureté de l'eau, les concentrations en Cd, Pb, Ni et As, Cr, Cu, Zn (en µg/L) et leurs LQ (en µg/L) associées, pour chaque site français (119 sites, cours d'eau).

4.2.3 Comparaison des niveaux de quantification obtenus

Pour tous les métaux étudiés, le pourcentage de données du FOREGS quantifiées est de 100 %, excepté pour le Cr avec 97 % (Figure 2). On en déduit que les exigences analytiques utilisées dans le cadre de l'étude du FOREGS sont bien adaptées pour la détermination des concentrations de fond géochimiques.

Le résultat de la simulation du nombre de données quantifiées par rapport aux LQ calculées à partir de la QA/QC ($LQ_{QA/QC}$) est illustré sur la Figure 2. On constate que les $LQ_{QA/QC}$ ne permettent pas de quantifier les fonds géochimiques pour As, Cd, Pb, Ni et Cr : la proportion de données quantifiées atteint à peine 35 % pour l'As, et est inférieure pour les autres. Cependant, les $LQ_{QA/QC}$ pour Cu et Zn sont acceptables pour quantifier leurs concentrations de fond géochimique.

Tableau 3 : *Comparaison des $LQ_{QA/QC}$ aux LQ_{FOREGS} pour les 8 métaux de la DCE*

Métaux	Dureté de l'eau (mg $CaCO_3$ /L)	NQE-MA (µg/L)	LQ_{QAQC} LQ calculées selon les prescriptions QA/QC * (µg/L)	LQ_{Foregs} LQ d'origine du FOREGS (µg/L)
Cd	<40	≤ 0,08	≤0,024	0,002
	40 à <50	0,08	0,024	
	50 à <100	0,09	0,027	
	100 à <200	0,15	0,045	
	≥200	0,25	0,075	
Zn	<24	3,1	0,93	0,01
	>24	7,8	2,34	
Pb	Aucune influence de la dureté de l'eau sur la spéciation des métaux	7,2	2,16	0,005
Hg		0,05	0,015	-
Ni		20	6	0,005
As		4,2	1,26	0,01
Cu		1,4	0,42	0,005
Cr		3,4	1,02	0,01

* $LQ_{QA/QC}$ = 30% de la NQE

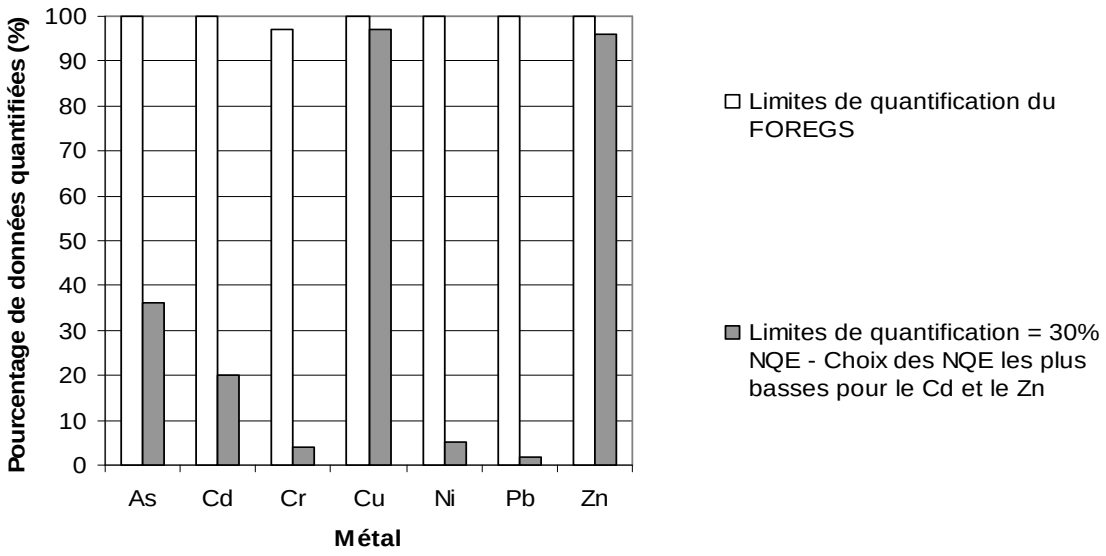


Figure 2 *: Pourcentage de données quantifiées pour les métaux à partir du jeu de données du FOREGS en fonction des LQ du FOREGS et des LQ de la Directive QA/QC (dans le cas du Zn et du Cd, la DCE fixe plusieurs NQE en fonction de la dureté de l'eau. Nous avons ici opté pour la NQE la plus basse).*

4.3 Conclusions

Cette étude a permis de réaliser un premier état des lieux de la qualité des données du RCS par rapport aux exigences de la directive QA/QC dans le cas du suivi des métaux dissous dans les cours d'eau, pour les années 2009 ou 2010 (selon les bassins). Les difficultés pour atteindre les exigences de cette directive en terme de limite de quantification (i.e., 30% NQE) concernent principalement 4 métaux : Cd, Cu, Hg et Zn et varient selon les agences. En comparaison, des LQ satisfaisants ces exigences sont plus souvent atteintes pour As, Cr, Ni et Pb. Pour tous les métaux, sauf Hg, il existe au moins une LQ d'un laboratoire qui permet de répondre à ces exigences. ***Ceci tend à démontrer que les exigences requises par la directive QA/QC pour les métaux sont atteignables***.

Nous avons également constaté une hétérogénéité des LQ pour un même métal pour une même agence. Cette hétérogénéité est due à une acquisition de données réalisée par plusieurs laboratoires prestataires. ***Cette hétérogénéité des LQ pour un seul métal rend plus difficile l'interprétation des données acquises, notamment en terme de fiabilité du diagnostic de déclassement.***

A fortiori, les données du RCS sont inexploitables pour quantifier un fond géochimique. En effet, les LQ requises pour quantifier les fonds géochimiques sont généralement faibles par rapport aux LQ recensées auprès des Agences de l'Eau.

Aussi, les LQ utilisées actuellement dans les réseaux de mesure ne permettent pas de quantifier les fonds géochimiques en métaux dissous, et sont même parfois insuffisantes pour qualifier des niveaux de fond géochimique. Cependant, les conditions d'agrément des laboratoires d'analyses des milieux aquatiques et du domaine de l'eau ont été modifiées récemment (MEDDTL 2011). Ces conditions d'agrément s'appuient sur une liste de nouvelles LQ à respecter (MEDDTL 2012), respectant les dispositions de la Directive QA/QC, notamment pour les eaux douces, à dater du 21 janvier 2012. Les nouvelles LQ pour le Ni et Pb sont en conformité avec les exigences de la directive QA/QC et le seront pour le Hg et Cd (seulement pour les classes de dureté 3,4 et 5) à dater du 15 juillet 2013.

Cependant, une proposition de révision des NQE du Ni et du Pb vient d'être publiée par la Commission européenne (EC 2012). Si elle devient effective, cette proposition fixera la NQE du Ni à 4 µg/L et du Pb à 1,2 µg/L (actuellement et respectivement à 20 et 7,2 µg/L). Ce changement n'affecterait pas la validité de la LQ du Ni fixée dans l'agrément, mais la LQ du Pb ne répondrait toujours pas aux exigences de la Directive QA/QC.

A moyen terme, les données du RCS devraient être conformes aux exigences de la directive QA/QC, sauf pour le Cd dans certains cas de très faible dureté de l'eau (< 50 mg CaCO3/L). Néanmoins, en vue des LQ actuelles des laboratoires et de celles fixées par l'agrément du 21 janvier 2012, l'effort à fournir de la part des laboratoires n'est pas négligeable et ainsi que son application dans le temps.

En comparaison, les données de l'étude FOREGS ont une qualité adéquate pour envisager une évaluation quantifiée des fonds géochimiques, dans la mesure où la quasi-totalité des concentrations ont pu être quantifiées.

En conclusion, on retiendra que :

- la qualité analytique des données du FOREGS répond aux besoins pour une quantification du fond géochimique, mais l'échantillonnage limité à un seul prélèvement par station de mesure est insuffisant, de même que le nombre restreint de sites au niveau national ;
- les réseaux de mesures DCE, notamment le Réseau de Contrôle de Surveillance, représentent une densité importante de sites, analysés avec une fréquence soutenue, mais, même avec le respect des exigences de la Directive QA/QC dans un prochain avenir, les limites de quantification correspondant à 30% de la NQE resteront insuffisantes pour une quantification du fond géochimique.

5 L'analyse spatiale des données de concentration en métaux dissous du Réseau de Contrôle de Surveillance et du FOREGS

En 2006/2007, les travaux du BRGM (Brenot et al. 2006; Brenot et al. 2007a; Brenot et al. 2007b; Brenot et al. 2007c; Brenot et al. 2007d; Brenot et al. 2007e) menés pour identifier les zones à risques de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines, ont permis de mettre en évidence, au moins pour les eaux de surface :

- la variabilité géographique élevée du fond géochimique, qui dépend de la géologie du substratum,
- la difficulté de formuler des conclusions en l'absence de données de qualité (peu de valeurs en métaux dissous et limite de quantification inadaptée aux NQE).

Depuis 2010 (2009 pour le bassin Loire Bretagne), les éléments traces sont suivis dans la phase dissoute sur les réseaux DCE ; ce qui permet d'envisager un progrès dans la connaissance des fonds géochimiques. Mais l'analyse géographique est indispensable pour prendre en compte l'influence de la géologie.

5.1 Objectif

L'objectif de l'analyse géographique des données en métaux dissous du réseau de contrôle de surveillance (RCS) 2010 et du Forum of European Geological Surveys (FOREGS, 1999-2002) est d'identifier la faisabilité d'identification de niveaux de fond géochimiques en métaux dissous dans les cours d'eau pour la France métropolitaine en prenant en compte la variabilité géographique naturelle, décrite avec les hydro-écorégions de deuxième niveau et en ne sélectionnant les valeurs les moins influencées par des pressions susceptibles de générer des changements de concentration pour le métal ciblé.

Pour cela, l'analyse se décline en 3 étapes principales :

- validation et traitement des données disponibles ;
- sélection des secteurs géographiques présentant un risque pour l'interprétation des valeurs de concentrations. Cette interprétation se fait par l'analyse des bases de données spatialisées des facteurs de contrôle potentiels des concentrations en métaux (e.g. occupation des sols, activités anthropiques, géologie du substratum) ;
- création des premières cartes de répartition spatiale des concentrations en métaux dissous sur stations soumises à de faible pression anthropique par l'analyse croisée de l'ensemble de ces données géo-référencées.

A cette échelle, et au niveau de connaissance actuel, la quantification des fonds géochimiques n'est pas envisageable, mais la recherche de valeur quantifiée, procédure plus complexe, sera traitée dans le chapitre suivant en proposant une méthodologie conforme à cette question.

5.2 Les données exploitées et les outils géographiques utilisés

5.2.1 Les données du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS)

Les données du RCS correspondent à un suivi des concentrations en micropolluants dans les cours d'eau de 1 570 stations sur l'ensemble du territoire. Ce réseau a été constitué en 2006 dans le cadre du programme de surveillance des eaux douces de surface, programme porté par la DEB (Direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie), les DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, services déconcentrés du MEDDE), les Agences de l'Eau et l'Onema (Office national de l'Eau et des Milieux Aquatiques). La fréquence de prélèvements, définie au niveau national par l'arrêté du 25 janvier 2010, est en théorie de 12 prélèvements par an et par station sur une période de 2 ans.

Les données exploitées ont été communiquées par les Agences de l'Eau Adour Garonne, Artois Picardie, Loire

Bretagne, Rhône Méditerranée Corse, Seine Normandie. Elles correspondent aux concentrations en métaux dissous (Cd, Hg, Ni, Pb et As, Cr, Cu, Zn) obtenue lors de l'exercice 2010 (2009 pour Loire-Bretagne), première année pour laquelle le dosage des métaux a été réalisé systématiquement sur de l'eau filtrée (<0,45 µm).

Des données complémentaires à ce réseau, avec des valeurs en métaux dissous disponibles, ont également été communiquées, permettant d'enrichir la répartition spatiale, même si on ne dispose pas toujours de la fréquence théorique définie par l'arrêté du 25 janvier 2010. D'autres données concernant le calcium et le magnésium ont également été fournies pour le calcul de la dureté de l'eau, paramètre influençant les valeurs de NQE du cadmium et du zinc.

Chaque mesure est associée à un ensemble d'informations permettant d'analyser la validité de la valeur de concentration transmise. Ces informations sont codifiées sous le format conventionnel du SANDRE (Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau) utilisé par les gestionnaires de l'eau en France de la manière suivante :

Code station
Code substance
Date de prélèvement
Code Sandre du support
Code Sandre de la fraction
Code Sandre du paramètre
Code Sandre de l'unité
Code Remarque
Code Sandre de la méthode
Limite de quantification

5.2.2 Les données du FOREGS

Le FOREGS est une étude d'acquisition de données sur les niveaux de concentrations en éléments traces métalliques dans les eaux de surface à l'échelle de l'Europe réalisée lors d'une campagne de mesures exceptionnelle entre 1999 et 2002 (n>800). En France, 119 eaux de surface ont été prélevées et analysées pour leurs concentrations en métaux traces dissous dont As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn. Les données de Hg n'ont pas pu être exploitées du fait de problème de contamination des échantillons lors des prélèvements. Il est important de noter qu'une seule donnée de concentration est renseignée par point de mesure.

Les concentrations en métaux dissous (<0,45 µm) ont été mesurées à l'aide de méthodologies adaptées (prélèvements en conditions ultra-propres et analyses par ICP-MS). Pour plus de détails, voir le rapport bibliographique qui inclut une description de cette étude (Canal *et al*., 2011).

5.2.3 Traitement des données de concentrations

La mise en forme des données brutes issues du RCS fournies par les Agences de l'Eau dans une base de données homogène constitue un préalable pour, notamment, homogénéiser l'information, afin de la valoriser de façon équivalente d'un bassin à l'autre, mais également éliminer les valeurs d'analyse aberrantes qui fausseraient l'analyse.

Les tâches réalisées ont été :

- la mise en forme de la base de données,
- le calcul des moyennes annuelles de concentration en métaux dissous et des fréquences de quantification par station,
- le complément par les informations de géolocalisation des sites (coordonnées, HER-2, présélection).

5.2.3.1 Mise en forme des données

Le premier traitement des données a pour objectif de corriger et/ou d'éliminer les résultats d'analyse aberrants. L'utilisation du système de requêtes SQL (Structured Query Language) du logiciel Microsoft Office Access 2003® a permis de trier les données afin d'observer et de détecter les éventuelles erreurs de la base de données. Le

traitement de la base de données s'articule en 4 étapes :

Etape 1 : Vérification et suppression des doublons : aucune concentration apparaissant en double n'a été détectée pour les jeux de données des 5 agences (2009 pour LB ou 2010).

Etape 2 : Harmonisation des unités : certaines concentrations en Cu et Zn reportées dans la base du RCS (agences de l'eau RM&C et Adour-Garonne) sont de l'ordre du mg/L ; or les données de la littérature montre que ces métaux traces sont présents dans les eaux de surface à des concentrations de l'ordre du µg/L dans la phase dissoute (Cf. Canal *et al*., 2011). Il s'agit probablement d'erreurs d'unité et nous avons donc changé les unités du mg/L en µg/L.

Etape 3 : Suppression des valeurs retenues inférieures à la limite de quantification (LQ) : aucune concentration inférieure à la LQ n'a été détectée pour aucun des métaux étudié pour les jeux de données communiqués (2009 pour LB ou 2010).

5.2.3.2 Préparation de la base de données

Une fois la base de données vérifiée, les concentrations en métaux dissous du RCS sont représentées sous la forme d'une ***seule information par station de mesure pour permettre une analyse géographique***. Dans le cadre de notre étude, ***le calcul de concentration moyenne annuelle a été retenu***. En effet, le contrôle des états chimique et écologique des masses d'eau, tel que décrit dans la DCE et demandé aux gestionnaires de l'eau, consiste en une comparaison entre les concentrations moyennes annuelles en métaux dissous et leurs NQE respectives.

Calcul d'une concentration annuelle moyenne :

Le calcul de la concentration moyenne annuelle est basé sur le mode de calcul définie dans l'arrêté du 8 juillet 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (MEEDDM 2010a) :

« La concentration moyenne annuelle est calculée en faisant la moyenne des concentrations obtenues sur une année (….) lorsque pour un prélèvement la concentration mesurée est inférieure à la limite de quantification, cette limite de quantification divisée par deux est utilisée dans le calcul de la moyenne (…) »

La base de données « RCS-2010 » :

La base de données associe à chaque station le code SANDRE de la station à laquelle sont associées les coordonnées géographiques et les concentrations moyennes annuelles.

De plus des fréquences de quantification (exprimées en %) sont calculées pour chaque station et chaque élément. Ces fréquences de quantification permettent d'identifier trois types de situation :

- **cas 1** : la fréquence de quantification pour une station et pour un métal est de 100 %. Ceci indique que les résultats d'analyse sont tous supérieurs à la LQ.

- **cas 2** : la fréquence de quantification pour une station et pour un métal est strictement comprise entre 0 % et 100 %. Le jeu de données inclut à la fois des données quantifiées et des non-quantifiées (< LQ).

- **cas 3** : la fréquence de quantification est égale à 0%. L'intégralité du jeu de données pour une station et pour un métal n'est pas quantifié (toutes les concentrations < LQ).

Le nombre de données recueillies (n) pour chaque station et chaque métal est également indiqué. La base de données indique également les LQ des méthodes d'analyse de chaque station et métaux, lorsque cette information était disponible.

Les données du FOREGS :

Les données recueillies du FOREGS sont opérationnelles pour être directement utilisées dans un Système d'Information Géographique : elles correspondent à une concentration ponctuelle unique mesurée pour chaque station lors d'une campagne exceptionnelle (Salminen et al. 2005).

5.2.4 Corine Land Cover

La base de données géographiques Corine Land Cover (CLC) est un inventaire biophysique de l'occupation des sols qui fournit une information géographique de référence pour 38 états européens.

Pour les besoins de notre étude, les types de couverture spatiale retenue ont été sélectionnés en fonction du risque potentiel de pollution par les métaux traces associé au type d'occupation du sol associé. Ces types de couverture spatiale, dans la nomenclature définie par Corine Land Cover, sont listés ci-après :

1. Les territoires artificiels
    - 1.1 zones urbanisées
    - 1.2 zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
    - 1.3 mines, décharges et chantiers
    - 1.4 espaces verts artificialisés, non agricoles
2. Territoires agricoles (agriculture à fort impact)
    - 2.1 terres arables
    - 2.2 cultures permanentes (vignobles, vergers, oliveraies...)
        - 2.4.1 cultures annuelles associées aux cultures permanentes
        - 2.4.2 systèmes culturaux et parcellaires complexes

Les zones où un risque important de pollution existe ont été sélectionnées sur la base de la connaissance de l'occupation des sols en isolant les stations situées dans des zones potentiellement impactées par les activités anthropiques (zones urbaines et industrielles, zones agricoles...).

5.2.5 Hydroécorégions de niveau 2 (HER -2)

Une hydro-écorégion est définie comme étant :

« Entité spatiale homogène du point de vue des déterminants physiques qui contrôlent l'organisation et le fonctionnement global des écosystèmes aquatiques. A l'échelle du bassin, les ***déterminants primaires*** *universellement reconnus du fonctionnement écologique des cours d'eau sont* ***la géologie, le relief et le climat****. »*(Wasson et al. 2002*) .*

Ce concept s'inspire des théories de contrôle hiérarchique des hydrosystèmes et repose plus particulièrement sur l'emboîtement des échelles physiques, du bassin jusqu'au micro-habitat. Le Cemagref a défini les hydro-écorégions pour la France métropolitaine (Wasson *et al.*, 2002). Il a développé le cadre conceptuel de la régionalisation par "hydro-écorégion" et les aspects généraux de la méthode, l'objectif étant de définir et caractériser les HER pour la France métropolitaine. On distingue deux niveaux pour les HER : le niveau 1 et le niveau 2. Le niveau 2 de régionalisation constitue les unités élémentaires de régionalisation possible intégrant les trois déterminants cités ci-dessus. Elles permettent de préciser la variabilité interne des HER-1 (Wasson *et al.*, 2002).

Les fonds géochimiques naturels en métaux traces dissous sont issus de l'altération des roches, de l'érosion et des retombées de poussières naturelles. Autrement dit, les fonds géochimiques sont le résultat de l'action du climat sur la géologie d'un substratum en fonction de son relief (surfaces d'exposition aux pluies, pentes de ruissellement...). Ainsi les HER-2 constituent un support spatial d'analyse compatible avec la définition des fonds géochimiques en métaux dissous et s'inscrivent dans la logique de cette étude.

5.3 L'analyse géographique

A partir des données compilées dans notre base de données sur les métaux dissous dans les eaux de surface, une représentation cartographique a été réalisée afin de visualiser les concentrations moyennes en métaux

dissous des sites sélectionnés en fonction des pressions d'origine anthropique.

5.3.1 Présélection des stations non impactées par les activités anthropiques

Les valeurs moyennes de concentrations en métaux dissous du RCS et du FOREGS sont projetées sur les cartes. Afin d'identifier des niveaux de concentrations se rapprochant des niveaux de fond géochimique naturel, il est important de s'affranchir des pressions anthropiques.

Nous avons donc procédé à une sélection des sites du RCS en deux étapes successives :

Etape 1 : Une première analyse croisée entre la position des stations du RCS et du FOREGS et de l'occupation des sols (Corine Land Cover) a permis de localiser les stations appartenant aux types de couverture spatiale possédant un risque potentiel de pollution pour les métaux traces et de les éliminer (Cf. 5.2.4), on sélectionne ainsi un ensemble de sites à pression anthropique.

Etape 2 : Une deuxième analyse de contrôle a consisté à éliminer du jeu de données résultant de l'étape 1 les stations déjà sélectionnées, mais situées à l'aval de zones susceptibles de générer des pollutions métalliques. Une expertise visuelle a été réalisée pour éliminer les stations à l'aval de zones anthropiques.

Les stations RCS et du FOREGS pré-sélectionnées peuvent alors être représentées géographiquement afin de déterminer les niveaux de concentration mesurés.

5.3.2 Représentation et figurés cartographiques

Une carte, par élément trace, est présentée pour chacun des 5 bassins étudiés. La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) (Wasson et al. 2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[3], socle et volcanique).

Les concentrations en métaux dissous obtenues sur les eaux de surface et les points de prélèvement sont représentées avec une légende homogène.

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations : les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 (2009 pour LB) selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEEDDM 2010a).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

5.3.3 Analyse géographique

[3] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les valeurs de concentrations en métaux traces dissous sont étudiées indépendamment pour chaque bassin. Néanmoins la distribution des fonds géochimiques de la France ne suit pas le découpage des bassins de gestion, mais la mise en cohérence des informations obtenues pour des entités géologiques équivalentes dans des bassins différents s'est avérée par la suite délicate à cause de l'hétérogénéité de la qualité des données.

Au préalable, la présélection des stations RCS et FOREGS est réalisée selon la procédure définie au paragraphe 5.3.1. Les stations considérées à risque de pollution en métaux trace ont été éliminées.

Cependant une variabilité des concentrations moyennes annuelles de la même zone géologique est parfois observable. Par exemple dans le Nord des Alpes, une forte variabilité des concentrations en As dissous est constatée (RCS et FOREGS confondus). Dans ce cas, une analyse complémentaire doit être réalisée dans l'environnement de la station. Il peut s'agir, selon les cas, d'anciennes mines, terrils ou activités industrielles passées, non visibles avec la seule analyse d'occupation des sols réalisée avec Corine Land Cover ; ou plus simplement de pollutions diffuses résultant d'activités actuelles ou passées, comme le cas du Cu dans les zones agricoles. Dans ce type de situation, une expertise complémentaire est à mener soit à l'échelle du site pour trouver une explication à des valeurs atypiques en valorisant mieux des informations de type BRGM Info Terre® (http://infoterre.brgm.fr/), Corine Land Cover ou autre, soit par la mise en œuvre de stratégie d'échantillonnage plus adaptées à la problématique (i.e. recherche d'autres sites garantissant mieux l'absence de risque de pollution, acquisition complémentaire de données de qualité en cas de variabilité forte sur un site, analyses diachroniques couplées à l'hydrologie, etc.).

Si les concentrations moyennes annuelles sont suffisamment nombreuses et de même classe pour un même secteur géologique (en général correspondant à l'HER-2, voir à un ensemble d'HER-2), nous pouvons en déduire l'existence probable d'un niveau de fond géochimique (faible/moyen/fort selon la ou les classes de concentration observées).

Il est apparu en pratique plus simple d'identifier des niveaux géochimiques faibles (niveaux de base) à l'échelle des HER-2 ; les valeurs fortes, plus souvent localisées, relevant le plus souvent de formations géologiques bien circonscrites.

5.3.4 Les résultats obtenus

Après un bilan du jeu de données disponible et de sa qualité (en particulier la LQ par rapport à la NQE), une description des observations est effectuée de manière différenciée selon le type géologique (sédimentaire, socle – volcanique – mixte).

Selon la qualité des données, la densité des sites et la variabilité des concentrations observée par grandes entités géologiques, un résultat est proposé selon les modalités suivantes (Cf. Fig. 3 à 10) :

- niveau de fond faible/moyen/fort,
- qualité de données insuffisante,
- quantité de données insuffisante,
- impossibilité de se prononcer car l'échelle de l'analyse n'est pas adaptée à la complexité observée (variabilité forte notamment).

Il convient de préciser que, pour les zones de socle ou de volcanisme, des valeurs atypiques ayant échappées à l'analyse peuvent correspondre à des configurations naturelles, nécessitant dans ce cas un retour sur une étude particulière plus localisée.

La ***qualification faible/moyen/fort*** repose sur une division en trois parties de la gamme de concentration inférieure à la NQE de l'élément trace concerné. Il s'agit d'un ordre de grandeur apprécié selon la distribution des valeurs observées, l'objectif est d'identifier le besoin de quantification du fond géochimique, en fonction des valeurs que rencontre le gestionnaire dans les cours d'eau. Ainsi, dans un secteur où le niveau de fond est faible, les valeurs de concentrations supérieures à la NQE observées correspondent très probablement à une source de pollution à rechercher avant d'envisager un processus lourd de quantification du fond géochimique. Dans un secteur où le niveau de fond est moyen/fort, si l'on observe un dépassement de la NQE d'une mesure de concentration et si les sources de pollution ne sont pas clairement identifiées, la quantification du fond géochimique sera à entreprendre localement, conjointement à une enquête approfondie des sources

potentielles.

La ***quantité de données*** est appréciée en croisant le nombre de sites disponibles, la variabilité des valeurs de concentration, et la nature (étendue spatiale et homogénéité) des formations géologiques concernées. Ainsi, dans une formation sédimentaire au faciès homogène sur une grande étendue (Craie du Bassin Parisien par exemple), un nombre limité de données (5 ou 6) sera suffisant si les valeurs de concentrations sont toutes comprises dans le niveau « faible » ; par contre, en zone de montagne, où les formations lithologiques différentes se jouxtent, la définition d'un niveau de fond devra s'appuyer sur un nombre de valeurs plus conséquent.

L'ensemble des 50 cartes (8 éléments traces avec deux NQE différentes pour Ni et Pb pour 5 bassins), peut être consulté en annexes 3 à 7. Ces résultats sont synthétisés ci-après, par agence puis au niveau national.

5.4 Synthèse de l'exploitation des données RCS 2010 et 2009

5.4.1 Adour Garonne

Le bassin Adour Garonne présente :

- une lithologie variable susceptible d'induire d'importantes variations géographiques : une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du Massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire) ;

- des pressions anthropiques fortes en particulier sur la zone sédimentaire très concernée par une activité agricole intensive, ainsi que quelques centres urbains (Toulouse, Tarbes, Pau, Bordeaux) ;

- une quantité de données disponibles limitée (nombre de sites à pressions limitées faible, 8 métaux non systématiquement analysés), de qualité inégale (LQ fréquemment > 30 % NQE).

On peut retenir dans les grandes lignes les résultats suivants sur les niveaux de fond géochimiques :

- Arsenic
  Un niveau faible à moyen dans les Pyrénées, le reste ne pouvant être qualifié à cause de la qualité des données disponibles insuffisante.

- Cadmium
  Qualité des données insuffisante pour statuer sur un niveau de fond géochimique.

- Chrome
  Niveau faible sur la zone sédimentaire (Landes, Coteaux Aquitain, Causses),
  Niveau également faible sur partie occidentale et centrale des Pyrénées, ainsi que plateau Limousin.
  Qualité des données insuffisante pour la partie orientale des Pyrénées, Massif Central, à laquelle s'ajoute une complexité très élevée des données sur la frange Est du bassin (Massif Central).

- Cuivre
  Niveau faible sur le plateau du Limousin *(pour la partie incluse dans le bassin de la Garonne)*
  Qualité des données insuffisante pour le reste (risques d'influence des pressions anthropiques ou LQ), avec localement une variabilité trop forte pour déduire quoique ce soit (partie occidentale des Pyrénées, Cévennes, Grands Causses, Est Massif Central).

- Mercure
  Qualité des données insuffisante pour statuer sur un niveau de fond.

- Nickel
  Niveau faible pour l'ensemble du bassin
  Sauf dans les Pyrénées où la quantité de données est insuffisante pour se prononcer (Indépendamment de la NQE 20 µg/L ou 4 µg/L).

- Plomb
  Niveau faible sur Landes, Charentes, Massif Central, Grands Causses
  Quantité de données insuffisante pour se prononcer sur Coteaux Aquitains, Causses Aquitains et Pyrénées (la NQE abaissée à 1,2 µg/L renforce l'incertitude sur les Charentes).

- Zinc
  Niveau faible dans la partie orientale des Pyrénées, la qualité des données est insuffisante ailleurs.

En conclusion générale :

Pour améliorer la connaissance des niveaux de fond géochimique, il convient :

1. de renforcer la qualité (LQ < 30 % NQE) des données pour l'ensemble des métaux (sauf Ni, Pb et Cr) ;
2. d'augmenter la quantité de sites (analyses des métaux sur tous les sites du RCS, mais aussi sélection de sites complémentaires sans pressions significatives, pour Cu, Pb et Zn) ;
3. de renforcer la connaissance (densification des sites mesurés, fréquence de mesure augmentée) dans les secteurs à plus grande complexité (frange orientale du bassin dans le Massif Central, Pyrénées) pour certains métaux présentant des variabilités fortes (As, Cr, Cu, …..).

Pour quantifier les fonds géochimiques, il apparait indispensable de procéder à des études sur des échelles localisées :

- soit pour extrapoler quand le niveau de fond géochimique est plus ou moins connu dans des contextes homogènes (notamment sédimentaires) ;
- soit pour résoudre une problématique locale rendant cette quantification nécessaire (cas de rejets connus, ou de valeurs chroniques anormalement élevées).

5.4.2 Artois Picardie

Le bassin Artois Picardie présente :

- Un contexte naturel relativement simple : le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

On peut retenir dans les grandes lignes les résultats suivants sur les niveaux de fond géochimiques :

- Arsenic
  Un niveau faible pour la zone sédimentaire, un manque de données sur la partie socle, extrémité des Ardennes.

- Cadmium
  Un niveau faible sur l'ensemble du bassin, sous réserve de confirmation dans la partie Nord, fortement anthropisée.

- Chrome
  Niveau faible sur l'ensemble du bassin.

- Cuivre

Un niveau faible, malgré des valeurs parfois assez fortes de concentration rencontrées pour certains sites, non exempts de pressions anthropiques.

- Mercure
  Un niveau faible, avec de faibles concentrations sur l'ensemble des sites.

- Nickel
  Un niveau faible, pour la NQE actuelle et en discussion (20 oet 4 µg/L, respectivement) ; avec, toutefois, une vigilance à conserver pour les cours d'eau issus des nappes souterraines pour lesquelles un niveau élevé de fond géochimique en nickel dissous est signalé par le BRGM.

- Plomb
  Un niveau faible, pour la NQE actuelle et en discussion (7,2 et 1,2 µg/L, respectivement).

- Zinc
  Un niveau faible sur la zone de socle, mais nécessité d'acquérir des données de qualité (sans contamination) pour la zone sédimentaire, afin de pouvoir interpréter l'information.

En conclusion générale :

Une pression anthropique très forte, surtout dans la partie Nord, avec un passé industriel très marqué (bassin houiller), et une activité agricole intensive.

Un nombre important de sites analysés pour les 8 métaux, mais une difficulté pour sélectionner des sites à faible pression compensée par la lithologie relativement homogène permettant d'extrapoler sans trop de risque les informations disponibles.

Un niveau de fond géochimique globalement faible, dans un environnement où les valeurs de concentrations sont parfois assez fortes, conséquences des pressions actuelles et passées.

Pour valider les niveaux de fond géochimiques, il serait utile de compléter les données disponibles par des campagnes de mesures avec une qualité plus conforme, notamment pour As, Cd et Zn.

Une analyse spécifique (suivi temporel couplé à un suivi hydrologique) des cours d'eau alimentés par les nappes souterraines serait utile pour valider les risques d'existence de fond géochimiques en Ni (surtout si la NQE de celui-ci évolue à 4 µg/L).

Pour la quantification précise des niveaux de fond, l'exercice sera difficile, devant la rareté de sites exempts de pressions anthropiques, mais peut être nécessaire compte tenu du nombre important de fortes concentrations rencontrées sur le RCS.

5.4.3 Loire Bretagne

Le bassin Loire Bretagne présente :

- Un contexte naturel très compliqué avec trois grandes entités :

  - le Massif Armoricain, socle ancien à l'ouest ;
  - une vaste zone sédimentaire correspondant à la partie méridionale du Bassin Parisien ;
  - le Massif Central, composé lui-même d'entités très différentes, entre le Plateau Limousin, à l'Ouest, les fossés tectoniques d'effondrement, de nature sédimentaire (Limagne, Forez, ..), les zones volcaniques au centre (chaine des Puys, Cantal) et à l'est (Velay, Mézenc, …) juxtaposées à des secteurs de socles anciens, avec des zones métamorphiques.

- Une pression anthropique s'exprimant par une activité agricole intensive (Massif Armoricain et zone sédimentaire) et quelques centres urbains ;

- Un nombre important de sites analysés pour les 8 métaux, mais avec une qualité analytique inégale

rendant l'interprétation des données difficiles, en particulier dans les unités complexes du Massif Central.

On peut retenir dans les grandes lignes les résultats suivants sur les niveaux de fond géochimiques :

- Arsenic

  Un niveau faible pour le Massif Armoricain et la zone sédimentaire ; ***fort à l'Ouest du Massif Central*** ; plus difficile à qualifier pour les fossés tectoniques, et la partie orientale du Massif Central.

- Cadmium

  Au vu de la qualité insuffisante des données (LQ élevée pour la majorité du bassin), à laquelle s'ajoute à la complexité de la partie orientale du Massif Central, il apparaît impossible d'interpréter les données disponibles.

- Chrome

  Un niveau faible sur le Massif Armoricain et la zone sédimentaire, mais, dans la partie orientale du Massif Central, la qualité limitée des données s'ajoute à la complexité de la zone, ne permettant pas d'interprétation à partir des données disponibles.

- Cuivre

  Niveau faible sur la partie orientale du Massif Armoricain, moyen sur la partie occidentale du Massif Central, (un niveau faible a été retenu dans le bassin Adour Garonne) ; en revanche, la zone sédimentaire présente trop de variabilité pour que l'on puisse statuer (risque de contamination d'origine anthropique), et la qualité des données (LQ élevée) est insuffisante pour la partie orientale du Massif Central.

- Mercure

  Une qualité des données insuffisantes (LQ supérieure ou égale à la NQE) pour proposer un niveau de fond géochimique.

- Nickel

  Selon la NQE considérée, les données ne renvoient pas la même image de niveau de fond géochimique.
  Pour la NQE actuelle (20 µg/L), le niveau de fond géochimique peut être considéré faible sur l'ensemble du bassin, malgré quelques inconnues possibles très localement dans la partie orientale du Massif Central.
  Pour la NQE en discussion (4 µg/L), l'interprétation des données est plus complexe, avec :
  - ***La partie orientale du Massif Armoricain et la zone sédimentaire*** concernée par un ***niveau moyen*** ;
  - La ***partie occidentale du Massif Central*** (Plateau Limousin et fossés tectoniques) concernée par un ***niveau faible*** ;
  - L'impossibilité de conclure devant le risque de pollution diffuse dans le massif Armoricain et la qualité incertaine des données dans la partie orientale du Massif Central.

- Plomb

  Selon la NQE considérée, les données ne renvoient pas la même image de niveau de fond géochimique.
  Pour la NQE actuelle (7,2 µg/L), l'ensemble des valeurs disponibles confirme le niveau faible sur l'ensemble du bassin.
  Pour la NQE en discussion (1,2 µg/L), la qualité des données (LQ élevée par rapport à la NQE) devient un obstacle à l'interprétation, et l'extrapolation reste difficile quand les valeurs fortes sont rencontrées.

- Zinc

  Les valeurs de concentrations faibles rencontrées sur ***la partie occidentale du Massif Central*** permettent de confirmer ***un niveau faible***, en revanche partout ailleurs des valeurs

fortes sont rencontrées ; mais la variabilité spatiale des concentrations laisse un doute qu'il faudra lever, notamment en éliminant le risque de contamination des échantillons (probablement lors de l'échantillonnage) et de pollution diffuse.

En conclusion générale :

Les niveaux de fond géochimiques sont le reflet de la complexité géologique du bassin, limitant les généralisations à cette échelle.

Des marges d'amélioration existent néanmoins, pour lesquelles il conviendrait :

1. de renforcer et homogénéiser la qualité (LQ<30 % de la NQE) des données pour l'ensemble des métaux ;
2. de sélectionner des sites sans pressions significatives en particulier pour le cuivre et le zinc ;
3. de renforcer la connaissance (densification du réseau de sites mesurés, fréquence augmentée) dans les secteurs à plus grande complexité, notamment la partie orientale du Massif Central.

La partie orientale du Massif Central, géologiquement complexe, demandera probablement des investigations plus poussées à un niveau local que le seul suivi en réseau pour identifier des niveaux de fond géochimiques.

Pour quantifier les fonds géochimiques, il apparait indispensable de procéder à des études sur des échelles localisées :

- soit pour extrapoler quand le niveau de fond géochimique est plus ou moins connu dans des contextes homogènes (notamment sédimentaires, mais peut être également Massif Armoricain et partie occidentale du Massif Central) ;
- soit pour résoudre une problématique locale rendant cette quantification nécessaire (cas de rejets connus, ou de valeurs chroniques anormalement élevées) ;
- dans la partie orientale du Massif Central, l'analyse des problématiques au cas par cas sera probablement la règle.

5.4.4 Rhône Méditerranée Corse

Le bassin Rhône Méditerranée et Corse présente :

- Un contexte naturel également complexe avec :

  - une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur) ;
  - des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) ;
  - les zones avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées) ;

- Une pression anthropique s'exerçant principalement sur la zone sédimentaire centrale, certaines vallées alpines, et quelques centres industriels et/ou urbains ;

- Un nombre important de sites analysés pour les 8 métaux.

On peut retenir dans les grandes lignes les résultats suivants sur les niveaux de fond géochimiques :

- Arsenic

  Un niveau faible pour la zone sédimentaire, fort dans le Sud des Vosges et le Massif Central, moyen pour le sud des Alpes, et faible pour les Pyrénées et la Corse, reste une incertitude dans le Nord des Alpes où la variabilité limite l'interprétation.

- Cadmium

La qualité insuffisante des données (LQ élevée pour la majorité du bassin) ne permet pas d'interprétation de niveau de fond.

- Chrome

  Un niveau faible sur la zone sédimentaire, les zones de socle (Corse, Pyrénées, Massif Central et Sud des Alpes).
  En revanche, l'existence de concentrations élevées localisée (Sud des Vosges, Nord des Alpes, Bugey) laisse planer un doute sur ces secteurs, qu'il conviendrait de lever en identifiant l'origine de ces valeurs plus élevées.

- Cuivre

  Un niveau fort dans le Sud des Vosges, moyen sur l'est du Massif Central, faible pour les Alpes, la Corse, le Sud-est du Massif Central et la partie orientale des Pyrénées.
  En revanche pour l'ensemble de la zone sédimentaire, la variabilité des concentrations, les risques de pollutions diffuses, la qualité des données (LQ supérieures à 30% de la NQE), empêchent une évaluation de niveau de fond.

- Mercure

  Au vu de la qualité des données, il apparaît impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en mercure dissous sur l'ensemble du bassin.

- Nickel

  Selon la NQE considérée, les données ne renvoient pas tout à fait la même image de niveau de fond géochimique.
  Pour la NQE actuelle (20 µg/L), le niveau peut être considéré faible sur l'ensemble du bassin.
  Pour la NQE en discussion (4 µg/L), le niveau peut également être considéré comme faible, sauf pour le secteur Sud des Alpes où un doute subsiste.

- Plomb

  Quel que soit la NQE considérée, les valeurs de concentrations indiquent un niveau faible.

- Zinc

  On peut identifier un niveau élevé dans le Sud des Vosges, faible dans les Alpes Interne et la partie orientale des Pyrénées, pour le reste, la variabilité, le risque de contamination des échantillons (probablement lors de l'échantillonnage) et le risque de pollutions diffuses empêchent l'évaluation de niveau de fond.

En conclusion générale :

La complexité géologique du bassin complique les généralisations d'évaluation de niveau de fond à cette échelle. De plus, la pression anthropique agricole, urbaine et industrielle qui s'exerce sur la zone centrale et le littoral augmente la difficulté d'évaluation des fonds géochimiques, malgré une quantité de sites importants, avec un niveau de qualité analytique globalement correct (sauf cadmium et mercure).

On retrouve les secteurs « à risque de fond élevé » mentionnés dans les précédents rapports du BRGM, identifiés sur les secteurs de socle (Massif Central, Vosges du Sud et dans une moindre mesure la Corse et les Pyrénées Orientales), et la géologie complexe des Alpes.

Pour améliorer la connaissance des niveaux de fond, il serait utile :

1. de renforcer la qualité (LQ<30 % de la NQE) des données pour le cadmium et le mercure ;
2. de sélectionner des sites sans pressions significatives en particulier pour le cuivre et le zinc ;
3. de renforcer la connaissance (densification du réseau de sites mesurés, fréquence augmentée) dans les secteurs à plus grande complexité, notamment les Alpes.

La partie orientale du Massif Central, géologiquement complexe, demandera probablement des investigations plus poussées à un niveau local que le seul suivi en réseau pour identifier des niveaux de fond géochimiques, à l'image des observations faites sur le bassin Loire Bretagne.

Pour quantifier les fonds géochimiques, il apparait indispensable de procéder à des études sur des échelles localisées :

- soit pour extrapoler quand le niveau de fond géochimique est plus ou moins connu dans des contextes homogènes (notamment sédimentaires) ;
- soit pour résoudre une problématique locale rendant cette quantification nécessaire (cas de rejets connus, ou de valeurs chroniques anormalement élevées).

5.4.5 Seine Normandie

Le bassin Seine Normandie présente :

- Un ensemble assez simple, dominé par la grande zone sédimentaire du Bassin Parisien, avec des zones de socle en extrémité : Massif Central au Sud Est, Massif Armoricain à l'Ouest.

- Une pression anthropique forte avec la grande agglomération parisienne en zone centrale et le tissu d'agglomérations associées, ainsi qu'une activité agricole intensive sur l'ensemble du bassin.

- Un nombre important de sites analysés pour les 8 métaux, mais avec une qualité analytique inégale rendant l'interprétation des données difficiles.

On peut retenir dans les grandes lignes les résultats suivants sur les niveaux de fond géochimiques :

- Arsenic

  Mis à part un niveau moyen à fort identifié dans le Massif Central, il apparaît impossible d'évaluer un niveau de fond compte tenu de la qualité des données.

- Cadmium

  La qualité insuffisante des données (LQ élevée pour la majorité du bassin) ne permet pas d'interprétation de niveau de fond.

- Chrome

  La qualité insuffisante des données (LQ élevée pour la majorité du bassin) ne permet pas d'interprétation de niveau de fond.

- Cuivre

  Un niveau fort dans le Massif Central et Massif *Armoricain,* pour la zone sédimentaire, la variabilité des concentrations, le risque de pollution diffuse et la qualité des données (LQ > 30% de la NQE) interdisent de proposer un niveau

- Mercure

  Au vu de la qualité des données, il apparaît impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en mercure dissous sur l'ensemble du bassin.

- Nickel

  Pour la NQE actuelle et celle en discussion (20 et 4 µg/L, respectivement), les données renvoient un niveau faible sur l'ensemble du bassin.

- Plomb

Pour la NQE actuelle et celle en discussion (7,20 et 1,20 µg/L, respectivement), les données renvoient un niveau faible sur l'ensemble du bassin, sauf pour le secteur du Massif Armoricain, pour lesquelles les données non quantifiées avec une LQ élevée limitent toute interprétation.

- Zinc

  A part un niveau fort dans le Massif Central et un niveau moyen dans le Massif Armoricain, il apparaît impossible de se prononcer sur un niveau de fond géochimique, compte tenu de la variabilité des résultats, des risques de pollutions diffuses et de contamination possible des échantillons.

En conclusion générale :

Il apparaît impossible de déterminer des niveaux de fond pour la zone sédimentaire, mis à part le plomb et le nickel qui montrent des valeurs faibles.

La connaissance des niveaux de fond géochimique passe par :

1. l'amélioration de la qualité des données (ensemble des métaux, sauf nickel), en particulier pour la zone sédimentaire ;
2. une attention particulière à la recherche de sites sans pressions significatives pour le cuivre et le zinc (avec amélioration des pratiques de prélèvement pour ce dernier).

Pour la quantification précise des niveaux de fond, l'exercice sera difficile, devant la rareté de sites exempts de pressions anthropiques, mais peut être nécessaire compte tenu du nombre important de fortes concentrations rencontrées sur le RCS.

5.4.6 Au niveau national

Cette échelle met en perspective les différences de méthodes et de mise en œuvre selon les bassins ; mais on peut néanmoins en tirer quelques enseignements selon le métal considéré, dans la perspective d'améliorer la connaissance opérationnelle des niveaux de fond géochimique.

Dans les cartes de synthèse ne sont représentés que les bassins ayant communiqué des données en éléments trace dissous dans le cadre de cette étude (données 2009 pour le bassin Loire Bretagne, 2010 pour les bassins Adour Garonne, Artois Picardie, Rhône Méditerranée Corse, et Seine Normandie).

Arsenic

La carte du niveau national (Figure 3) montre que :

- la détermination du niveau de fond est possible sur l'ensemble des zones sédimentaires par une amélioration de la qualité des données ;

- les secteurs de socle (Massif Central, Alpes internes) sont susceptibles de présenter une complexité locale pour laquelle les mesures de réseaux ne permettront pas de statuer facilement, ce qui nécessitera des études plus approfondies, si le besoin de connaissances se fait connaître.

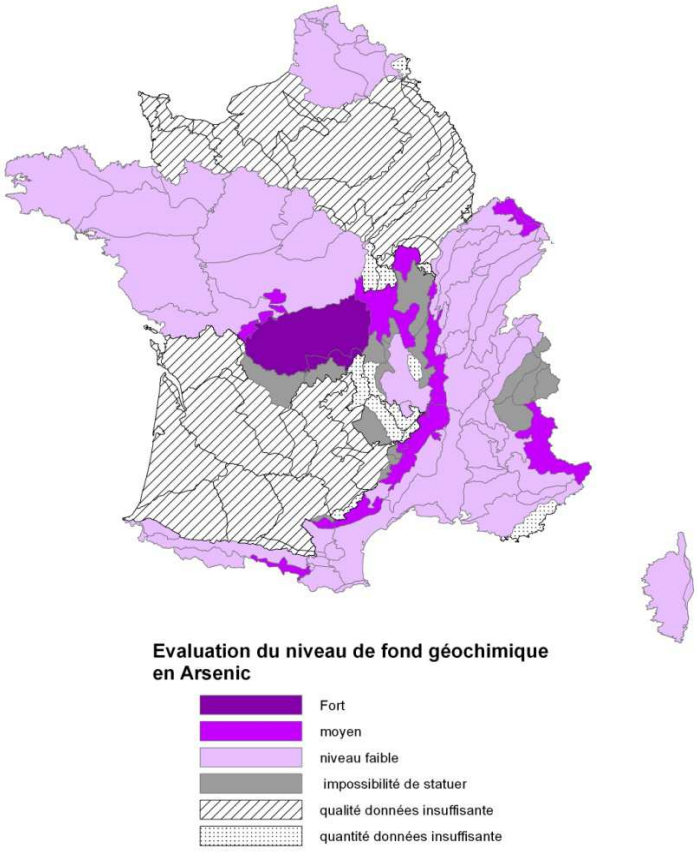


Figure 3 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en arsenic *(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)*

Cadmium

Le regroupement de l'information sur une carte nationale (Fig. 4) montre clairement le problème de la qualité des données, qu'il semble possible de résoudre, à condition d'imposer des méthodes de prélèvement et d'analyse dédiées à la mesure du cadmium aux niveaux trace préconisés pour l'agrément (LQmin 0,05 µg/L).

Dans l'état actuel, on ne peut guère tirer de conclusion à cette échelle.

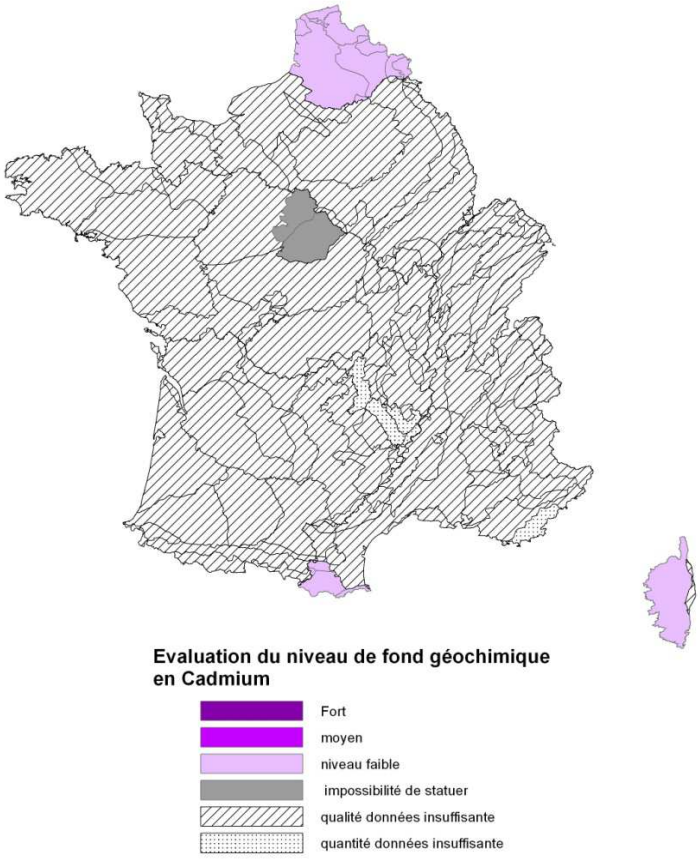


Figure 4 : Carte de synthèse de de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en cadmium

(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)

Chrome

Il apparaît que la définition de niveau de fond géochimique est possible en zone sédimentaire avec une bonne qualité de données (Fig. 5).

En revanche, dans les zones de socle (Massif Central notamment), la géologie complexe demandera probablement la mise en œuvre d'études plus approfondies (nombre de sites, environnement des sites, qualité des prélèvements et analyses) pour statuer sur les niveaux de fond géochimique.

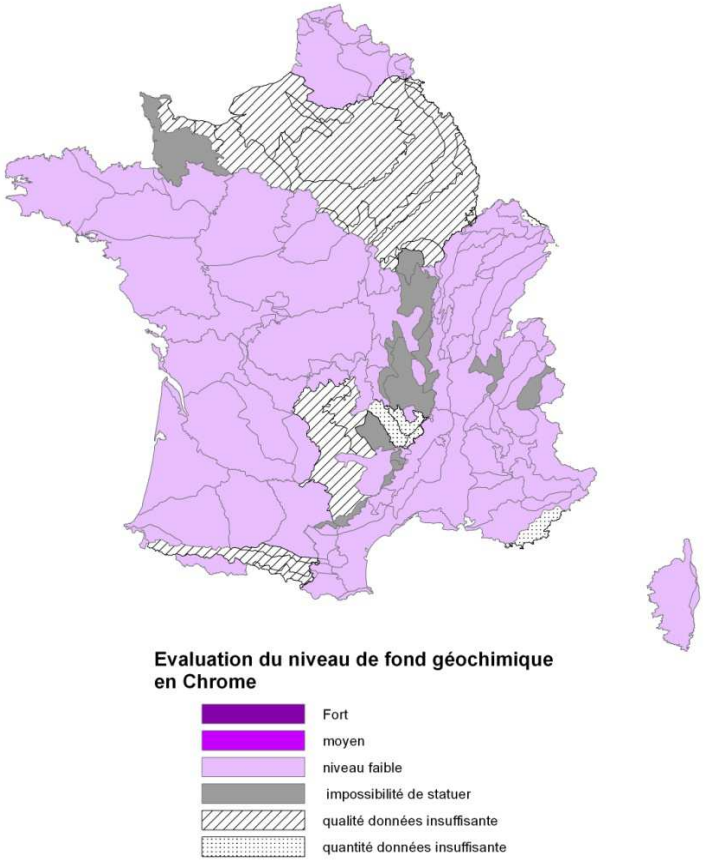


Figure 5 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en chrome

(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)

Cuivre

Si l'on excepte les marges d'amélioration possible en termes de qualité des données (prélèvements et analyses), il apparaît que pour cet élément trace, la détermination d'un niveau de fond en cuivre dissous dans les eaux de surface doit reposer sur d'autres stratégies que la simple analyse de données de réseau de surveillance, en particulier dans les secteurs où la pression anthropique (agricole) est élevée, induisant des variabilités assez fortes (Cf. Fig. 6).

Ces stratégies impliquent la mise en œuvre d'une bonne expertise géologique pour permettre l'extrapolation, un soin particulier à la sélection de sites non soumis à pression anthropique, des niveaux de qualité analytique élevés, voire des techniques permettant de dissocier la part anthropique du cuivre dissous mesuré.

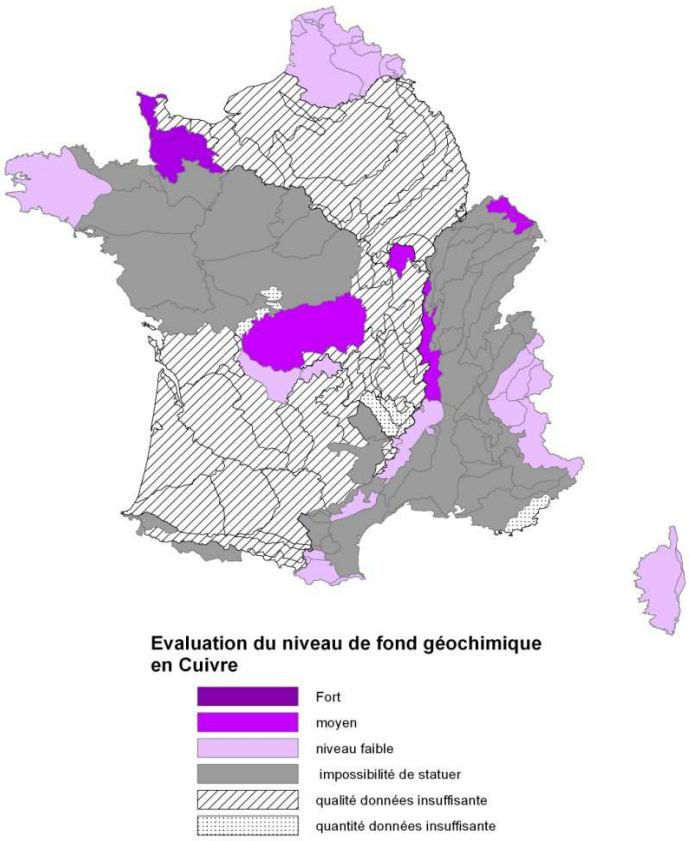


Figure 6 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en cuivre *(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)*

Mercure

Le constat global repose sur le fait que la qualité des données ne permet pas à ce jour de statuer correctement sur un niveau de fond géochimique (Cf. Fig. 7).

Les résultats des analyses de mercure n'ont pas non plus été renseignés par le FOREGS du fait de difficulté de contamination. Cet élément nécessite, aux faibles niveaux de concentration requis selon la DCE (LQ 0,015 µg/L), l'utilisation de matériels de prélèvement et de stockage spécifiques, différents de ceux utilisés pour les autres métaux (flaconnage en Teflon notamment). Seulement dans ces conditions des niveaux de fond pourront être définis, en référence à la valeur de la NQE.

Cependant, il est important de noter que les concentrations en mercure dissous dans les eaux de surface sont plutôt de l'ordre du ng/L (et non pas de la dizaine de ng/L) ; aussi, des mesures réalisées avec des méthodes de prélèvement et d'analyse dédiées à la mesure du mercure aux niveaux exigées par la DCE, ne permettront pas non plus d'obtenir des valeurs quantifiées.

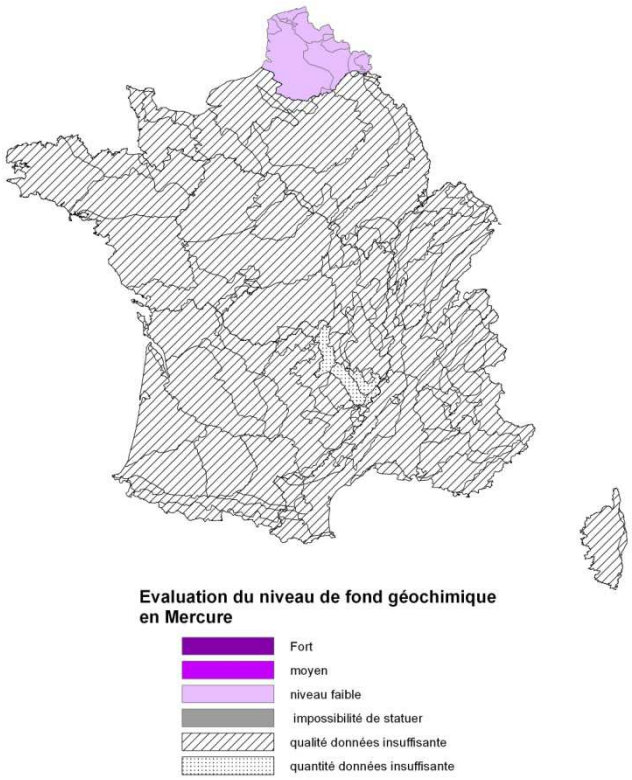


Figure 7 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en mercure *(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)*

Nickel

Si les données du réseau permettent de statuer pratiquement partout sur le niveau de fond géochimique pour la NQE actuellement en vigueur (20 µg/L), l'abaissement de la NQE (4 µg/L) laisse entrevoir des différences localisées, en particulier sur le bassin Loire Bretagne (Cf. Fig.8).

Il apparaît utile de confirmer ces différences par d'autres campagnes de mesures, dès lors que le changement de NQE sera confirmé ; ce qui vaut également dans certains secteurs de socles (Massif Central, Alpes, Massif Armoricain), et, également, pour la prise en compte du risque induit par les eaux souterraines, localement concernées par des fortes concentrations (Artois Picardie).

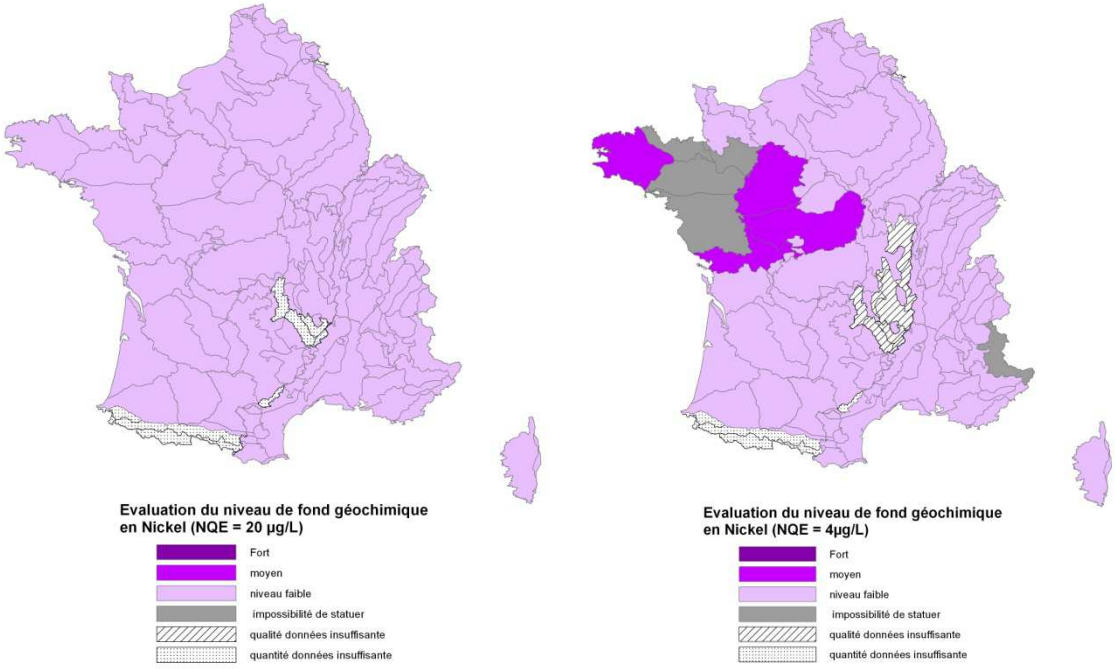


Figure 8 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en nickel *(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)*

Plomb

Pour la NQE actuellement en vigueur (7,2 µg/L), mis à part le nombre insuffisant de données dans le Sud-Ouest, on peut statuer pour l'ensemble à un niveau de fond géochimique faible (Cf. Fig 9).

Pour la NQE en discussion (1,2 µg/L), les LQ dans le bassin Loire Bretagne font qu'il est impossible de statuer sur un niveau de fond, d'autant que dans le secteur du Massif Central, la possibilité d'existence de niveaux différents de LQ existe.

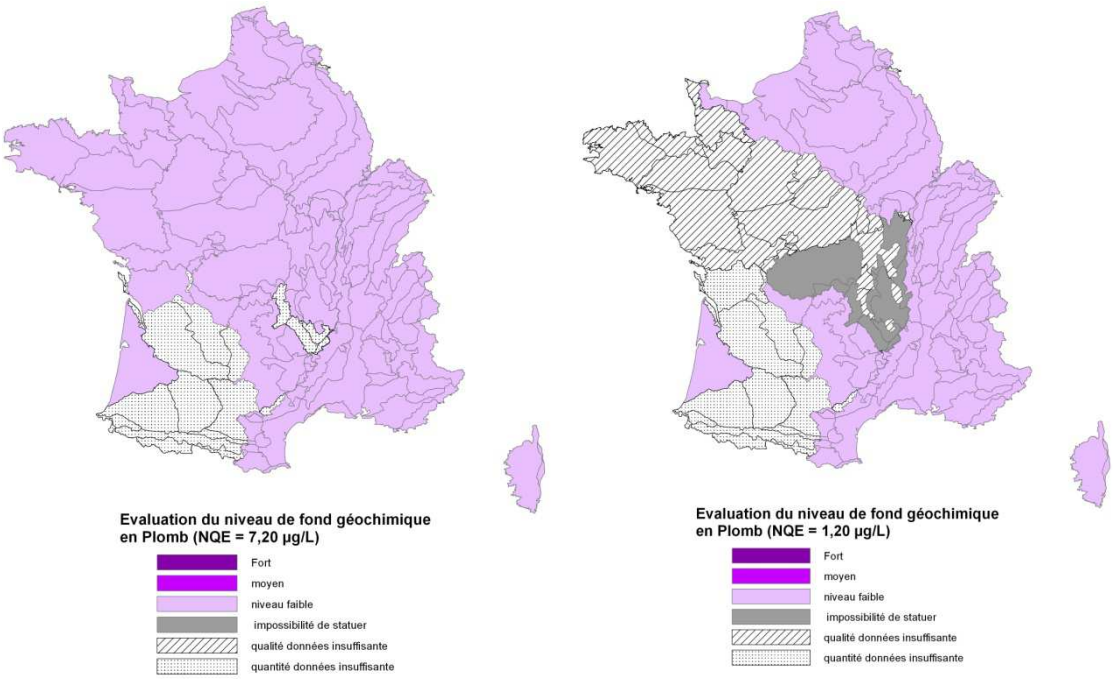


Figure 9 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en plomb *(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)*

Zinc

L'exploitation des résultats est plus difficile pour cet élément-trace.

Au-delà des questions liées à la qualité analytique (LQ > 30%), les fortes variabilités laissent entrevoir l'existence de pollutions diffuses (agriculture intensive), ainsi que de probables contaminations lors de l'échantillonnage et/ou de l'analyse. Le risque de contamination lors de l'échantillonnage et/ou de l'analyse a bien été identifié pour ce métal (Cf. Botta et al. 2010 ; Ghestem et al., 2012). Seuls certains secteurs particuliers peuvent voir un niveau de fond qualifié, en particulier sur les zones de socle à pression agricole limitée (Cf. Fig. 10).

Comme pour le cuivre, une stratégie spécifique doit être envisagée pour définir les niveaux de fond, tout en adaptant particulièrement pour ce métal, les conditions de l'échantillonnage et de l'analyse pour la quantification aux niveaux traces.

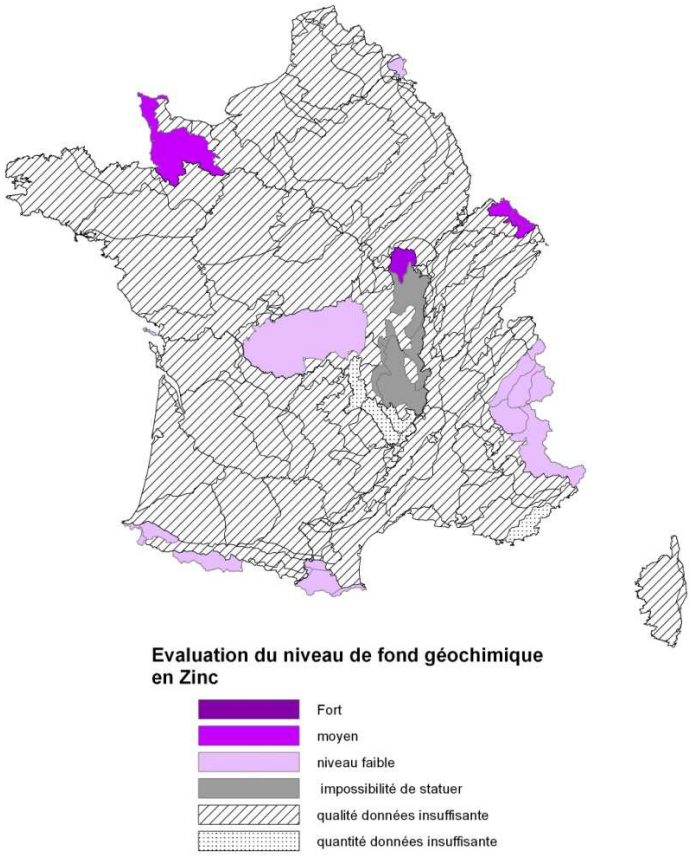


Figure 10 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en zinc *(à partir des données des campagnes RCS 2010 – 2009 pour LB et FOREGS 2005)*

5.4.7 Conclusion générale sur l'exploitation des données réseaux RCS et FOREGS

L'analyse des données réseaux fait entrevoir, au-delà des questions méthodologiques de tri de sites, de gestion des données, de mise en cohérence géographique, l'importance de la qualité des données, que ce soit en terme de LQ adaptées à la NQE de l'élément considéré, mais également des conditions de prélèvement (absence de contamination pour le zinc notamment), ainsi que la sélection de sites présentant des pressions limitées (cuivre, zinc, mais aussi localement nickel, chrome, voire plomb).

Par ailleurs, l'analyse de données de réseaux montre ses limites dans les secteurs à géologie complexe, en particulier le Massif Central, les Alpes et les Pyrénées. Dans ces secteurs, le recours à des expertises plus approfondies peut s'avérer indispensable, même pour ne définir que des niveaux de fond géochimiques.

En ce qui concerne les niveaux de fond, on peut globalement retenir des niveaux de fonds géochimiques faibles pour les zones sédimentaires quand les données sont quantifiables, et une variabilité croissante dans les zones de socle, mixte et volcanique.

On peut retenir pour chacun des 8 métaux, un niveau de fond géochimique globalement faible pour le plomb et le nickel, une insuffisance de qualité des données pour le cadmium et le mercure, une difficulté méthodologique pour le cuivre et zinc, et des valeurs variables pour l'arsenic et le chrome, sachant que les marges d'amélioration identifiées permettront d'affiner ce panorama grossier.

5.5 Conclusion

L'analyse des données de concentrations en éléments trace dissous issu des campagnes d'analyse en réseau de 2010 (2009 pour LB) a permis de faire progresser la connaissance des fonds géochimiques pour les eaux de surface pour une partie des métaux, en permettant, notamment, d'identifier des niveaux de fond naturellement faibles.

En fonction des données disponibles étudiées, il apparaît que des marges de progrès existent encore au niveau de l'analyse des données de réseau par une amélioration de la qualité analytique (LQ conforme au seuil de 30 % de la NQE de l'élément trace étudié), selon les métaux et les bassins de gestion des suivis.

En revanche, on identifie dès à présent les limites de l'exercice effectué à cette échelle :

- pour les zones géologiquement complexes, montrant des variabilités naturelles très fortes, nécessitant alors de recentrer les études à une échelle plus grande, et une expertise géologique plus fine ;
- pour les éléments témoins de pressions anthropiques passées ou diffuses (cuivre, zinc, dans une moindre mesure nickel), pour lesquelles des stratégies adaptées seront parfois nécessaires dans certains secteurs ;
- l'existence de valeurs atypiques d'origine naturelle en contradiction avec des niveaux de fond validés restant toujours possible, en particulier dans les secteurs de massif anciens, ou de secteurs de montagne fortement remaniés.

Cette connaissance partielle concerne les niveaux de fond géochimique, et permet d'identifier un ordre de grandeur des valeurs de concentration par rapport à une NQE considérée.

La quantification du fond géochimique représente un exercice d'une nature bien plus complexe à une échelle nécessairement plus localisée.

6 Quantification du fond géochimique d'un bassin de référence

Si l'analyse des données disponibles des réseaux de suivi existants permet de définir partiellement des ***niveaux*** de fond géochimique (Cf. chapitre 5), il apparaît difficile de déduire de ce type de données des valeurs ***« quantifiées »***. Une évaluation relativement précise des concentrations de fond géochimique s'avère nécessaire tant pour la recherche et le traitement des sources de contamination que pour les justifications nécessaires au rapportage au niveau européen, quand le risque de dépassement de la NQE devient élevé.

L'analyse réalisée à partir des données des réseaux de surveillance montre que, moyennant un effort complémentaire sur la densification des sites de mesure et la qualité des données dans certains secteurs, il sera possible d'identifier les secteurs où les niveaux de fond géochimiques sont faibles pour les 8 métaux ciblés. Cela semble correspondre à une grande partie du territoire.

En revanche, certaines zones géographiques, déjà identifiées par les études BRGM de 2006-2007, sont concernées par de fortes variabilités de concentrations naturelles en éléments traces. La quantification du fond géochimique y sera probablement nécessaire.

La quantification du fond géochimique, pour être opérationnelle, repose sur deux éléments principaux :

- la ***stratégie d'échantillonnage***, qui consiste à identifier le périmètre cible, les bassins de référence inclus dans ce périmètre, et l'organisation spatiale des sites de mesure ;
- la ***méthode de prélèvement et d'analyse*** pour les métaux ciblés, dont la qualité devra être optimisée à la hauteur des exigences requises pour quantifier des valeurs faibles, en général inférieures à la NQE visée.

6.1 Stratégie d'échantillonnage

6.1.1 Choix de l'échelle spatiale

Le rapport bibliographique (Canal *et al.*, 2011) propose une synthèse des différentes échelles utilisées (paragraphe. 3.4.2., page 37) dans les documents étudiés. Il apparaît, à la lecture du tableau de synthèse, qu'une adaptation de l'échelle d'étude à la complexité de la formation géologique, en lien avec les sources potentielles d'éléments traces, est indispensable.

Ainsi, un ***niveau régional*** semble ***adapté aux formations sédimentaires relativement homogènes*** (*Meybeck 1998;* Thévenot et al. 2009). Mais ***dans les secteurs « de socle » ou « mixte », une analyse cartographique fine sur un secteur localisé*** apparait indispensable à une quantification fiable du fond géochimique (Grosbois et al. 2006; Casiot et al. 2009)

Cette étude doit naturellement s'appuyer sur les résultats de travaux réalisés dans les secteurs géographiques proches, les formations géologiques équivalentes, mais aussi sur les rapports du BRGM (Brenot *et al.*, 2007). Ces rapports constituent une synthèse de l'information disponible, particulièrement sur les eaux souterraines, donc en lien direct avec la potentialité de source en éléments dissous de ces formations. De ces éléments pourront être déduites les échelles à considérer, ainsi que le périmètre de l'étude à considérer.

6.1.2 Périmètre de l'étude

Le périmètre de l'étude dépendra :

- du type de formation géologique identifié comme étant la source de métaux dissous ; les études locales disponibles, les rapports BRGM et l'expertise géologique (hydrogéologie, minéralogie, ….) seront une base de travail ;
- de la nécessité d'identifier un bassin versant exempt de pressions anthropiques à l'origine de ces métaux dissous (rejets, mines, pollutions diffuses, ..).

L'étendue du périmètre de l'étude dépend en premier lieu des objectifs et des moyens qu'il est possible d'y consacrer, par exemple :

- une étude globale dans un secteur géologique complexe où l'on souhaite renforcer la connaissance : l'espace de travail sera dimensionné en fonction de l'étendue du type de la formation géologique ciblée ;
- une quantification rendue nécessaire par l'existence de valeurs « atypiques » pour laquelle la connaissance des pressions anthropiques ne permet pas de statuer facilement sur la qualification de l'état chimique ou écologique : dans ce cas, la recherche d'un espace de « référence », de formation géologique similaire à la station en cause, constituera l'essentiel de cette identification.

6.1.3 Mise en place d'un réseau de sites

En premier lieu, ***le croisement des cartes géologiques*** avec les couches décrivant ***le réseau hydrographique*** est indispensable pour déterminer les bassins versants représentatifs des formations géologiques identifiées.

Ensuite, c'est dans cet ensemble de bassins versants que s'effectue ***la recherche de bassins versants de « référence »***, sans pression anthropique (représentant un risque vis-à-vis de l'élément trace (s)), et, si possible, le plus homogène possible du point de vue géologique.

Le bassin versant de « référence », peut être efficacement identifié en procédant dans l'ordre suivant :

- croisement avec les couches de Corine Land Cover en éliminant les occupations de sols correspondant aux territoires artificiels (poste 1.x.x) et agricoles à fort impact (2.1.x, 2.2.x, 2.4.1., 2.4.2.), et en utilisant *a minima* les méthodes (seuils) de sélection de sites de référence pour la définition des réseaux de surveillance de la DCE (Pardo et al. 2011) ;
- recherche de sources de pollution localisées, notamment en valorisant les bases de données publiques de type BASIAS (base des Sites Industriel et Activités de Service, BASOL - base Sites et Sols pollués), disponibles sur le site Infoterre (http://infoterre.brgm.fr/) du BRGM, voire l'inventaire minier (notamment rubrique Mines- Substances principales).

Le rapport de l'AMPS (AMPS 2004) liste en annexe V paragraphe 3 les méthodes permettant de valider le caractère « référence » du bassin versant considéré :

- le profil de concentration dans les sédiments (une augmentation de concentration dans les couches supérieures témoignent probablement de contamination anthropique) ;
- le facteur d'enrichissement par la pollution atmosphérique, ou ratio de concentration entre sédiments récents et anciens dans les plans d'eau ;
- les ratios d'éléments, qui, au fil du temps, devraient rester constants en l'absence de pollution ;
- la composition isotopique (valable pour le plomb).

Ces méthodes sont utiles pour valider, *a priori* si les données existent, et *a posteriori* en cas de doute sur les résultats obtenus, le caractère « référence » du bassin retenu.

Il convient alors de repérer des ***sites de mesure*** drainant ce ou ces bassins versants, avec comme critère principal l'accessibilité du site en toutes saisons.

6.1.4 Choix de l'échelle temporelle

La question principale concerne la fréquence de prélèvements optimale pour garantir une fiabilité de la valeur de concentration obtenue, en considérant par ailleurs qu'une campagne annuelle est envisagée.

Une modélisation des erreurs à craindre à partir d'un jeu de données produit par le Laboratoire de Chimie des Milieux Aquatiques (LAMA) d'Irstea Lyon (Rabiet et al. 2008) a été réalisée à cette fin (Annexe 8).

Ce jeu de données présente les caractéristiques suivantes :

- mesures effectuées sur un site amont (pressions anthropiques faibles) d'un cours d'eau du Beaujolais (la Morcille) dans le Rhône ;
- pluri annuel (2007 – 2010) ;
- une fréquence élevée (27 prélèvements par an en moyenne) ;
- des conditions de prélèvements et d'analyses contrôlées ;
- des LQ très inférieures aux valeurs mesurées (et aux préconisations réglementaires) ;
- les éléments trace analysés (par ICP-MS) sont As, Cr, Cu, Ni.

Ces données montrent des valeurs comparables en moyennes annuelles d'une année sur l'autre, une variabilité saisonnière (intra annuelle) parfois prononcée comme dans le cas de l'arsenic, une variabilité des données non négligeables (Figure 11).

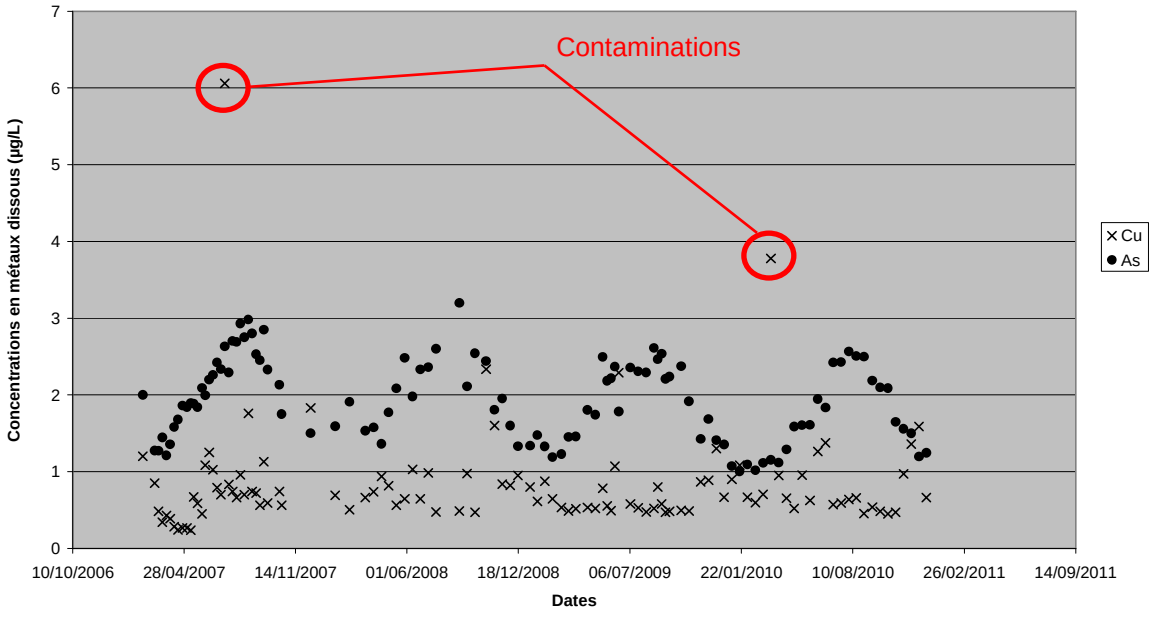


Figure 11 : Représentation graphique des concentrations en As et Cu dissous sur le site de St Joseph (Morcille) en fonction du temps – données brutes (Irstea LAMA)

Des modèles de simulation des erreurs à craindre ont été réalisés en effectuant des tirages aléatoires répétés (« bootstrap ») selon des modalités simulant différentes fréquence de prélèvements (Figure 12).

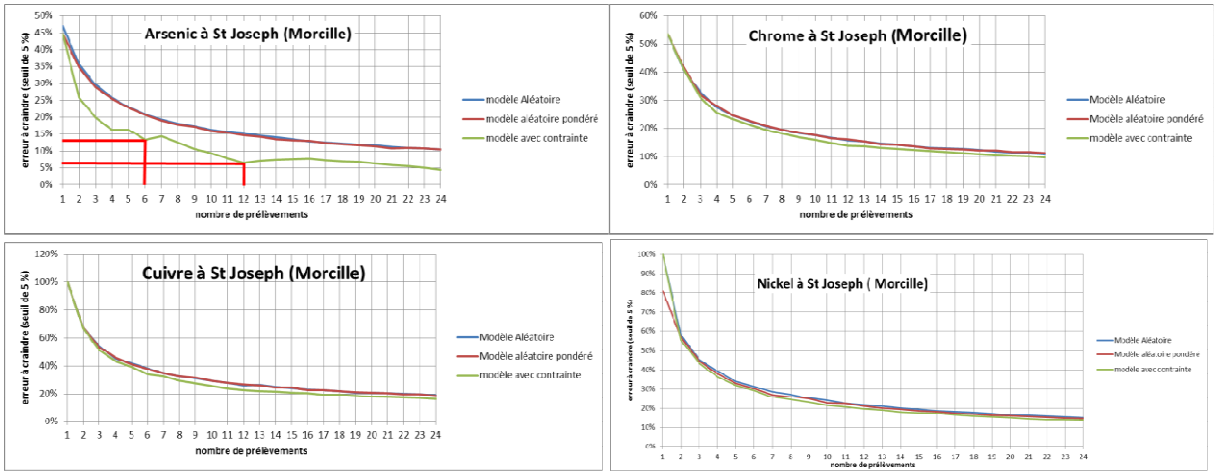


Figure 12 : *Simulations d'erreurs à craindre selon le nombre de prélèvements annuels pour les concentrations en As, Cr, Cu, Ni sur la base de données mesurées à St Joseph 69 (Morcille) par le LAMA Irstea.*

Il apparait que :

- la grandeur des erreurs se stabilise nettement au-delà de 12 prélèvements par an ;
- les ordres de grandeur varient d'un élément à l'autre (Cu : 22% pour 12 prélèvements, Arsenic : 7 % environ pour 12 prélèvements).

Dans l'état des connaissances actuelles, et, sous réserve de disposer d'un jeu de données au moins aussi complet et de qualité (prélèvements, analyse, LQ), on peut considérer que la ***fréquence mensuelle*** (12 prélèvements par an) ***constitue une fréquence adaptée à la quantification de ce niveau de concentrations en contexte naturel***.

En ce qui concerne le nombre de campagne de mesure (d'années de suivi), il n'apparaît pas possible de tirer des enseignements d'un tel jeu de donnée. En revanche, il apparaît réaliste d'envisager de réaliser des campagnes plusieurs années, pour tenir compte, en particulier, des variations hydrologiques.

6.2 Méthodes de prélèvement et d'analyse

Ce chapitre propose un guide sur les méthodes de prélèvement et d'analyse en vue de l'acquisition de données de qualité pour définir des fonds géochimique pour les métaux dissous dans les eaux de surface continentales. Ce document reprends et complète, pour ce qui concerne les eaux de surface, la première version d'un guide de prélèvement rédigé par le BRGM dans le cadre des travaux d'AQUAREF (Ghestem et al., 2008). Il reprend aussi, en les précisant pour les éléments traces, les recommandations spécifiques du Guide de prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques (Aquaref, 2011). Les prescriptions du guide Aquaref incluent certains aspects généraux liés aux opérations de prélèvement et d'analyse qui ne sont pas repris ici en détail.

En ce qui concerne les données analytiques disponibles, il ressort de l'exploitation des données existantes (Cf. parag. 4.2.1), une forte hétérogénéité entre les protocoles analytiques : les limites de quantification sont très variables selon les Agences et majoritairement trop élevés en comparaison des concentrations « ambiantes » et pas seulement des valeurs attendues de fonds géochimiques. Ceci entraîne des difficultés d'interprétation de ces données et donc un niveau de confiance généralement faible sur la délimitation des zones de fond géochimique dans le cas des eaux de surface et l'impossibilité de quantifier ces concentrations de fond. Pour mémoire, une seule étude d'envergure permettant d'acquérir des données de qualité sur les concentrations de fond géochimique a été réalisée en France (FOREGS). Cependant, le nombre de sites français inclus dans cette étude était limité et un seul prélèvement a été réalisé sur chacun des sites.

La spécificité des mesures de métaux et métalloïdes à très faibles concentrations nécessite la rédaction d'un guide spécifique. Ce cahier des charges permet, pour de futures campagnes d'acquisition de données, de définir des protocoles harmonisés de prélèvement, de conditionnement et d'analyse afin de disposer de données fiables et comparables pour l'estimation des fonds géochimiques.

6.2.1 Précautions pour éviter la contamination

Parmi les polluants qui sont régulièrement suivis dans l'environnement, les éléments traces (métaux, métalloïdes) sont particulièrement sensibles aux problèmes de contamination de la chaîne de mesure depuis le prélèvement jusqu'à l'analyse. Des exemples issus de la littérature ont plusieurs fois montré que des données historiques étaient inexploitables en raison d'une qualité insuffisante notamment due à des problèmes de contamination (Prichard et Barwick, 2007). Les travaux récents d'AQUAREF ont aussi démontré les risques de contamination liés aux différentes étapes de prélèvement et de pré-traitement des échantillons avant l'analyse (Botta *et al.,* 2010, Ghestem *et al.,* 2012). Afin d'obtenir des résultats fiables, il est donc indispensable que l'ensemble des opérateurs concernés (préleveurs, analystes) soit conscient de ces risques et prenne, en parfaite coordination, les mesures adaptées pour les minimiser et les contrôler. Des exemples de protocole pour limiter les contaminations sont donnés dans les méthodes de l'EPA (Chiffoleau 2002; EPA 2002).

Les voies possibles de contamination sont nombreuses :

- pièces métalliques du matériel ou de l'équipement lié à l'échantillonnage (ex : pompes, seaux) ;
- autres éléments du matériel de prélèvement (ex : tuyaux, filtres, seringues, flaconnage)
- flaconnage ;
- réactifs ;
- atmosphère (poussières, gaz d'échappement, fumées, cigarettes) ;
- contact humain (mains).

Les consignes suivantes sont des consignes générales permettant de limiter les contaminations des échantillons. Elles sont complétées dans la suite du rapport par des consignes plus spécifiques.

- ***Prélever et conserver l'eau « proprement » dans des récipients appropriés***. L'utilisation de matériaux (tuyaux, flacons) en plastique ou en Téflon spécialement nettoyés est nécessaire ;
- ***Minimiser l'exposition de l'ensemble du matériel utilisé*** à l'atmosphère ou au milieu environnant. Le matériel doit être correctement protégé jusqu'au prélèvement (boites hermétiques, sacs plastiques propres, matériel jetable en sachet unique, …) ;
- ***Porter des gants non poudrés*** (en nitrile ou en polyéthylène) ;
- ***Utiliser uniquement du matériel sans pièces métalliques*** ;
- ***Eviter les plastiques colorés*** car ils peuvent contenir des traces de certains métaux ;
- ***Noter toutes les opérations de prélèvement*** (matériels et réactifs utilisés, protocoles, …) ; ceci permet, en cas de contamination identifiée, de retrouver plus facilement l'origine de la contamination et de déterminer quels échantillons sont concernés ;
- ***Eviter les contaminations entre échantillons*** : le matériel doit être dédié aux échantillons peu chargés ; entre deux journées de prélèvement et entre deux prélèvements le matériel doit être nettoyé. L'utilisation de matériel jetable est une solution possible. Mais dans tous les cas, le rinçage de l'ensemble du matériel avec trois aliquotes de l'échantillon à analyser est impératif ;
- ***Vérifier la qualité et minimiser la quantité de réactif utilisé*** pour la conservation des échantillons ;
- ***Choisir des protocoles analytiques compatibles avec le dosage des contaminants à l'état de traces***, c'est-à-dire en sélectionnant ceux qui requièrent un minimum de manipulations et les plus faibles quantités de réactifs chimiques.

- ***Contrôler les conditions de manipulation des échantillons au laboratoire*** (environnement propre et usage conseillé d'une hotte à flux laminaire) ;
- ***Utiliser des procédures de vérification de toute la chaine*** depuis l'échantillonnage jusqu'à l'analyse (blancs de terrain - flaconnage/filtration, blancs analytiques).

6.2.2 Prélèvement des échantillons d'eau

La bonne pratique de prélèvement conditionne en majeure partie la fiabilité des résultats d'analyses. En effet, pour l'analyse des éléments traces, les erreurs imputables à la contamination des échantillons tout au long de la chaîne de mesure, depuis le prélèvement jusqu'au laboratoire, peuvent être importantes par rapport aux incertitudes analytiques. Le prestataire doit donc tout mettre en œuvre pour réaliser un prélèvement représentatif et non biaisé du milieu considéré.

6.2.2.1 Référentiel

Le prestataire doit se conformer aux guides techniques de l'AFNOR :

- Norme NF EN ISO 5667-3 (AFNOR, 2004) : Qualité de l'eau – Echantillonnage - Partie 3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau ».
- Norme (FD T90-523-1 février 2008) : « Guide de prélèvement pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement – Partie 3 : Prélèvement d'eau de surface ».

Des recommandations complémentaires sont présentées dans les deux guides suivants :

- AE LB (2006). Guide « Le prélèvement d'échantillons en rivière – Techniques d'échantillonnage en vue d'analyses physico-chimiques ».
- AQUAREF(2011). Guide de prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques, p. 9 + manuel d'utilisation du guide. (Cf. voir la partie du guide sur les "Opérations d'échantillonnage en cours d'eau en milieu continental")

Les paragraphes suivants précisent quelques points d'application de ces documents pour le cas particulier de la mesure de niveaux trace de métaux en phase dissoute.

6.2.2.2 Support et fraction à analyser

Pour les eaux de surface, la fraction à analyser est l'eau filtrée à 0,45 µm.

6.2.2.3 Matériels de prélèvement

Les types de matériaux recommandés pour le matériel d'échantillonnage (seau, flacon, récipient pour canne ou autre système de prélèvement) sont les suivants :

- Pour les éléments traces hors mercure : plastique de type PEHD (polyéthylène haute densité), PEBD (polyéthylène basse densité), PP (polypropylène) ou Téflon (PTFE, PFA ou FEP).
- Pour le mercure : Téflon (PTFE, PFA ou FEP).

Le matériel de prélèvement utilisé ne doit pas contenir de pièces métalliques. En particulier l'usage d'une bouteille de prélèvement ou d'un seau en métal n'est pas autorisé. On choisira de préférence du matériel en plastique de type PE, PP ou Téflon. De plus, l'utilisation de matériaux plastiques pigmentés (plastique coloré, bouchon coloré sans capsule) et /ou en PVC (polychlorure de vinyle) est à proscrire. Ces types de matériel peuvent relarguer des métaux (Zn, Cd, etc.). Si nécessaire, le matériel pourra être recouvert d'une couche de PTFE (bombe Téflon®).

Le matériel utilisé est dédié aux opérations de prélèvement pour l'estimation du fond géochimique ou au minimum est utilisé uniquement pour des eaux naturelles non contaminées. Avant chaque campagne et avant la

première utilisation, le matériel est nettoyé selon un protocole spécifique (ex : détergents puis acide nitrique dilué 10% v/v), rincé abondamment à l'eau ultra pure, séché sous une hotte à flux laminaire et stocké à l'abri de toute contamination jusqu'à l'utilisation sur le terrain (ex : dans des emballages plastiques fermés hermétiquement).

La réalisation de blancs de prélèvement est nécessaire pour vérifier l'adéquation du matériel et de la procédure utilisés (Cf. annexe du Guide Aquaref 2011, « Méthodologie : Blanc de filtration - Blanc de système de prélèvement »).

6.2.2.4 Méthode de prélèvement

Un prélèvement ponctuel est réalisé.

Le flacon de prélèvement (et tout autre matériel utilisé lors du prélèvement) est rincé au moins trois fois avec l'échantillon d'eau à analyser avant utilisation.

Le prélèvement direct à la main dans le cours d'eau avec remplissage direct d'un flacon est à privilégier (c'est-à-dire qu'aucun matériel intermédiaire n'est utilisé). Le prélèvement doit être réalisé dans le chenal d'écoulement principal du cours d'eau, de préférence loin des berges et des obstacles présents dans le lit, en se positionnant face au courant (contre-courant).

En pénétrant dans le cours d'eau, le préleveur veillera à éviter de perturber la zone d'échantillonnage (remise en suspension de sédiments). De même, durant l'étape de rinçage des flacons fournis par le laboratoire d'analyse, il veillera à rejeter les eaux de rinçage loin de la zone d'échantillonnage (c'est-à-dire en aval de la zone de prélèvement).

Le prélèvement est réalisé à une profondeur d'environ 30 cm sous la surface, sauf impossibilité, par exemple pour les très petits cours d'eau, afin d'éviter de se placer trop près du fond (risque de remise en suspension des dépôts du fond).

Lorsqu'un prélèvement direct à la main n'est pas possible, selon la configuration du cours d'eau, il est nécessaire d'utiliser du matériel dédié « propre » et dont la non-contamination pour les métaux traces doit être vérifiée au préalable : depuis la berge, à l'aide d'une perche avec fixation d'un flacon ; depuis un pont, avec une bouteille de prélèvement de type Niskin®, etc. L'usage d'un seau est déconseillé (notamment du fait de la difficulté de stockage après nettoyage spécifique qui permette de garantir son intégrité).

Les paramètres pH, conductivité, température sont mesurés sur site à proximité de l'endroit échantillonné et les données sont reportées dans la fiche de prélèvement (Cf. parag. 6.2.2.9).

6.2.2.5 Filtration de l'échantillon

Afin de garantir la justesse des analyses, il est nécessaire de minimiser les risques d'adsorption sur les parois des flacons, d'adsorption sur les particules en suspension ou de précipitation. Pour cela, la filtration des échantillons sur le terrain ainsi que l'ajout immédiat de conservateurs sont recommandés.

La filtration et le conditionnement des échantillons doivent être réalisés loin de toute source de contamination (moteur du véhicule du préleveur arrêté, gaz échappement de voiture, cigarette, réseau routier, échappement d'un groupe électrogène, ou autre source de contamination potentielle…).

Pendant les opérations de filtration, de préparation du flaconnage, de conditionnement des échantillons, le port de gants jetables non poudrés (en nitrile ou en polyéthylène) est obligatoire. Les gants poudrés et/ou en latex sont à proscrire car ils peuvent être la source de contamination en Zn.

L'échantillon collecté est immédiatement filtré sur le terrain en évitant, dans la mesure du possible, de passer par un récipient intermédiaire pour limiter les risques de contamination. La filtration est réalisée avec des filtres de porosité 0,45 µm.

Le système de filtration est de préférence constitué d'une seringue jetable (en polypropylène par exemple) et d'un filtre à usage unique de porosité nominale 0,45 µm (par exemple en acétate de cellulose ou en PVDF).

L'ensemble du dispositif de filtration est préalablement nettoyé (rinçage à l'acide nitrique dilué, puis à l'eau ultra pure).

L'absence de contamination doit être vérifiée. Des contrôles qualité (blanc terrain ou blanc filtration) sont demandés afin de montrer l'absence de contamination liée à cette étape (Cf. annexe du Guide Aquaref 2011, « Méthodologie : Blanc de filtration - Blanc de système de prélèvement »). Il est recommandé de réaliser au moins une fois par jour un blanc de filtration lors du dernier prélèvement.

Pour le mercure, le type de filtre à utiliser peut être différent (ex : Téflon) ou nécessiter un nettoyage préalable plus poussé avec de l'acide dilué HCl (EPA 2002; Castelle 2008).

Avant de récupérer l'échantillon filtré à analyser, l'ensemble du dispositif (seringue et filtre) est rincé avec une aliquote de l'échantillon.

Du matériel de filtration non jetable (porte filtre et filtre) peut être également utilisé bien que plus délicat à maîtriser du point de vue des contaminations. Dans ce cas, ce matériel est nettoyé au laboratoire avant chaque campagne (à l'acide dilué, puis rincé à l'eau ultra pure). Il est également rincé au moins trois fois avec une aliquote de l'échantillon avant le prélèvement de l'échantillon filtré pour analyse. En laboratoire, il est fortement conseillé de procéder aux opérations de filtration sous hotte à flux laminaire. L'absence de contamination du système doit également être vérifiée (i.e., blancs de filtration).

6.2.2.6 Flaconnage

Les recommandations suivantes sont des recommandations classiques concernant le type de flacon à utiliser pour les analyses des éléments traces. Elles ne se substituent pas aux recommandations du laboratoire en charge des analyses.

- Flacon pour les éléments traces hors mercure : plastique de type polyéthylène (PEHD ou PEBD), polypropylène (PP) ou Téflon (PFA ou FEP), bouchons non colorés inertes.
- Flacon pour le mercure : flacon à col étroit en Téflon (PFA ou FEP), bouchons non colorés inertes.

Compte tenu des concentrations très faibles recherchées, une attention particulière sera portée par le laboratoire et l'équipe de prélèvement à l'absence de contamination des flacons.

Le préleveur doit se conformer aux recommandations du laboratoire pour ce qui concerne le flaconnage utilisé (type de flacon, volume).

Excepté s'il peut être démontré que les flacons sont exempts de contamination pour les niveaux de concentrations recherchées, les flacons seront systématiquement nettoyés au laboratoire avant utilisation, par exemple avec le protocole suivant :

- Nettoyage à l'aide de détergents,
- Rinçage du flacon à l'eau ultra-pure,
- Remplissage du flacon par une solution d'eau ultra-pure acidifiée (5 à 10 % v/v HNO_3 pour analyses) ; ou trempage dans un bac contenant de l'acide dilué.
- Contact pendant 3 à 7 jours minimum.
- Rinçage au minimum trois fois à l'eau ultra pure.
- Conservation des flacons fermés jusqu'au prélèvement (on pourra conserver les flacons remplis par de l'eau ultra pure après rinçage jusqu'au prélèvement).
- Dans le cas des flacons pour le mercure, les flacons sont conservés remplis d'une solution diluée d'acide ultra pure (HCl 0,5% v/v) et fermés hermétiquement.

Pour le mercure, un rinçage à l'acide chlorhydrique est recommandé en complément de l'acide nitrique (EPA, 2002 ; Castelle, 2008).

Quel que soit le protocole de nettoyage utilisé, son efficacité doit être vérifiée avant utilisation (blanc de « flacon »).

Les flacons doivent être stockés et transportés à l'abri de toute contamination.

Les flacons sont rincés au moins trois fois avec l'eau à prélever (eau filtrée) avant prélèvement définitif de l'échantillon à analyser.

6.2.2.7 Conditionnement des échantillons

Le prestataire doit se conformer aux préconisations du laboratoire. Dans tous les cas, un ajout de conservateur est réalisé de préférence immédiatement sur site ***après filtration de l'échantillon*** ou au laboratoire ***dans les 24 h suivant le prélèvement.***

La qualité des réactifs utilisés et la quantité ajoutée par échantillon sont déterminées par le laboratoire en charge des analyses et sont choisies en fonction des LQ exigées (Cf. parag. 6.2.4.1). Il est fortement recommandé d'utiliser des réactifs spécifiques pour les analyses d'éléments traces ou du mercure (ex : qualité Suprapur ou Ultrapur). De plus, le volume de réactif ajouté doit être minimal pour minimiser le risque de contamination (l'ajout d'acide doit permettre d'assurer que le pH final de l'échantillon soit inférieur à 2 et peut être vérifié sur une aliquote séparée). Ce risque est évalué par la réalisation de blancs « réactif ».

Classiquement, les agents de conservation à ajouter sont les suivants :

- pour les éléments trace hors mercure : ajout de HNO_3 à 0,5 % (v/v).
- pour le mercure : ajout de HCl à 0,5% (v/v).
  (L'ajout de $K_2Cr_2O_7/HNO_3$ est à éviter du fait des risques de contamination croisée en Cr).

6.2.2.8 Conservation et transport des échantillons

Les échantillons sont conservés à 5 ± 3°C et à l'abri de la lumière. Les échantillons filtrés et stabilisés (acidifiés) peuvent être conservés à température ambiante.

Pour le mercure, les échantillons peuvent se conserver plusieurs semaines à condition de visser hermétiquement les bouchons des flacons en Téflon pour éviter les échanges gazeux (EPA, 2002). Cette opération est effectuée au moyen d'une pince multiprise en matière plastique. Les flacons en Téflon sont conservés dans un sac en polyéthylène.

6.2.2.9 Traçabilité des opérations et mesures

L'ensemble des opérations de terrain est consigné sur une fiche de prélèvement (Cf. fiche de prélèvement du guide FDT 90523-1 – annexe A ; ou Guide Aquaref 2011, annexe 1).

Les éléments suivants sont rapportés sur la fiche de prélèvement :

- Nom et code de la station de mesure ;
- Identification précise du lieu de prélèvement (données GPS) ;
- Nom du préleveur ;
- Date et heure de début et de fin de prélèvement ;
- Conditions météorologiques et hydrologiques pour les eaux de surface (crue, étiage, estimation de la hauteur d'eau ou du débit) ;
- Mode et matériel de prélèvement (à la main, bouteille de prélèvement, …) ;
- Identification précise du lieu de prélèvement (à pied, à partir de la berge, d'un pont, …) ;
- Résultats des mesures des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, température, limnimétrie) au moment du prélèvement ;
- Mode et matériel de filtration ;
- Type de flacons utilisés et réactifs ajoutés ;

- Toute observation et commentaire utile pour interpréter les futurs résultats d'analyse (source de contamination observée lors de l'échantillonnage, les raisons de changement de lieu, ou de non réalisation).

Afin de garantir la pérennité du lieu de prélèvement et d'assurer la représentativité des résultats, le préleveur devra également réaliser des photos du point de prélèvement dans son environnement ainsi que du lieu exact de prélèvement d'eau.

6.2.2.10 Contrôles qualité

Compte tenu de la sensibilité des résultats à l'ensemble des opérations de terrain, des contrôles qualité sont mis en place pour ces campagnes destinées à estimer le fond géochimique :

- 10 % des échantillons d'une campagne sont prélevés en double et analysés. Ce prélèvement en double inclut la répétition de la phase de prélèvement, de filtration et de conditionnement de l'échantillon (le même jour avec le même opérateur) ;
- Un « blanc de terrain » est réalisé pour chaque série de 10 prélèvements.

Le « blanc de terrain » est réalisé de la façon suivante dans le cas d'une filtration avec seringue et filtre par exemple :

- Rinçage du flacon ou de la bouteille de prélèvement avec l'eau du site ;
- Prélèvement d'eau ultra-pure à la seringue dans les mêmes conditions que les échantillons (notamment après rinçage de la seringue) ;
- Filtration de cette eau à travers un filtre après rinçage du filtre comme pour les échantillons ;
- Remplissage du flacon (pour analyse) après rinçage du flacon avec une aliquote de l'eau filtré (comme pour les échantillons) ;
- Conditionnement et transport de l'échantillon « blanc de terrain » de la même façon que les échantillons (flaconnage, ajout d'acide, glacière, …).

Remarque : Pour la réalisation du « blanc de terrain » il est particulièrement important de veiller à la qualité de l'eau ultra-pure apportée sur le terrain et du flaconnage utilisé pour la conserver. En cas de détection d'une contamination d'un « blanc de terrain », une analyse de l'eau ultra-pure ayant servi à réaliser le blanc permet de vérifier si cette contamination est, ou n'est pas, liée à l'eau utilisée.

La valeur de ce « blanc de terrain » doit être inférieure à la LQ de la méthode d'analyse et de préférence être inférieure à la moitié de la LQ. En aucun cas ce « blanc de terrain » ne doit être utilisé dans le calcul des résultats des échantillons.

6.2.3 Autres paramètres à analyser

La connaissance d'autres paramètres que les métaux ciblés est nécessaire à l'interprétation des résultats en vue de la définition des valeurs de fonds géochimiques. Il s'agit en particulier des éléments majeurs de l'eau qui permettent d'en déterminer la typologie :

- concentrations en calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) (i.e., afin de calculer la dureté de l'eau) ;
- concentration en chlorures (Cl^-) et en matières en suspension (MES) (i.e., afin de vérifier la représentativité des échantillons collectés, et d'éventuels évènements hydrologique).

Ces paramètres doivent être analysés sur des échantillons prélevés en même temps que ceux pour les éléments traces.

De plus, les paramètres physico-chimiques suivants sont à mesurer lors du prélèvement : pH, conductivité, température.

6.2.4 Analyses des métaux

6.2.4.1 Limites de quantification exigées

Ce point est un point délicat qui devra être discuté et faire l'objet d'un consensus avant le lancement de campagnes d'analyses. Un choix est à faire sur le niveau d'exigence sur les résultats.

Pour un objectif de quantification du fond géochimique, il est nécessaire d'exiger des laboratoires et des préleveurs des ***limites de quantification (LQ) les plus faibles possibles compte tenu des meilleures techniques existantes***. Par exemple, le projet FOREGS (Salminen et al. 2005) s'est placé dans cette logique des meilleurs performances des techniques analytiques disponibles.

Des exemples de LQ correspondant à ce type d'exigence sont regroupés dans le tableau 4 pour les 8 métaux ciblés dans notre étude.
Les deux premières colonnes du tableau 4 présentent, à titre d'exemple et de comparaison, les LQ de l'étude du FOREGS (les plus faibles, sauf pour Hg non documenté), ainsi que les LQ des meilleures techniques disponibles selon Aquaref ou données internes Irstea. Ces LQ sont généralement inférieures aux LQ de la Directive QA/QC (cf tableau 3).

Tableau 4 *: Comparaison des limites de quantification (LQ) exigées pour l'analyse des métaux dissous selon les meilleures techniques disponibles (analyses par ICP-MS pour les éléments traces hors Hg, et par CV-AFS sans préconcentration pour Hg)*

Métaux	LQ_{Foregs} [a] (µg/L)	$LQ_{Aquaref}$ [b] (µg/L)
Cd	0,002	0,01
Zn	0,01	0,10
Pb	0,05	0,05
Hg	-	0,015 - 0,005
Ni	0,005	0,05 – 0,1
As	0,01	0,05
Cu	0,005	0,05
Cr	0,01	0,05

a : LQ du FOREGS (Salminen et al., 2005)
b : LQ des Fiches substances / méthodes Aquaref (www.aquaref.fr)
ou des méthodes internes Irstea

6.2.4.2 Méthodes d'analyse

Compte tenu de la liste des éléments à analyser et surtout des LQ à atteindre, les méthodes d'analyse fortement recommandées sont les suivantes :

- Pour les métaux (sauf Hg), analyse par ICP-MS selon la norme (NF EN ISO 17294-2 avril 2005) ;
- Pour Hg, analyse par CV-AFS, avec ou sans pré-concentration, selon la norme (NF EN ISO 17852 mars 2008), ou la norme EPA (2002).

Dans tous les cas, le laboratoire devra démontrer que la méthode choisie permet d'atteindre les LQ définies (selon choix initial, Cf. Tableau 4). Il devra aussi démontrer sa capacité à prélever et analyser les échantillons en évitant tout risque de contamination des échantillons lors de leur manipulation (utilisation de hotte à flux laminaire, réactifs ultrapurs, etc.).

La technique ICP-MS est à l'heure actuelle la technique multi-élémentaire la plus sensible pour l'analyse des éléments traces (sauf Hg) dans les eaux. Les principales difficultés de cette technique sont les interférences. Malgré la présence sur les appareils les plus récents, de système permettant de diminuer ces interférences, il

reste qu'une partie de ces interférences demeure et que leur impact est d'autant plus critique que les concentrations recherchées sont faibles ce qui est le cas dans le cadre de ce cahier des charges. Le contrôle de ces interférences par le laboratoire est donc particulièrement important. Des indications sur ce point sont données dans les normes 17294-1 et 17294-2. Pour cette raison, le laboratoire doit décrire succinctement les procédures mises en œuvre pour la maitrise de ces interférences.

6.2.4.3 Contrôles qualité

La justesse des analyses doit être estimée grâce à la participation à des essais inter-laboratoires et/ou à l'utilisation de matériaux de référence certifiés (MRC) (par exemple TM-27.3, eau de lac). Ces outils doivent couvrir tous éléments considérés et être adaptés au maximum aux concentrations analysées (on pourra si nécessaire procéder par dilution des échantillons de référence pour couvrir les teneurs faibles comprises entre la LQ et 10 fois la LQ et vérifier la justesse et la précision des analyses à ces concentrations).

Il est recommandé de choisir un MRC et de l'analyser dans chaque série analytique. L'exploitation des résultats permet de vérifier la justesse des résultats dans chaque série et également d'estimer la fidélité de la méthode (incertitudes analytiques).

Des blancs sont également réalisés systématiquement afin de contrôler les contaminations analytiques.

6.2.5 Assurance qualité

Le prestataire doit rédiger un plan d'assurance qualité répondant aux exigences de ce cahier des charges et incluant notamment :

- Une description de son système d'assurance qualité.
- Pour les étapes de prélèvement :
  - Les méthodes utilisées en fonction de la configuration des sites ;
  - Le matériel de prélèvement utilisé ;
  - Les protocoles de filtration et de conditionnement de l'échantillon ;
  - Les protocoles appliqués pour la maîtrise de la contamination (flacons, filtres, seringues, matériel de prélèvement, qualité des agents de conservation, etc.) ;
  - L'organisation des contrôles qualité : doubles, blancs « terrain ».
- La description des relations préleveurs-analystes et des responsabilités associées. Il s'agit notamment de préciser les responsabilités pour garantir la qualité des matériels utilisés et la maîtrise des contaminations de ces matériels (fourniture des flacons, des filtres, des réactifs, de l'eau ultra-pure pour le blanc « terrain », etc.), ainsi que la maîtrise des techniques de filtration et de conservation des échantillons recommandées par le laboratoire si elles sont réalisées sur le terrain.
- Pour l'analyse :
  - Méthodes d'analyse, normes utilisées ;
  - Matériel utilisé ;
  - Méthode de contrôle de la contamination lors de la manipulation des échantillons (manipulation sous hotte à flux laminaire, blancs « analyse »,…) ;
  - Limite de quantification pour chaque élément et méthode d'estimation de la LQ ;
  - Protocole de maîtrise des interférences en ICP-MS ;
  - Contrôles qualité analytiques (contrôle de la justesse - étalon de contrôle et matériel de référence certifié utilisés ; blancs) ;
  - Contrôles qualité pour le conditionnement des échantillons si réalisé au laboratoire (blancs « filtration », blancs « réactif »).

6.2.6 Données à fournir

Pour chaque campagne et série d'analyses, le prestataire devra fournir notamment les données et informations suivantes :

- Fiche de prélèvement renseignée y compris la mesure de paramètres physico-chimiques ;
- Résultats sur les échantillons et limites de quantification ;
- Estimation des incertitudes analytiques ;
- Résultats des blancs de terrain - blancs de filtration ;
- Résultats des doubles terrains ;
- Résultats d'analyses d'essais inter-laboratoires ou de matériaux de référence durant la période de réalisation des analyses ;
- Résultats des blancs analytiques.

6.2.7 Conclusions

Ce chapitre propose un guide pour le prélèvement et l'analyse en vue de l'acquisition de données pour l'estimation des fonds géochimique des éléments traces dans les eaux de surface continentales. Ce cahier des charges est une première version susceptible de modification en fonction des orientations qui seront prises au niveau national pour les futures campagnes d'acquisition.

Les principales recommandations de ce guide concernent :

• La maîtrise des contaminations (matériel, flaconnage, filtres, conservateurs) ;

• Le conditionnement rapide sur le terrain (filtration, ajouts de réactifs) des échantillons afin d'éviter les problèmes d'adsorption des métaux sur les parois, les particules ainsi que les problèmes de précipitation ;

• La mise en place de contrôles qualité pour le prélèvement et l'analyse ;

• La traçabilité des mesures.

Un point important de ce document concerne le choix des LQ à exiger. Plusieurs options sont possibles en fonction des objectifs envisagés et un choix doit être fait sur le niveau des performances requis. Dans tous les cas, les LQ exigées pour les différents éléments traces seront faibles. Ces LQ orientent fortement le choix des techniques analytiques possibles :

• ICP-MS pour les métaux traces (hors mercure) ;

• CV-AFS (sans pré-concentration) pour le mercure.

6.3 Traitement des données

La valeur du fond géochimique est représentée ***par la moyenne annuelle des concentrations*** au niveau des sites sélectionnés, calculée dans les conditions définies par l'arrêté du 8 juillet 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (MEEDDM 2010a), notamment en prenant en compte une valeur de LQ/2 lorsque que la concentration n'est pas quantifiée.

En effet, il apparaît indispensable de considérer une valeur calculée de manière comparable à celles à laquelle elle va être confrontée.

Cette moyenne calculée devra être accompagnée des éléments du contexte de la production des concentrations :

- ***la LQ*** (dont on retient qu'elle sera inférieure à la LQ « réglementaire », car les moyens analytiques performants seront mis en œuvre) ;
- ***la fréquence de quantification*** au niveau du site évalué, qui permettra d'apprécier le degré d'efficacité du processus de quantification du fond géochimique.

La valeur obtenue n'aura de sens qu'accompagné des paramètres élémentaires de description de la distribution des valeurs, à savoir :

- ***l'écart type*** observé de la distribution ;
- ***la distribution par quantiles***, a minima, médiane, percentiles 25-75, et percentiles 10-90. (cette approche complémentaire permet de s'affranchir d'« outliers », (valeurs singulières).

Les éléments de contexte sont également à documenter de manière systématique :

- ***paramètres physico chimiques*** complémentaires décrits (par. 6.2.3) ;
- ***éléments disponibles de connaissance de l'hydrologie***, associée aux prélèvements, mais également connaissances sur le fonctionnement hydrologique du type de cours d'eau considéré (régime annuel, étiage, module, …).

L'ensemble de ces éléments constituera le socle des éléments de décision pour fixer la valeur de fond géochimique à retenir pour une utilisation dans le cadre de l'application de la directive fille dite NQE (EC 2008).

7 Conclusions et perspectives

Un état des lieux de la qualité des données du RCS a été réalisé d'une part, par rapport aux exigences de la directive QA/QC dans le cas du suivi des métaux dissous dans les cours d'eau, pour les années 2009 ou 2010 (selon les bassins) et d'autre part, en vue de la quantification de fonds géochimiques.

Les difficultés pour atteindre les exigences de cette directive en terme de limite de quantification (i.e., 30% NQE) concernent principalement 4 métaux : Cd, Cu, Hg et Zn et varient selon les agences. En comparaison, des LQ satisfaisants ces exigences sont plus souvent atteintes pour As, Cr, Ni et Pb. Pour tous les métaux, sauf Hg, il existe au moins une LQ d'un laboratoire qui permet de répondre à ces exigences. ***Ceci tend à démontrer que les exigences requises par la directive QA/QC pour les métaux sont atteignables***.

Nous avons également constaté une hétérogénéité des LQ pour un même métal pour une même agence. Cette hétérogénéité est due à une acquisition de données réalisée par plusieurs laboratoires prestataires. ***Cette hétérogénéité des LQ pour un seul métal rend plus difficile l'interprétation des données acquises, notamment en terme de fiabilité du diagnostic de déclassement.***

En ce qui concerne la quantification du fond géochimique, l'analyse des données disponibles permet de dégager les éléments principaux suivants :

- la qualité analytique des données du FOREGS répond aux besoins pour une quantification du fond géochimique, mais l'échantillonnage limité à un seul prélèvement par station de mesure est insuffisant, de même que le nombre de stations restreint sur le territoire national ;
- les réseaux de mesures DCE, notamment le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS), représentent une densité importante de sites, analysés avec une fréquence soutenue, mais, même avec le respect des exigences de la Directive QA/QC dans un prochain avenir, les limites de quantification correspondant à 30% de la NQE resteront insuffisantes pour une quantification du fond géochimique.

L'objectif était ensuite d'identifier la faisabilité d'identification de ***niveaux de fond géochimiques*** en métaux dissous dans les cours d'eau pour la France métropolitaine en prenant en compte la variabilité géographique naturelle, décrite avec les hydro-écorégions de deuxième niveau et en ne sélectionnant que les valeurs les moins influencées par des pressions susceptibles de générer des changements de concentration pour le métal ciblé.

L'analyse des données de concentrations en éléments trace dissous issu des campagnes d'analyse en réseau de 2010 (2009 pour LB) a permis d'identifier des niveaux de fond naturellement faibles. En effet, on peut globalement retenir des niveaux de fonds géochimiques faibles pour les zones sédimentaires quand les données sont quantifiables, et une variabilité croissante dans les zones de socle, mixte et volcanique. Pour chacun des 8 métaux, on observe un niveau de fond géochimique globalement faible pour le plomb et le nickel, une insuffisance de qualité des données pour le cadmium et le mercure, une difficulté méthodologique pour le cuivre et zinc, et des valeurs variables pour l'arsenic et le chrome. Ces observations pourront être confirmées par la réalisation de campagnes de mesures respectant les dispositions réglementaires actuelles.

De façon générale, l'analyse des données des réseaux de surveillance démontre l'importance de la qualité des données, que ce soit en terme de LQ adaptées, mais également des conditions de prélèvement (absence de contamination pour le zinc notamment), ainsi que la sélection de sites présentant des pressions limitées (cuivre, zinc, mais aussi localement nickel, chrome, voire plomb).

Les limites de l'exercice effectué à l'échelle des bassins sont principalement :

- dans les secteurs à géologie complexe, montrant des variabilités naturelles très fortes (en particulier le Massif Central, les Alpes et les Pyrénées), nécessitant alors de recentrer les études à une échelle plus grande, et une expertise géologique plus fine ;
- pour les éléments témoins de pressions anthropiques passées ou diffuses (cuivre, zinc, dans une moindre mesure nickel), pour lesquelles des stratégies adaptées seront parfois nécessaires dans certains secteurs ;
- l'existence de valeurs atypiques d'origine naturelle en contradiction avec des niveaux de fond validés restant toujours possible, en particulier dans les secteurs de massif anciens, ou de secteurs de montagne fortement remaniés.

La question de la « quantification » du fond géochimique reste toujours d'actualité : une évaluation précise des concentrations de fond géochimique s'avère nécessaire tant pour la recherche et le traitement des sources de contamination que pour les justifications nécessaires au rapportage au niveau européen, quand le risque de dépassement de la NQE devient élevé. Mais la quantification du fond géochimique représente un exercice d'une nature bien plus complexe à une échelle nécessairement plus localisée.

Certaines zones géographiques, déjà identifiées par les études BRGM de 2006-2007, sont concernées par de fortes variabilités de concentrations naturelles en éléments traces. La quantification du fond géochimique y sera probablement nécessaire.

La quantification du fond géochimique, pour être opérationnelle, repose sur deux éléments principaux :

- la ***stratégie d'échantillonnage,***
- la ***méthode de prélèvement et d'analyse*** pour les métaux ciblés.

En termes d'échelle spatiale, un ***niveau régional*** semble ***adapté aux formations sédimentaires relativement homogènes***. Mais ***dans les secteurs « de socle » ou « mixte », une analyse cartographique fine sur un secteur localisé*** apparait indispensable à une quantification fiable du fond géochimique.

Au niveau temporel, dans l'état des connaissances actuelles, on peut considérer que la ***fréquence mensuelle*** (12 prélèvements par an) ***constitue une fréquence adaptée à la quantification de ce niveau de concentrations en contexte naturel***. En ce qui concerne le nombre de campagne de mesure, il apparaît réaliste d'envisager de réaliser des campagnes sur plusieurs années, pour tenir compte, en particulier, des variations hydrologiques.

Enfin, nous proposons un guide sur les méthodes de prélèvement et d'analyse en vue de l'acquisition de données pour ***quantifier des fonds géochimique pour les métaux dissous*** dans les eaux de surface continentales. Les étapes critiques du prélèvement et de l'analyse sont précisées.

Cette méthodologie est une première version susceptible de modification en fonction des orientations qui seront prises au niveau national pour les futures campagnes d'acquisition.

Références bibliographiques

AFNOR (2004). Norme NF EN ISO 5667-3 : Qualité de l'eau – Echantillonnage - Partie 3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau ».

AFNOR (2005). Norme (NF EN ISO 17294-2 avril 2005) Analyse de 62 éléments traces par ICP-MS.

AFNOR (FD T90-523-1 février 2008). Norme FD T90-523-1 : Qualité de l'eau - Guide de prélèvement pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement – Partie 3 : Prélèvement d'eau naturelle.

AFNOR (2008). Norme (NF EN ISO 17852 mars 2008), Dosage du mercure - Méthode par spectrométrie de fluorescence atomique (CV-AFS).

AE LB (2006). Guide « Le prélèvement d'échantillons en rivière – Techniques d'échantillonnage en vue d'analyses physico-chimiques ».

AQUAREF (2011). Guide de prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques, p. 9 + manuel d'utilisation du guide. (Cf. voir la partie du guide sur les "Opérations d'échantillonnage en cours d'eau en milieu continental")

AMPS, (2004). Analysis and Monitoring of priority Substances - Draft Final of the Expert Group on Analysis and Monitoring of Priority Substances (AMPS). European Commission, Brussels. 99 p.

Brenot, A., Blum, A. and Chéry, L. (2006). Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données. BRGM, 50 p.

Brenot, A., Blum, A., Gourcy, L., Mascré, C., Pons, A. and Chery, L. (2007a). Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines - Bassin Loire-Bretagne. BRGM, 130 p.

Brenot, A., Gourcy, L., Allier, D., Mascré, C., Pons, A., Blum, A. and Chery, L. (2007b). Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines - Bassin Adour-Garonne. BRGM, 123 p.

Brenot, A., Gourcy, L., Allier, D., Mascre, C., Pons, A., Chery, L. and Blum, A. (2007c). Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines - Bassin Artois-Picardie. BRGM, 102 p.

Brenot, A., Gourcy, L., Allier, D., Mascré, C., Pons, A., Chery, L. and Blum, A. (2007d). Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines - Bassin Rhin-Meuse. BRGM, 126 p.

Brenot, A., Gourcy, L., Mascré, C., Pons, A., Blum, A. and Chery, L. (2007e). Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines - Bassin Seine-Normandie. BRGM, 129 p.

Canal, J., Bougon, N., Chandesris, A. and Coquery, M. (2011). Revue des méthodes de détermination du fond géochimique pour les métaux dissous dans les eaux de surface continentales. Cemagref, 54 p.

Casiot, C., Egal, M., Elbaz-Poulichet, F., Bruneel, O., Bancon-Montigny, C., Cordier, M.A., Gomez, E. and Aliaume, C. (2009). Hydrological and geochemical control of metals and arsenic in a Mediterranean river contaminated by acid mine drainage (the Amous River, France); preliminary assessment of impacts on fish (*Leuciscus cephalus*). Applied Geochemistry. 24(5): 787-799.

Castelle, S. (2008). Spéciation et réactivité du mercure dans le système fluvio estuarien girondin Université Bordeaux 1, 215 p.

Chiffoleau, J.F. (2002). Dosage de certains métaux traces dissous dans l'eau de mer par absorption atomique après extraction liquide-liquide. 39 p.

EC. (2008). Directive 2008/105/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 85/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE,

86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE.
EC. (2009). Directive 2009/90/CE de la Commission du 31 juillet 2009 établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, des spécifications techniques pour l'analyse chimique et la surveillance de l'état des eaux. 3.
EC. (2012). Proposal for a Directive of the European Parlement and of the Council amending Directive 2000/105/CE as regards priority substances in the field of water policy. 20.
EPA (2002). Mercury in Water by Oxidation, Purge and Trap, and Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry. EPA-821-R-02-019 United States Environmental Protection Agency 46 p.
Ghestem, J.-P., Crouzet, C. and Girardot, N. (2008). Estimation des fonds géochimiques en éléments traces des eaux de surface continentales et des eaux souterraines : cahier des charges pour l'analyse et le prélèvement. Version 0. BRGM, 44 p.
Grosbois, C., Meybeck, A., Horowitz, A. and Ficht, A. (2006). The spatial and temporal trends of Cd, Cu, Hg, Pb and Zn in Seine River floodplain deposits (1994-2000). Science of the Total Environment. 356(1-3): 22-37.
MEDDTL (2011). Arrêté du 27 octobre 2011 portant modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques au titre du code de l'environnement.
MEDDTL (2012). Avis relatif aux limites de quantification des couples "paramètre-matrice" de l'agrément des laboratoire effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques. 16.
MEEDDM (2010a). Arrêté du 08 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 20 avril 2005 modifié pris en application du décret du 20 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses.
MEEDDM (2010b). Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement.
Meybeck, M. (1998). Man and river interface: multiple impacts on water and particulates chemistry illustrated in the Seine river basin. Hydrobiologia. 374: 1-20.
Pardo, I., Poikane, S. and Bonne, W. (2011). Revision of the consistency in Reference Criteria application in the Phase I of the European Intercalibration exercise. EUR 24843 EN - 2011, Joint Research Center IES,
Rabiet, M., Margoum, C., Gouy, V., Carluer, N. and Coquery, M. (2008). Transfert des pesticides et métaux dans un petit bassin versant viticole. Étude préliminaire de l'influence des conditions hydrologiques sur le transport de ces contaminants. Ingénieries EAT. n° spécial Azote, phosphate et pesticides. Stratégies et perspectives de réduction des flux: 65-75.
Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A. and Tarvainen, T. (2005). Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps. Otamedia Oy, Espoo. 1: 526 p.
Salpeteur, I. and Angel, J.M. (2010). Geochemical baseline data for trace elements in surface water and active sediment from French rivers collected by the FOREGS Geochemical Atlas of Europe (I). Environnement Risques & Sante. 9(2): 121-135.
Thévenot, D.-R., Lestel, L., Tusseau-Vuillemin, M.-H., Gonzalez, J.-L. and Meybeck, M. (2009). Les métaux dans le bassin de la Seine. **In:** *Programme Piren-Seine*. 7: p.60.
Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H. and Blanc, L. (2002). Les hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Cemagref BEA/LHQ, Lyon. 190 p.

Glossaire

Blanc de filtration : Échantillon de contrôle destiné à vérifier l'absence de contamination liée à l'ensemble de l'opération de filtration.

Blanc de matériel d'échantillonnage : Echantillon de contrôle préparé de telle façon qu'il permette de vérifier l'absence de contamination liée aux matériels utilisés pour les opérations d'échantillonnage (seau, flacon d'échantillonnage, tuyau, pompe).

Blanc réactifs : Consiste en la vérification de l'absence de contamination au niveau de chacun des éléments constitutifs de la méthode globale : instruments et matériels de filtration, agents de conservations (acides) ; ambiances/environnement. C'est leur mise en œuvre rigoureuse qui permettra l'identification des sources de contamination et leur maîtrise. Renouvelés dans le temps, ils permettent de s'assurer de la non dérive des conditions optimales de la méthode.

Campagne de mesure : Ensemble de prestations d'échantillonnage et d'analyses réalisées pour une période bien définie. Une commande de prestations peut regrouper une ou plusieurs campagne(s) de mesure. Une campagne de mesure regroupe une ou plusieurs tournée(s).

Echantillon : Résultat d'un échantillonnage.

Echantillonnage (prélèvement) : Opération permettant de constituer un ou plusieurs échantillons cohérents, durant une période donnée, relatifs à un support et un lieu défini par la station de mesure éventuellement complété par la localisation de prélèvement, ceci quelle que soit la distribution opérée entre les différents flacons ramenés aux prestataires d'analyse. Un code d'échantillonnage peut être attribué à l'échantillonnage. Il s'agit d'une référence affectée par le commanditaire à des fins de gestion interne et de correspondance pour le traitement des résultats ultérieurs.

Fond géochimique : un fond géochimique « pseudo-naturel » ou fond géochimique « ambiant » est défini comme la concentration naturelle en métaux dissous issue de l'altération des roches, de l'érosion et des retombées de poussières naturelles et anthropiques intégrant une faible part de l'influence anthropique. Nous utilisons dans ce rapport la dénomination « fond géochimique » et non pas le terme de « bruit de fond » qui est un abus de langage. Le terme utilisé en anglais est « background concentration » ou « background reference concentration ». La dénomination exacte en français est « fond géochimique » ou « concentration de fond naturelle ».

Fraction : Une fraction est une partie du support sur lequel porte l'analyse (ex : fraction dissoute,…).

Prestataire (d'échantillonnage et/ou des analyses et/ou du transport) : Organisme qualifié (le cas échéant accrédité et/ou agréé) qui réalise les prestations demandées par le commanditaire. Il les réalise sous la responsabilité du titulaire si ces prestations sont réalisées dans le cadre d'un marché.

Station de mesure (ou site) : Lieu situé sur une entité hydrographique (cours d'eau, lacs, canaux...), sur lequel sont effectués des mesures ou des prélèvements en vue d'analyses physico-chimiques, microbiologiques..., afin de déterminer la qualité des milieux aquatiques à cet endroit. Il s'agit d'un volume dans lequel il est possible de faire des mesures en différents points réputés cohérents et représentatifs de la station.

Sigles & Abréviations

AMPS : (Analysis and Monitoring of Priority Substances) projet européen conduit par un groupe d'expert européen en vue de cadrer la mise en œuvre des dispositions de l'article 16 de la Directive 2000/60 EC (DCE)

AE : Agences de l'Eau

BRGM : Bureau des recherches géologiques et minières, établissement public à caractère industriel et commercial

CMA : Concentration en moyenne annuelle

CV-AFS : Cold-vapor atomic fluorescent spectrometry, Spectrométrie de fluorescence atomique par vapeur froide (méthode d'analyse chimique pour le mercure aux niveaux traces)

DEB : Direction de l'Eau et de la Bioversité (une des directions du ministère de l'Ecologie)

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (anciennement DIREN)

DCE : Directive Cadre Européenne sur l'Eau (2000)

FEP : Ethylène-propylène fluorés (Téflon)

FOREGS : Forum of European Geological Surveys, groupe d'instituts de géologie de 26 pays européens. Le FOREGS a réalisé un programme de cartographie de références géochimiques à l'échelle européenne (Geochemical Baseline Mapping Programme). Ses activités ont été reprises par l'EuroGeoSurveys.

HER : Hydro-écorégion, entité géographique homogène du point de vue des déterminants principaux de fonctionnement des écosystèmes aquatiques (relief, géologie, climat)

ICP-MS : Inductively coupled plasma mass spectrometry, spectrométrie par torche à plasma (méthode d'analyse chimique multi-élémentaire aux niveaux traces)

LQ : Limite de quantification

MEEDDM : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, un des nombreux noms du ministère chargé de l'Ecologie depuis 2000, on rencontre également **MEDAT**, **MEDDTL** et actuellement le **MEDDE**

MES : Matières en suspension

NQE : Norme de qualité environnementale

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

PE : Polyéthylène (matière plastique constitutive des matériels de prélèvement et des flaconnages par exemple).

PEBD : Polyéthylène basse densité

PEHD : Polyéthylène haute densité

PFA : Perfluoroalkoxy (Téflon)

PP : Polypropylène (matière plastique constitutive des matériels de prélèvement et des flaconnages par exemple).

PTFE : Polytétrafluoroéthylène (Téflon)

PVDF : Fluorure de polyvinylidène

QA/QC : Quality Assurance/Quality Control, objet d'une directive européenne de 2009, fixant le cadre des conditions d'analyses des substances chimiques.

RCS : Réseau de contrôle de surveillance

Table des illustrations

Table des figures

Figure 1 : Schéma d'évaluation du « bon » ou « mauvais » état chimique et/ou écologique d'une station, avec prise en compte des concentrations de fond géochimique en métaux dissous pour les eaux de surface continentales 18
Figure 2 : Pourcentage de données quantifiées pour les métaux à partir du jeu de données du FOREGS en fonction des LQ du FOREGS et des LQ de la Directive QA/QC (dans le cas du Zn et du Cd, la DCE fixe plusieurs NQE en fonction de la dureté de l'eau. Nous avons ici opté pour la NQE la plus basse). 21
Figure 3 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en arsenic 37
Figure 4 : Carte de synthèse de de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en cadmium 38
Figure 5 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en chrome.....39
Figure 6 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en cuivre 40
Figure 7 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en mercure.....41
Figure 8 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en nickel.....42
Figure 9 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en plomb 43
Figure 10 : Carte de synthèse de l'évaluation des niveaux de fond géochimique en zinc 44
Figure 11 : Représentation graphique des concentrations en As et Cu dissous sur le site de St Joseph (Morcille) en fonction du temps – données brutes (Irstea LAMA).....48
Figure 12 : Simulations d'erreurs à craindre selon le nombre de prélèvements annuels pour les concentrations en As, Cr, Cu, Ni sur la base de données mesurées à St Joseph 69 (Morcille) par le LAMA Irstea. 49

Table des Tableaux

Tableau 1 : NQE-MA et NQE-CMA des 4 métaux prioritaires de l'état chimique (Cd, Hg, Ni et Pb) et des 4 métaux-polluants spécifiques de l'état écologique (As, Cu, Cr et Zn) pour les eaux de surface continentales (MEEDDM 2010b) 17
Tableau 2 : Synthèse de la conformité des LQ du RCS avec la directive QA/QC par Agence et par métal ..20
Tableau 3 : Comparaison des $LQ_{QA/QC}$ aux LQ_{FOREGS} pour les 8 métaux de la DCE 21
Tableau 4 : Comparaison des limites de quantification (LQ) exigées pour l'analyse des métaux dissous selon les meilleures techniques disponibles (analyses par ICP-MS pour les éléments traces hors Hg, et par CV-AFS sans préconcentration pour Hg).....56

ANNEXES

Annexe 1 : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous pour les 6 bassins

Description de la méthodologie et présentation des tableaux :

L'exploitation des données a été réalisée de deux façons différentes selon leur source. Les données fournies par les AE AG, AP, LB, RM&C et SN indiquent pour chaque station déclassée la valeur de la concentration en métaux dissous et la LQ associée à la mesure. Les données présentées dans un classeur Excel® sont triées par métal et par LQ. Les données concernant les bassins RM ont été extraites de la base de données du pôle Onema-Cemagref (Lyon). Cette base de données est présentée sous forme d'un classeur Excel® et présente les valeurs de concentration en métaux pour les stations déclassées.

Les différentes bases de données recueillies sont présentées sous forme de tableaux dont chaque ligne correspond à une station déclassée. Les renseignements attribués à la station sont codifiés selon le format du Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE). Dans le cas où les LQ ne sont pas affichées dans la base de données, les LQ rapportées pour notre étude correspondent à la valeur de concentration en élément retenue pour laquelle le code remarque est égal à 10. Selon la nomenclature du code SANDRE[4], la définition du code remarque « 10 » est la suivante :

« Si la méthode de mesure n'est pas assez performante et si le résultat de mesure s'avère être en dessous du seuil de quantification, le code remarque prend alors la valeur 10. Le résultat quant à lui prend la valeur du seuil de quantification. ».

Les différentes LQ pour la mesure des métaux dissous ont donc été recensées pour chaque métal par Agence. L'année d'acquisition des données est également spécifiée en fonction des Agences. En effet, les données en concentration en métaux dissous n'ont été acquises que depuis 2009 pour certaines agences.

Nous avons ensuite exploité ces données dans un tableau spécifique par bassin. Les informations sont compilées de la façon suivante :

- *Agence de l'eau, Année, Métaux :*

Dans les 3 premières colonnes, le nom de l'agence, l'année d'acquisition de la donnée et le métal étudié sont indiqués.

- *Dureté de l'eau :*

Dans cette colonne est indiquée l'influence de la dureté de l'eau sur la spéciation du métal par rapport à sa NQE. Dans le cas du Cd et du Zn, la DCE présente plusieurs NQE de ces métaux en fonction de la dureté de l'eau (EC 2008).

- *NQE-MA :*

La valeur de la NQE-MA (moyenne annuelle) fixée par la DCE (EC, 2008) est indiquée pour chaque métal. Cette valeur est exprimée en µg/L.

Dans le cas du Zn et du Cd, les NQE utilisées correspondent aux NQE les plus basses établies en fonction de la dureté de l'eau. Nous avons fait ce choix afin de se placer dans les conditions les plus contraignantes vis-à-vis des LQ. Ce choix permet d'obtenir une meilleure visibilité des résultats de l'étude. En effet, la prise en compte de la dureté de l'eau génèrerait des résultats de cas particuliers. Par exemple pour le Cd et en tenant compte de la directive QA/QC, une LQ peut être conforme pour certaines classes de dureté et non-conforme pour les classes de dureté inférieures.

- *30% NQE :*

D'après la directive QA/QC, les LQ doivent être inférieures ou égales à 30% des NQE. Ainsi les valeurs de cette colonne sont calculées à partir du produit : 0,3 x NQE. Cette valeur est exprimée en µg/L.

- *LQ Agence :*

[4] http://services.sandre.eaufrance.fr/References

Dans cette colonne sont indiquées les valeurs de LQ extraites des bases de données par Agence. En fonction des bases de données, on a constaté l'existence de plusieurs LQ pour un même métal. Cette valeur est exprimée en µg/L.

- *LQ ≤ NQE :*

Cette colonne présente le résultat de la comparaison entre les LQ Agence et la NQE pour chaque métal. Le terme « OUI » indique que la LQ Agence est inférieure ou égale à la NQE et « NON » indique que la LQ Agence est strictement supérieure à la NQE.

- *LQ ≤ 30% NQE (QA/QC) :*

Dans cette colonne, on vérifie si les LQ Agence répondent aux exigences de la directive QA/QC. Le terme « OUI » indique que la LQ utilisée répond aux exigences de la directive QA/QC (*LQ ≤ 30% NQE)* et « NON » indique que la LQ Agence est strictement supérieure à 30% de la NQE.

Tableau A1.a : Conformité des LQ du RCS (cours d'eau) à la directive QA/QC pour les métaux dissous – Bassin Adour-Garonne (2010)

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA (µg/L)	30% NQE (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	0,1	OUI	OUI
As		4,2	1,260	0,5	OUI	OUI
As		4,2	1,260	1	OUI	OUI
As		4,2	1,260	2	OUI	NON
As		4,2	1,260	4	OUI	NON
As		4,2	1,260	5	NON	NON
Cd	Classe 5 (≥ 200 mg CaCO3/L)	0,25	0,075	0,05	OUI	OUI
Cd		0,25	0,075	0,1	OUI	NON
Cd		0,25	0,075	0,13	OUI	NON
Cd		0,25	0,075	1	NON	NON
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	0,01	OUI	OUI
Cr		3,4	1,020	0,05	OUI	OUI
Cr		3,4	1,020	0,1	OUI	OUI
Cr		3,4	1,020	1	OUI	OUI
Cr		3,4	1,020	3	OUI	NON
Cr		3,4	1,020	5	NON	NON
Cu	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,4	0,420	0,01	OUI	OUI
Cu		1,4	0,420	0,5	OUI	NON
Cu		1,4	0,420	1	OUI	NON
Cu		1,4	0,420	2,5	NON	NON
Cu		1,4	0,420	3	NON	NON
Cu		1,4	0,420	5	NON	NON
Hg	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	0,05	0,015	0,025	OUI	NON
Hg		0,05	0,015	0,05	OUI	NON
Hg		0,05	0,015	0,1	NON	NON
Hg		0,05	0,015	0,117	NON	NON
Hg		0,05	0,015	0,3	NON	NON
Hg		0,05	0,015	0,5	NON	NON
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	20	6,000	0,5	OUI	OUI
Ni		20	6,000	1	OUI	OUI
Ni		20	6,000	2	OUI	OUI
Ni		20	6,000	5	OUI	OUI
Ni		20	6,000	10	OUI	NON
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,4	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	0,5	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	1	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	2	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	5	OUI	NON
Pb		7,2	2,160	10	NON	NON
Zn	<24 mg CaCO3/L	7,8	2,340	0,01	OUI	OUI
Zn		7,8	2,340	0,2	OUI	OUI
Zn		7,8	2,340	0,3	OUI	OUI
Zn		7,8	2,340	1	OUI	OUI
Zn		7,8	2,340	2	OUI	OUI
Zn		7,8	2,340	3	OUI	NON
Zn		7,8	2,340	4	OUI	NON
Zn		7,8	2,340	10	NON	NON

Pour Cd et Zn, la NQE utilisée est la plus basse en fonction de la dureté parmi celles proposées

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA* (µg/L)	30% NQE* (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,2	0,5	OUI	OUI
Ni		4	1,2	1	OUI	OUI
Ni		4	1,2	2	OUI	NON
Ni		4	1,2	5	NON	NON
Ni		4	1,2	10	NON	NON
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,36	0,4	OUI	NON
Pb		1,2	0,36	0,5	OUI	NON
Pb		1,2	0,36	1	OUI	NON
Pb		1,2	0,36	2	NON	NON
Pb		1,2	0,36	5	NON	NON
Pb		1,2	0,36	10	NON	NON

* NQE susceptible d'être modifiée pour le Ni et le Pb (respectivement 4 et 1,2 µg/L)

Tableau A1b : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous – Bassin Artois-Picardie (2010)

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA (µg/L)	30% NQE (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	1	OUI	OUI
Cd	Classe 5 (≥ 200 mg CaCO3/L)	0,25	0,075	0,027	OUI	OUI
Cd		0,25	0,075	0,045	OUI	OUI
Cd		0,25	0,075	0,08	OUI	NON
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	1	OUI	OUI
Cu		1,4	0,420	0,15	OUI	OUI
Hg		0,05	0,015	0,015	OUI	OUI
Ni		20	6,000	1	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	0,4	OUI	OUI
Zn	<24 mg CaCO3/L	7,8	2,340	0,9	OUI	OUI

Pour Cd et Zn, la NQE utilisée est la plus basse en fonction de la dureté parmi celles proposées

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA* (µg/L)	30% NQE* (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,200	1	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,360	0,4	OUI	NON

* NQE susceptible d'être modifiée pour le Ni et le Pb (respectivement 4 et 1,2 µg/L)

Tableau A1c : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous – Bassin Loire-Bretagne (2009)

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA (µg/L)	30% NQE (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	1	OUI	OUI
As		4,2	1,260	2	OUI	NON
Cd	Classe 1 (< 40 mg $CaCO_3$/L)	0,08	0,024	0,05	OUI	NON
Cd		0,08	0,024	0,2	NON	NON
Cd		0,08	0,024	0,8	NON	NON
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	0,5	OUI	OUI
Cr		3,4	1,020	1	OUI	OUI
Cr		3,4	1,020	2,5	OUI	NON
Cr		3,4	1,020	5	NON	NON
Cu	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,4	0,420	0,5	OUI	NON
Cu		1,4	0,420	1	OUI	NON
Cu		1,4	0,420	2	NON	NON
Cu		1,4	0,420	5	NON	NON
Hg	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	0,05	0,015	0,05	OUI	NON
Hg		0,05	0,015	0,2	NON	NON
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	20	6,000	1	OUI	OUI
Ni		20	6,000	5	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,4	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	1	OUI	OUI
Pb		7,2	2,160	5	OUI	NON
Zn	< 24 mg $CaCO_3$/L	3,1	0,930	2	OUI	NON
Zn		3,1	0,930	10	NON	NON

Pour Cd et Zn, la NQE utilisée est la plus basse en fonction de la dureté parmi celles proposées

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA* (µg/L)	30% NQE* (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,2	1	OUI	OUI
Ni		4	1,2	1,1	OUI	OUI
Ni		4	1,2	5	NON	NON
Ni		4	1,2	10	NON	NON
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,36	0,4	OUI	NON
Pb		1,2	0,36	1	OUI	NON
Pb		1,2	0,36	5	NON	NON
Pb		1,2	0,36	10	NON	NON

* NQE susceptible d'être modifiée pour le Ni et le Pb (respectivement 4 et 1,2 µg/L)

Tableau A1d : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous – Bassin Rhin-Meuse (2009)

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA (µg/L)	30% NQE (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	1	OUI	OUI
Cd	Classe 1 (< 40 mg $CaCO_3$/L)	0,08	0,024	1	NON	NON
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	1	OUI	OUI
Cu	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,4	0,420	0,1	OUI	OUI
Cu		1,4	0,420	1	OUI	NON
Hg	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	0,05	0,015	0,05	OUI	NON
Hg		0,05	0,015	0,1	NON	NON
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	20	6,000	1	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,4	OUI	OUI
Zn	< 24 mg $CaCO_3$/L	3,1	0,930	1	OUI	NON

Pour Cd et Zn, la NQE utilisée est la plus basse en fonction de la dureté parmi celles proposées

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA* (µg/L)	30% NQE* (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,200	1	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,360	0,4	OUI	NON

* NQE susceptible d'être modifiée pour le Ni et le Pb (respectivement 4 et 1,2 µg/L)

Tableau A1e : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous – Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (2010)

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA (µg/L)	30% NQE (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	0,5	OUI	OUI
Cd	Classe 5 (≥ 200 mg CaCO3/L)	0,25	0,075	0,03	OUI	OUI
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	0,5	OUI	OUI
Cu	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,4	0,420	0,5	OUI	NON
Hg	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	0,05	0,015	0,02	OUI	NON
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	20	6,000	0,5	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,05	OUI	OUI
Zn	<24 mg CaCO3/L	7,8	2,340	1	OUI	OUI

Pour Cd et Zn, la NQE utilisée est la plus basse en fonction de la dureté parmi celles proposées

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA* (µg/L)	30% NQE* (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,2	0,5	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,36	0,05	OUI	OUI

* NQE susceptible d'être modifiée pour le Ni et le Pb (respectivement 4 et 1,2 µg/L)

Tableau A1f : Conformité des LQ du RCS à la directive QA/QC pour les métaux dissous – Bassin Seine-Normandie (2010)

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA (µg/L)	30% NQE (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	0,5	OUI	OUI
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	1	OUI	OUI
As	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4,2	1,260	2	OUI	NON
Cd	Classe 5 (≥ 200 mg CaCO3/L)	0,25	0,075	0,05	OUI	OUI
Cd	Classe 5 (≥ 200 mg CaCO3/L)	0,25	0,075	0,15	OUI	NON
Cd	Classe 5 (≥ 200 mg CaCO3/L)	0,25	0,075	1	NON	NON
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	0,5	OUI	OUI
Cr	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	3,4	1,020	2,5	OUI	NON
Cu	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,4	0,420	0,5	OUI	NON
Cu	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,4	0,420	1	OUI	NON
Hg	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	0,05	0,015	0,02	OUI	NON
Hg	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	0,05	0,015	0,5	NON	NON
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	20	6,000	0,5	OUI	OUI
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	20	6,000	1	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,05	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,2	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	7,2	2,160	0,4	OUI	OUI
Zn	<24 mg CaCO3/L	7,8	2,340	3	OUI	NON
Zn	<24 mg CaCO3/L	7,8	2,340	10	NON	NON

Pour Cd et Zn, la NQE utilisée est la plus basse en fonction de la dureté parmi celles proposées

Métaux	Dureté de l'eau	NQE-MA* (µg/L)	30% NQE* (µg/L)	LQ agence (µg/L)	LQ ≤ NQE	QA/QC
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,200	0,5	OUI	OUI
Ni	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	4	1,200	1	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,360	0,05	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,360	0,2	OUI	OUI
Pb	pas d'influence de la dureté sur la spéciation du métal	1,2	0,360	0,4	OUI	NON

* NQE susceptible d'être modifiée pour le Ni et le Pb (respectivement 4 et 1,2 µg/L)

Annexe 2 : Données du FOREGS sur les métaux dissous dans les cours d'eau en France

Tableau A2 : Concentrations en métaux dissous dans les cours d'eau en France issues du FOREGS (http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/) (n=119 sites)

GTN	LONG	LAT	Mg	Ca	Dureté	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Unité			mg/L	mg/L	(mg CaCO3/L)	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
LQ						0,01	0,002	0,01	0,005	0,005	0,005	0,01
N28E05W1 FR	9,01	41,88	5,21	11,800	51,2083	0,10	0,022	0,07	0,630	0,370	0,043	1,48
N29E01W1 FR	1,59	42,96	2,62	12,500	42,1542	3,13	0,264	0,22	1,520	0,950	0,760	7,45
N29E01W2 FR	0,52	43,06	6,48	39,100	124,7500	0,48	0,010	0,20	0,790	1,370	0,260	1,99
N29E02W1FR	2,17	42,30	18,02	97,900	319,8333	0,19	0,010	0,14	1,290	2,600	0,052	2,17
N29E02W2 FR	2,16	43,28	5,56	38,020	118,2167	1,65	0,106	0,26	2,610	1,670	0,330	6,22
N29E02W4	2,57	42,41	5,26	36,090	112,1417	1,72	0,017	0,22	1,100	1,050	0,039	2,46
N29E04W1	6,23	43,49	28,10	86,700	333,8333	0,45	0,006	0,24	0,880	2,240	1,680	1,78
N29E05W3	8,92	42,17	3,16	5,730	27,4917	0,23	0,031	0,05	0,720	0,360	0,120	2,66
N29E05W4	9,24	42,23	1,56	8,760	28,4000	0,46	0,030	0,11	0,740	0,420	0,160	1,19
N29E05W5	9,22	42,44	11,20	42,500	152,9167	0,36	0,015	0,92	0,950	1,490	0,006	0,74
N29W01W1 FR	-0,26	43,17	9,45	74,700	226,1250	0,38	0,008	0,29	1,210	2,140	0,430	3,71
N29W01W2 FR	-1,23	43,16	5,00	49,110	143,6083	0,11	0,005	0,19	0,970	1,280	0,034	0,84
N30E01W1	1,37	44,69	4,16	114,000	302,3250	0,06	0,007	0,11	0,830	2,760	0,020	1,01
N30E01W2	0,62	44,67	12,00	125,300	363,2500	2,39	0,010	0,30	1,240	3,270	0,290	2,34
N30E01W3	0,26	43,78	18,25	100,300	326,7917	0,57	0,006	0,16	1,100	2,490	0,190	1,33
N30E01W4	0,97	43,49	23,72	111,000	376,3333	2,43	0,017	0,14	1,630	3,190	0,320	2,24
N30E01W5	0,84	43,81	24,54	120,400	403,2500	1,83	0,004	0,19	1,560	3,170	0,290	1,73
N30E02W1	3,75	44,82	1,76	3,992	17,3133	0,52	0,010	0,12	0,990	0,500	0,460	3,75
N30E02W2	2,03	44,96	1,07	2,795	11,4583	0,64	0,021	0,19	0,550	0,580	0,099	1,91
N30E02W3	2,81	44,31	2,77	10,680	38,2375	0,26	0,011	0,22	0,730	0,540	0,150	2,26
N30E02W4	3,60	44,32	6,58	18,300	73,1667	3,34	0,010	0,08	0,650	0,560	0,400	2,18
N30E02W5	3,38	44,71	1,00	3,360	12,5542	2,10	0,024	0,28	0,900	0,970	0,530	3,37
N30E03W1	5,26	44,70	6,71	64,200	188,4583	0,06	0,002	0,12	1,390	1,960	0,250	0,87
N30E03W2	5,24	44,39	7,72	81,100	234,9167	0,13	0,008	3,00	2,030	4,330	10,600	3,07
N30E03W3	4,24	44,50	1,45	4,487	17,2717	3,09	0,015	0,17	1,130	0,490	0,370	2,85
N30E03W4	5,23	43,87	11,50	189,100	520,6667	0,97	0,009	0,32	1,300	10,620	0,048	1,79
N30E03W5	4,05	44,15	3,72	8,650	37,1292	0,73	0,003	0,10	0,850	0,460	0,074	1,20
N30E04W2	6,65	44,67	17,57	84,500	284,4583	0,82	0,003	0,67	0,520	3,490	0,150	1,57
N30E04W3	6,39	44,17	2,07	47,920	128,4042	0,05	0,003	0,11	0,480	1,870	0,075	0,86
N30E04W4	6,93	44,26	6,67	56,600	169,2917	1,54	0,010	0,14	0,460	2,150	0,150	2,48
N30E04W5	6,99	43,95	7,86	53,700	167,0000	6,18	0,005	0,10	0,690	2,050	0,160	1,57
N30W01W1	0,10	45,03	2,56	6,870	27,8375	3,23	0,015	0,40	1,450	2,500	0,550	5,18
N30W01W2	-0,78	44,43	3,73	9,820	40,0917	0,61	0,067	0,38	0,730	2,900	0,130	8,16
N30W01W3	-0,25	43,58	3,58	47,710	134,2042	0,56	0,014	0,38	0,950	1,420	0,098	1,74
N30W01W4	-0,15	43,82	7,97	82,300	238,9583	1,85	0,018	0,80	1,790	1,780	0,200	3,44
N30W01W5	-0,09	44,26	3,50	11,160	42,4708	0,84	0,026	0,32	0,510	1,680	0,086	2,56
N31E01W1	1,43	46,11	2,22	6,800	26,2458	4,17	0,020	0,41	1,090	0,710	0,400	1,97
N31E01W2	-0,25	46,36	4,11	120,600	318,6250	0,48	0,013	0,61	0,580	2,160	0,086	1,14
N31E01W3	0,60	45,66	1,75	4,484	18,4808	0,96	0,021	0,43	1,010	1,220	0,370	4,71
N31E01W4	1,64	45,18	2,32	6,220	25,2083	0,82	0,013	0,21	0,610	0,290	0,096	1,22
N31E01W5	2,44	45,12	1,51	3,982	16,2467	0,17	0,023	0,01	0,390	0,230	0,029	1,60

GTN	LONG	LAT	Mg	Ca	Dureté	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Unité			mg/L	mg/L	(mg CaCO3/L)	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
LQ						0,01	0,002	0,01	0,005	0,005	0,005	0,01
N31E02W1	3,72	45,41	1,12	3,782	14,1217	4,06	0,045	0,29	1,070	0,700	0,280	3,60
N31E02W2	2,62	45,83	2,01	5,410	21,8875	10,00	0,055	0,37	2,720	1,260	0,390	4,25
N31E02W3	2,75	45,33	2,69	5,680	25,4167	0,34	0,018	0,17	0,820	0,910	0,094	3,53
N31E02W4	3,94	44,95	2,97	6,960	29,7667	0,13	0,004	0,12	1,450	0,720	0,260	2,81
N31E02W5	3,65	46,23	1,11	5,380	18,0750	1,81	0,058	0,03	1,070	0,560	0,440	5,29
N31E03W1	5,51	46,28	3,99	90,800	243,6167	0,37	0,010	0,16	0,960	4,020	0,130	16,92
N31E03W2	5,16	46,22	2,45	43,560	119,0875	1,33	0,010	0,47	1,890	2,510	0,510	3,78
N31E03W3	4,40	44,94	1,81	5,600	21,5542	0,37	0,020	0,14	2,800	3,530	0,370	8,86
N31E03W4	5,31	45,55	2,23	98,700	256,0292	0,47	0,006	0,26	1,220	5,050	0,360	3,58
N31E03W5	5,32	46,59	4,51	107,000	286,2917	0,68	0,007	0,05	0,880	2,140	0,054	3,55
N31E04W2	6,65	45,92	7,30	53,200	163,4167	0,31	0,005	0,13	1,300	1,990	0,057	1,13
N31E04W3	6,45	45,23	6,71	51,500	156,7083	0,50	0,012	0,21	0,830	1,870	0,130	1,30
N31W01W1	-0,48	45,93	8,29	128,900	356,7917	0,25	0,013	0,12	0,690	2,190	0,045	1,20
N31W01W2	-1,20	46,54	11,29	103,800	306,5417	0,68	0,004	0,32	0,880	2,000	0,035	1,45
N31W01W3	-0,90	45,66	4,77	147,200	387,8667	0,56	0,011	0,04	0,720	2,280	0,018	1,01
N31W01W4	-0,36	45,37	3,73	136,700	357,2875	1,28	0,015	0,25	1,160	2,650	0,020	1,06
N31W01W5	-0,33	46,38	6,43	77,700	221,0417	0,87	0,024	0,20	0,650	1,600	0,089	2,71
N32E01W1	2,44	47,36	2,28	26,790	76,4833	0,50	0,014	0,25	1,470	1,780	0,190	2,70
N32E01W2	1,10	47,83	6,60	110,800	304,5000	1,47	0,012	0,00	0,620	2,940	0,060	2,43
N32E01W3	1,23	47,14	3,71	98,500	261,7167	0,73	0,017	0,06	0,480	2,530	0,053	2,35
N32E01W4	1,79	46,65	7,52	37,300	124,5833	1,65	0,017	0,22	1,940	2,250	0,290	5,71
N32E01W5	0,76	47,86	3,90	116,700	307,9792	0,76	0,006	0,00	0,700	2,610	0,077	3,89
N32E02W1	4,01	47,46	1,85	9,940	32,5750	1,78	0,018	0,30	0,770	0,890	0,250	3,16
N32E02W2	3,10	47,82	2,84	58,500	158,0875	0,68	0,014	0,60	1,610	3,010	0,380	4,61
N32E02W3	2,83	46,49	5,58	23,540	82,1000	0,69	0,011	0,24	1,380	2,040	0,470	4,47
N32E02W4	3,54	46,87	8,37	78,800	231,8750	1,06	0,007	0,19	0,960	2,530	0,160	2,68
N32E02W5	4,15	46,70	2,05	8,770	30,4625	1,68	0,009	0,22	0,810	1,180	0,180	2,77
N32E03W1	5,66	47,83	40,66	189,600	643,4167	0,75	0,005	0,01	1,380	2,710	0,028	2,16
N32E03W2	4,33	47,51	4,61	100,000	269,2042	2,12	0,004	0,08	0,980	2,710	0,054	2,19
N32E03W3	4,56	46,32	2,87	12,450	43,0875	2,15	0,018	0,10	0,930	0,780	0,120	1,59
N32E03W4	5,99	47,09	3,42	97,900	258,9875	0,26	0,013	0,25	0,720	2,440	0,190	4,68
N32E03W5	6,47	47,57	10,56	44,590	155,4750	2,62	0,010	0,12	1,050	1,790	0,210	2,77
N32E04W2 FR	6,64	47,20	2,44	97,500	253,9208	0,26	0,016	0,19	0,550	2,070	0,026	1,31
N32W01W2	-1,61	47,63	12,29	31,530	130,0333	1,27	0,035	0,21	2,020	6,590	0,170	6,00
N32W01W3	-1,74	46,58	9,64	17,020	82,7167	1,60	0,015	0,24	1,360	6,280	0,150	3,83
N32W01W4	-0,18	46,78	5,76	27,480	92,7000	1,35	0,011	0,44	2,390	1,860	0,240	1,41
N32W01W5	-1,27	47,14	11,27	30,670	123,6333	1,82	0,012	0,27	2,980	1,680	0,078	2,12
N32W02W1	-2,99	47,73	6,81	8,850	50,5000	1,51	0,070	0,21	0,880	2,400	0,190	8,73
N32W02W2	-3,44	48,03	3,39	6,730	30,9292	1,17	0,068	0,45	0,670	1,740	0,280	10,30
N32W02W5	-2,30	47,60	8,21	12,310	64,9833	2,50	0,056	0,28	0,920	3,210	0,200	8,54
N33E01W1	0,52	49,81	3,11	81,100	215,6958	0,65	0,009	0,43	0,760	2,410	0,130	2,56
N33E01W2	0,26	49,13	4,05	105,200	279,8833	0,69	0,014	0,52	2,480	3,120	0,110	8,01
N33E01W3	0,64	48,22	7,67	131,100	359,7083	1,71	0,005	0,24	0,880	3,180	0,051	3,11
N33E01W4	1,67	48,53	9,74	117,000	333,0833	1,01	0,030	0,50	1,070	3,300	0,180	9,29
N33E01W5	1,13	48,76	5,82	97,700	268,5000	0,04	0,022	0,33	0,560	1,720	0,120	2,01
N33E02W1	4,16	48,86	1,13	91,000	232,2083	0,16	0,017	0,14	0,410	1,610	0,045	1,46
N33E02W2	2,00	49,53	3,64	115,000	302,6667	0,15	0,019	0,37	0,300	1,940	0,080	1,54
N33E02W3	2,35	48,17	3,83	120,000	315,9583	1,12	0,012	0,05	0,650	2,580	0,078	2,05

GTN	LONG	LAT	Mg	Ca	Dureté	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Unité			mg/L	mg/L	(mg CaCO3/L)	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
LQ						0,01	0,002	0,01	0,005	0,005	0,005	0,01
N33E02W4	3,11	48,82	10,90	120,000	345,4167	1,78	0,026	0,49	0,860	2,620	0,036	1,71
N33E02W5	4,37	48,50	2,43	110,200	285,6083	0,14	0,004	0,29	2,090	4,630	0,047	1,52
N33E03W1	6,50	48,79	72,70	212,000	832,9167	7,87	0,009	3,27	1,670	4,680	0,007	2,11
N33E03W2	4,72	48,75	11,70	119,000	346,2500	1,44	0,011	0,38	0,750	2,580	0,032	1,25
N33E03W3	4,95	48,41	11,00	91,800	275,3333	0,25	0,007	0,05	0,400	1,850	0,018	0,88
N33E03W4	5,64	48,39	5,59	92,400	254,2917	1,04	0,004	0,09	0,710	2,510	0,034	1,31
N33E03W5	4,48	48,10	3,61	124,100	325,2792	0,20	0,008	0,10	1,350	4,900	0,270	2,27
N33E04W1 FR	7,51	48,86	5,36	19,800	71,8333	3,62	0,008	0,13	0,780	2,110	0,390	4,15
N33E04W2	6,50	49,09	39,50	163,000	572,0833	3,74	0,012	0,34	1,680	5,120	0,180	7,78
N33E04W3	6,35	48,47	101,00	270,000	1095,8333	3,25	0,010	0,28	0,960	5,850	0,026	2,71
N33E04W4	7,21	48,47	2,96	11,000	39,8333	1,47	0,058	1,80	3,120	3,790	5,310	5,48
N33E04W5	7,03	48,69	4,61	18,000	64,2083	2,23	0,005	0,12	0,690	0,990	0,210	2,26
N33W01W1	-0,70	48,57	3,91	9,190	39,2583	0,59	0,056	0,63	1,740	3,260	0,290	7,73
N33W01W2	-0,89	48,95	6,24	14,080	61,2000	0,49	0,010	0,40	1,430	1,820	0,190	2,48
N33W01W3	-1,46	48,45	7,70	20,520	83,3833	0,73	0,034	0,44	3,780	4,360	0,240	14,80
N33W01W4	-0,51	48,85	6,45	15,880	66,5750	0,61	0,058	0,48	2,440	7,380	0,620	19,50
N33W01W5	-1,86	48,08	9,07	26,300	103,5417	1,46	0,041	1,67	6,110	8,100	0,710	12,20
N33W02W2	-3,92	48,59	6,77	11,990	58,1833	0,94	0,065	0,26	1,550	3,190	0,310	10,10
N33W02W3	-3,87	48,19	7,14	9,900	54,5000	0,61	0,030	0,42	1,060	2,680	0,200	5,01
N33W02W4	-2,46	47,94	12,03	13,350	83,5000	0,48	0,035	0,22	1,330	7,420	0,120	7,11
N33W02W5	-2,25	48,37	8,61	21,410	89,4000	1,56	0,052	0,74	2,820	4,870	0,340	8,63
N34E01W1	1,63	50,80	15,76	113,800	350,1667	1,09	0,014	0,30	1,020	2,800	0,160	3,87
N34E01W2	1,47	49,71	3,81	107,400	284,3667	0,57	0,007	0,33	0,910	3,200	0,071	2,10
N34E01W4	2,13	50,04	3,17	113,600	297,2042	0,36	0,013	1,20	0,840	2,510	0,160	5,54
N34E01W5	0,64	49,83	4,46	107,900	288,3333	0,28	0,006	0,57	0,650	2,100	0,060	2,46
N34E02W2	2,35	50,64	3,39	118,800	311,1250	0,47	0,007	0,57	0,750	2,340	0,042	2,69
N34E02W3	2,73	50,31	4,13	129,800	341,7125	0,53	0,005	0,79	0,610	2,480	0,052	2,66
N34E02W4	3,83	49,78	2,89	124,600	323,5208	0,70	0,005	0,68	0,610	2,520	0,045	2,10
N34E02W5	4,15	49,92	2,01	10,700	35,1250	0,69	0,024	0,40	1,300	2,300	0,240	3,29
N34E03W5	4,84	49,67	2,67	96,500	252,3750	0,99	0,008	0,71	0,590	2,350	0,026	1,04

Annexe 3 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en arsenic (As) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[5], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en As dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 183 stations du RCS. 77 stations du RCS sur 183 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 77 stations, 28 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 49 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en As dissous du FOREGS ont une LQ qui est systématiquement inférieure à 30 % NQE. Concernant les données du RCS, on constate que les LQ associées sont hétérogènes et que seules 45 % des stations avec une FQ égale à 0 % ont une LQ supérieure à 30% NQE.

[5] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes, le Nord du bassin et à la limite au Nord de la chaîne des Pyrénées. Aucune station n'a été sélectionnée dans le centre du bassin d'Aquitaine. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) présentent une forte variation et sont comprises entre 1 et 4,2 µg/L. De plus, les stations avec une FQ égale à zéro ont des LQ comprises entre 30 % NQE et la NQE. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en As dissous dans la zone sédimentaire. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de préciser un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Dans la partie orientale de la chaine des Pyrénées, les concentrations moyennes en As varient peu et sont comprises entre 2 et 4,2 µg/L. On note que la majorité des stations ont une FQ égale à zéro avec des LQ comprises entre 30 % NQE et la NQE et supérieures à la NQE. Le fond géochimique est probablement moyen (2 à 4,2 µg/L) dans cette zone, mais une acquisition de données avec de meilleures performances analytiques est nécessaire afin de valider le niveau de fond géochimique.

Dans la partie occidentale de la chaine des Pyrénées et Sud-est du Massif Central, les concentrations sont majoritairement non quantifiées et inférieures à 30 % NQE. La valeur de concentration la plus importante observée est de 1,3 µg/l.
Dans la partie du Massif Central au nord du bassin, les concentrations des stations sélectionnées ont une FQ égale à zéro avec des LQ supérieures à la NQE. Cependant, les concentrations quantifiées (RCS et FOREGS confondus) présentent une forte variation et sont comprises entre 1,0 et 4,2 µg/L. Dans cette zone, il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique. Il est nécessaire d'acquérir des données supplémentaires afin de préciser le niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en arsenic dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS montre que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Dans la zone sédimentaire, les concentrations présélectionnées sont localisées à la périphérie de la Gascogne et varient fortement. Il est impossible de déterminer un fond géochimique en As dissous dans la zone sédimentaire sans l'acquisition de nouvelles données.

Dans la zone de socle, le fond géochimique est probablement moyen (2 à 4,2 µg/L) dans la partie orientale des Pyrénées et faible (<1,3 µg/L) dans la partie occidentale des Pyrénées et le Sud-est du Massif Central. En revanche, dans le Nord du Massif Central, le fond géochimique reste à valider, par l'acquisition de données supplémentaires.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) rapportent l'existence d'un risque de fond géochimique élevé dans les eaux de surface. Ces conclusions confirment partiellement les résultats de cette analyse de carte.

De façon générale, on constate un manque de données avec une LQ inférieure à 30 % NQE, ce qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir des données supplémentaires dans ces différentes régions si l'on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

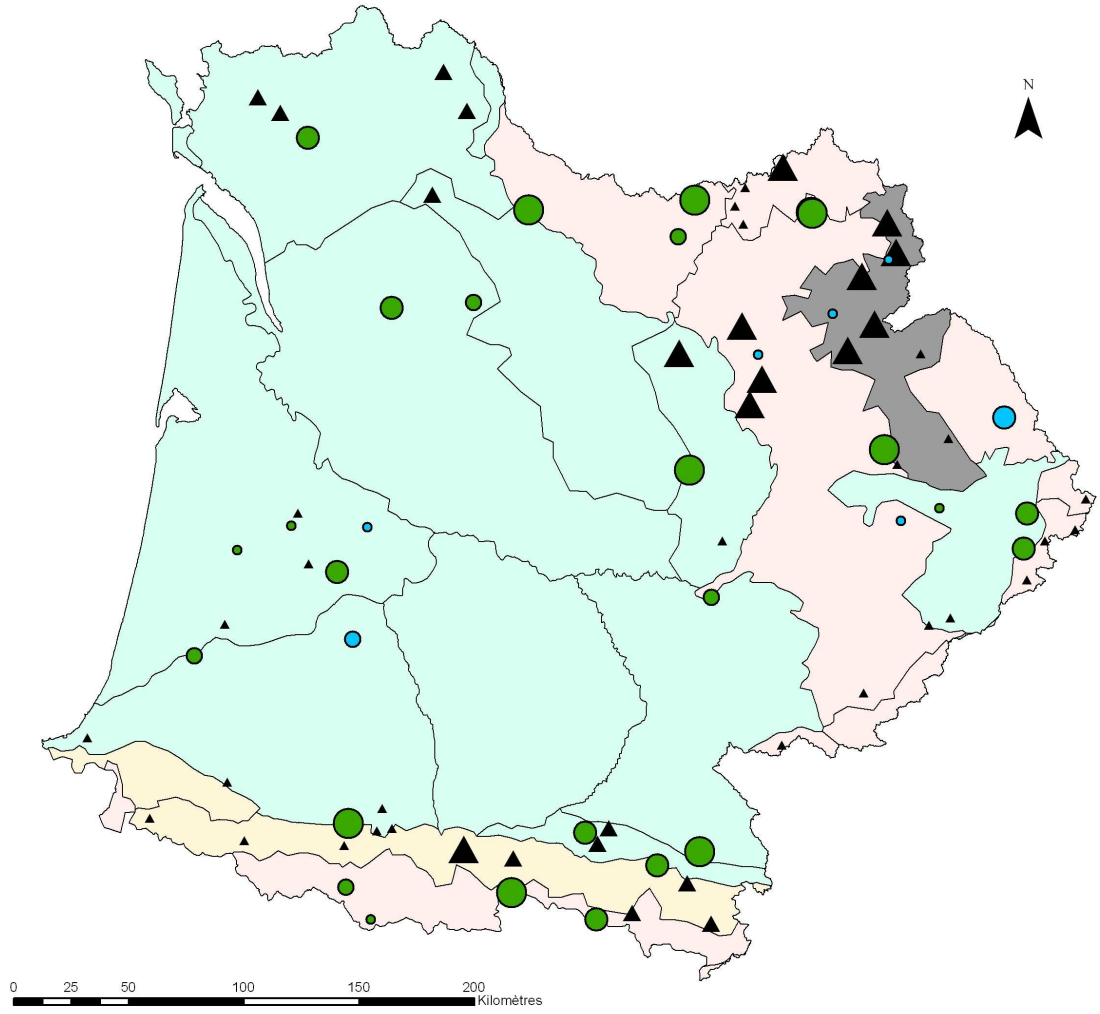
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne.., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en arsenic (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS 2005	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30% NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30% NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 4,19	3,00 4,19	
	≥ 4,20	≥ 4,20	

NQE (As) = 4,2 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cadmium (Cd) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[6], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE la plus basse du Cd (0,08 µg/L)[7].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Cd dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 43 stations du RCS. 6 stations du RCS sur 43 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 6 stations, 0 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 6 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Cd dissous du FOREGS ont une LQ qui est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[6] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».
[7] Cinq NQE ont été définies pour le Cd selon la dureté (rapport bibliographique, J Canal et al 2011, tableau 2), pour simplifier l'analyse, la valeur la plus contraignante (0,08 µg/l) est retenue.

Les résultats

La distribution spatiale des stations présélectionnées du RCS et FOREGS est éparse sur l'ensemble du bassin avec des limites de quantifications supérieures à la NQE. Il est impossible de déterminer un niveau de fond géochimique en Cd dissous avec les présentes données. Une acquisition de données supplémentaires avec de meilleures performances analytiques est nécessaire afin de préciser le niveau de fond géochimique. Par contre, au regard des données du FOREGS dans le Massif Central, le fond géochimique en Cd est probablement faible mais des études supplémentaires sont nécessaires afin de pouvoir l'affirmer.

Conclusion

Il est impossible de déterminer un fond géochimique en Cd dissous avec la quantité et la qualité des données actuelles du RCS. En revanche, les données du FOREGS indiqueraient un fond géochimique probablement faible dans le Massif Central. Concernant le reste du bassin Adour-Garonne, le fond géochimique reste à valider.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) citent la présence de fond géochimique en Cd présent dans le bassin du Lot.

De façon générale, on constate un manque de données avec une LQ inférieure à 30 % NQE, ce qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données sur l'ensemble du bassin si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

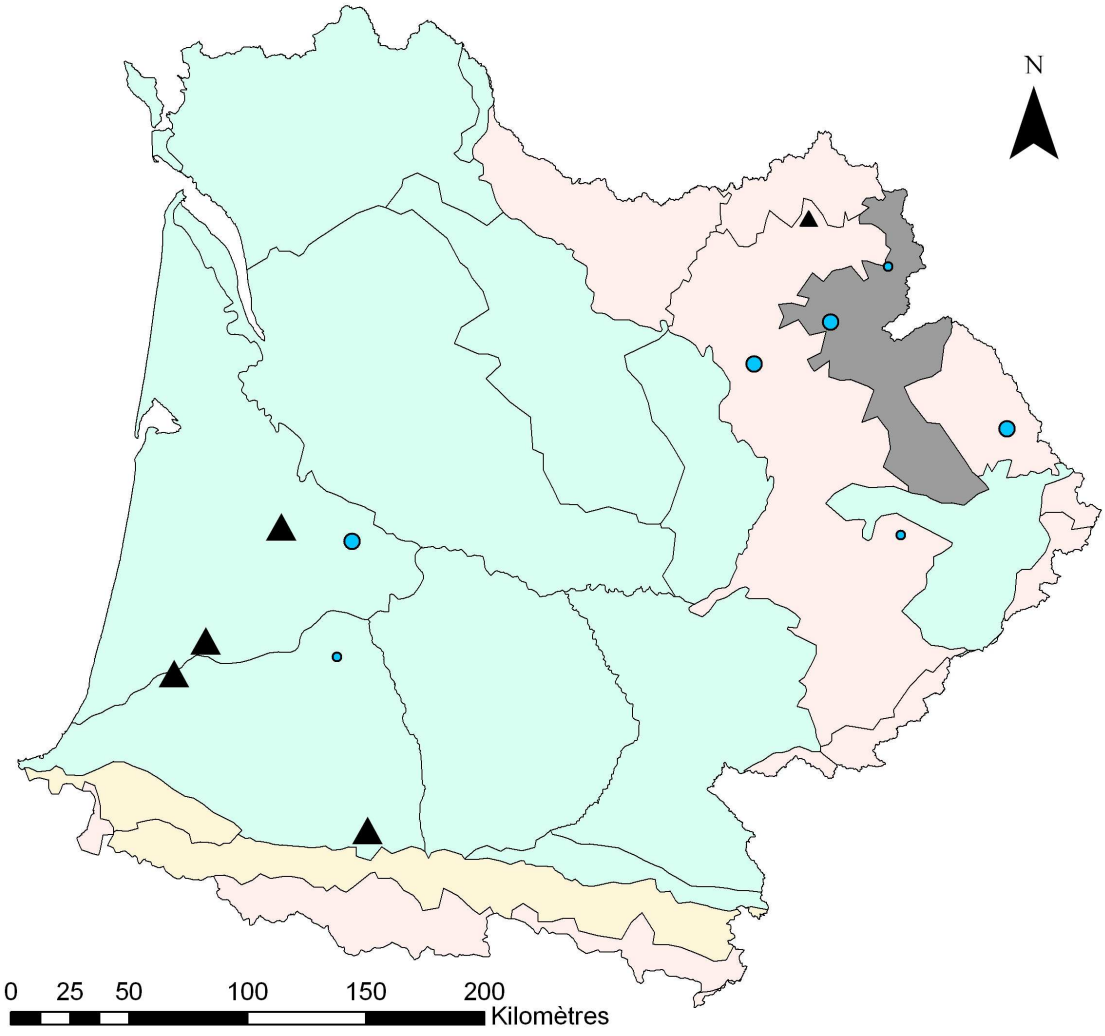
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en cadmium (µg/L)

Hydroecoregion 2 FOREGS 2005

- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

- < 0,020
- 0,020 - 0,039
- 0,040 - 0,059
- 0,060 - 0,079
- ≥ 0,080

non quantifié

- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Cd) = 0,08 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte : « Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en chrome (Cr) dissous dans les eaux du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[8], socle et volcanique).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du chrome (3,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Cr dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 119 stations du RCS. 77 stations du RCS sur 119 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 77 stations, 26 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 51 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Cr dissous du FOREGS ont une LQ qui est systématiquement inférieure à 30 % NQE. Concernant les données du RCS, on constate que les LQ associées sont hétérogènes et seulement 43 % des stations avec une FQ égale à 0 % ont une LQ supérieure à 30% NQE.

[8] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes, le Nord Est du bassin et à la limite au Nord de la chaîne des Pyrénées. Aucune station n'a été sélectionnée dans le centre du bassin d'Aquitaine. Les concentrations présentées (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 0,8 et 1,6 µg/L. De plus, les stations avec une FQ égale à 0 % avec des LQ inférieures à 30 % NQE sont localisées dans cette zone. D'après ces informations et par extrapolation on peut déduire que le fond géochimique en Cr dissous est probablement faible sur l'ensemble de la zone sédimentaire du bassin d'Aquitaine (les sites non sélectionnés présentent également des valeurs faibles, à l'exception de 5 sites).

Zone de socle et mixte :

Dans la partie orientale de la chaine des Pyrénées, les stations ont une FQ égale 0 % avec des LQ comprises entre 30 % NQE et la NQE du Cr. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique mais une acquisition de données avec de meilleures performances analytiques est nécessaire afin de valider le niveau de fond géochimique.

Dans la partie occidentales de la chaine des Pyrénées, les concentrations moyennes, majoritairement non quantifiées et inférieures à 30 % NQE, varient peu et sont inférieures à 0,8 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible (< 0,8µg/L)..

Au Nord Est du bassin, dans le Massif Central, les concentrations des stations du RCS sélectionnées ont une FQ égale à 0 % avec des LQ supérieures à la NQE. Des concentrations quantifiées (FOREGS) varient peu et sont inférieures à 0,8 µg/L. Dans cette zone, il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique. Il est nécessaire d'acquérir des données supplémentaires avec une limite de quantification suffisante pour préciser le niveau de fond géochimique. Au Sud du Massif Central, les concentrations moyennes varient beaucoup et sont comprises entre 0,8 et 3,4 µg/L. De plus, des stations avec une FQ égale à 0 % et des LQ inférieures à 30 % NQE contrastent avec les stations présentant des concentrations élevées. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique et des études supplémentaires sont nécessaires afin d'en définir un.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en chrome dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne.

Dans la zone sédimentaire, les valeurs disponibles (stations RCS sélectionnées) sont localisées à la périphérie de la Gascogne. Les stations sélectionnées sont localisées seulement dans les Landes, le Nord-Ouest du bassin et à la limite au Nord de la chaîne des Pyrénées. Les concentrations ont une FQ égale à 0% avec des LQ inférieures à 30 % NQE sauf au Sud-est où les LQ sont comprises entre 30 et 100 % de la NQE. ***Par extrapolation, on peut en déduire que le fond géochimique en Cr dans la zone sédimentaire est probablement faible (< 1,8µg/L).***

Dans la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées, le fond géochimique est également probablement faible. En revanche, il est difficile de déterminer un fond géochimique en Cr dissous dans le Massif Central et la partie orientale de la chaîne des Pyrénées. L'acquisition de données avec une limite de quantification adaptée est nécessaire pour pouvoir identifier des niveaux de fond.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) signalent un risque de fond géochimique élevé en Cr dans le bassin du Tarn pour les eaux de surface.

De façon générale, pour le Massif Central et l'Est de la chaîne des Pyrénées, on constate un manque de données qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

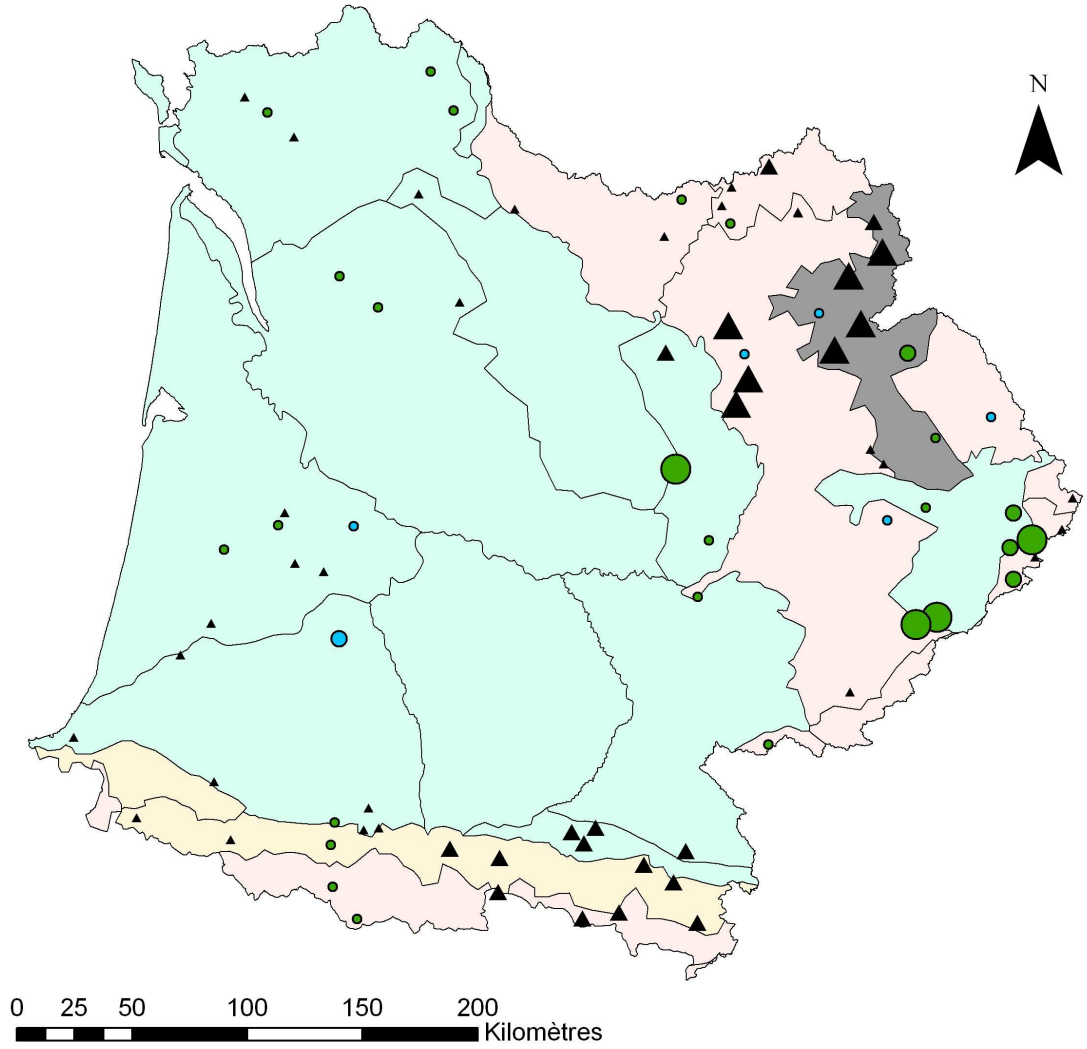
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne. BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en chrome (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS 2005	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,8	< 0,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,80 - 1,59	0,80 - 1,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	1,60 - 2,39	1,60 - 2,39	LQ > NQE
volcanique	2,40 - 3,39	2,40 - 3,39	
	≥ 3,40	≥ 3,40	

NQE (Cr) = 3,4 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cuivre (Cu) dissous des eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[9], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du cuivre (1,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Cu dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 122 stations du RCS. 77 stations du RCS sur 122 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 77 stations, 35 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 42 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Cu dissous du FOREGS ont une LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE. Les stations du RCS avec une FQ égale à 0 % ont des LQ systématiquement supérieures à 30 % NQE. Aucune station du RCS avec une FQ égale à 0 % ont une LQ supérieure à 30% NQE.

[9] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes, le Nord Est du bassin et à la limite au Nord de la chaîne des Pyrénées. Aucune station n'a été sélectionnée dans le centre du bassin d'Aquitaine. Les valeurs de concentration moyennes présentées (RCS et FOREGS confondus) varient notablement et sont comprises entre 0,6 et 1,4 µg/L. Les stations avec une FQ égale à 0 % ont systématiquement une LQ supérieure à la NQE. Le cuivre étant largement utilisé comme produit phytosanitaire à l'échelle domestique (potagers...) et d'exploitation agricole (en particulier des vignes et des vergers), les concentrations fortes en Cu dissous observées dans la zone sédimentaire témoignent probablement d'une pollution diffuse, s'agissant d'une région à forte activité agricole. Il est impossible de statuer sur le niveau de fond géochimique. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de préciser le niveau de fond géochimique en Cu dissous, impliquant la recherche de bassins de référence.

Zone de socle et mixte :

Dans la chaîne des Pyrénées, les stations ont toutes des FQ égales 0 % avec une LQ supérieure à 30 % NQE. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique et une acquisition de données avec meilleures performances analytiques est nécessaire afin de préciser un niveau de fond géochimique.

Dans le Massif Central, les concentrations moyennes varient fortement et sont comprises entre 0,6 et 1,4 µg/L. Au regard des données actuelles, le fond géochimique est probablement fort. Cependant des stations RCS sélectionnées ont une FQ égale à 0 % avec des LQ 7 fois supérieures à la NQE tandis que les concentrations issues du FOREGS varient peu et sont comprises entre 0,6 et 1,2 µg/L. Finalement, il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en Cu dissous dans le Massif Central. Il est nécessaire d'acquérir des données supplémentaires afin de préciser le niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en cuivre dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Dans la zone sédimentaire, les stations sélectionnées sont localisées seulement dans les Landes, le Nord Est du bassin et à la limite au Nord de la chaîne des Pyrénées et les valeurs varient fortement. Dans la zone sédimentaire, il est impossible de se prononcer avec les données actuelles sur le niveau d'un fond géochimique en Cu dissous, en effet le risque de contamination par pollution diffuse reste fort. Il est impossible de déterminer un fond géochimique en Cu dissous dans le Massif Central et la chaîne des Pyrénées. Des acquisitions de données avec de meilleures performances analytiques sont nécessaires au préalable.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) indiquent la présence d'un fond géochimique faible en Cu sur le bassin Adour-Garonne.

De façon générale, on constate un manque de données avec une LQ inférieure à 30 % NQE, ce qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

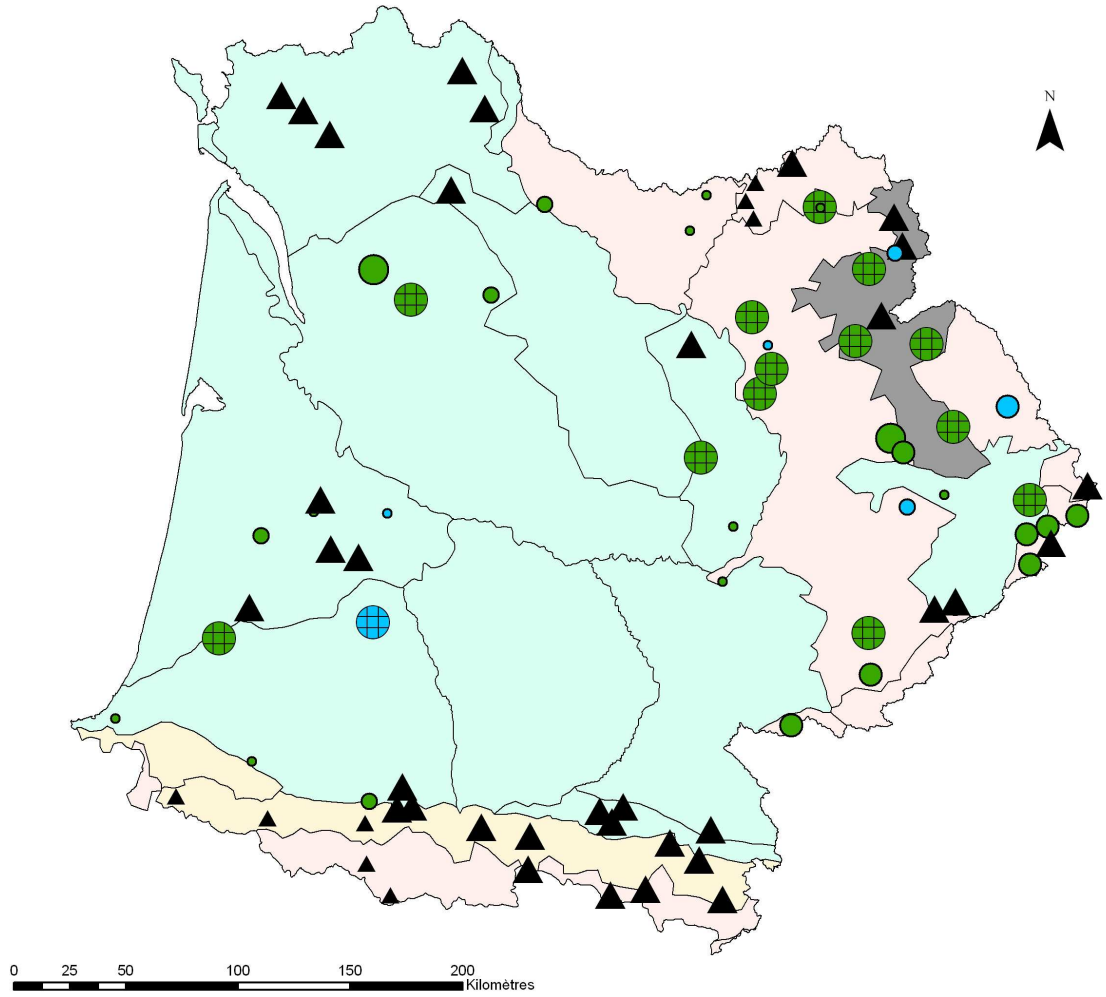
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en cuivre (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS 2005	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,60	< 0,60	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	LQ > NQE
volcanique	1,20 - 1,39	1,20 - 1,39	
	≥ 1,40	≥ 1,40	

NQE (Cu) = 1,4 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en mercure (Hg) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[10], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du mercure (0,05 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Aucune donnée en Hg dissous n'est disponible dans l'étude du FOREGS. Des problèmes d'échantillonnage d'eau et d'analyse du Hg ne leur a pas permis de disposer de données fiables.

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en As dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 28 stations du RCS. 6 stations du RCS sur 28 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 6 stations, 1 a une FQ strictement supérieure à 0 % et 5 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Hg dissous du RCS, la LQ est systématiquement supérieure à 30 % NQE.

[10] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

La distribution spatiale des données est hétérogène. Les stations sélectionnées sont localisées pour 4 d'entre elles dans le Sud-ouest du bassin et une seule dans le Nord du Massif Central. On constate que les stations ont une FQ égale à 0 % avec des LQ comprises entre 30 % NQE et la NQE. Les données ont une LQ supérieure à 30% de la NQE et ne sont pas suffisantes pour déterminer le niveau de fond géochimique en mercure. Des études supplémentaires sont nécessaires pour définir un fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en mercure dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Le manque général de données sur l'ensemble du bassin rend impossible la détermination du fond géochimique en mercure. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de le définir.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique.

De façon générale, on constate un manque de données avec une LQ inférieure à 30 % NQE, ce qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

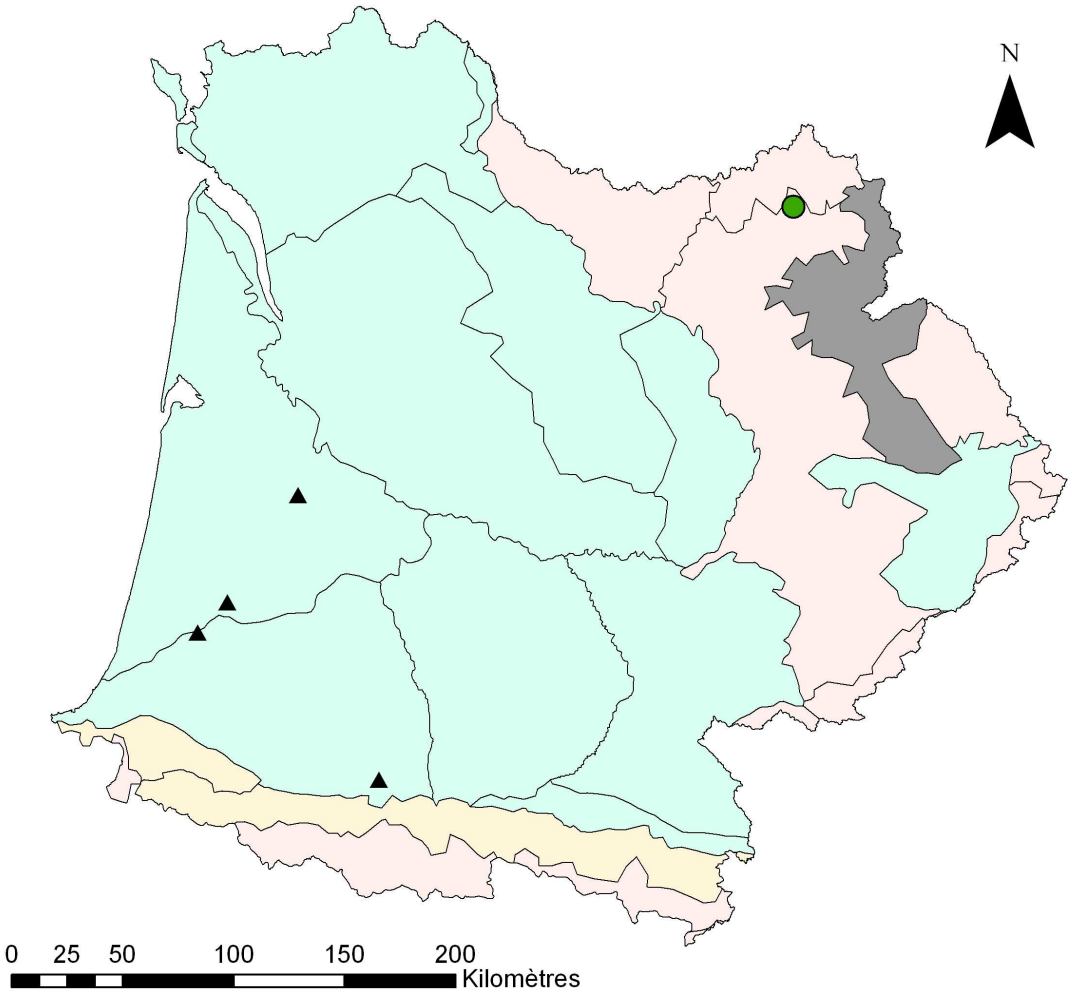
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en mercure (µg/L)

Hydroecoregion 2

- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

RCS 2010

- < 0,020
- 0,020 - 0,029
- 0,030 - 0,039
- 0,040 - 0,049
- ≥ 0,050

non quantifié

- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Hg) = 0,05 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »
Pour la NQE réglementaire 20 µg/l actuellement en vigueur

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[11], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel (20 µg/L)[12].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données de Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (correspondant au Sud-Ouest du Massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Ni dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 38 stations du RCS. 6 stations du RCS sur 38 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 6 stations, 3 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 3 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Ni dissous du RCS et du FOREGS, et pour cette valeur de NQE, la LQ est

[11] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».
[12] Une révision à la baisse de la valeur de la NQE (4µg/L) en Ni est actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes. Aucune station n'a été sélectionnée dans le reste du bassin d'Aquitaine. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 5 µg/L ; ce qui est également le cas pour l'ensemble des sites non sélectionnés. Pour cette valeur de NQE, le niveau de fond géochimique est probablement faible (< 5 µg/L), ce qui serait confirmé par une acquisition des données complémentaires.

Zone de socle et mixte :

Dans le Massif Central, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 5 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible, à confirmer par une acquisition de données complémentaires.

Dans la chaîne des Pyrénées, aucune station n'a été sélectionnée. Il est impossible de définir le niveau de fond géochimique sans une acquisition de nouvelles données.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en nickel dissous des stations RCS présélectionnées en 2010 et du FOREGS montre une distribution spatiale de ces stations hétérogène sur le bassin Adour-Garonne.

La quantité de données disponibles sur l'ensemble du bassin pour ce paramètre est insuffisante pour confirmer un niveau de fond géochimique a priori faible (< 5 µg/L) sur ce bassin.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique en Ni.

Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données pour qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

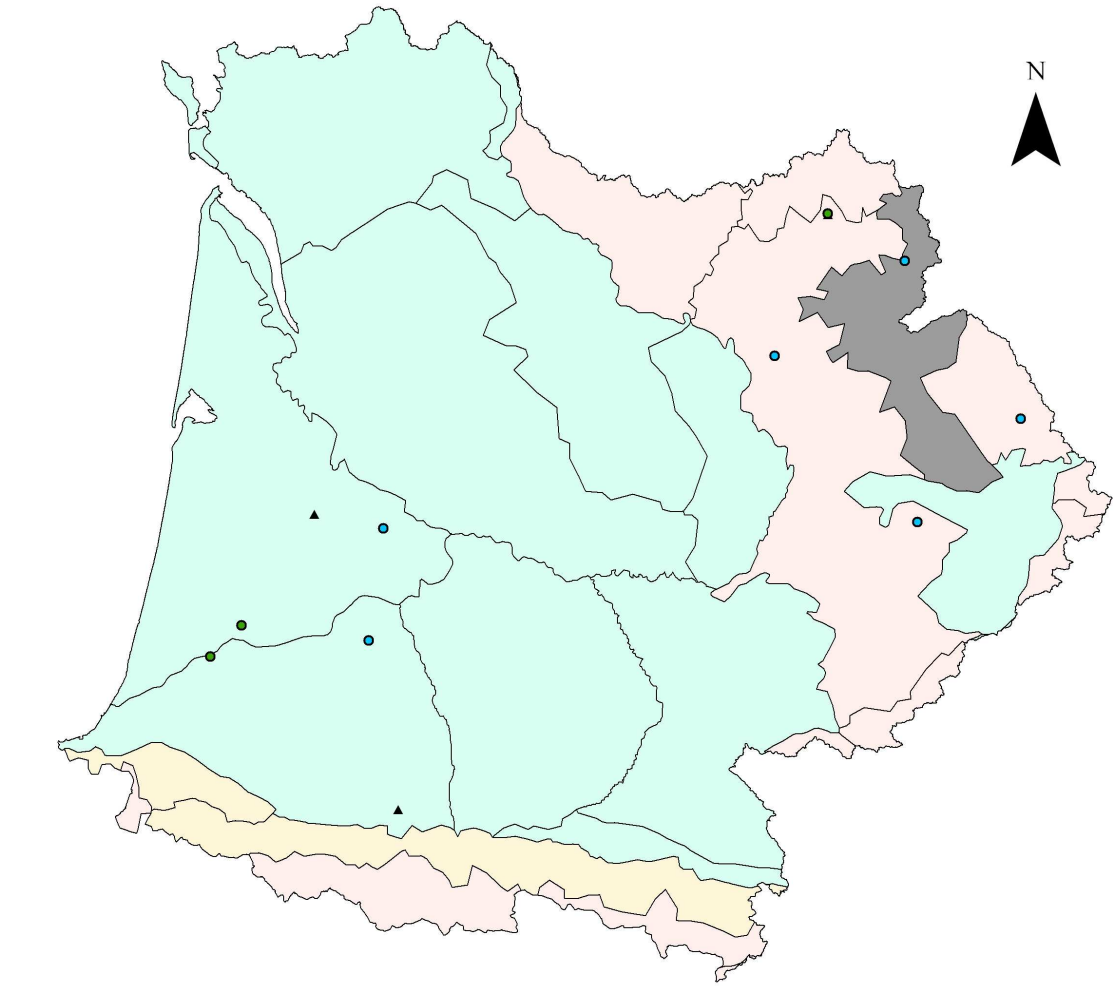
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécoregion 2	FOREGS 2005	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 5,00	< 5,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	5,00 - 9,99	5,00 - 9,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	10,00 - 14,99	10,00 - 14,99	LQ > NQE
volcanique	15,00 - 19,99	15,00 - 19,99	
	≥ 20,00	≥ 20,00	

NQE (Ni) = 20,00 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 20 à 4 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[13], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel pour la valeur de 4 µg/L, actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (correspondant au Sud-Ouest du Massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Ni dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 38 stations du RCS. 6 stations du RCS sur 38 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 6 stations, 3 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 3 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Ni dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[13] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes. Aucune station n'a été sélectionnée dans le reste du bassin d'Aquitaine. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 2 µg/L. On peut en déduire que le niveau de fond géochimique dans les Landes est probablement faible. L'analyse des valeurs de concentration de stations non sélectionnées montre une forte variabilité dans la zone sédimentaire. Pour cette valeur de NQE, l'acquisition de données complémentaires est indispensable pour préciser un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Dans le Massif Central, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 1 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible. Il est nécessaire d'acquérir des données supplémentaires afin de valider le niveau de fond géochimique.

Dans la chaîne des Pyrénées, aucune station n'a été sélectionnée. Il est impossible de définir le niveau de fond géochimique et une acquisition de données est nécessaire afin de valider le niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Le manque général de données sur l'ensemble du bassin rend impossible la détermination du niveau de fond géochimique en Ni pour cette valeur de NQE. L'acquisition de données complémentaires est nécessaire afin de le définir. Néanmoins, il semblerait que le niveau de fond géochimique soit probablement faible dans le Sud-ouest du bassin et le Massif Central.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique.

Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

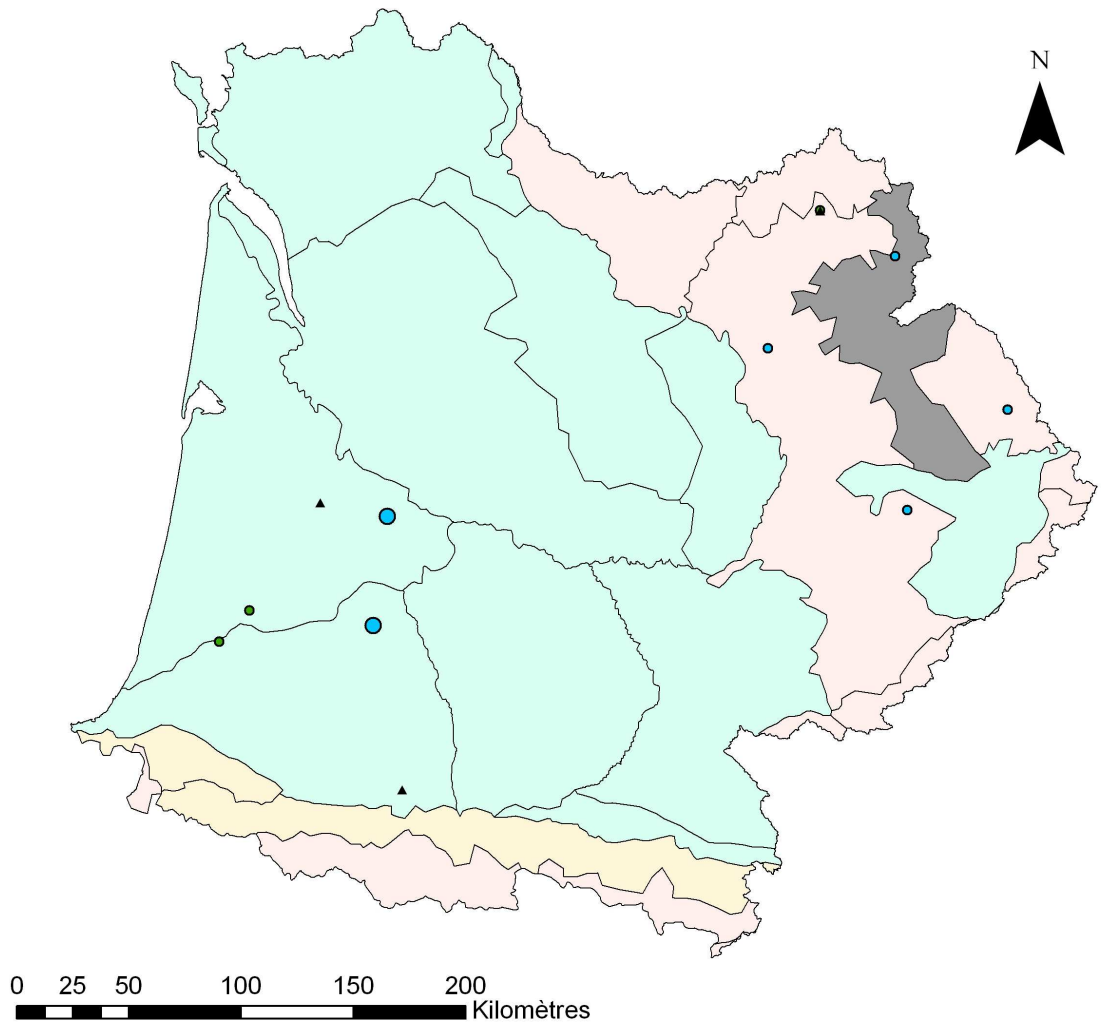
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG (si réduction de la NQE)



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS_2005bis	RCS_2010bis	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 3,99	3,00 - 3,99	
	≥ 4,00	≥ 4,00	**NQE (Ni) = 4,00 µg/L**

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[14], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (7,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Pb dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 38 stations du RCS. 6 stations du RCS sur 38 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 6 stations, 2 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 4 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Pb dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[14] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes. Aucune station n'a été sélectionnée dans le reste du bassin d'Aquitaine. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 1,8 µg/L. On peut en déduire que le niveau de fond géochimique dans les Landes est probablement faible. Sans prendre en compte la sélection SIG, la majorité des sites mesurés de la zone sédimentaire (21/23) montre une valeur inférieure à 1,8 µg/l, on peut considérer que le niveau de fond géochimique en plomb est faible .

Zone de socle et mixte :

Dans le Massif Central, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 1,8 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible (< 1,8µg/L). Ce que confirme l'examen des valeurs moyennes sur les sites non sélectionnés.

Dans la chaîne des Pyrénées, aucune station n'a été sélectionnée, et seulement deux ont fait l'objet de mesures. Il est impossible de définir le niveau de fond géochimique et une acquisition de données est nécessaire afin de valider le niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en plomb dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS montre une distribution spatiale de ces stations hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Il apparaît que le niveau de fond géochimique est probablement faible (< 1,8µg/L) dans la zone sédimentaire et le Massif Central. L'acquisition de données dans les Pyrénées reste par contre, nécessaire.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique pour le Pb.

Bibliographie

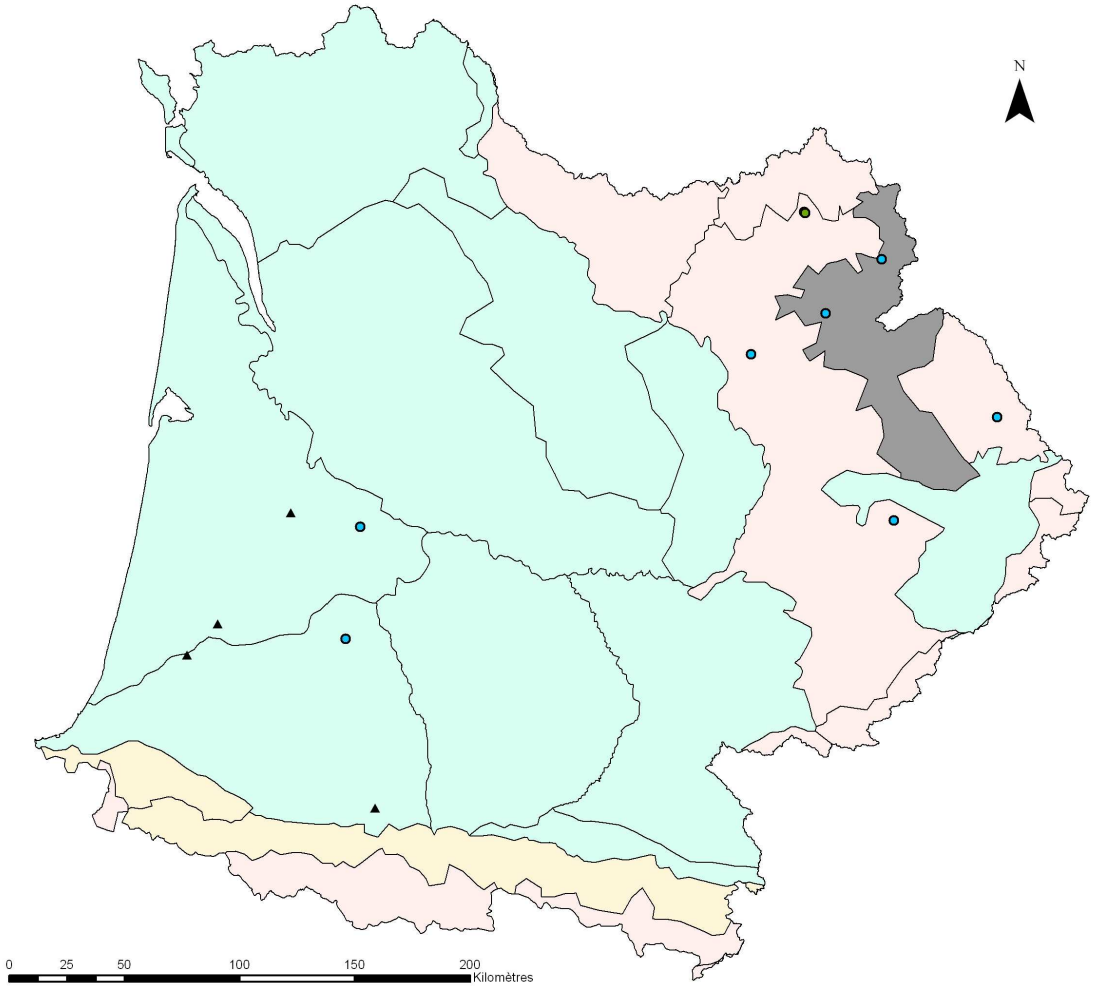
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS 2005	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,80	< 1,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,80 - 3,59	1,80 - 3,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	3,60 - 5,39	3,60 - 5,39	LQ > NQE
volcanique	5,40 - 7,19	5,40 - 7,19	
	≥ 7,20	≥ 7,20	

NQE (Pb) = 7,20 µg/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 7,20 à 1,2 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[15], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (1,2 µg/L) (NQE actuellement (début 2013) en cours de discussion).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Pb dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 38 stations du RCS. 6 stations du RCS sur 38 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 6 stations, 2 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 4 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Pb dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

[15] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes. Aucune station n'a été sélectionnée dans le reste du bassin d'Aquitaine. Les concentrations FOREGS varient peu et sont inférieures à 0,6 µg/L. Les stations du RCS ont une FQ égale à 0 % avec des LQ comprises entre 30 % NQE et la NQE. Cependant, on peut en déduire que le niveau de fond géochimique dans les Landes est probablement inférieure à la NQE. L'acquisition de données complémentaires est nécessaire afin de préciser un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Dans le Massif Central, les données (RCS et FOREGS confondus) sont insuffisantes afin de déterminer un fond géochimique en Pb dissous. Il est nécessaire d'acquérir des données supplémentaires afin de valider le niveau de fond géochimique.

Dans la chaîne des Pyrénées, aucune station n'a été sélectionnée. Il est impossible de définir le niveau de fond géochimique et une acquisition de données est nécessaire afin de valider le niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Le manque général de données sur l'ensemble du bassin rend impossible la détermination du fond géochimique en Pb. L'acquisition de données supplémentaires est nécessaire si on souhaite caractériser un niveau de fond géochimique au regard de la NQE de 1,2 µg/l.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) indiquent que le fond géochimique en Pb est faible.

De façon générale, on constate un manque de données qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

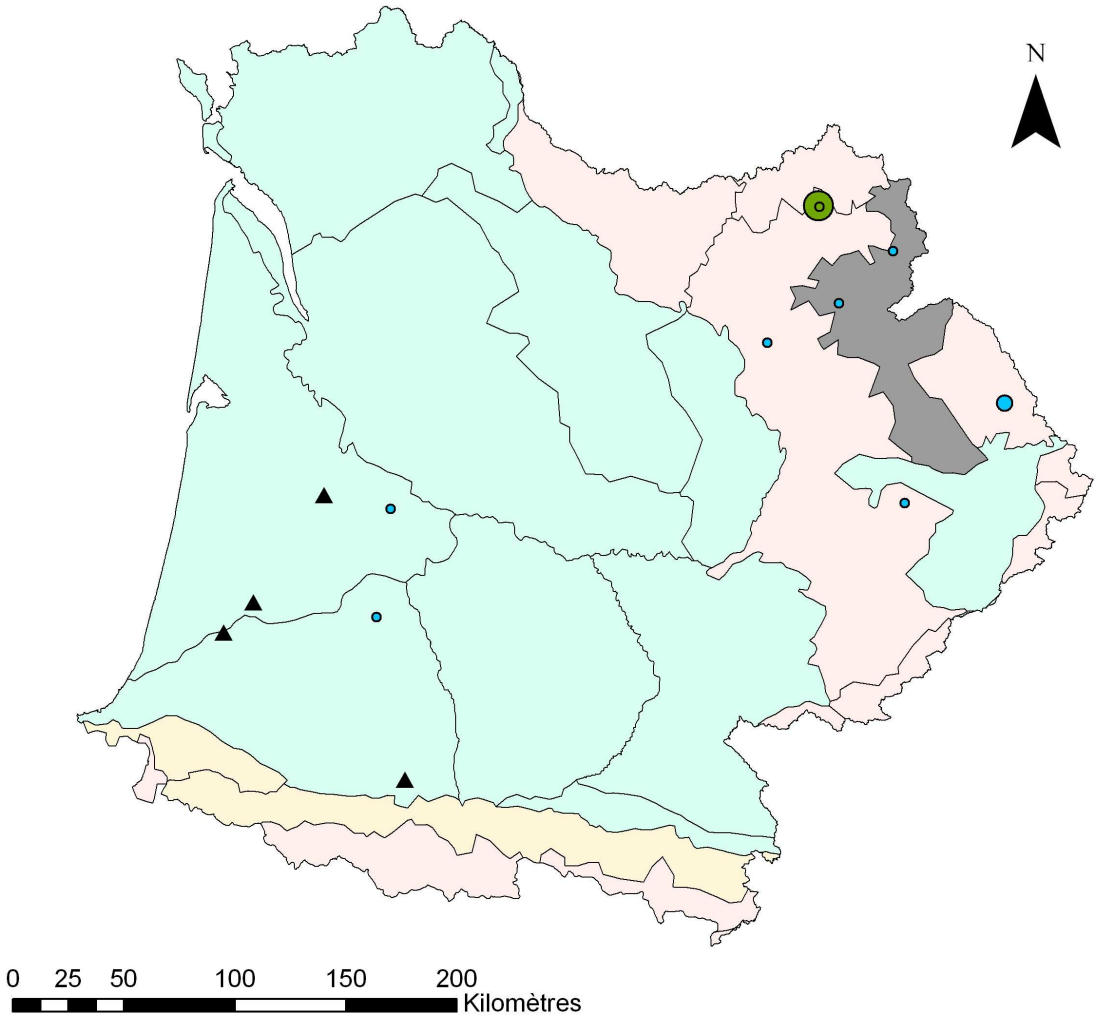
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG (NQE en discussion)



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS 2005bis	RCS 2010bis	non quantifié
sedimentaire	< 0,30	< 0,30	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,30 - 0,59	0,30 - 0,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	LQ > NQE
volcanique	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	
	≥ 1,20	≥ 1,20	**NQE (Pb) = 1,20 µg/L**

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Adour-Garonne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en zinc (Zn) dissous dans les eaux de surface du bassin Adour-Garonne (AG). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[16], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du zinc (7,80 µg/L pour une dureté supérieure à 24 mg/l $CaCO_3$, 3,10 µg/L pour une dureté inférieure à 24 mg/l $CaCO_3$).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AG. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AG est composé d'une grande zone sédimentaire (le Bassin Aquitain) comprise entre une zone avec une lithologie de type socle et mixte au Sud (la chaîne des Pyrénées) et de type socle et volcanique au Nord-est (le Sud-ouest du massif Central) et à l'Est (la Montagne Noire).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AG concernent les concentrations en Zn dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 173 stations du RCS. 77 stations du RCS sur 173 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 77 stations, 59 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 18 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Zn dissous du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ des stations du RCS avec une FQ égale à 0 % sont supérieures à 7,8 µg/L (NQE du Zn pour une dureté supérieure à 24 mg $CaCO_3$/L).

[16] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur la zone sédimentaire. En effet, ces stations sont localisées dans les Landes, le Nord Est du bassin et à la limite au Nord de la chaîne des Pyrénées. Aucune station n'a été sélectionnée dans le centre du bassin d'Aquitaine.

Dans le bassin sédimentaire, les concentrations moyennes varient notablement et sont comprises entre 2 et 13 µg/L. On recense des concentrations moyennes de station supérieures à la NQE du Zn la plus haute (7,8µg/L). Les concentrations issues du FOREGS situées dans les Landes varient peu et sont comprises entre 2 et 3,1 µg/L. Les informations actuelles (RCS et FOREGS confondus) sont insuffisantes pour valider un lien avec la géologie de cette zone et statuer sur un niveau de fond géochimique. Cependant, une contamination en Zn lors de l'échantillonnage pourrait expliquer la variation de ces concentrations. En effet, une contamination en Zn est souvent constatée lors de l'échantillonnage par les experts en chimie analytique (Botta et al., 2010).

De plus, les stations du RCS avec une FQ égale à 0 % ont des LQ comprises entre 30 % NQE et la NQE. Une campagne d'acquisition de données de meilleure qualité est indispensable pour préciser un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Dans la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées, les concentrations moyennes varient peu et sont comprises entre 2 et 3,1 µg/L tandis que les stations situées dans la partie orientale ont des FQ égales à 0 % avec des LQ supérieures à la NQE du Zn la plus haute. On peut en déduire que les fond géochimique est probablement faible (<3,1 µg/L) dans la partie Ouest et à définir à l'Est via une acquisition de données.

Dans le Massif Central, les données (RCS et FOREGS confondus) varient fortement et sont comprise entre 2 et 41 µg/L. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en Zn dans le Massif Central. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de statuer sur un niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées en 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin Adour-Garonne. Dans la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées, le fond géochimique est probablement faible (< 3,1 µg/L) ; alors que dans la zone sédimentaire, le Massif Central et à l'Est des Pyrénées, il est impossible de se prononcer avec les données fournies actuelles sur le niveau d'un fond géochimique en Zn dissous. En effet les informations fournies par la carte laissent présager à des contaminations lors de l'échantillonnage Ce phénomène est fréquemment observé par des experts lors de l'analyse du Zn.

Les conclusions exposées dans les études du BRGM (Brenot et al. 2006) indiquent que le fond géochimique en Zn est faible.

De façon générale, on constate un manque de données de qualité qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

Botta, F., Blanquet, J.-P., Champion, R., Ferret, C., Guignes, N., Lazzarotto, J., and Lepot, B., 2011, Impact des opérations de prélèvelements sur la variabilité des résultats d'analyses – Essai comparaison sur le prélèvement en plan d'eau. AQUAREF 2010, p. 122

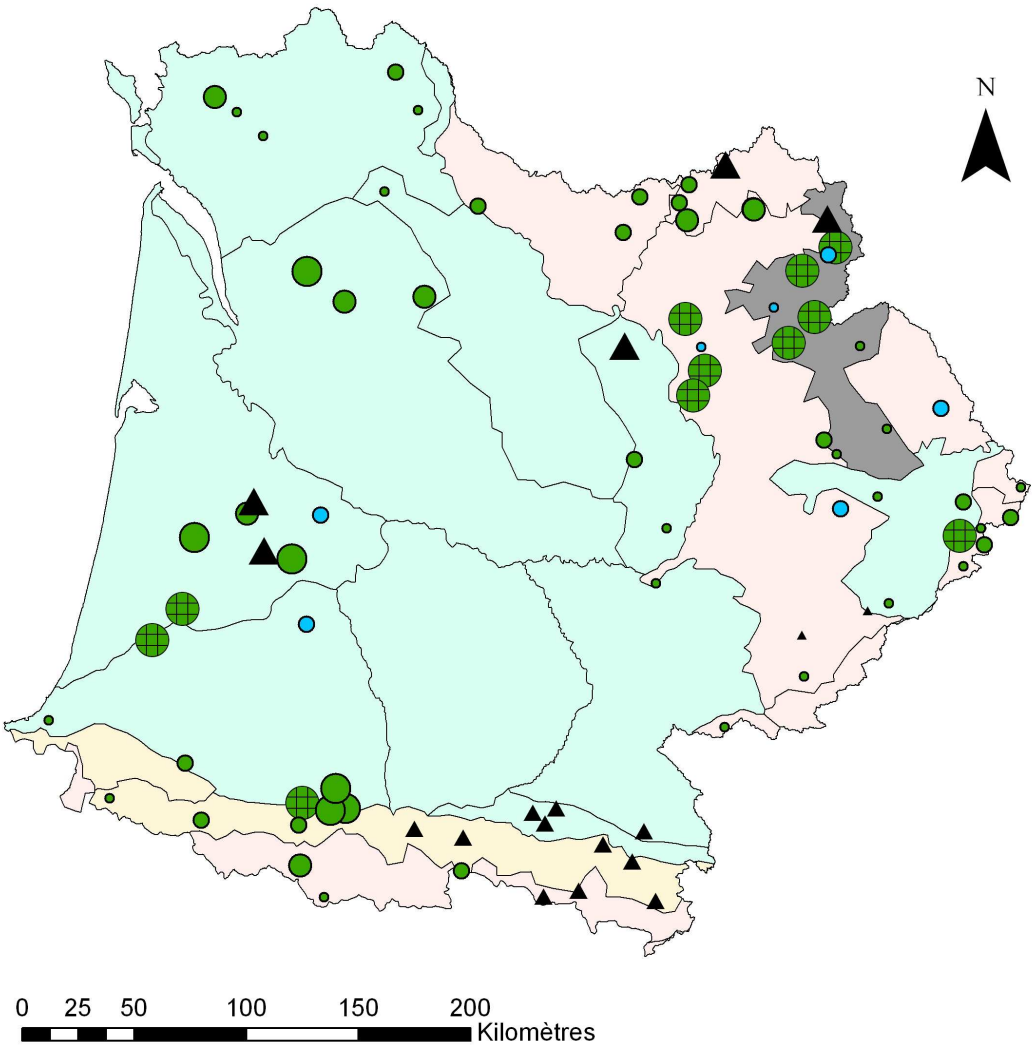
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AG



Typologie des concentrations en zinc (µg/L)

Hydroecoregion 2	FOREGS 2005 sélection	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 2,00	< 2,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	2,00 - 3,99	2,00 - 3,09	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	4,00 - 5,99	3,10 - 5,99	LQ > NQE
volcanique	6,00 - 7,79	5,99 - 7,79	
	≥ 7,80	≥ 7,80	

NQE (Zn) = 7,80 µg/L
dureté sup. 24 mg CaCO3/L

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Adour - Garonne

Annexe 4 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en arsenic (As) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.
Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en As dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 74 stations du RCS. 15 stations du RCS sur 74 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 15 stations, 9 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 6 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en As dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations du RCS présélectionnées est hétérogène sur le bassin AP. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont majoritairement inférieures à 2 µg/L. On constate toutefois un gradient d'augmentation du Sud vers le Nord. Cette différence s'explique par la présence d'une forte pression anthropique liée aux activités industrielles en particuliers historiques dans la moitié Nord du bassin.
La lithologie de la zone est « homogène » (Meybeck, 1998). A partir des données du FOREGS et par extrapolation, on peut en déduire que le niveau de fond géochimique en arsenic dissous est probablement faible (<1µg/L). On note cependant un point singulier à proximité de l'estuaire de la Somme avec une concentration moyenne comprise entre 2 et 3 µg/L correspondant à des formations géologiques marines.

Zone de socle :

La zone de socle est localisée à l'Est du bassin ; elle correspond à la partie occidentale du massif des Ardennes. La campagne menée par le FOREGS ne fournit aucune information pour les Ardennes françaises et seules 2 stations du RCS ont été présélectionnées. De plus, la différence entre les FQ associées aux stations au Nord et au Sud de la zone de socle (respectivement 50 % et 0% avec une LQ à 1 µg/L) ne permet pas de statuer sur un niveau de fond. L'acquisition de nouvelles données est nécessaire afin de définir le fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en As dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 montre que la distribution spatiale des stations est hétérogène sur le bassin AP. La présence d'une forte pression anthropique liée aux activités industrielles (anciennes et actuelles) rend difficile l'analyse géographique. Néanmoins, l'extrapolation des données et la prise en compte de la lithologie homogène du bassin AP a permis de statuer sur un niveau de fond géochimique probablement faible (<1µg/L) dans la zone sédimentaire. A contrario, l'acquisition de données supplémentaires dans les Ardennes est nécessaire qualifier le « niveau » de fond géochimique.

L'étude sur le fond géochimique menée par le BRGM (Brenot et al. 2006) ne permet pas de conclure.

De façon générale, le caractère homogène de la lithologie de la zone sédimentaire croisé à la qualité des données a permis de définir un niveau de fond géochimique (<1µg/L) en arsenic dissous. Il est nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans les Ardennes.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois – Picardie., BRGM, p. 50.

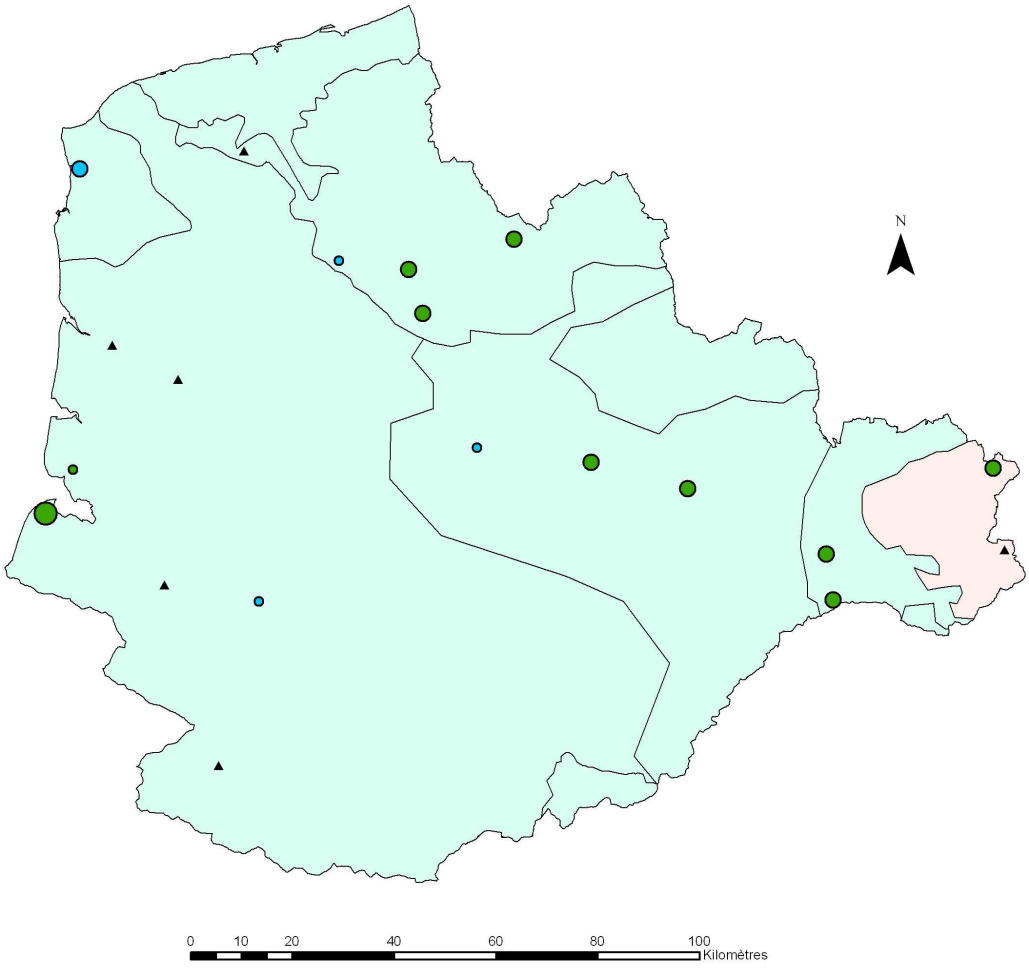
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



Typologie des concentrations en arsenic (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

FOREGS	RCS 2010
< 1,00	< 1,00
1,00 - 1,99	1,00 - 1,99
2,00 - 2,99	2,00 - 2,99
3,00 - 4,19	3,00 - 4,19
≥ 4,20	≥ 4,20

non quantifié
- LQ ≤ 30% NQE
- 30% NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (As) = 4,20 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cadmium (Cd) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du cadmium (0,08 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Cd dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 54 stations du RCS. 10 stations du RCS sur 54 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 10 stations, 2 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 8 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Cd du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE, pour les données du RCS, elles sont comprises entre 30% et la NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. Les données issues du RCS et du FOREGS sont peu nombreuses (respectivement 11 et 4 stations sélectionnées). Dans le secteur Nord, les concentrations moyennes du RCS sont comprises entre 0,053 et 0,103 µg/L (NQE = 0,08 µg/L) alors que celle du FOREGS est inférieure à 0,02 µg/L. Cette zone est fortement anthropisée et les contaminations potentielles associées (industries particulièrement) expliqueraient la variabilité des concentrations constatées. Dans les régions de l'Artois et de la Picardie, les stations (RCS et FOREGS confondus) sont peu nombreuses, et les concentrations varient peu et sont inférieures à 0,02 µg/L (tendance confirmée pour les stations non sélectionnées, concentrations inférieures à 0,04 µg/L). L'homogénéité lithologique du bassin AP (Meybeck, 1998) permet de déduire par extrapolation un niveau de fond géochimique en cadmium dissous probablement faible (< 0,02 µg/L) au moins pour la partie Sud (HER 9).
Concernant le secteur Nord (HER 20 argilo-sableux), les concentrations des sites non sélectionnés présentent des valeurs limitées (75 % des sites ont une concentration inférieure à 0,04 µg/L).

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), l'absence de données à partir des stations présélectionnées ne permet pas de statuer sur le niveau de fond géochimique. Toutefois l'examen de l'ensemble des concentrations disponibles permet d'envisager un niveau de fond géochimique faible (< 0,03 µg/L) en cadmium dissous.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin AP. La prise en compte de la forte anthropisation du bassin (activités minières et industrielles historiques) lors de la sélection des stations explique cette hétérogénéité. Cependant, l'examen de l'ensemble des stations permet d'envisager un fond géochimique faible (< 0,02 µg/L) dans la zone sédimentaire, au moins pour la partie Sud. Concernant la zone de socle (les Ardennes), les données de concentrations disponibles permettent d'envisager un niveau de fond géochimique faible (< 0,03 µg/L) en cadmium dissous.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur le niveau de fond géochimique en cadmium dissous.

De façon générale, le fond géochimique en cadmium dissous semble faible (< 0,03 µg/L) sur l'ensemble du bassin, bien qu'une incertitude subsiste dans le secteur sablo-argileux (HER 20) affecté historiquement par une forte anthropisation. Une acquisition de données complémentaires respectant une LQ de 30% de la NQE permettrait de le confirmer.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois-Picardie, BRGM, p. 123.

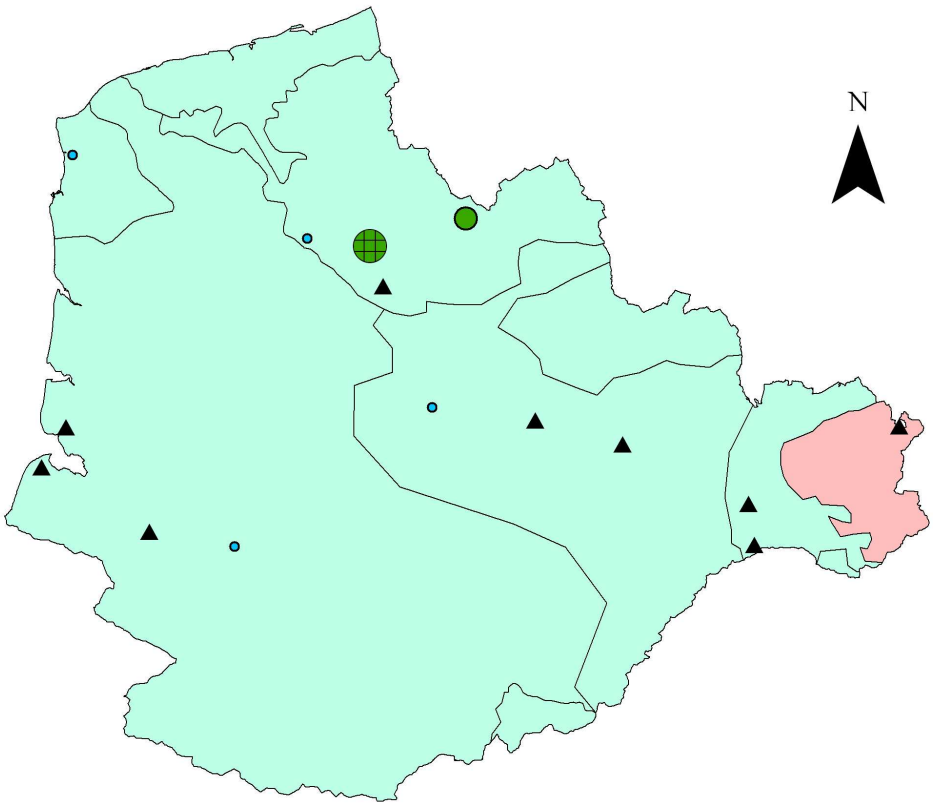
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



0 12,5 25 50 75 100 Kilomètres

Typologie des concentrations en cadmium (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010
sedimentaire	< 0,020	< 0,020
mixte	0,020 - 0,039	0,020 - 0,039
socle	0,040 - 0,059	0,040 - 0,059
volcanique	0,060 - 0,079	0,060 - 0,079
	≥ 0,080	≥ 0,080

non quantifié

- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Cd) = 0,080 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en chrome (Cr) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du chrome (3,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Cr dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 74 stations du RCS. 15 stations du RCS sur 74 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 15 stations, 3 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 12 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Cr dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. Les concentrations en chrome dissous (RCS) ne sont, en majorité, pas quantifiées et avec une LQ inférieure à 1 µg/L. Les concentrations issues du FOREGS varient peu et sont comprises entre 0,8 et 2 µg/L. Compte tenu de l'homogénéité de la lithologie (Meybeck, 1998), on peut en déduire par extrapolation que le fond géochimique en chrome dissous est probablement faible (< 0,8 µg/L) dans la zone sédimentaire. Cela est confirmé par l'examen des concentrations des sites non sélectionnés.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), deux stations RCS ont été présélectionnées. Leur FQ est nulle avec des LQ associées inférieures à 1 µg/L. L'examen des concentrations des sites non sélectionnés permet d'envisager que le fond géochimique est probablement faible (< 0,8 µg/L).

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin AP. La prise en compte de la forte anthropisation du bassin (activités minières et industrielles historiques) lors de la sélection des stations explique cette hétérogénéité. Cependant, l'homogénéité géologique spécifique à la zone sédimentaire permet de palier à cette hétérogénéité à partir des données disponibles. Le fond géochimique est probablement faible (< 0,8 µg/L) dans la zone sédimentaire. Concernant la zone de socle (les Ardennes), le fond géochimique semble également faible comme le confirme les valeurs observées pour les sites non sélectionnés sous SIG.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur le niveau de fond géochimique en chrome dissous.

De façon générale, le niveau de fond géochimique en chrome dissous semble faible (< 0,8 µg/L) sur l'ensemble du bassin AP.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Adour - Garonne., BRGM, p. 123.

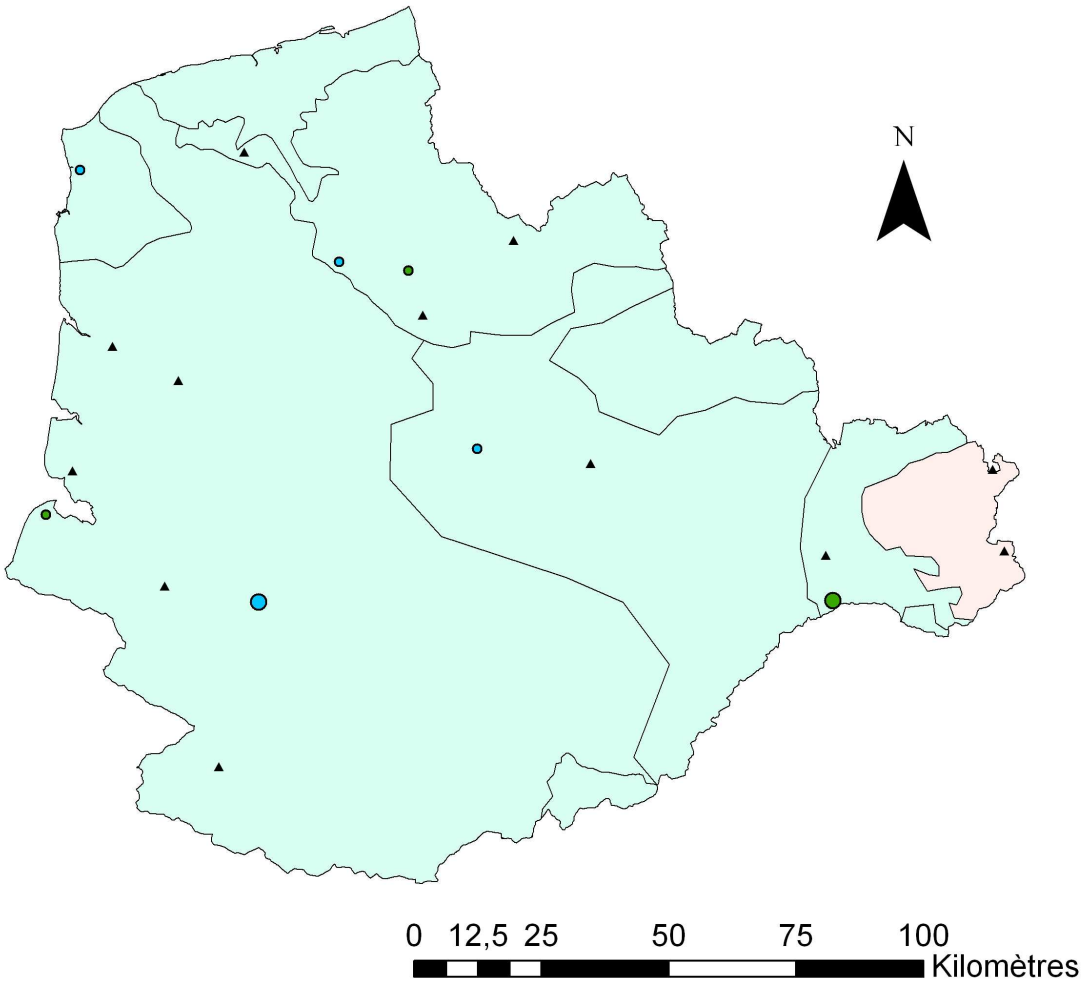
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



Typologie des concentrations en chrome (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RC 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,08	< 0,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,80 - 1,59	0,80 - 1,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	1,60 - 2,39	1,60 - 2,39	LQ > NQE
volcanique	2,40 - 3,39	2,40 - 3,39	
	≥ 3,40	≥ 3,40	

NQE (Cr) = 3,40 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cuivre (Cu) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du cuivre (1,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Cu dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 58 stations du RCS. 12 stations du RCS sur 58 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Les 12 stations ont une FQ strictement supérieure à 0 %.

Pour les données en Cu issues du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE tandis qu'elle est comprise entre 30 % de la NQE et la NQE pour celles issues du RCS.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. Les concentrations en cuivre dissous (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 0,6 et 1,2 µg/L. Compte tenu de l'homogénéité géologique (Meybeck et al., 1998), on peut en déduire par extrapolation que le fond géochimique en cuivre dissous est probablement faible / moyen (< 1,2 µg/L) pour la partie sud de la zone sédimentaire (HER 9).
Concernant le secteur Nord (HER 20 argilo-sableux), en dépit du faible nombre de données, l'examen des concentrations sur les sites non sélectionnés laisse envisager la possibilité d'un fond géochimique faible (présence de valeurs faibles dans un ensemble de concentration très variable).

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), trois stations du RCS ont été présélectionnées. Les concentrations moyennes, peu variables, sont comprises entre 0,6 et 1,1 µg/L. Par extrapolation, on peut déduire que le fond géochimique est probablement faible mais l'acquisition de données complémentaires est nécessaire afin de confirmer un lien avec la géologie du site.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin AP. La prise en compte de la forte anthropisation du bassin (activités minières et industrielles historiques) lors de la sélection des stations explique de cette hétérogénéité. L'homogénéité géologique spécifique à la zone sédimentaire permettrait de palier à cette hétérogénéité à partir des données disponibles. Le fond géochimique est probablement faible dans la zone sédimentaire dans sa partie sud (HER 9), ainsi que pour la partie Nord (zone argilo sableuse). Concernant la zone de socle (les Ardennes), le fond géochimique semble également faible mais l'acquisition de données supplémentaires est nécessaire pour qualifier le « niveau » de fond géochimique.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur le niveau de fond géochimique en cuivre dissous.

De façon générale, le niveau de fond géochimique en cuivre dissous semble faible (< 1,2 µg/L) sur l'ensemble du bassin AP.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, p. 123.

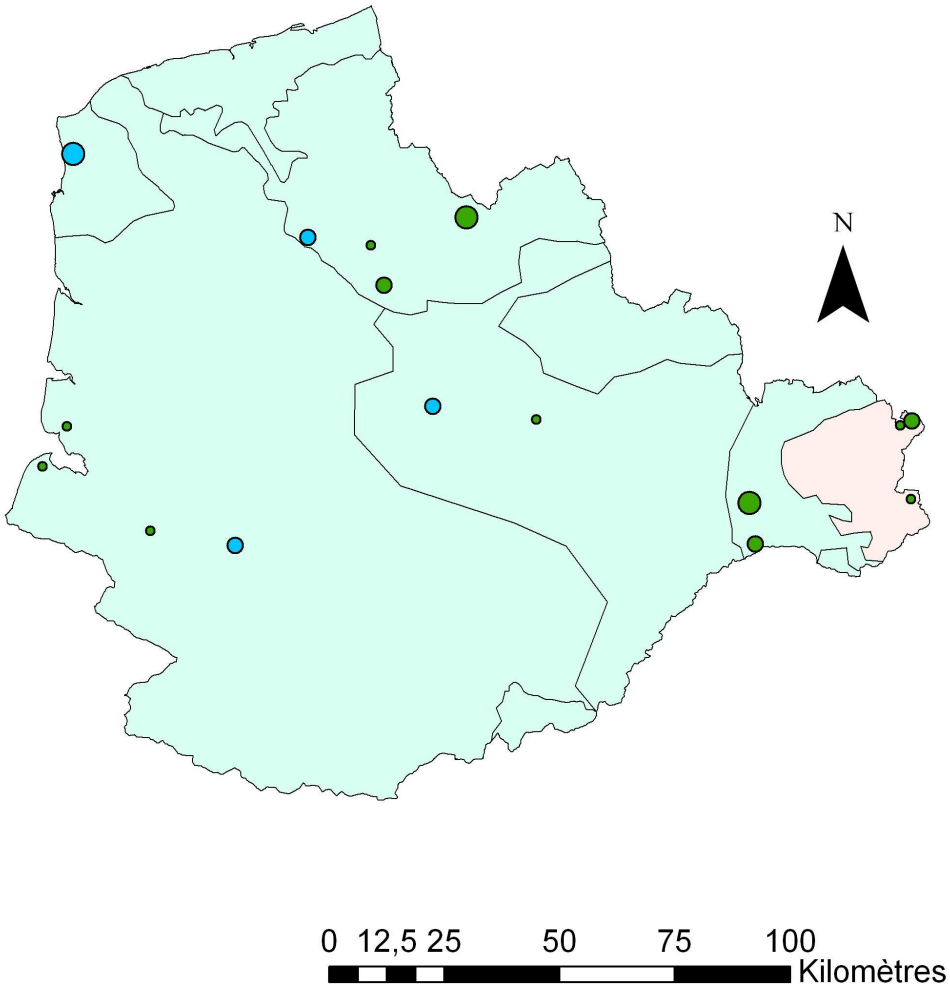
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



Typologie des concentrations en cuivre (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010
sedimentaire	< 0,60	< 0,60
mixte	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89
socle	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19
volcanique	1,20 - 1,39	1,20 - 1,39
	≥ 1,40	≥ 1,40

NQE (Cu) = 1,40 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en mercure (Hg) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du mercure (0,05 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Hg dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 53 stations du RCS. 10 stations du RCS sur 53 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 10 stations, 3 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 7 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Hg dissous du RCS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Aucune donnée en Hg dissous n'est disponible dans l'étude du FOREGS. Des problèmes d'échantillonnage d'eau et d'analyse du Hg ne leur a pas permis de disposer de données fiables.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. Les concentrations moyennes en mercure dissous du RCS ont, en majorité, une FQ égale à 0% avec des LQ inférieures à 30 % NQE. Les trois stations qui ont des concentrations quantifiées sont inférieures à 0,02 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible (< 0,02 µg/L) dans la zone sédimentaire.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), l'absence de données à partir des stations présélectionnées ne permet pas de statuer sur le niveau de fond géochimique. Toutefois l'examen de l'ensemble des concentrations disponibles permet d'envisager un niveau de fond géochimique faible (< 0,02 µg/L) en mercure dissous.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin AP. La prise en compte de la forte anthropisation du bassin (activités minières et industrielles historiques) lors de la sélection des stations explique cette hétérogénéité. Cependant les valeurs faibles de concentrations observées sur ces stations sélectionnées sont confirmées pour l'ensemble des sites mesurés, on peut donc conclure sans risque à un niveau faible (< 0,02 µg/L) de fond géochimique en mercure dissous.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur le niveau de fond géochimique en arsenic dissous.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, p. 123.

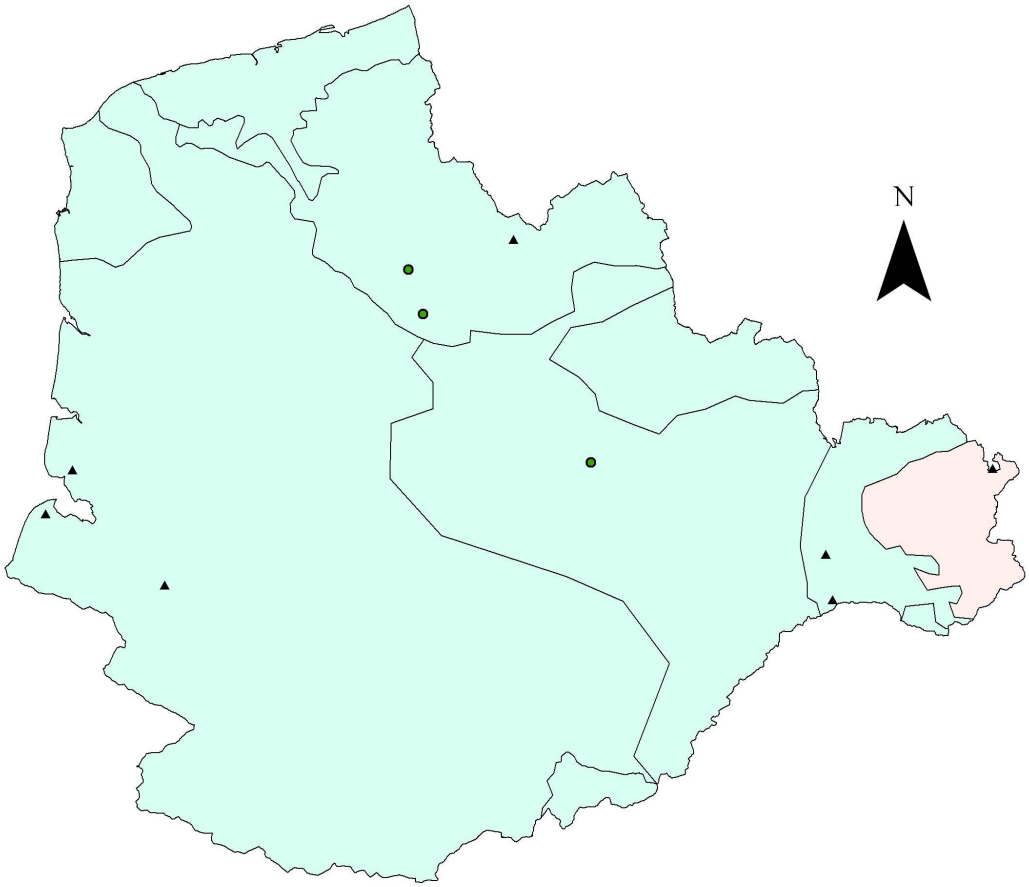
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



0 12,5 25 50 75 100 Kilomètres

Typologie des concentrations en mercure (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

RCS 2010
- < 0,020
- 0,020 - 0,029
- 0,030 - 0,039
- 0,040 - 0,049
- ≥ 0,050

non quantifié
- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Hg) = 0,05 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en Nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »
Pour la NQE réglementaire 20 µg/l actuellement en vigueur

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.
Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel (20 µg/L)[17].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Ni dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 74 stations du RCS. 15 stations du RCS sur 74 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 15 stations, 11 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 4 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Ni dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[17] Une révision à la baisse de la valeur de la NQE (4µg/L) en Ni est actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur le bassin AP. Les concentrations (RCS et FOREGS confondues) varient peu et sont inférieures à 5 µg/L. La lithologie homogène caractéristique au Nord de la France (Meybeck, 1998) pallie à cette hétérogénéité spatiale. Par extrapolation, on peut en déduire que le fond géochimique est faible (< 5 µg/L) dans la zone sédimentaire du bassin AP, ce qui est confirmé par les valeurs observées sur les sites non sélectionnés.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), deux stations RCS ont été présélectionnées. Les concentrations moyennes varient peu et sont inférieures à 5 µg/L. Par extrapolation, confirmée par les faibles valeurs des sites non sélectionnés, on peut déduire que le fond géochimique est faible (< 5 µg/L).

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Ni dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 montre que la distribution spatiale des stations est hétérogène sur le bassin AP. La présence d'une forte pression anthropique liée aux activités industrielles (anciennes et actuelles) rend difficile l'analyse géographique. Néanmoins, l'extrapolation des données et la prise en compte de l'ensemble des sites mesurés a permis de statuer sur un niveau de fond géochimique probablement faible (< 5 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

L'étude sur les fond géochimique menée par le BRGM (Brenot et al. 2006) ne conclut pas sur le fond géochimique en Ni dans les eaux de surface. Toutefois il est souligné dans les conclusions que des fonds géochimiques élevés en Ni sont identifiés dans les eaux souterraines.

De façon générale, la qualité des données permet de valider un faible niveau de fond géochimique en nickel (< 5 µg/L pour une valeur de NQE de 20 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, p. 123.

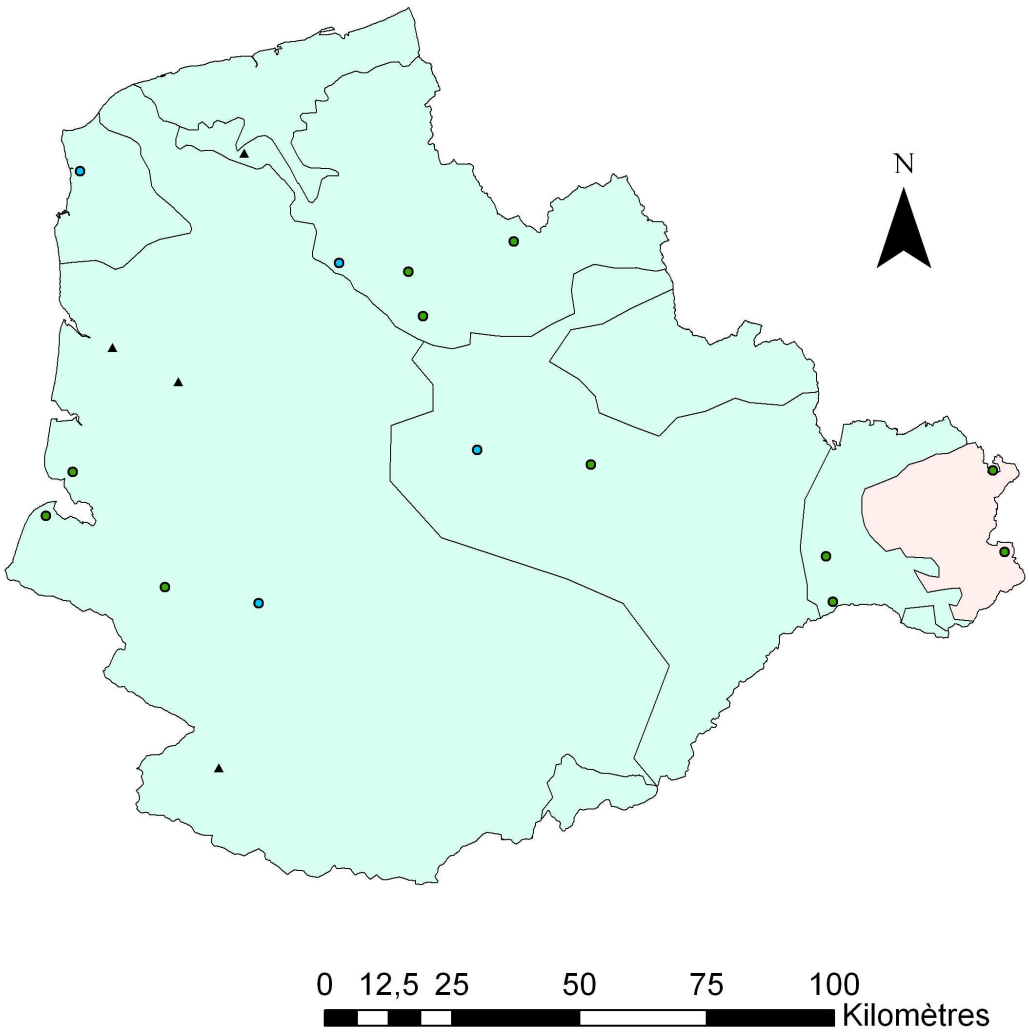
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 5,00	< 5,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	5,00 - 9,99	5,00 - 9,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	10,00 - 14,99	10,00 - 14,99	LQ > NQE
volcanique	15,00 - 19,99	15,00 - 19,99	
	≥ 20,00	≥ 20,00	

NQE (Ni) = 20,00 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en Nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 20 à 4 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles sur la carte correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel pour la valeur de 4 µg/L, actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Ni dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 74 stations du RCS. 15 stations du RCS sur 74 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 15 stations, 11 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 4 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Ni dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. Les concentrations moyennes du RCS sont variables, avec des valeurs faibles (< 1 µg/L) sur une grande partie Sud-Ouest du bassin (HER 9), et des valeurs plus élevées et variables dans le partie Nord (HER 20). Ces observations sont confirmées par l'examen des concentrations des sites non sélectionnés.
La lithologie « homogène » (Meybeck, 1998) de la zone sédimentaire permet d'envisager un « niveau » de fond géochimique faible (< 1 µg/L) pour la partie Sud-Ouest du bassin (HER 9).
Il est plus difficile de statuer sur le secteur Nord (pollution localisées, variabilité naturelle ?). L'examen des valeurs du FOREGS iniques des concentrations de l'ordre de 2 à 3 µg/L. Mais les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) indiquent la présence de risques de fond géochimique élevé en Ni dans les eaux souterraines. Compte tenu de la relation étroite entre eaux de surface et souterraines (Arldwell et al., 1978), et sachant que les valeurs du FOREGS correspondent à un prélèvement ponctuel, il n'est pas impossible que celles-ci soient influencées par le régime hydrologique au moment du prélèvement. Compte tenu de ces éléments et pour confirmer ces hypothèse, une analyse de la variation de la concentration en Ni dissous en fonction du régime hydrologique est probablement nécessaire pour la compréhension de ce processus.
Il apparaît néanmoins que les valeurs observées sur les sites sélectionnés restent inférieures à la NQE.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), deux stations du RCS ont été présélectionnées. Les concentrations moyennes sont faibles et inférieures à 2 µg/L. Quatre sites non sélectionnés présentent également des valeurs inférieures à 2 µg/L. Il est possible d'envisager un niveau de fond géochimique faible pour une valeur de NQE de 4 µg/L.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Ni dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 montre que la distribution spatiale des stations est hétérogène sur le bassin AP. La présence d'une forte pression anthropique liée aux activités industrielles (anciennes et actuelles) rend difficile l'analyse géographique. Néanmoins, l'extrapolation des données et la prise en compte de la lithologie a permis de statuer sur un niveau de fond géochimique probablement faible (< 1 µg/L) sur l'ensemble du bassin, sous réserve de confirmation pour la partie Nord (HER 20).

L'étude menée par le BRGM (Brenot et al. 2006) ne conclut pas sur un fond géochimique en Ni pour les eaux de surface, mais signale l'existence d'un niveau de fond élevé pour les eaux souterraines.

Pour la zone sédimentaire, une étude de la relation entre la concentration en Ni dissous et l'hydrologie des cours d'eau permettrait de préciser les liens entre eaux de surface et eaux souterraines, qui présentent un niveau de fond géochimique élevé.

Bibliographie

Arldwell, C.R., Day, J.B.W. and Struckmeier, W., Explanatory Notes for the international Hydrogeological Map – sheet B4 London : Paris, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, and UNESCO, 89 p.

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, 123 p.

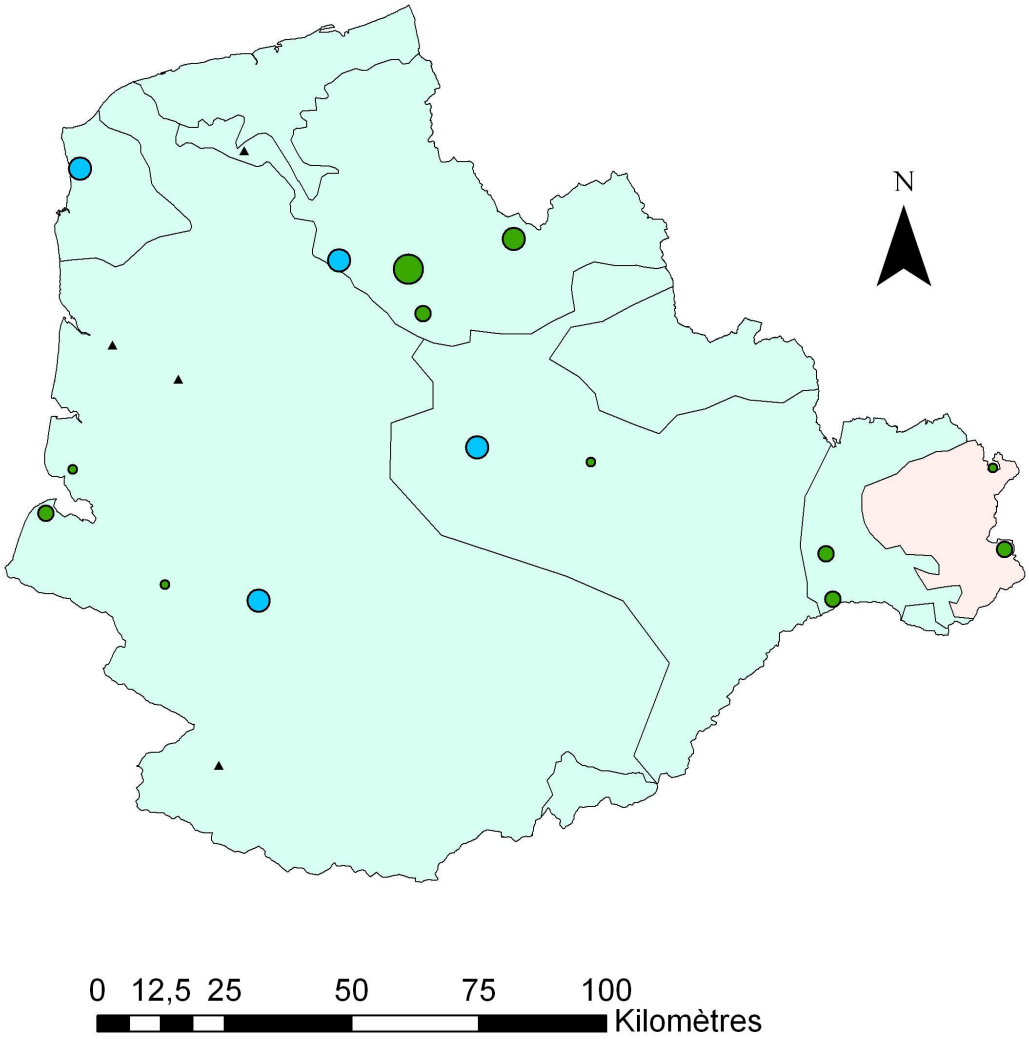
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749 p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, 190 p.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP (NQE en cours de discussion)



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 3,99	3,00 - 3,99	
	≥ 4,00	≥ 4,00	**NQE (Ni) = 4,00 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (7,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Pb dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 54 stations du RCS. 10 stations du RCS sur 54 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Les 10 stations ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Pb dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur le bassin AP. Aucune des concentrations moyennes du RCS n'est quantifiée (LQ à 0,4 µg/L) sur l'ensemble du bassin. Les concentrations ponctuelles du FOREGS varient peu et sont inférieures à 1,8 µg/L. Compte tenu de la lithologie « homogène » (Meybeck, 1998) de la zone sédimentaire et des faibles concentrations observées (RCS et FOREGS confondus), on peut en déduire par extrapolation que le fond géochimique est faible (< 1 µg/L) sur l'ensemble de la zone sédimentaire.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), aucune donnée du RCS disponible n'a été présélectionnée et la campagne menée par le FOREGS ne fournie aucune information pour les Ardennes françaises. Néanmoins les valeurs rencontrées sur les sites non sélectionnés sont inférieures à 1,8 µg/l. On peut donc conclure que le fond géochimique en plomb est faible pour cette zone.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Pb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 montre que la distribution spatiale des stations sélectionnées est hétérogène sur le bassin AP et le nombre de valeurs disponibles est faible. Néanmoins, la prise en compte des valeurs des sites non sélectionnés sous SIG permet de statuer sur un niveau de fond géochimique faible (< 1 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

L'étude sur les fonds géochimiques menée par le BRGM (Brenot et al. 2006) ne conclut pas sur un fond géochimique en Pb.

De façon générale, la qualité des données, et la valeur faible des concentrations rencontrées permettent de proposer un faible (< 1 µg/L) niveau de fond géochimique en plomb du bassin AP.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, 123 p.

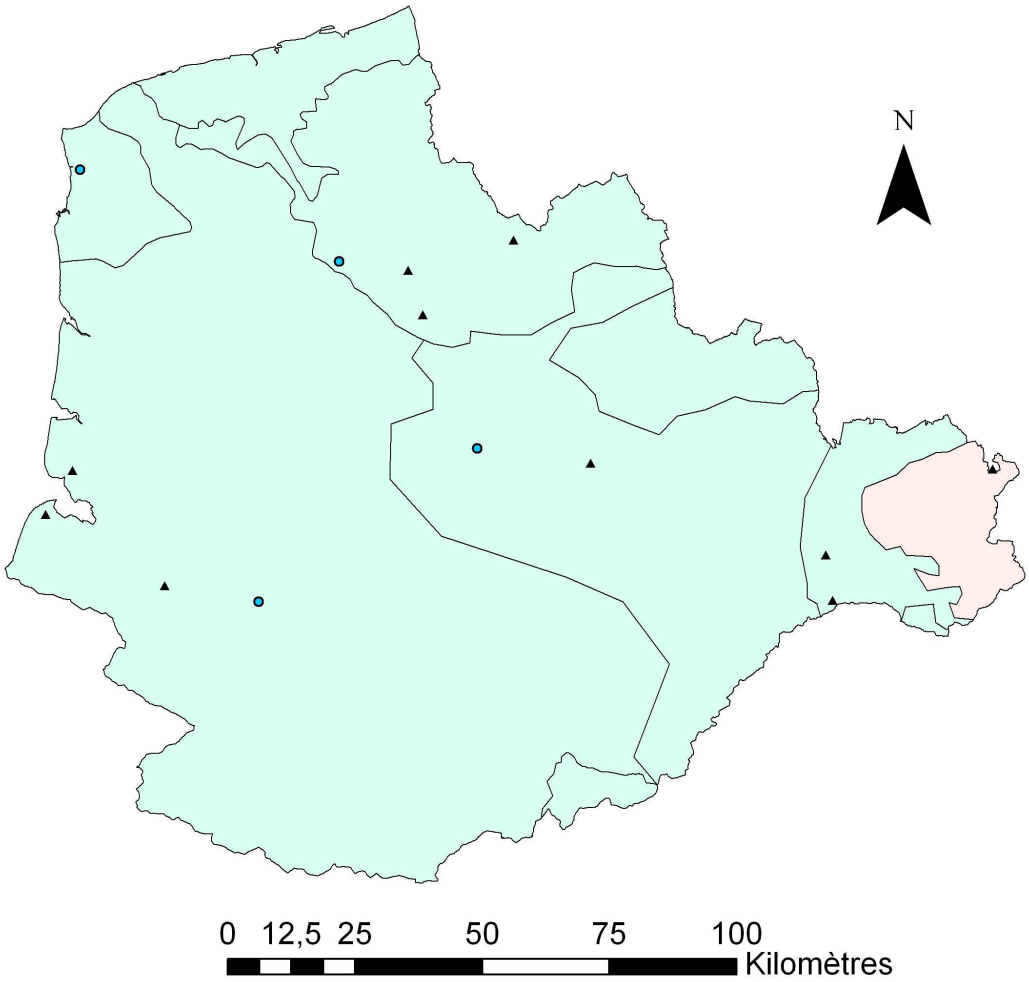
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

FOREGS
- < 1,80
- 1,80 - 3,59
- 3,60 - 5,39
- 5,40 - 7,19
- ≥ 7,20

non quantifié
- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Pb) = 7,20 µg/L

Fevr 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 7,2 à 1,2 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe, la plus forte, symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (1,2 µg/L) (NQE actuellement (début 2013) en cours de discussion).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Pb dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 54 stations du RCS. 10 stations du RCS sur 54 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Ces 10 stations ont toutes une FQ égale à 0 %.

Les données en Pb dissous issues du FOREGS sont toutes quantifiées et la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE. Concernant les données en Pb dissous issues du RCS, leur LQ (0,4 µg/L) est supérieure à 30 % de la NQE (0,36 µg/L).

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées est hétérogène sur le bassin AP. Aucune des concentrations moyennes du RCS n'est quantifiées (LQ à 0,4 µg/L) sur l'ensemble du bassin. Les concentrations ponctuelles du FOREGS varient peu et sont inférieures à 0,3 µg/L. Compte tenu de la lithologie « homogène » (Meybeck, 1998) de la zone sédimentaire et des faibles concentrations observées (RCS et FOREGS confondus), on peut en déduire par extrapolation que le fond géochimique semble faible (< 0,4 µg/L) sur l'ensemble de la zone sédimentaire.
Ce niveau faible se confirme à l'examen de l'ensemble des sites de cette zone pour lesquels, sur 48 concentrations mesurées, 5 présentent une moyenne supérieure à 0,36 µg/l.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes), aucune donnée du RCS disponible a été sélectionnée et la campagne menée par le FOREGS ne fournie aucune information pour les Ardennes françaises. L'examen des concentrations des sites non sélectionnés montre également des valeurs faibles (< 0,27 µg/l).
Il apparaît probable que le niveau de fond géochimique soit faible également dans cette zone.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Pb dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées du RCS 2010 montre que la distribution spatiale des stations est hétérogène sur le bassin AP. La présence d'une forte pression anthropique liée aux activités industrielles (anciennes et actuelles) rend difficile l'analyse géographique. Néanmoins, l'extrapolation des données et la prise en compte de la lithologie a permis de statuer sur un niveau de fond géochimique probablement faible (<0,4 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

L'étude sur les fonds géochimiques menée par le BRGM (Brenot et al. 2006) ne conclut pas sur un fond géochimique en Pb.

De façon générale, le caractère homogène de la lithologie de la zone sédimentaire croisé aux données a permis de définir un niveau faible (<0,4 µg/L) de fond géochimique en plomb du bassin AP.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, 123 p.

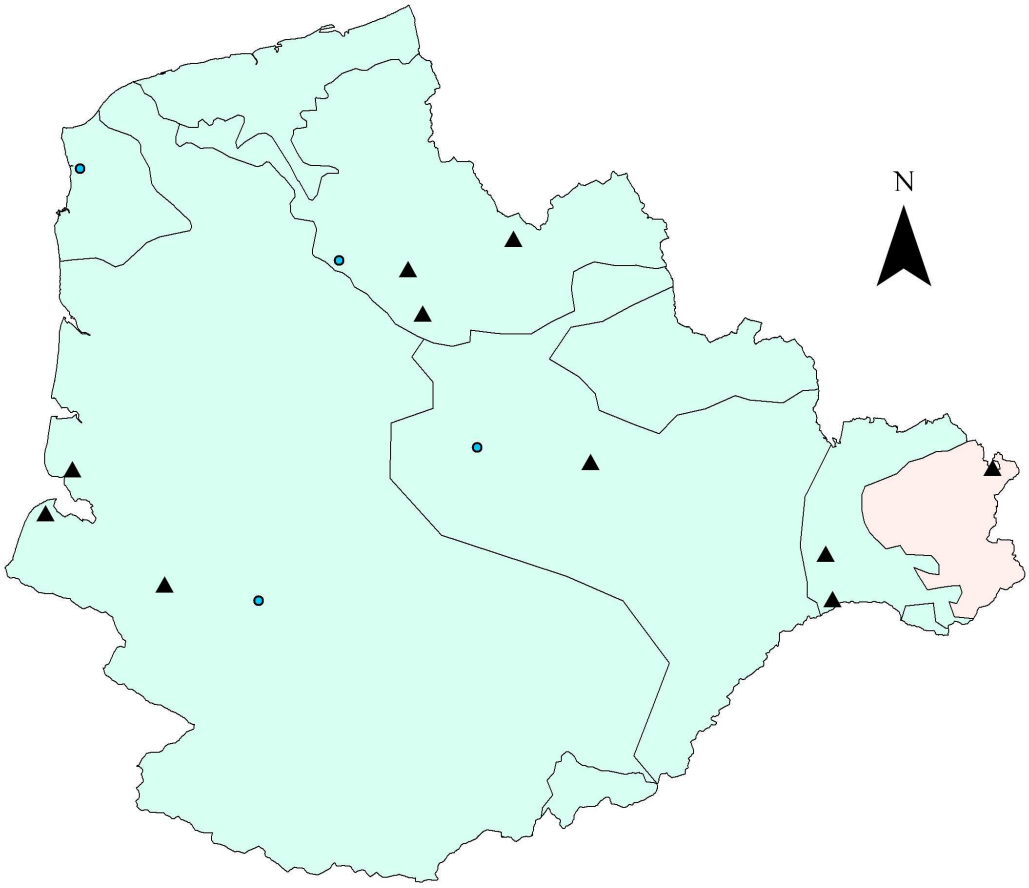
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP (NQE en cours de discussion)



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2 FOREGS

- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

- < 0,30
- 0,30 - 0,59
- 0,60 - 0,89
- 0,90 - 1,19
- > 1,20

non quantifié

- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Pb) = 1,20 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Artois-Picardie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en zinc (Zn) dissous dans les eaux de surface du bassin Artois-Picardie (AP). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire et socle).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du Zn (7,8 µg/L, dureté > 24 mg $CaCO_3$/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence AP. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin AP est constitué principalement d'une grande zone sédimentaire (craie et calcaire) à laquelle s'ajoutent des zones argilo-sableuses dans la partie Nord et d'une petite zone de socle à l'Est (Les Ardennes).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence AP concernent les concentrations en Zn dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 77 stations du RCS. 16 stations du RCS sur 77 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 16 stations, 11 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 1 a une FQ égale à 0 %.

Les données en Zn issues du FOREGS et du RCS ont systématiquement une LQ inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient et sont comprises entre 1 et 7,8 µg/L. La variabilité des concentrations peut être due à une contamination en Zn des cours d'eau ou des échantillons. Il est impossible de statuer sur le niveau d'un fond géochimique, néanmoins les valeurs observées restent en deçà d'un niveau « moyen » de fond géochimique (< 6µg/L).
A l'Ouest et au Sud-ouest du bassin, on observe des concentrations moyennes faibles ou non-quantifiée (LQ à 0,9 µg/L). Dans l'état actuel des données disponibles, on peut envisager un niveau de fond géochimique probablement moyen. L'acquisition de données supplémentaires dans des conditions garantissant l'absence de contamination au prélèvement est indispensable pour confirmer le niveau fond géochimique.

Zone de socle :

Dans la zone de socle (les Ardennes),, trois stations RCS ont été présélectionnées. Les concentrations moyennes ne varient pas et sont inférieures à 2 µg/L. Trois autres sites non sélectionnés présentent également des valeurs faibles (< 1,8 µg/L). Le fond géochimique est probablement faible (< 2 µg/L) dans les Ardennes, mais l'acquisition de données supplémentaire dans des conditions garantissant l'absence de contamination au prélèvement permettrait de confirmer ou non le niveau de fond géochimique.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin AP. La prise en compte de la forte anthropisation du bassin (activités minières et industrielles historiques) lors de la sélection des stations explique cette hétérogénéité. Cependant, l'homogénéité géologique spécifique à la zone sédimentaire permettrait de palier à cette hétérogénéité à partir des données disponibles, permettant d'envisager un niveau de fond au maximum moyen (< 6µg/L). Concernant la zone de socle (les Ardennes), le fond géochimique semble faible (< 2 µg/L).

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al. 2006) ne statuent pas sur le niveau de fond géochimique en zinc dissous.

De façon générale, le niveau de fond géochimique en zinc serait à confirmer par l'acquisition de données supplémentaires dans des conditions garantissant l'absence de contamination au prélèvement.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Artois - Picardie., BRGM, 123 p.

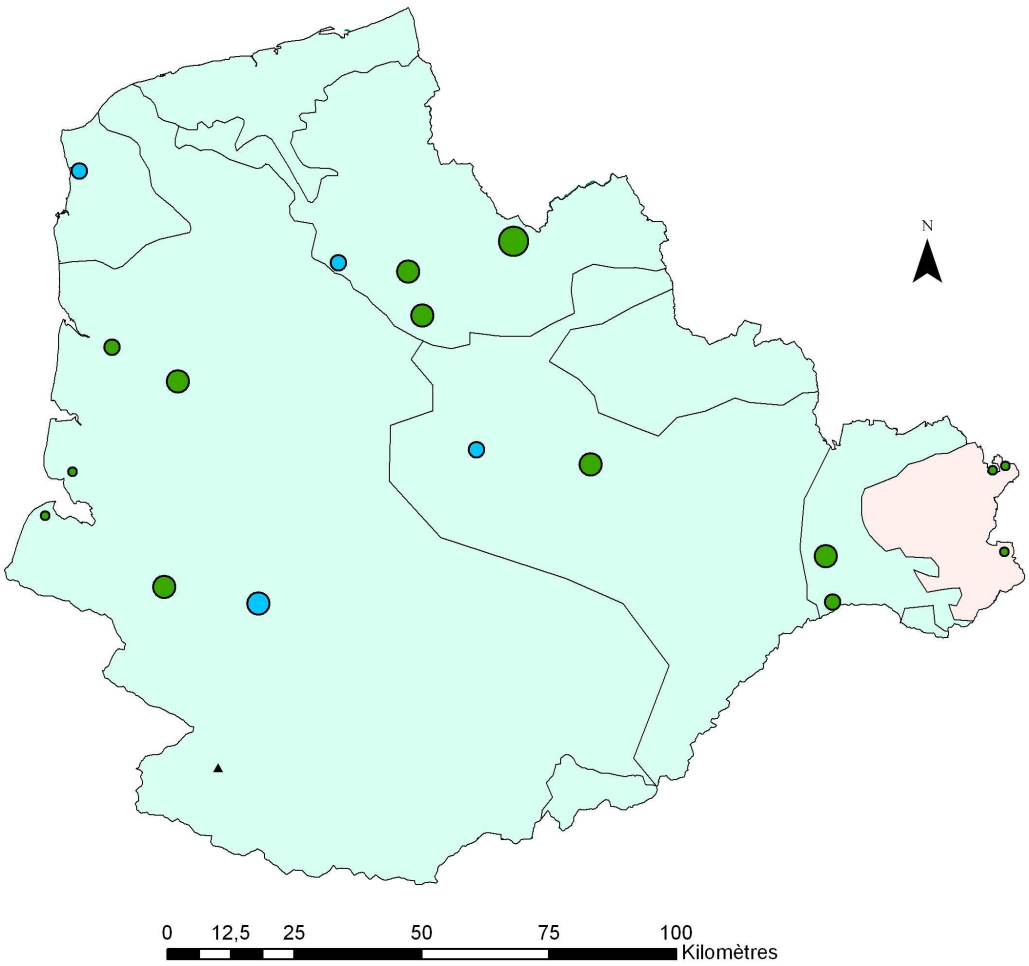
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Meybeck, M., 1998, La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé : Gap, Elsivier, 749p.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin AP



Typologie des concentrations en zinc (µg/L)

Hydroécorégion 2 FOREGS	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 2,00	< 2,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	2,00 - 3,99	2,00 - 3,09	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	4,00 - 5,99	3,10 - 5,99	LQ > NQE
volcanique	6,00 - 7,79	6,00 - 7,79	
	≥ 7,80	≥ 7,80	

NQE (Zn) = 7,80 µg/L
dureté sup. 24 mg CaCO3/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Artois - Picardie

Annexe 5 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Loire Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en arsenic (As) dissous dans les eaux de surface du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[18], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station) (Salminen *et al.*, 2005).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en As dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 101 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 21 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en As dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont pour une part inférieure à 30 % de la NQE et d'autre part compris entre 30 % et 100 % de la NQE.

[18] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations est hétérogène sur l'ensemble de la zone sédimentaire. Aucune donnée du FOREGS n'a été présélectionnée dans la zone sédimentaire. Les concentrations moyennes (RCS) varient fortement et sont comprises entre 1 et 4 µg/L. De fortes concentrations moyennes sont localisées en aval immédiat du Massif Central (limite Nord du plateau du Limousin) et au Nord de la zone sédimentaire. Les cours d'eau issus du Massif Central sont naturellement riches en As (Brenot et al., 2007) alors qu'au Nord la forte variabilité des concentrations indiquerait des contaminations en As. Le niveau de fond géochimique en As dissous est moyen en limite Nord du plateau du Limousin et probablement faible dans le reste de la zone sédimentaire. L'acquisition de données au Sud-Ouest du bassin (Seuil du Poitou) et des études supplémentaires au Nord de la zone sédimentaire permettrait de confirmer un niveau de fond géochimique en As dissous.

Zone de socle et volcanique:

Le bassin LB comporte deux zones de socles, le Massif Armoricain à l'Ouest et le Massif Central au Sud-est.
Dans le Massif Armoricain, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) sont globalement faibles (< 2 µg/L), le niveau est probablement faible.
A l'Ouest du Massif Central, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont généralement supérieures à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L). Le niveau de fond géochimique est fort dans cette zone.
A l'Est, les concentrations moyennes varient beaucoup pour des valeurs allant de 2 à 28 µg/L. Il apparaît difficile d'identifier un niveau de fond géochimique pour ce secteur, sans études supplémentaires permettant de mieux cerner l'origine de cette variabilité.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Dans la zone sédimentaire, le niveau de fond géochimique semble faible à l'exception de la limite nord du plateau Limousin où il est moyen. Néanmoins, le constat d'un manque de données au Sud du Seuil du Poitou et le soupçon au Nord d'une contamination nécessitent la programmation d'études supplémentaires pour définir un niveau de fond géochimique. Le Massif Armoricain semble avoir un niveau de fond géochimique faible (< 2 µg/L) Dans la partie Ouest du Massif Central, le niveau de fond géochimique est élevé. La variabilité très forte rencontrée dans la partie Est du Massif Central incite à la prudence quant à la possibilité de déterminer à cette échelle un niveau de fond géochimique.

Les conclusions exposées par le BRGM (Brenot et al., 2007) sont partiellement en accord avec ces observations, malgré un risque de fond géochimique élevé en Arsenic signalé sur les cours d'eau bretons, on retrouve effectivement des valeurs élevées dans les concentrations disponibles, mais pour les sites non sélectionnés, donc la part « naturelle » de ce fond est difficile à départager.

Bibliographie

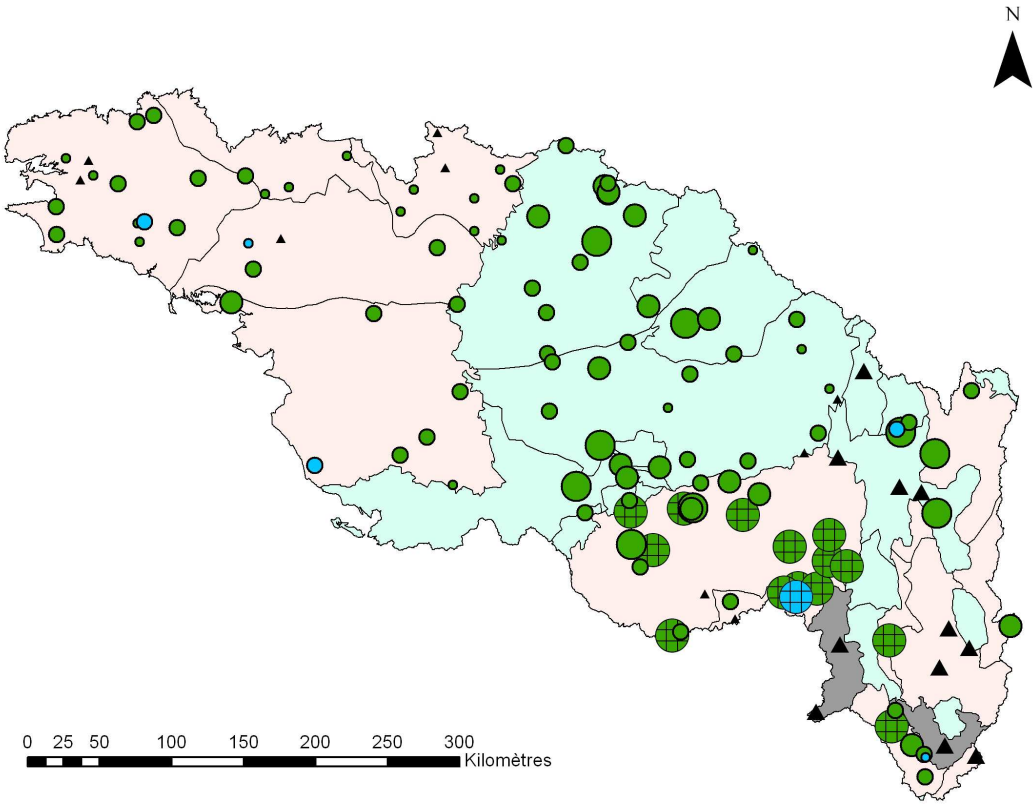
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en arsenic (µg/L)

hydroécoregion	FOREGS 2005	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30% NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30% NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 4,19	3,00 - 4,19	
	> 4,20	≥ 4,20	

NQE (As) = 4,2 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cadmium (Cd) dissous dans les eaux de surface du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[19], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :
[20]

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station) (Salminen *et al.*, 2005).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du cadmium la plus basse (0,08 µg/L)[20].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en Cd dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 464 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 11 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 111 ont une FQ égale à 0 %.

[19] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».
[20] Cinq NQE ont été définies pour le Cd selon la dureté (rapport bibliographique, J Canal et al. 2011, tableau 2), pour simplifier l'analyse, la valeur la plus contraignante (0,08 µg/l) est retenue.

Les résultats

La distribution spatiale des stations est hétérogène sur l'ensemble du bassin LB. La qualité de la donnée issue du RSC est insuffisante. Sur l'ensemble des données présélectionnées, 90 % des concentrations ont une FQ nulle avec une LQ systématiquement supérieure à 30 % NQE voire à la NQE. En revanche, 10 % des données sont quantifiée et localisées à l'Est du bassin dans la zone de socle et ont des valeurs comprises entre 0,03 et 0,15 µg/L. Les données issues du FOREGS varient de 0,01 à 0,07 µg/L.

Au vu de l'insuffisance de la qualité (RCS) et quantité (FOREGS) des données, il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en Cadmium. L'acquisition de nouvelles données de qualité est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique sur le bassin.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. La qualité des données ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique. L'acquisition de nouvelles données est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique.

Les études menées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur le fond géochimique.

Bibliographie

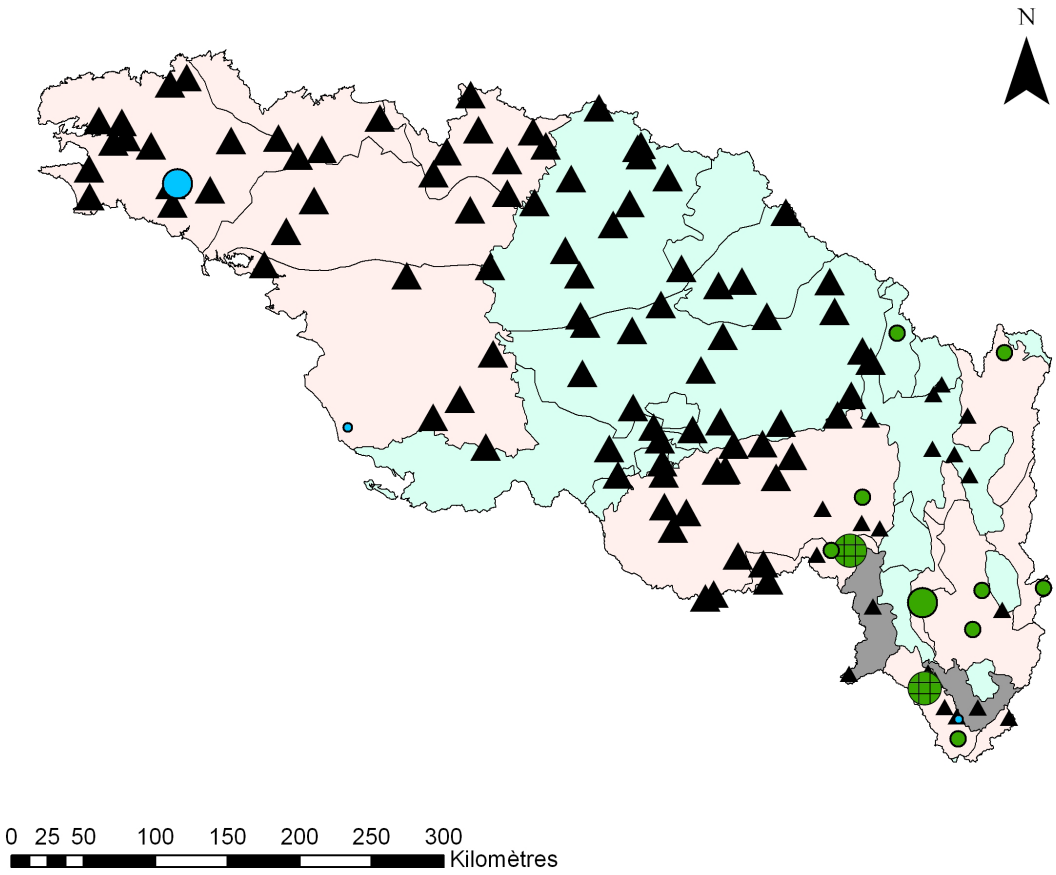
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en cadmium (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 0,020	< 0,020	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,020 - 0,039	0,020 - 0,039	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,040 - 0,059	0,040 - 0,059	LQ > NQE
volcanique	0,060 - 0,079	0,060 - 0,079	
	≥ 0,080	≥ 0,080	**NQE (Cd) = 0,08 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en chrome (Cr) dissous dans les eaux de surface du bassin Loire-Bretagne (LB).). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[21], socle et volcanique).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station) (Salminen *et al.*, 2005).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du chrome (3,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en Cr dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 37 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 85 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Cd dissous du FOREGS et une majorité pour le RCS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE. Une minorité des LQ recueillies sont comprises entre 30 et 100 % de la NQE.

[21] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale est hétérogène sur la zone sédimentaire (HER 9 et HER 20 – Sologne). Une seule station du FOREGS a été présélectionnée dans la zone sédimentaire (0,19 µg/L).
Sur l'ensemble de la zone sédimentaire, 91 % des données ont une FQ nulle avec des LQ inférieures à 30 % de la NQE. Les concentrations moyennes quantifiées (9 % des données de la zone sédimentaire) ne varient pas et sont inférieures à 0,8 µg/L. Le niveau de fond géochimique est faible (< 1 µg/L) dans la zone sédimentaire.

Zone de socle et volcanique :

Le bassin LB comporte deux zones de socle, le Massif Armoricain à l'Ouest et le Massif Central à l'Est[22]. La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur les zones de socle. Dans le Massif Armoricain et le Plateau du Limousin, la majorité des données ont une FQ nulle avec une LQ inférieure à 30 % de la NQE. Les données issues du FOREGS indiquent des concentrations en Cr inférieures à 0,8 µg/L. Dans ces deux zones, le niveau de fond géochimique est faible (< 1 µg/L).

Dans la partie orientale du Massif Central, les concentrations moyennes varient peu et sont généralement comprises entre 1,6 et 8 µg/L. Le niveau de fond géochimique paraît fort. Cependant, les concentrations issues du FOREGS varient peu et sont inférieures à 0,8 µg/L. Sachant que les concentrations du FOREGS sont issues d'un seul prélèvement alors que celles du RCS représentent des concentrations moyennes annuelles et au vu de l'écart entre les valeurs, il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en Cr. De plus en s'appuyant des observations faites sur les bassins adjacents (RM&C et AG) et en considérant la même géologie et géographie, le niveau de fond géochimique pourrait être faible. La différence des observations ne permet pas de définir un niveau de fond géochimique et des études supplémentaires dans la partie Est du Massif Central sont nécessaires.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Le niveau fond géochimique est faible dans la zone sédimentaire, le Massif Armoricain et le Plateau du Limousin. Le niveau de fond géochimique reste à définir dans la partie Est du Massif Central.

Les études menées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur le fond géochimique en chrome dans ce bassin.

La qualité des données est insuffisante dans la partie Est du bassin pour définir un niveau de fond géochimique en Cr et l'acquisition de nouvelles données de qualité permettrait probablement de le définir.

[22] La zone géographique du Massif Central est composée de zones de socle, volcanique et sédimentaire. Pour une meilleure analyse géographique (influence amont –aval), la zone sédimentaire compris entre le Morvan et le Plateau du Limousin est analysée dans la partie « zone de socle ».

Bibliographie

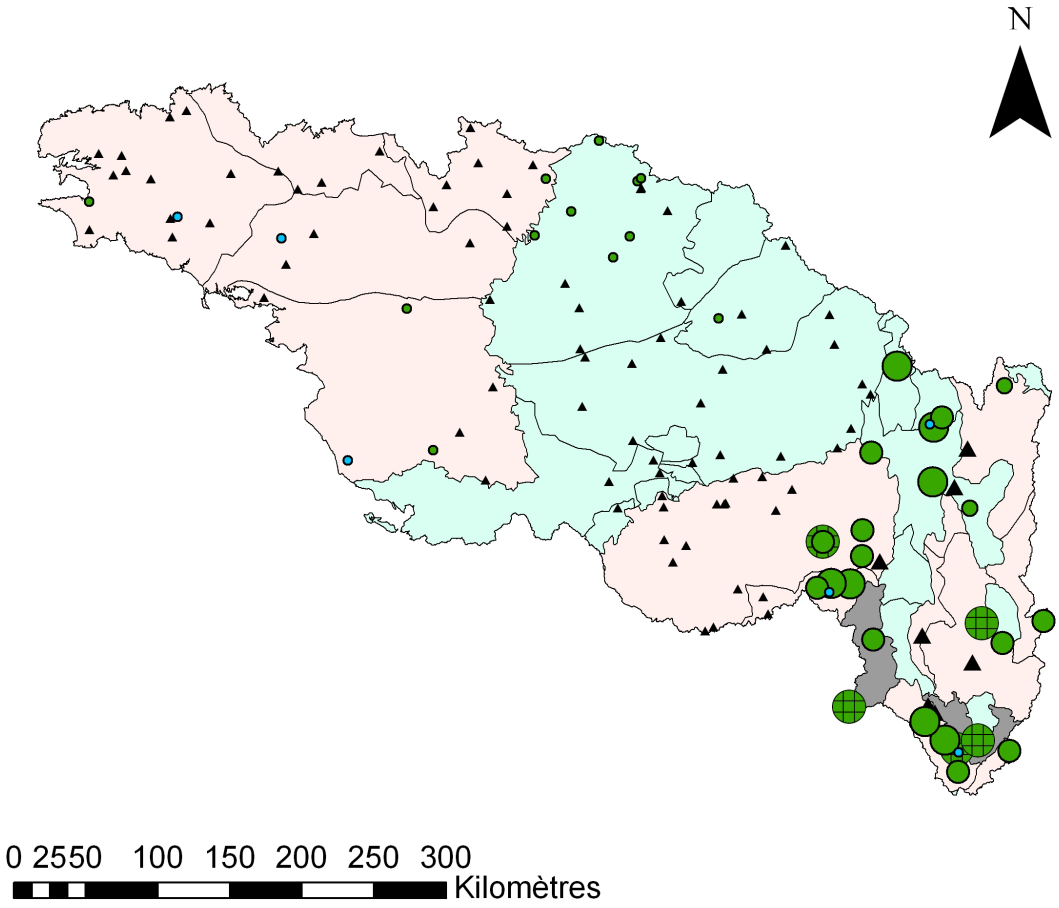
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en chrome (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 0,08	< 0,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,80 - 1,59	0,80 - 1,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	1,60 - 2,39	1,60 - 2,39	LQ > NQE
volcanique	2,40 - 3,39	2,40 - 3,39	
	≥ 3,40	≥ 3,40	**NQE (Cr) = 3,4 µg/L**

Fevr 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cuivre (Cu) dissous dans les eaux de surface du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[23], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du cuivre (1,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en Cu dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 97 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 25 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Cu dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont supérieures à la NQE.

[23] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale est hétérogène sur la zone sédimentaire (HER 9 et HER 20 – Sologne). Un seul site du FOREGS a été présélectionné dans la zone sédimentaire (0,96 µg/L). Les concentrations moyennes quantifiées varient beaucoup et sont comprises entre 0,3 et 2,3 µg/L. La forte variabilité peut être le témoin d'une présence de pollution diffuse en cuivre. En effet, le cuivre est largement utilisé dans l'agriculture. Il est difficile de statuer sur le niveau d'un fond géochimique en cuivre dans la zone sédimentaire. Des études supplémentaires avec des méthodes adaptées qui ne prennent pas en compte les pressions anthropiques sont nécessaires afin de déterminer un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et volcanique :

Le bassin LB comporte deux zones de socle, le Massif Armoricain à l'Ouest et le Massif Central à l'Est[24]. La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur les zones de socle. Dans le Massif Armoricain, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient fortement et sont compris entre 0,3 et 2 µg/L.
On observe des valeurs moins élevées dans la partie occidentale du Massif Armoricain, des valeurs plus fortes en allant vers l'Est, accompagné d'une forte variabilité.
Le cuivre, utilisé comme complément alimentaire dans l'élevage porcin, est retrouvé en forte concentration dans les cours d'eau breton comme le souligne les travaux de W. De Vos et al. (2006). Les fortes concentrations observées peuvent provenir d'une contamination en Cu induite par l'élevage des porcs. L'acquisition de nouvelles données fiables, garantissant l'absence de contaminations d'origine anthropique, est nécessaire pour définir un niveau de fond géochimique.
Dans le Massif Central, les concentrations moyennes quantifiées, localisées sur le Plateau du Limousin, restent variables et sont comprises entre 0,6 et 1,4 µg/L. le niveau de fond géochimique est probablement moyen sur le plateau du Limousin. Dans la partie orientale du Massif Central, la qualité des données rend difficile l'identification d'un niveau de fond géochimique. En effet, 100 % des concentrations non-quantifiées y sont localisées, avec des LQ supérieures à la NQE. L'acquisition de données avec des limites de quantification a minima de 30 %de la LQE est un préalable à la détermination d'un niveau de fond géochimique.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Le niveau fond géochimique est faible la partie orientale du Massif Armoricain et moyen dans le Plateau Limousin. Le niveau de fond géochimique reste à définir dans la zone sédimentaire, le Massif Armoricain (centre et Est) et la partie orientale du Massif Central. Suite à nos observations, l'acquisition de nouvelles données de qualité et tenant compte des contaminations en cuivre est nécessaire pour déterminer un niveau de fond géochimique.

Les études menées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur le fond géochimique en Cu.

La qualité des données est insuffisante dans la partie Est du bassin pour définir un niveau de fond géochimique en Cu et l'acquisition de nouvelles données de qualité reste un préalable pour le définir dans ce secteur, pour les autres secteurs (Massif Armoricain et zone sédimentaire), la recherche de sites non contaminés est indispensable pour statuer.

[24] La zone géographique du Massif Central est composée de zones de socle, volcanique et sédimentaire. Pour une meilleure analyse géographique, la zone sédimentaire compris entre le Morvan et le Plateau du Limousin est analysée dans la partie « zone de socle ».

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

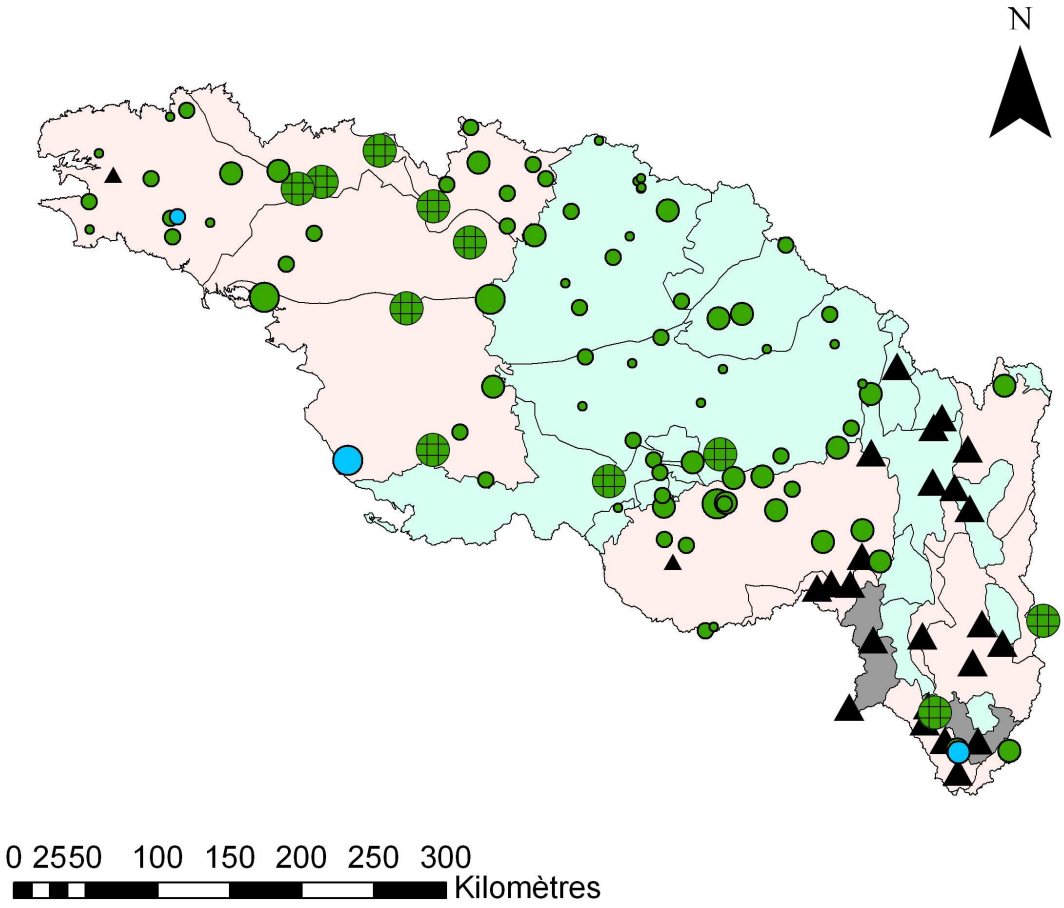
De Vos, W., Tarvainen, T., Salminen, R., Reeder, S., De Vivo, B., Demetriades, A., Pirc, S., Batista, M.J., Marsina, K., Ottesen, R.T., O'Connor, P.J., Bidovec, M., Lima, A., Siewers, U., Smith, B., Taylor, H., Shaw, R., Salpeteur, I., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Slaninka, I., Lax, K., Gravesen, P., Birke, M., Breward, N., Ander, E.L., Jordan, G., Duris, M., Klein, P., Locutura, J., Bel-lan, A., Pasieczna, A., Lis, J., Mazreku, A., Gilucis, A., Heitzmann, P., Klaver, G. & Petersell, V., 2006. Geochemical Atlas of Europe. Part 2 - Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications. Geological Survey of Finland, Espoo, 692 pp.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en cuivre (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 0,60	< 0,60	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	LQ > NQE
volcanique	1,20 - 1,39	1,20 - 1,39	
	≥ 1,40	≥ 1,40	**NQE (Cu) = 1,4 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en mercure (Hg) dissous du bassin Loire-Bretagne (LB).
Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[25], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du mercure (0,05 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en Hg dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 464 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 3 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 121 ont une FQ égale à 0 %.

Les LQ associées aux données disponibles sont toutes supérieures ou égales à la NQE.

[25] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

La distribution spatiale des concentrations moyennes (RCS) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. 98 % des concentrations moyennes ne sont pas quantifiées sur l'ensemble du bassin (zone de socle et sédimentaire confondues) et leur LQ associée est supérieure à la NQE. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des données et de la qualité des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique en mercure dans le bassin LB. Toutefois, on observe des concentrations supérieures à la NQE à l'Est du Massif Central, ces concentrations peuvent être liées à une contamination. L'acquisition de nouvelles données de qualité est nécessaire afin de définir le niveau de fond géochimique.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin LB. La qualité des données issues du RCS rend impossible la détermination d'un niveau de fond géochimique en Hg dans les zones sédimentaire, de socle et volcanique.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en mercure sur le bassin LB.

L'acquisition de données de qualité est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en mercure dans le bassin LB.

Bibliographie

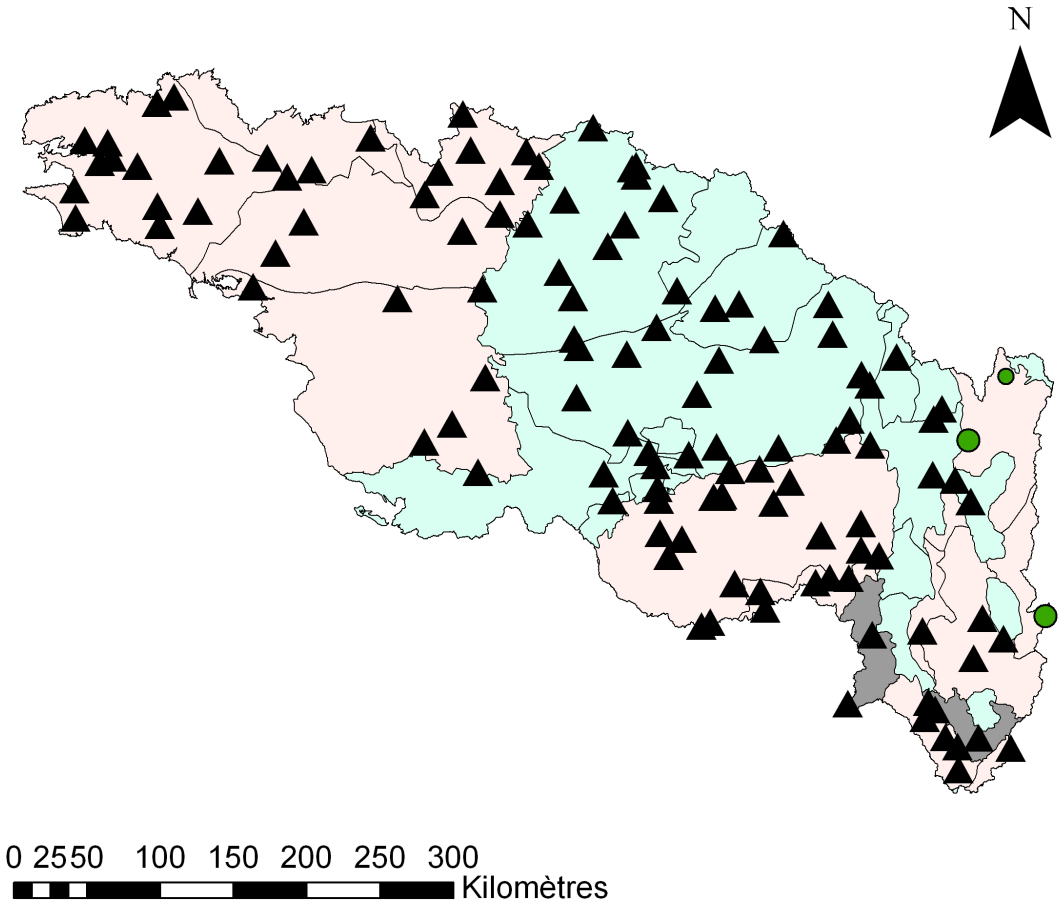
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en mercure (µg/L)

Hydroécorégion 2	RCS 2009	Hg_2009_nonquant
sedimentaire	< 0,020	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,020 - 0,029	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,030 - 0,039	LQ > NQE
volcanique	0,040 - 0,049	
	≥ 0,050	

NQE (Hg) = 0,05 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »
Pour la NQE réglementaire 20 µg/l actuellement en vigueur

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[26], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station)[27].

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel (20 µg/L)[27].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en Ni dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 89 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 33 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Ni dissous du FOREGS et du RCS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[26] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».
[27] Une révision à la baisse de la valeur de la NQE (4µg/L) en Ni est actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les résultats

La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont majoritairement inférieures à 5 µg/L. Le niveau de fond géochimique en Ni est probablement faible (< 5 µg/L).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Le niveau de fond géochimique est probablement faible (< 5 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

Les conclusions exposées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Ni.

Bibliographie

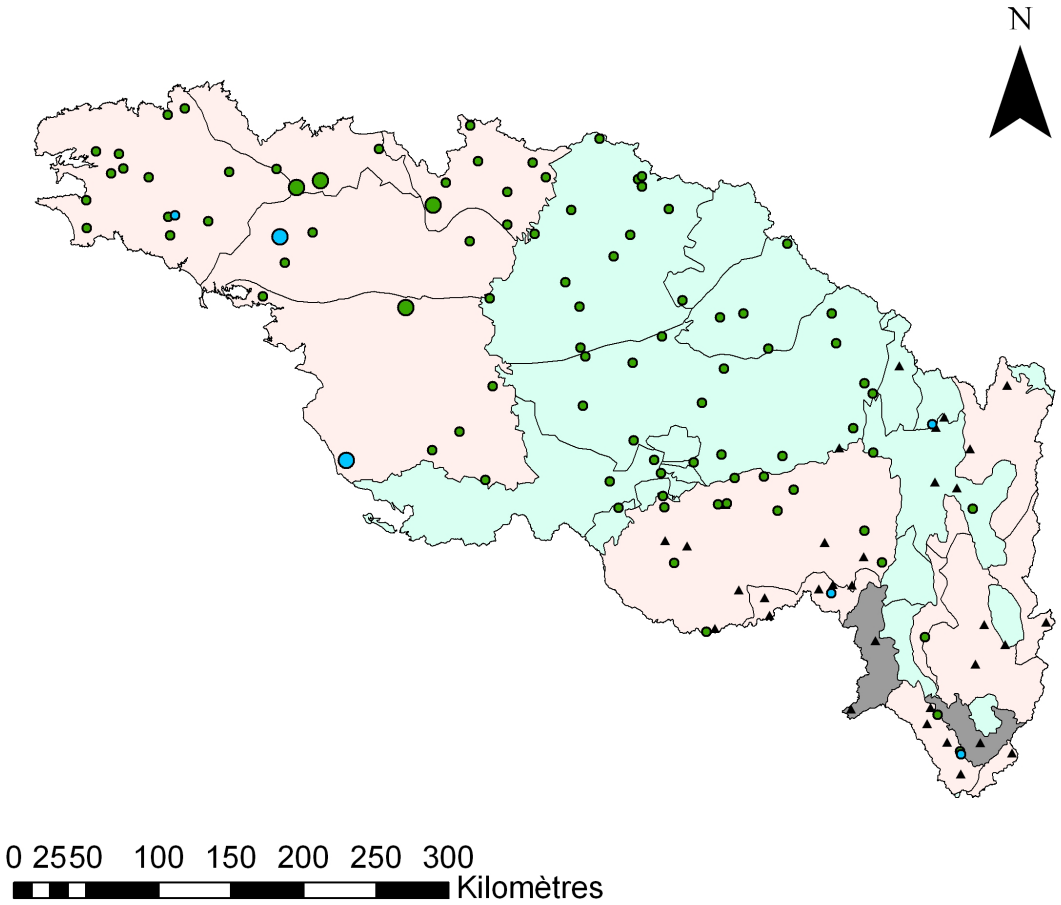
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB
Pour la NQE réglementaire 20 µg/l en vigueur



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 5,00	< 5,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	5,00 - 9,99	5,00 - 9,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	10,00 - 14,99	10,00 - 14,99	LQ > NQE
volcanique	15,00 - 19,99	15,00 - 19,99	
	≥ 20,00	≥ 20,00	

NQE (Ni) = 20,00 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 20 à 4 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[28], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent:

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel pour la valeur de 4 µg/L, actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en As dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 89 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 33 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Ni dissous du FOREGS et du RCS (plateau du Limousin) ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que dans la partie orientale du Massif Central la LQ est supérieure à la NQE.

[28] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale est hétérogène sur la zone sédimentaire (HER 9 et seulement HER 20 – Sologne). La majorité des concentrations moyennes se regroupent dans les régions de Touraine et du Berry. Les concentrations moyennes quantifiées varient peu et 95% sont inférieures à 2 µg/L. Le niveau de fond géochimique est faible dans ces régions.

Zone de socle et volcanique :

Le bassin LB comporte deux zones de socle, le Massif Armoricain à l'Ouest et le Massif Central à l'Est[29]. La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur les zones de socle. Dans le Massif Armoricain, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient fortement et sont compris entre 1 et 10 µg/L. Cette forte variabilité est probablement liée à une contamination en Ni. En effet, la présence d'installations d'élevage porcin dans cette région (De Vos et al., 2006) induit une contamination en Ni dans les cours d'eau comme le souligne l'étude mené par Nicholson et al. (2003). L'acquisition de données avec une méthode adaptée est nécessaire afin de déterminer le niveau de fond géochimique en Ni.
Dans le Massif Central, les concentrations moyennes quantifiées, localisées sur le Plateau du Limousin, varient peu et sont comprises entre 1 et 2 µg/L. le niveau de fond géochimique est probablement faible sur le plateau du Limousin. Dans la partie orientale du Massif Central, la qualité des données rend difficile la définition d'un niveau de fond géochimique. En effet, la majorité des concentrations non-quantifiées y sont localisées avec des LQ supérieures à la NQE.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Le niveau de fond géochimique en Ni est probablement ***moyen dans la zone sédimentaire et faible sur le Plateau du Limousin***. Dans ***le Massif Armoricain***, des sources de contamination en Ni sont identifiées sur toute la zone et ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique en Ni, sauf ans la partie orientale où l'homogénéité des données plaident pour ***un niveau moyen***. Concernant la partie orientale du Massif Central, la qualité actuelle des données est insuffisante pour statuer sur un niveau de fond géochimique.

Les conclusions exposées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Ni.

Dans le Massif Central et Armoricain, on constate un manque de données de qualité respectivement sur le plan analytique et en terme de conditions de pression. Dans le premier cas l'acquisition de données de qualité (LQ< 30 %) pourrait peut-être permettre d'identifier un niveau de fond géochimique.

En revanche, sur le Massif Armoricain, l'acquisition de nouvelles données de qualité avec une stratégie d'échantillonnage tenant compte des pressions anthropiques est nécessaire pour définir le niveau de fond géochimique.

[29] La zone géographique du Massif Central est composée de zones de socle, volcanique et sédimentaire. Pour une meilleure analyse géographique, la zone sédimentaire compris entre le Morvan et le Plateau du Limousin est analysée dans la partie « zone de socle ».

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

De Vos, W., Tarvainen, T., Salminen, R., Reeder, S., De Vivo, B., Demetriades, A., Pirc, S., Batista, M.J., Marsina, K., Ottesen, R.T., O'Connor, P.J., Bidovec, M., Lima, A., Siewers, U., Smith, B., Taylor, H., Shaw, R., Salpeteur, I., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Slaninka, I., Lax, K., Gravesen, P., Birke, M., Breward, N., Ander, E.L., Jordan, G., Duris, M., Klein, P., Locutura, J., Bel-lan, A., Pasieczna, A., Lis, J., Mazreku, A., Gilucis, A., Heitzmann, P., Klaver, G. & Petersell, V., 2006. Geochemical Atlas of Europe. Part 2 - Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications. Geological Survey of Finland, Espoo, 692 pp.

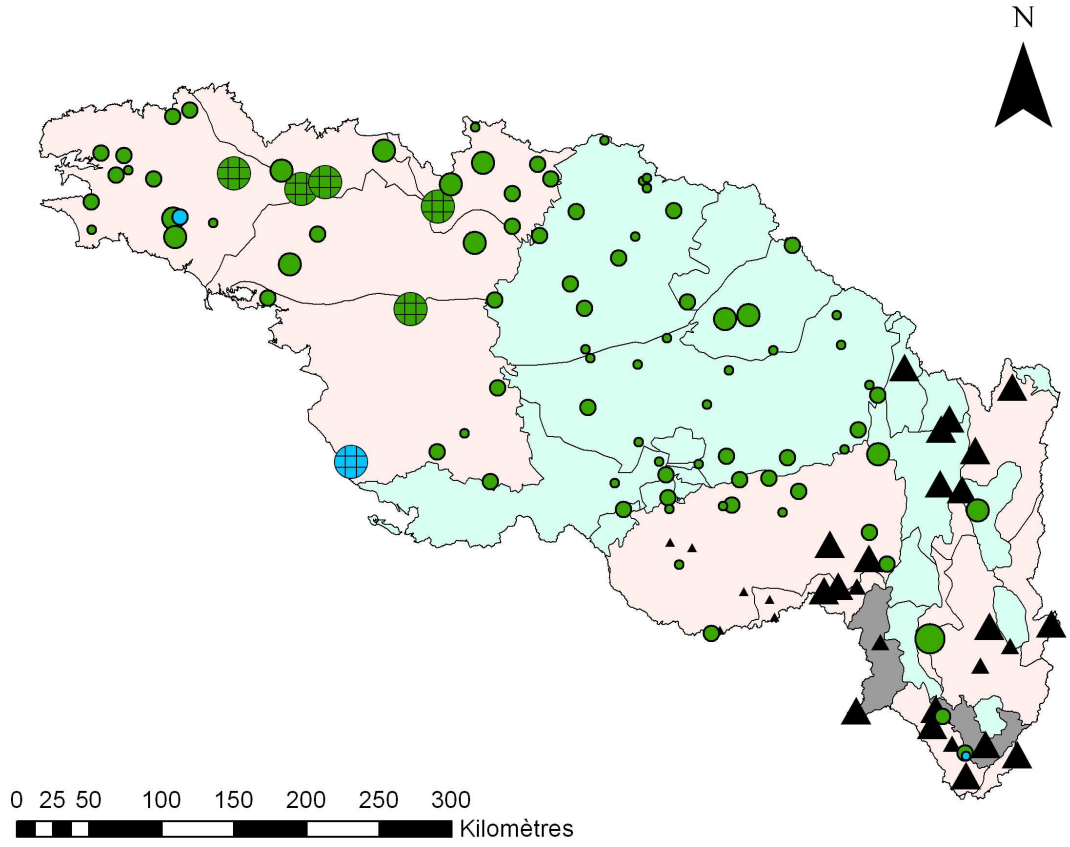
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Nicholson, F.A., Smith, S.R., Alloway, B.J., Carlton-Smith, C., Chambers, B.J., 2003, An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales : The Science of the Total Environment, v. 311, p. 205-219.

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB (changement futur de la NQE (de 20 à 4 µg/L))



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

FOREGS
- < 1,00
- 1,00 - 1,99
- 2,00 - 2,99
- 3,00 - 3,99
- ≥ 4,00

RCS 2009
- < 1,00
- 1,00 - 1,99
- 2,00 - 2,99
- 3,00 - 3,99
- ≥ 4,00

non quantifié
- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Ni) = 4,00 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »
Pour la NQE réglementaire 7,20 µg/l actuellement en vigueur

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[30], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (7,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en As dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 48 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 74 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Pb dissous du FOREGS et du RCS ont une LQ inférieure à 30 % NQE en majorité (sauf dans la partie orientale du Massif Central).

[30] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont majoritairement inférieures à 2 µg/L. On constate que 61 % des concentrations moyennes ont une FQ nulle avec une LQ associée inférieure à 30 % de la NQE. Au vu des données, le niveau de fond géochimique en Pb est probablement faible (< 2 µg/L).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Le niveau de fond géochimique est probablement faible (< 2 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

Les conclusions exposées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Pb dans les eaux de surface. Toutefois, un risque de fond géochimique en Pb est identifié dans les eaux souterraines du le Massif Armoricain...

Bibliographie

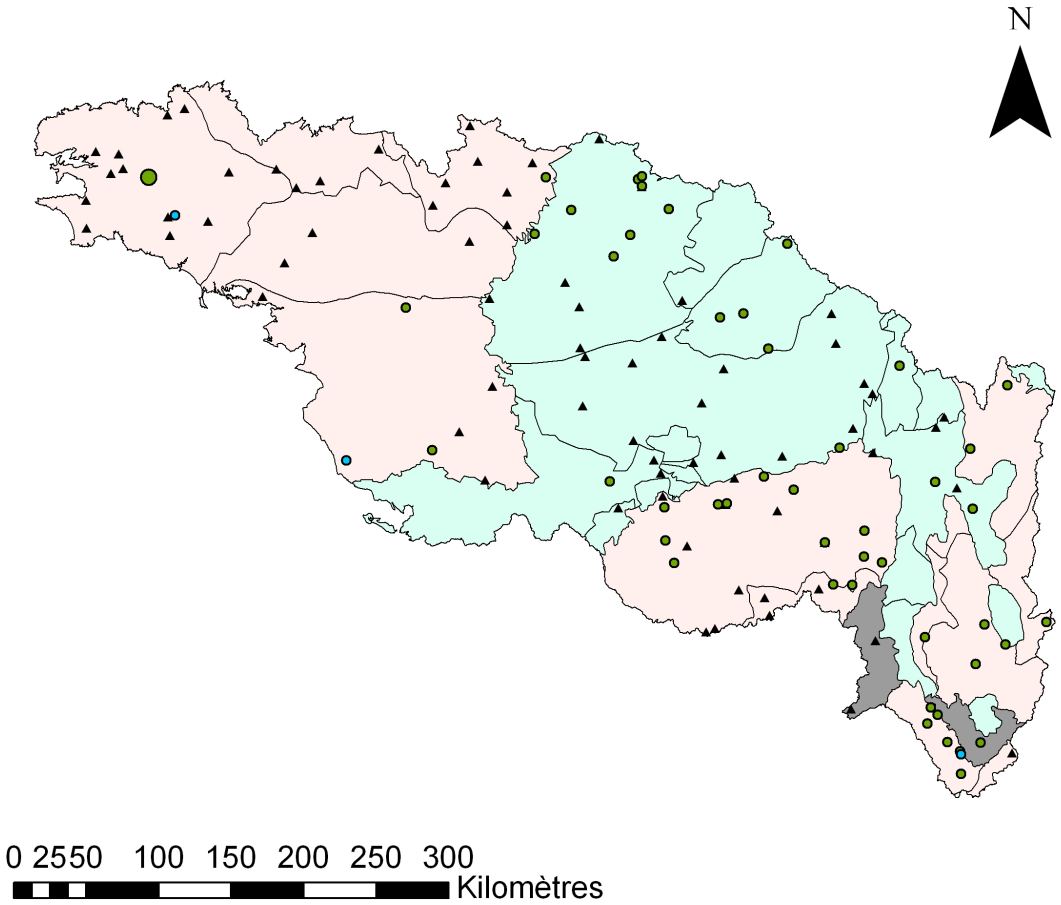
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 1,80	< 1,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,80 - 3,59	1,80 - 3,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	3,60 - 5,39	3,60 - 5,39	LQ > NQE
volcanique	5,40 - 7,19	5,40 - 7,19	
	≥ 7,20	≥ 7,20	**NQE (Pb) = 7,20 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 7,20 à 1,2 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[31], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (1,2 µg/L) (NQE actuellement (début 2013) en cours de discussion)..

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en As dissous mesurées tout au long de l'année 2009 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 48 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 74 ont une FQ égale à 0 %.
Les données en Pb dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE. Concernant les données RCS, on constate que les LQ associées sont comprise entre 30 et 100% de la NQE sur l'ensemble.

[31] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur l'ensemble du bassin. On constate que 61 % des concentrations moyennes ont une FQ nulle avec une LQ associée comprise entre à 30 et 100 % de la NQE. Celles-ci concernent le Massif Armoricain, le plateau du Limousin et la zone sédimentaire. Ces LQ sont insuffisantes pour se prononcer sur un niveau de fond géochimique, même si les valeurs quantifiée, peu nombreuses, laissent à priori penser à un niveau faible.

Dans la partie orientale du Massif Central, les concentrations moyennes varient peu et correspondent à des valeurs moyennes à fortes (0.6 – 1.2 µg/l). Le niveau de fond géochimique semblerait moyen/fort. Cependant, les concentrations ponctuelles issues du FOREGS sont de l'ordre de 0,4 µg/L. Sachant que les données du FOREGS représentent un prélèvement ponctuel alors que celles du RCS un suivi annuel ; la mise en place d'études avec un suivi temporel plus fin et une meilleure qualité de données est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. La qualité des données ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique en Pb qui reste à définir sur l'ensemble du bassin.

Les études menées par le BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur le fond géochimique dans les eaux de surface. Toutefois les conclusions indiquent un risque de fond géochimique élevé en Pb dans les eaux souterraines du Massif Armoricain.

L'acquisition de données respectant des LQ de 30% de la NQE reste un préalable, si on veut déterminer un niveau de fond géochimique sur le bassin LB par rapport à cette NQE future

Concernant la partie orientale du Massif central, un complément de données avec mise en place d'études temporelles spécifiques au plomb serait nécessaire compte tenu des différences avec les valeurs du FOREGS.

Bibliographie

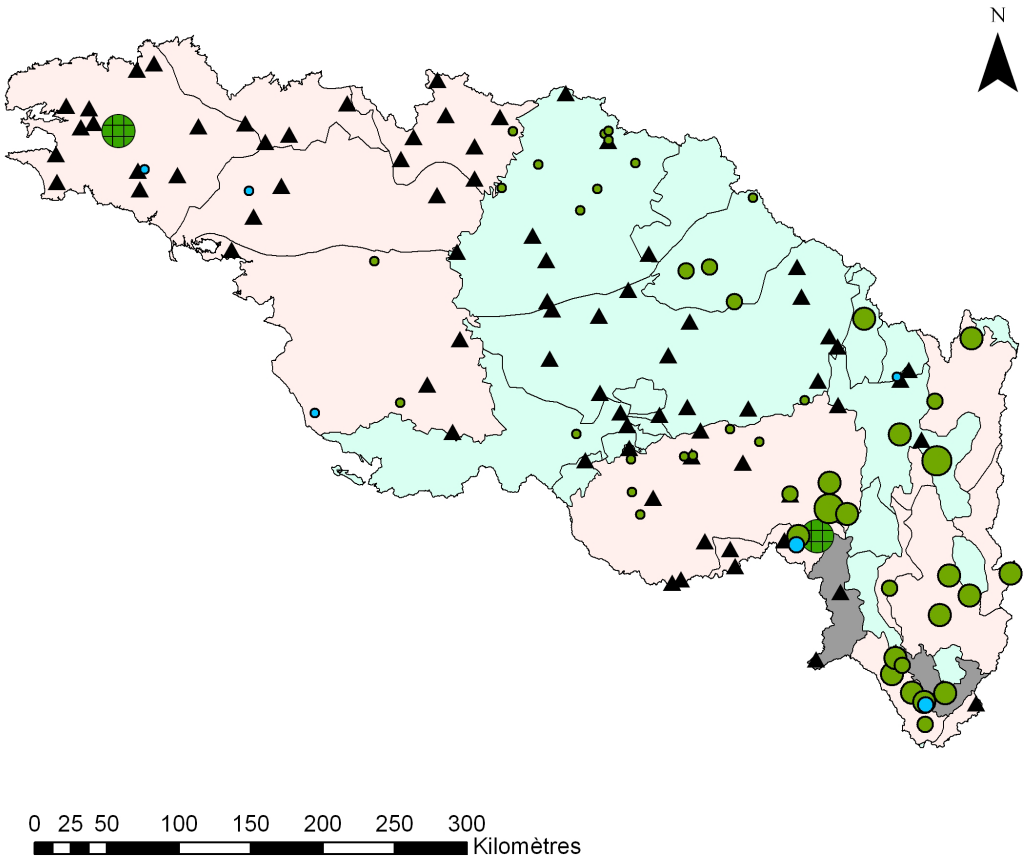
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB d'un changement futur de la NQE (de 7,20 à 1,2 µg/L)



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	<0,3	< 0,30	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,30 - 0,59	0,30 - 0,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	LQ > NQE
volcanique	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	
	≥ 1,20	≥ 1,20	

NQE (Pb) = 1,20 µg/L

fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin Loire-Bretagne »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en zinc (Zn) dissous dans les eaux de surface du bassin Loire-Bretagne (LB). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[32], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2009 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du zinc (7,80 µg/L pour une dureté supérieure à 24 mg/l $CaCO_3$, 3,10 µg/L pour une dureté inférieure à 24 mg/l $CaCO_3$).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence LB. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin Loire-Bretagne est constitué de deux zones de socles (Massif Armoricain à l'Ouest et Massif Central au Sud-est) et d'une zone sédimentaire correspondant au Sud du bassin sédimentaire parisien.

Présentation des données

Les données fournies par l'agence LB concernent les concentrations en Zn dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 456 stations du RCS. 122 stations du RCS sur 456 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 122 stations, 114 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 8 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Zn dissous du FOREGS et du RCS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE (sauf pour les eaux avec une dureté < 24mgCaCO3 /l).

[32] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale est hétérogène sur la zone sédimentaire (HER 9 et HER 20 – Sologne). Les concentrations moyennes quantifiées varient beaucoup et sont comprises entre 1 et 9 µg/L. La forte variabilité indiquerait la présence de pollution diffuse en zinc, particulièrement au Nord de la zone sédimentaire. Il est difficile de statuer sur le niveau d'un fond géochimique en zinc dans la zone sédimentaire.
Il convient de préciser qu'une contamination en Zn lors de l'échantillonnage est quelque de chose de fréquent, constaté par les experts en chimie analytique (Botta et al. 2010). En conséquence, l'acquisition et une amélioration de la qualité des prélèvements permettrait d'améliorer les conditions de définition du niveau de fond géochimique en Zn.
Toutefois, la proportion de concentrations < 3 µg/l avoisine les 80 % pour l'ensemble des données (sans présélection) de la zone sédimentaire, il est donc probable que le niveau de fond soit faible.

Zone de socle et volcanique :

Le bassin LB comporte deux zones de socle, le Massif Armoricain à l'Ouest et le Massif Central à l'Est[33]. La distribution spatiale des concentrations présélectionnées est hétérogène sur les zones de socle.
Dans le Massif Armoricain, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient fortement et sont compris entre 1 et 10 µg/L. En effet, le zinc, utilisé comme complément alimentaire dans l'élevage porcin, est retrouvé en forte concentration dans les cours d'eau breton comme le souligne les travaux de W. De Vos et al. (2006). Les fortes concentrations observées peuvent provenir d'une contamination en Zn induite par l'élevage des porcs. L'acquisition de nouvelles données dans des conditions de contrôle rigoureux des pressions anthropiques est nécessaire pour définir un niveau de fond géochimique.
Dans le Plateau du Limousin, les concentrations moyennes varient peu et sont comprises entre 1 et 6 µg/L pour une dureté d'eau supérieure à 24 mg $CaCO_3$/L et entre 1 et 3 µg/L pour une dureté inférieure à 24 mg $CaCO_3$/L. Le niveau de fond géochimique est probablement faible sur le plateau du Limousin. Dans la partie orientale du Massif Central, les concentrations moyennes varient peu et sont supérieure à la NQE du zinc, toutes classes de dureté confondues. On note que les concentrations moyennes du RCS sont de l'ordre de 40 µg/L. Le niveau de fond géochimique semblerait fort. Cependant, les concentrations ponctuelles issues du FOREGS sont comprises entre 2 et 6 µg/L soit environ un dixième des concentrations du RCS. Sachant que les données du FOREGS représentent un prélèvement ponctuel alors que celles du RCS un suivi annuel ; la mise en place d'études avec un suivi temporel plus fin est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique.

De plus, une contamination en Zn lors de l'échantillonnage pourrait expliquer la variation de ces concentrations. En effet, une contamination en Zn est souvent constatée lors de l'échantillonnage par les experts en chimie analytique (Botta et al., 2010).

En conséquence, l'acquisition et une amélioration de la qualité des prélèvements permettrait de définir le niveau de fond géochimique en Zn.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur le bassin LB. Le niveau fond géochimique est probablement faible dans la région du Plateau Limousin. Le niveau de fond géochimique reste à définir dans la zone sédimentaire (bien que probablement faible), ainsi que pour, le Massif Armoricain et la partie orientale du Massif Central. Suite à nos observations, l'acquisition de nouvelles données tenant compte des contaminations en zinc est nécessaire afin de déterminer un niveau de fond géochimique.

Les études menées par le BRGM (Brenot et al., 2007) ne statuent pas sur le fond géochimique dans les eaux de surface. Toutefois les conclusions indiquent un risque de fond géochimique élevé en Zn dans les eaux souterraines dans la zone Sud du bassin Parisien.

La mise en place d'études temporelles spécifiques au zinc serait nécessaire si on veut déterminer un niveau de fond géochimique en particuliers dans le secteur Est du massif central (différence FOREGS/RCS)

[33] La zone géographique du Massif Central est composée de zones de socle, volcanique et sédimentaire. Pour une meilleure analyse géographique, la zone sédimentaire compris entre le Morvan et le Plateau du Limousin est analysée dans la partie « zone de socle ».

Bibliographie

Botta, F., Blanquet, J.-P., Champion, R., Ferret, C., Guignes, N., Lazzarotto, J., and Lepot, B., 2011, Impact des opérations de prélèvelements sur la variabilité des résultats d'analyses – Essai comparaison sur le prélèvement en plan d'eau. AQUAREF 2010, p. 122

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Loire - Bretagne., BRGM, 130 p.

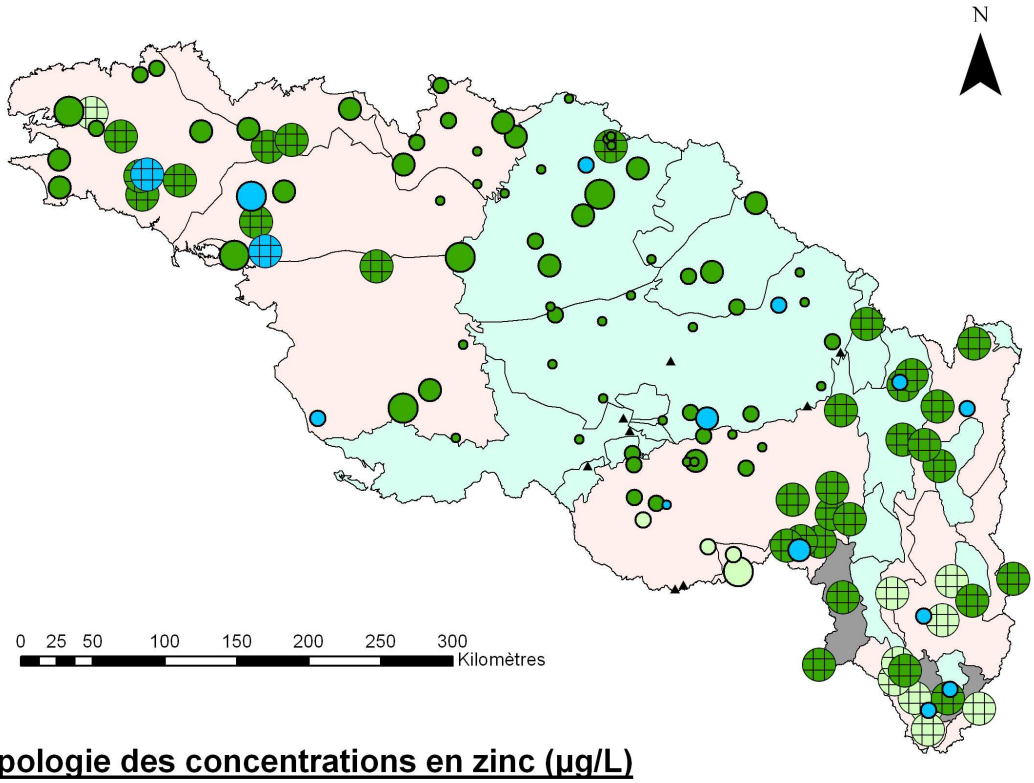
De Vos, W., Tarvainen, T., Salminen, R., Reeder, S., De Vivo, B., Demetriades, A., Pirc, S., Batista, M.J., Marsina, K., Ottesen, R.T., O'Connor, P.J., Bidovec, M., Lima, A., Siewers, U., Smith, B., Taylor, H., Shaw, R., Salpeteur, I., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Slaninka, I., Lax, K., Gravesen, P., Birke, M., Breward, N., Ander, E.L., Jordan, G., Duris, M., Klein, P., Locutura, J., Bel-lan, A., Pasieczna, A., Lis, J., Mazreku, A., Gilucis, A., Heitzmann, P., Klaver, G. & Petersell, V., 2006. Geochemical Atlas of Europe. Part 2 - Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications. Geological Survey of Finland, Espoo, 692 pp.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2009 et du FOREGS du bassin LB



Typologie des concentrations en zinc (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

FOREGS Zn
- < 2,00
- 2,00 - 3,99
- 4,00 - 5,99
- 6,00 - 7,79
- ≥ 7,80

RCS 2009 (dureté > 24 mg CaCO3/L)
- < 2,00
- 2,00 - 3,09
- 3,10 - 5,99
- 6,00 - 7,79
- ≥ 7,80

RCS 2009 (dureté < 24 mgCaCO3/L)
- < 0,80
- 0,80 - 1,59
- 1,60 - 2,39
- 2,40 - 3,09
- ≥ 3,10

non quantifié
- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Zn) = 7,80 µg/L

NQE (Zn) = 3,10 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Loire - Bretagne

Annexe 6 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône Méditerranée & Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en arsenic (As) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[34], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en As dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 67 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 14 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en As dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[34] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. En effet, ces stations sont localisées sur l'axe Rhône-Saône et peu de stations ont été présélectionnées dans le Languedoc et la Provence-Côte d'Azur. Les concentrations en As dissous (RCS et FOREGS confondus) dans la zone sédimentaire du bassin hydrographique Rhône-Saône ont une faible variabilité et sont en général inférieures à 1 µg/L, L'examen des valeurs de concentrations des sites non sélectionnés confirme cette tendance.. On peut en déduire que le fond géochimique en As dissous est probablement faible dans la zone sédimentaire du bassin hydrographique Rhône-Saône. En extrapolant ces valeurs sur les zones du Languedoc et de la Provence-Côte d'Azur, le fond géochimique de cette zone est probablement faible. Il convient toutefois de tenir compte des apports 'amont' pour les cours d'eau provenant de zone à niveau de fond plus élevé.

Zone de socle et mixte :

Dans l'Est et au Sud-est du Massif Central et dans le Sud des Vosges, les concentrations en As dissous sont généralement supérieures à 2 µg/L, localement à 4,2 µg/l (NQE de l'arsenic). Le fond géochimique est, a priori, fort dans cette région.

Dans le Sud des Alpes, les concentrations présentent une forte variabilité et sont généralement comprises entre 1 et 3 µg/L. De plus, on note un point singulier (FOREGS) avec une concentration en As supérieure à 4,2 µg/L. On peut en déduire que le niveau du fond géochimique est probablement moyen dans cette zone.

En ce qui concerne la Corse, la majorité des concentrations n'ont pas été quantifiées (LQ ≤ 30 % NQE) et les concentrations issues du FOREGS sont inférieures à 1 µg/L. On peut en déduire que le fond géochimique en Corse est probablement faible.

A l'Est des Pyrénées, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 1 et 2 µg/L. Le fond géochimique semble faible dans cette zone.

Dans la partie Nord des Alpes, on remarque une forte variabilité des concentrations, dont les valeurs fluctuent entre 1 et 3 µg/L. Dans cette zone, il est impossible de statuer sur le niveau du fond géochimique ; des études supplémentaires seront nécessaires afin de préciser l'origine de ces concentrations.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS montre que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin RM&C.
Dans la **zone sédimentaire**, les stations présélectionnées sont uniquement localisées dans la zone de l'axe Rhône-Saône dont les valeurs sont globalement faibles. Néanmoins et par extrapolation, on peut en déduire que le **fond géochimique en As dissous est probablement faible** (< 1 µg/L) pour l'ensemble de la zone sédimentaire.
Dans les zones de socle, **le fond géochimique est probablement fort (>2µg/L) dans le Sud des Vosges et le Massif Central**, **moyen** pour le **Sud des Alpes** et **faible (<1µg/L) dans la partie orientale des Pyrénées**. En revanche, dans le Nord des Alpes, le fond géochimique reste à valider.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) confirment partiellement les résultats de cette analyse de carte. Les zones à risques de fond géochimiques élevés dans les eaux de surface correspondent aux niveaux de fonds évalués de moyen à fort, sauf pour la Corse, les Pyrénées orientales et le massif des Maures.

De façon générale, on constate une bonne qualité des données (i.e., LQ au regard de la NQE). Toutefois, la répartition hétérogène des sites à pression anthropique faible limite l'exercice de qualification, en particuliers sur la frange Est et Sud Est du Massif Central, dans les Alpes internes et dans la zone sédimentaire. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

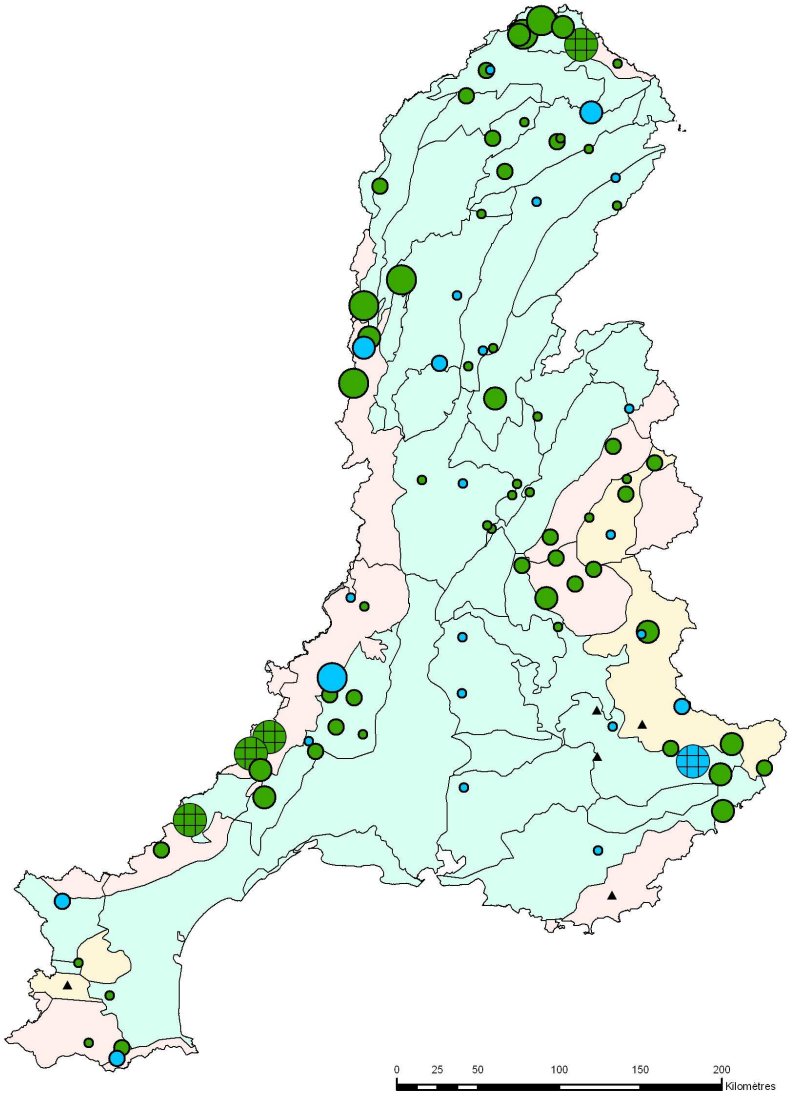
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

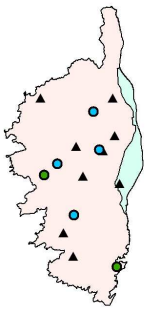
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C





Typologie des concentrations en arsenic (µg/L)

Hydroécorégion - 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30% NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30% NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 4,19	3,00 - 4,19	
	≥ 4,20	≥ 4,20	**NQE (As) = 4,2 µg/L**

Février 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cadmium (Cd) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[35], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE la plus basse du Cd (0,08 µg/L)[36].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Cd dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 10 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 71 ont une FQ égale à 0 %.

[35] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».
[36] Cinq NQE ont été définies pour le Cd selon la dureté (rapport bibliographique, J Canal et al 2011, tableau 2), pour simplifier l'analyse, la valeur la plus contraignante (0,08 µg/l) est retenue.

Pour les données en Cd dissous du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE alors qu'elle est comprise entre 30 et 100 % de la NQE pour celles du RCS.

Les résultats

Zone sédimentaire :

Les stations RCS présélectionnées de la zone sédimentaire sont majoritairement des stations avec une FQ égale à 0% dont la LQ est comprise entre 30 et 100 % de la NQE. Par conséquent, les données RCS actuelles ne permettent pas de statuer sur un niveau de fond géochimique en Cd.

Néanmoins, quatre stations dont deux situées en limite des Vosges et au Sud-est du Massif Central ont une FQ supérieure à 0 %.

Au Sud des Vosges, une majorité des concentrations issues du RCS ont une FQ nulle avec une LQ comprise entre 30 et 100 % de la NQE. Toutefois et au vu des données du FOREGS (< 0,02 µg/L), il semblerait que le niveau de fond géochimique soit faible dans cette zone.

Au Sud-est du Massif Central, les concentrations moyennes (RCS) sont comprises entre 0,04 et 0,06 µg/L tandis que les concentrations des stations du FOREGS sont faibles (< 0,02 µg/L). Dans ce secteur, la variabilité des concentrations quantifiées (RCS et FOREGS confondus) est forte et les valeurs sont comprises entre 0,02 et 0,06 µg/L. La variabilité et le faible nombre de valeurs quantifiées ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique en Cd dissous. Un complément de données avec une limite de quantification inférieure à 30 % NQE est indispensable pour le qualifier.

Zone de socle et mixte :

Dans l'ensemble des zones de socle et mixte, les stations du RCS ont une FQ égale à 0 % et leur LQ est supérieure à 30 % NQE ; en revanche les concentrations des stations du FOREGS sont homogènes et inférieures à 0,02 µg/L. Le manque de données quantifiées du RCS ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique. Néanmoins et à partir des valeurs de concentration des stations du FOREGS, il semblerait que le niveau de fond géochimique soit faible (< 0,02µg/L) dans les Alpes. L'acquisition de nouvelles données avec un seuil analytique permettant de quantifier les concentrations en Cd sera nécessaire afin de statuer sur le niveau de fond géochimique.

En ce qui concerne la Corse, la majorité des concentrations du RCS n'ont pas été quantifiées (30 % NQE < LQ < NQE) et les concentrations issues du FOREGS sont comprises entre 0,02 et 0,04 µg/L. On peut en déduire que le fond géochimique en Corse est probablement moyen (<0,04µg/L).

Dans l'Est des Pyrénées, les concentrations moyennes ont une FQ nulle avec une LQ comprise entre 30 et 100 % de la NQE et une seule station du FOREGS a été sélectionnée, avec une concentration inférieure à 0,02 µg/L. Le niveau de fond géochimique semble faible dans cette région mais l'acquisition de nouvelles données permettrait de le préciser.

Deux points singuliers du RCS sont localisés au Sud des Alpes et au Sud-est du Massif Central avec des concentrations moyennes supérieures à la NQE en Cd (FQ respective de 95 % et 83 %). Le manque de concentrations quantifiées pour ces secteurs rend impossible la détermination d'un fond géochimique ; des études supplémentaires seront nécessaires afin de préciser l'origine de ces concentrations.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Cd dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 montre que la qualité et le nombre insuffisant des données rend impossible toute interprétation précise. Par contre, on peut en déduire de l'interprétation des concentrations du FOREGS que le fond géochimique en Cd dissous est probablement faible dans la zone sédimentaire (< 0,02µg/L). Au vu des données du FOREGS en Corse et au Sud des Vosges, le fond géochimique est probablement faible à moyen (0,02 – 0,04 µg/L).

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Cd dissous.

De façon générale, on constate un manque de données quantifiées permettant de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin. Il apparaît nécessaire d'acquérir de nouvelles données avec une LQ compatible dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimique.

Bibliographie

Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

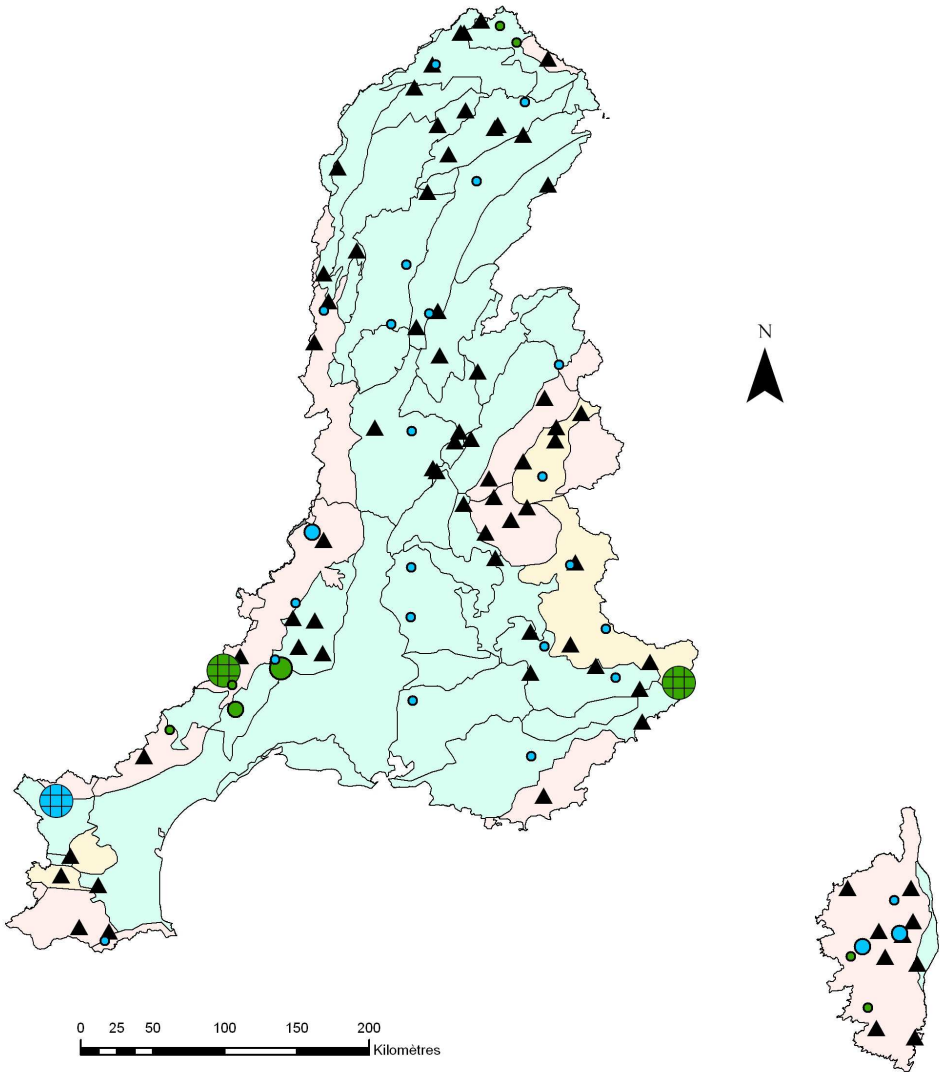
EC, 2009, Directive 2009/90/CE de la commission du 31 juillet 2009 établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, des spécifications techniques pour l'analyse chimique et la surveillance de l'état des eaux, Journal officiel de l'Union Européenne.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cadmium dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C



Typologie des concentrations en cadmium (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,020	< 0,020	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,020 - 0,039	0,020 - 0,039	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,040 - 0,059	0,040 - 0,059	LQ > NQE
volcanique	0,060 - 0,079	0,060 - 0,079	
	≥ 0,080	≥ 0,080	**NQE (Cd) = 0,08 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en chrome (Cr) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[37], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du Cr (3,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Cr dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 24 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 57 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Cr dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[37] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. En effet, ces stations sont localisées sur l'axe Rhône-Saône et aucune station n'a été présélectionnée dans le Languedoc et la Provence-Côte d'Azur.
Dans la partie Nord, les concentrations en Cr dissous (RCS) sont majoritairement non quantifiées (LQ ≤ 30 % NQE). Néanmoins les concentrations quantifiées (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont en majorité inférieures à 0,8 µg/L. On peut en déduire que le niveau de fond géochimique est probablement faible (<0,8µg/L) dans ce secteur.
Au Sud-est de la zone sédimentaire, les concentrations des stations présélectionnées ont une faible variabilité et sont inférieures à 0,8 µg/L. Cependant un point singulier du FOREGS se démarque par une forte valeur de concentration (3,0 µg/L) en Cr dissous, on peut suspecter un apport anthropique. Il est nécessaire d'acquérir des informations supplémentaires sur ce site. Excepté ce point, on peut en déduire que le niveau de fond géochimique est probablement faible dans cette zone.

Localement, en limite Nord Est de la Chartreuse, un site localisé présente une valeur de 1,9 µg/l. Une acquisition de données supplémentaire est nécessaire afin de valider ou non un lien avec la géologie du site.

Zone de socle et mixte :

A l'Est et au Sud-est du Massif Central, la moitié des stations (RCS et FOREGS confondus) a une FQ égale à 0 % avec des LQ inférieures à 30 % NQE. L'autre moitié des stations a des concentrations moyennes inférieures à 0,8 µg/L qui varient peu sur la zone de socle. On peut en déduire que le niveau de fond géochimique est probablement faible.

Dans le Nord des Alpes, les concentrations varient localement. Sur trois sites localisés (Romanche amont, Glandon et Doron de Bozel), on observe des concentrations de l'ordre de 1,7 µg/L, soit deux fois supérieures à l'ensemble des autres concentrations rencontrées. Il est impossible de statuer sur le niveau de fond géochimique et des études complémentaires sur cette région sont nécessaires afin de prouver ou non l'existence d'apport anthropique. Dans le Sud des Alpes, les concentrations ne sont pas quantifiées (RCS) alors que les concentrations issues du FOREGS varient peu et sont inférieures à 0,8 µg/L. On peut en déduire que le niveau de fond géochimique est probablement faible.

Dans les Pyrénées, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 0,8 µg/L. Le niveau de fond géochimique est faible dans cette région.

Dans le Sud des Vosges, on retrouve un point singulier (1,7 µg/L) dans un espace à valeurs inférieures ou égales à 0,8 µg/L. Des études complémentaires sur cette région sont nécessaires afin de prouver ou non l'existence d'apport anthropique.

Concernant la Corse, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 0,8 µg/L ; on peut en déduire que le niveau de fond géochimique est probablement faible.

Conclusion

L'analyse de la carte des concentrations en Cr dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées du RCS et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin RM&C. Dans le Nord et le Sud-est de la zone sédimentaire, le fond géochimique en Cr dissous est probablement faible (< 0,8 µg/L). Dans les zones de socle, la Corse, les Pyrénées, le Massif Central et le Sud des Alpes ont probablement un fond géochimique faible. L'existence de sites localisés à valeur plus élevées (1,7 – 1,9 µg/l) incite à la prudence et à la vérification avant de généraliser

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Cr dissous.

De façon générale, la bonne qualité des données de mesure (i.e., LQ au regard de la NQE) permet d'envisager un niveau de fond géochimique probablement faible pour le chrome, sous réserve de confirmer que les valeurs « atypiques » rencontrés (Bugey, Alpes Nord Internes, Sud des Vosges) ont une origine anthropique. L'examen

de l'ensemble des valeurs confirme ce niveau de fond faible, mais avec des réponses fortes à des pressions localisées.

Bibliographie

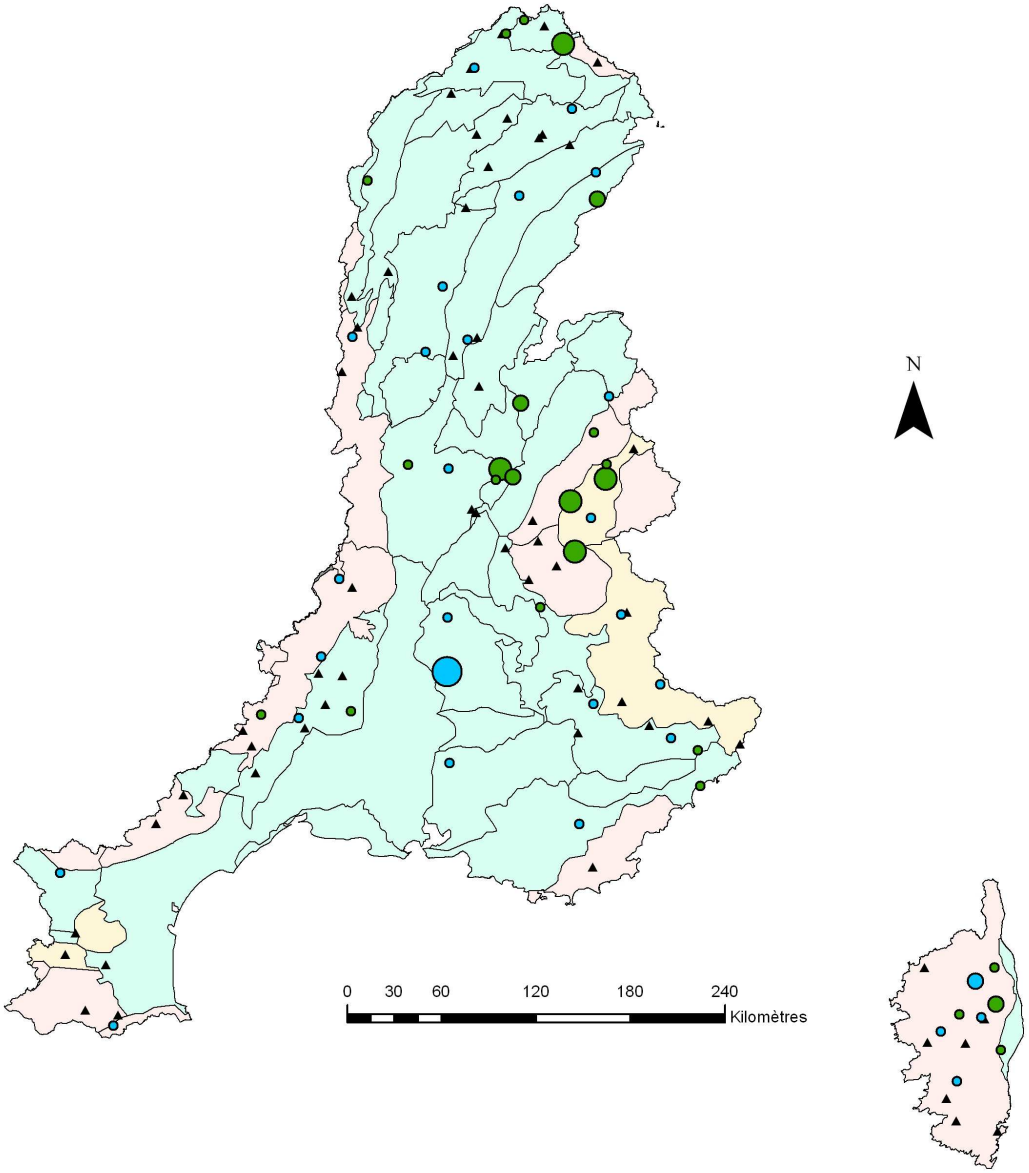
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C



Typologie des concentrations en chrome (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,08	< 0,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,80 - 1,59	0,80 - 1,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	1,60 - 2,39	1,60 - 2,39	LQ > NQE
volcanique	2,40 - 3,39	2,40 - 3,39	
	≥ 3,40	≥ 3,40	**NQE (Cr) = 3,4 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cuivre (Cu) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[38], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du Cu (1,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Cu dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 67 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 14 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Cu dissous du RCS, la LQ est systématiquement comprise entre 30 et 100 % de la NQE ; alors que celles issues du FOREGS sont inférieures à 30 % de la NQE.

[38] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

Dans le bassin sédimentaire, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient fortement et fluctuent entre 0,6 et 1,4 µg/L. On observe des concentrations (RCS et FOREGS confondus) supérieures à la NQE du Cu. Le cuivre étant largement utilisé comme produit phytosanitaire à l'échelle domestique et agricole (en particulier des vignes, des vergers et des oliveraies sur le bassin RM&C), les concentrations fortes en Cu dissous de la zone sédimentaire peuvent être la conséquence de pollution diffuse. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de préciser le niveau de fond géochimique en Cu dissous.

Zone de socle et mixte :

Dans le Sud des Vosges, les concentrations en Cu dissous sont généralement supérieures à la NQE du Cu (1,4µg/L), et varient faiblement. Le fond géochimique est *a priori* fort dans cette région.

A l'Est du Massif Central, les concentrations en Cu dissous son comprises entre 0,6 et 1,2 µg/L et varient faiblement. Le fond géochimique est probablement moyen dans cette zone, malgré quelques valeurs fortes localement.

Dans les Alpes, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 0,6 et 0,9 µg/L. Le fond géochimique en Cu dissous est probablement faible à moyen (< 0,9 µg/L) dans cette région. On constate que pour une majorité des stations présélectionnées la FQ est égale à 0 % avec une LQ supérieure à 30 % NQE. Une acquisition de données supplémentaires avec une LQ inférieure à 30% de la NQE est nécessaire permettrait de confirmer l'hypothèse d'un niveau de fond géochimique faible.

Au Sud-est du Massif Central, les concentrations sont inférieures à 0,9 µg/L et varient faiblement. Le fond géochimique est probablement faible dans cette région. Cependant, on note deux points singuliers du FOREGS avec des concentrations en Cu dissous supérieures à la NQE (2,6 à 2,8 µg/L). Des études supplémentaires sont nécessaires afin de préciser un lien ou non avec la géologie du site.

Dans l'Est des Pyrénées, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) sont comprises entre 0,6 et 1,2 µg/L. Le niveau de fond géochimique est probablement faible/moyen. Dans cette zone, des études supplémentaires permettraient de préciser si ces concentrations ont un lien ou non avec la géologie des sites.

Concernant la Corse, les concentrations moyennes quantifiées varient peu et sont inférieures à 0,9 µg/L. Un point singulier du RCS, situé à l'Ouest avec une concentration de 4,6 µg/L, se démarque de la tendance observée et s'expliquerait vraisemblablement par une contamination en Cu soit du site ou des échantillons. Les concentrations issues du FOREGS varient peu et sont comprises entre 0,6 et 1,2 µg/L. Au vue des données du FOREGS, le fond géochimique semblerait moyen tandis que les concentrations moyennes du RCS indiqueraient un fond géochimique plutôt faible. Il est impossible de statuer sur le niveau d'un fond géochimique et des études supplémentaires sont nécessaires.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en cuivre dissous dans les eaux de surface des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin RM&C. Dans la zone sédimentaire, il est impossible de se prononcer avec les données actuelles sur le niveau d'un fond géochimique en Cu dissous. En effet les informations fournies laissent présager à des contaminations. Dans les zones de socle (le Sud des Vosges et l'Est du Massif Central) ont probablement un fond géochimique moyen/fort (> 1, 20 µg/l) ; alors que pour les Alpes, la Corse et le Sud-est du Massif Central, le fond géochimique est probablement moyen voire faible (0 ,6 - 0,9 µg/L) Par contre à l'Est des Pyrénées, le niveau de fond géochimique, probablement faible/moyen, reste à préciser.

Les conclusions exposées dans le rapport du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Cu dissous.

De façon générale, malgré la bonne qualité des données (i.e., LQ au regard de la NQE), on constate une pollution en Cu sur toute la zone sédimentaire. En effet, le Cu est largement utilisé dans les traitements phytosanitaires des vignes, des vergers, des oliveraies et des potagers, cultures largement répandues sur le

bassin RM&C. Ainsi la qualification des niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin reste difficile. L'acquisition de données fiables, voire d'études spécifiques complémentaires, est nécessaire. Il apparaît nécessaire d'acquérir de données complémentaires avec des LQ inférieures à 30% NQE dans ces différentes régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

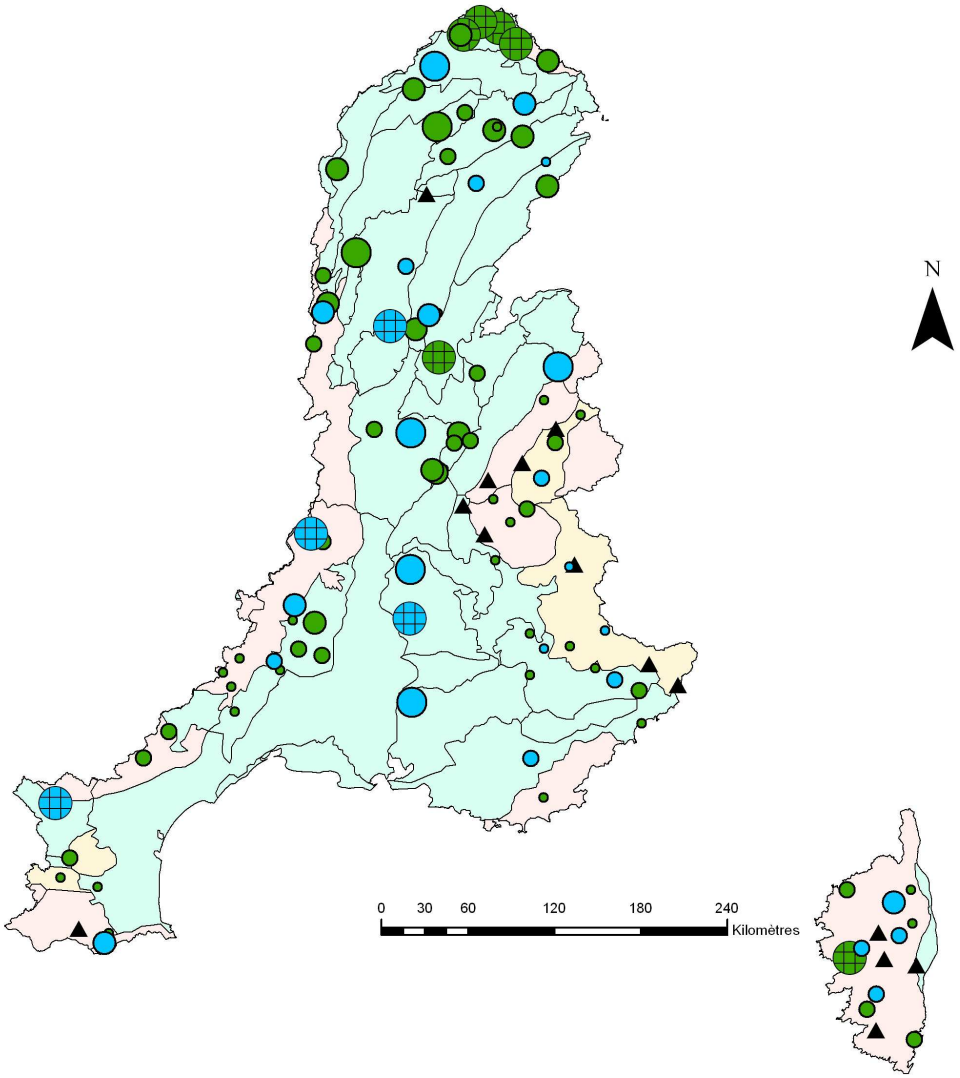
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C



Typologie des concentrations en cuivre (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,60	< 0,60	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	LQ > NQE
volcanique	1,20 - 1,39	1,20 - 1,39	
	≥ 1,40	≥ 1,40	**NQE (Cu) = 1,4 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en mercure (Hg) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[39], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du Hg (0,05 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Aucune donnée en Hg dissous n'est disponible dans l'étude du FOREGS. Des problèmes d'échantillonnage d'eau et d'analyse du Hg ne leur a pas permis de disposer de données fiables.

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale qui concerne l'axe Rhône-Saône, à laquelle s'ajoutent plaines et collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur, des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Hg dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 16 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 65 ont une FQ égale à 0 %.

[39] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Pour les données en Hg dissous du RCS, la LQ est systématiquement supérieure à 30 % NQE.

Les résultats

On constate que 83 % des stations RCS présélectionnées ont des FQ égales à 0 % avec des LQ supérieures à 30 % de la NQE mais inférieures ou égales à la NQE. Ces données ne permettent de statuer sur un niveau de fond géochimique en Hg.

Cependant, des concentrations moyennes avec des FQ comprises entre 8 et 25 % sont présentes sur la carte. Ces FQ sont relativement faibles et tenant compte de la difficulté d'analyse du mercure dissous, il est probablement que ces concentrations moyennes ne représentent pas des concentrations naturelles en Hg dissous. En effet, les problèmes d'analyses du mercure sont fréquents et contribuent à la diminution de la qualité des données. L'acquisition de nouvelles données fiables avec une limite de quantification inférieure à 30% NQE serait nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique

Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique en Hg dissous sur ce bassin.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Hg dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Hg dissous.

De façon générale, on constate un manque de données fiables qui ne permet pas de qualifier les niveaux de fonds géochimiques en Hg dissous sur l'ensemble du bassin.

Bibliographie

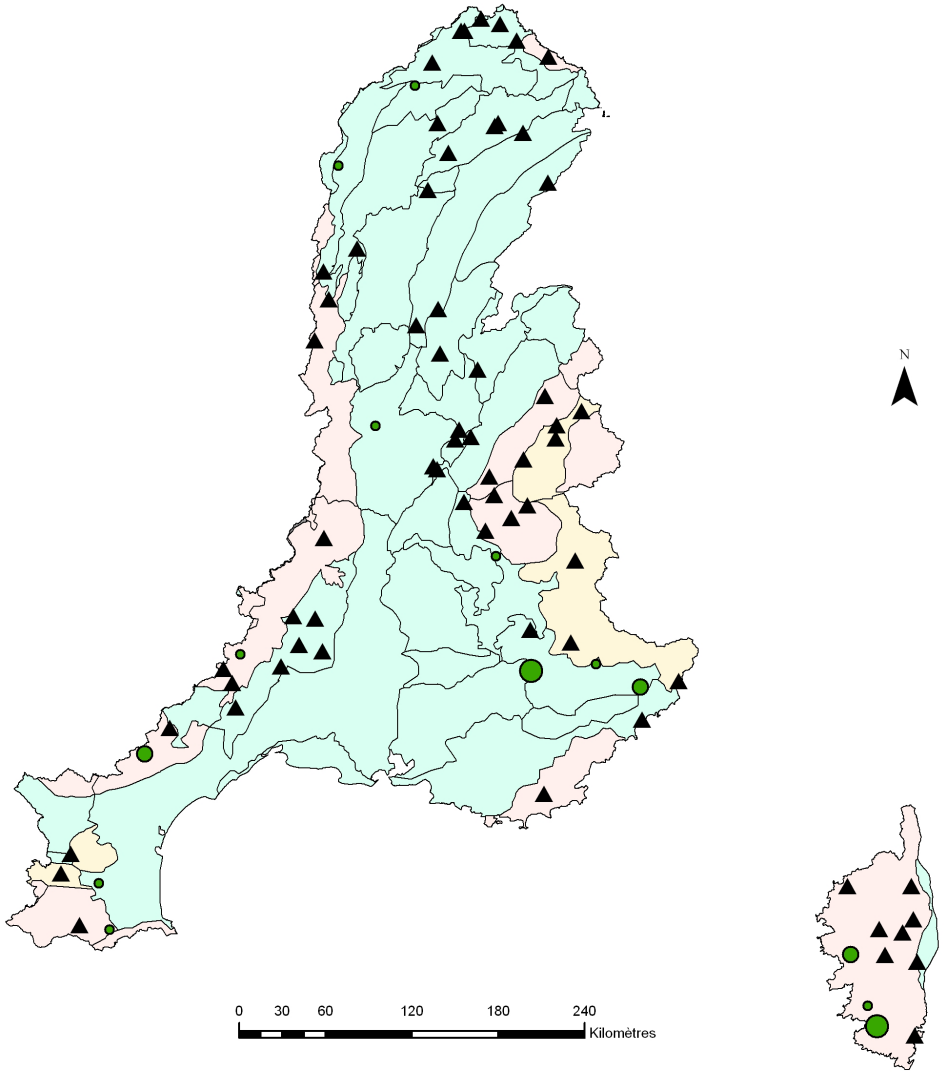
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 du bassin RM&C



Typologie des concentrations en mercure (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

RCS 2010
- < 0,020
- 0,020 - 0,029
- 0,030 - 0,039
- 0,040 - 0,049
- ≥ 0,050

non quantifié
- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Hg) = 0,05 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[40], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station)..

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE actuelle du Ni (20 µg/L)[41].

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Ni dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 68 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 13 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Ni dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[40] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».
[41] Une révision à la baisse de la valeur de la NQE (4µg/L) actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les résultats

Sur l'ensemble du bassin RM&C, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) ne varient pas et sont inférieures à 5 µg/L. A l'exception de 3 stations (2 FOREGS et 1 RCS) de la zone sédimentaire dont la concentration est comprise entre 5 et 15 µg/L. Le niveau de fond géochimique est probablement faible.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en Ni dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est homogène sur le bassin RM&C. Le fond géochimique est probablement faible dans le bassin et inférieur à 5 µg/L.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) indique présence localisée de Ni sur la frange Est du Massif Central, et pointe Nord de la Corse avec des niveaux de confiance très variables.

De façon générale, la bonne qualité des données (i.e., LQ au regard de la NQE) laisse supposer que le niveau de fond géochimique en Ni est probablement faible.

Bibliographie

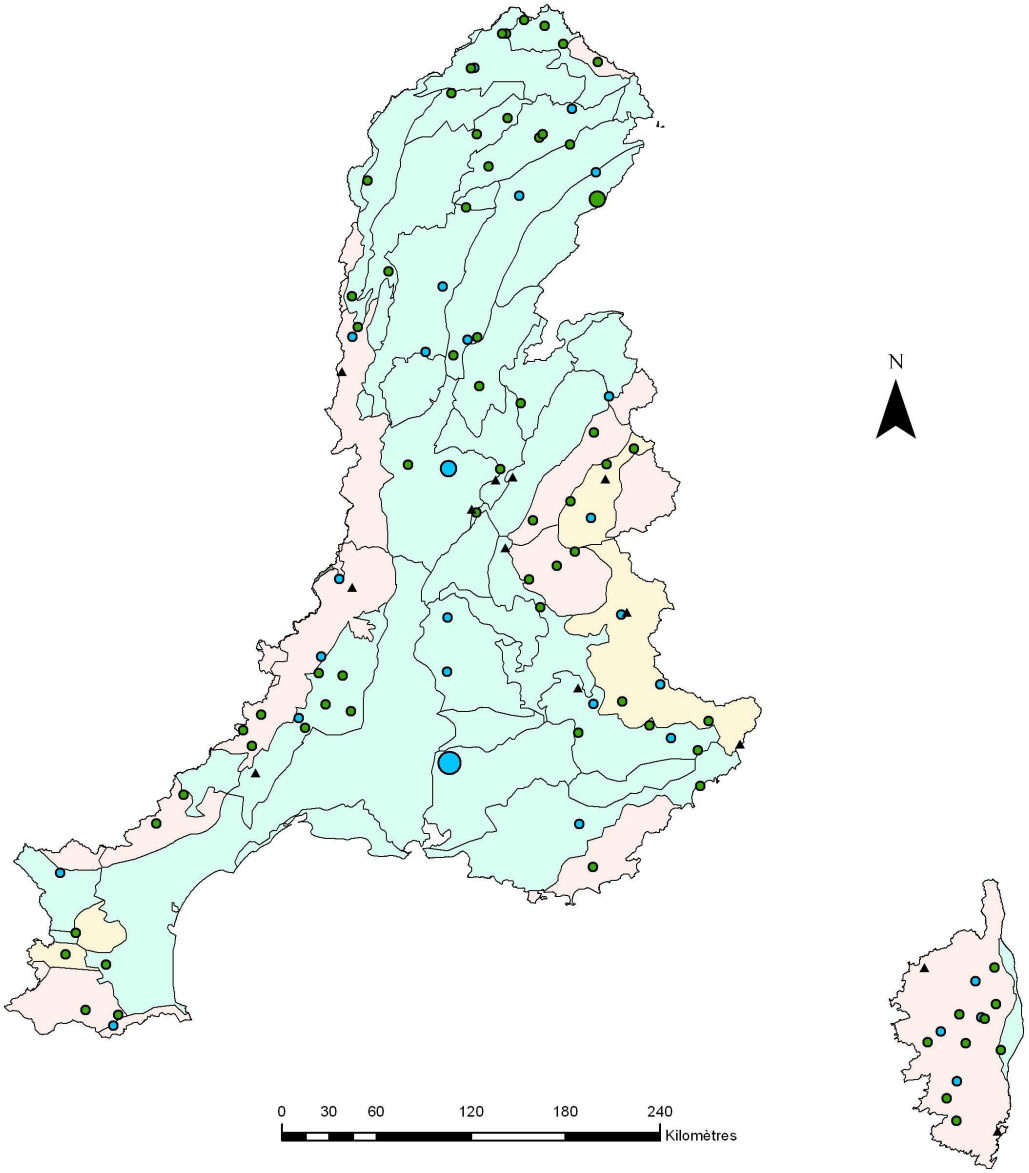
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 5,00	< 5,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	5,00 - 9,99	5,00 - 9,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	10,00 - 14,99	10,00 - 14,99	LQ > NQE
volcanique	15,00 - 19,99	15,00 - 19,99	
	≥ 20,00	≥ 20,00 **NQE (Ni) = 20,00 µg/L**	

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 20 à 4 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[42], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station) (Salminen *et al.*, 2005).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du Ni pour la valeur de 4 µg/L, actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Pour les données en Ni dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Ni dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 68 ont une FQ strictement supérieure à 0

[42] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

% et 13 ont une FQ égale à 0 %.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur la zone sédimentaire. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) sont comprises entre 0,3 et 10,6 µg/L. Les concentrations issues du FOREGS situées le long de l'axe Rhône-Saône sont supérieures à la NQE avec une concentration maximale de 10,6 µg/L. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique sur cette zone à partir de l'analyse géographique des sites présélectionnés.

Toutefois, la distribution de fréquence des classes de concentrations moyennes des stations sélectionnées et non-sélectionnés (n=409) de la zone sédimentaire indique que 87 % des concentrations sont inférieures à 1 µg/L et 98 % des concentrations cumulées inférieures à 2 µg/L. Le fond géochimique en Ni dissous est donc probablement faible (<2µg/L) sur l'ensemble de la zone sédimentaire.

Zone de socle et mixte :

Dans le Sud des Vosges, le Massif Central, le Nord des Alpes et la Corse, les concentrations moyennes (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 2 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible (<2µg/L). On note toutefois un point singulier du FOREGS dans la partie Ouest du bassin avec une concentration de 3,53 µg/L alors qu'à proximité de ce point une concentration moyenne n'a pas pu être quantifiée avec une LQ inférieure ou égale à 30 % NQE (LQ ≤ 1,2 µg/L).

Dans le Sud des Alpes, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) s'échelonnent entre 1 et 3 µg/L. Il est impossible de statuer sur le niveau de fond géochimique et des études supplémentaires sont nécessaires afin de préciser un lien avec la géologie de la région.

Dans l'Est des Pyrénées, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 1 et 2 µg/L. Le niveau de fond géochimique est probablement faible (<2µg/L) dans les Pyrénées.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin RM&C. Dans la zone sédimentaire, les stations présélectionnées sont localisées uniquement dans la zone de l'axe Rhône-Saône dont les valeurs varient fortement. Aucune station dans les plaines et collines du Languedoc et de la Provence-Côte d'Azur n'a été présélectionnée. Néanmoins, une analyse statistique des données indique que 98 % des concentrations moyennes de la zone sédimentaire sont inférieures à 2 µg/L. On peut en déduire que le fond géochimique en Ni dissous est probablement faible (<2µg/L).
Reste une interrogation quant aux valeurs relativement élevées renvoyées par les sites du FOREGS : il conviendrait de déterminer s'il s'agit de variations temporelles liées à l'hydrologie, de pollution localisées, ou de problèmes liés à l'échantillonnage ou l'analyse.
Dans les zones de socle, le Sud des Vosges, le Massif Central, le Nord des Alpes et la Corse ont probablement un fond géochimique faible (<2µg/L). En revanche, dans le Sud des Alpes, le fond géochimique reste à valider par l'acquisition de données complémentaires.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) sont partiellement en accord avec nos observations (présence localisée de Ni sur la frange Est du Massif Central, et pointe Nord de la Corse avec des niveaux de confiance très variables).

De façon générale, la bonne qualité des données (i.e., LQ au regard de la NQE) permet de qualifier les niveaux de fonds géochimiques sur l'ensemble du bassin, à l'exception des secteurs Sud des Alpes. Il apparaît nécessaire d'acquérir des données complémentaires dans ces régions si on maintient l'objectif de qualifier des « niveaux » de fond géochimiques.

Bibliographie

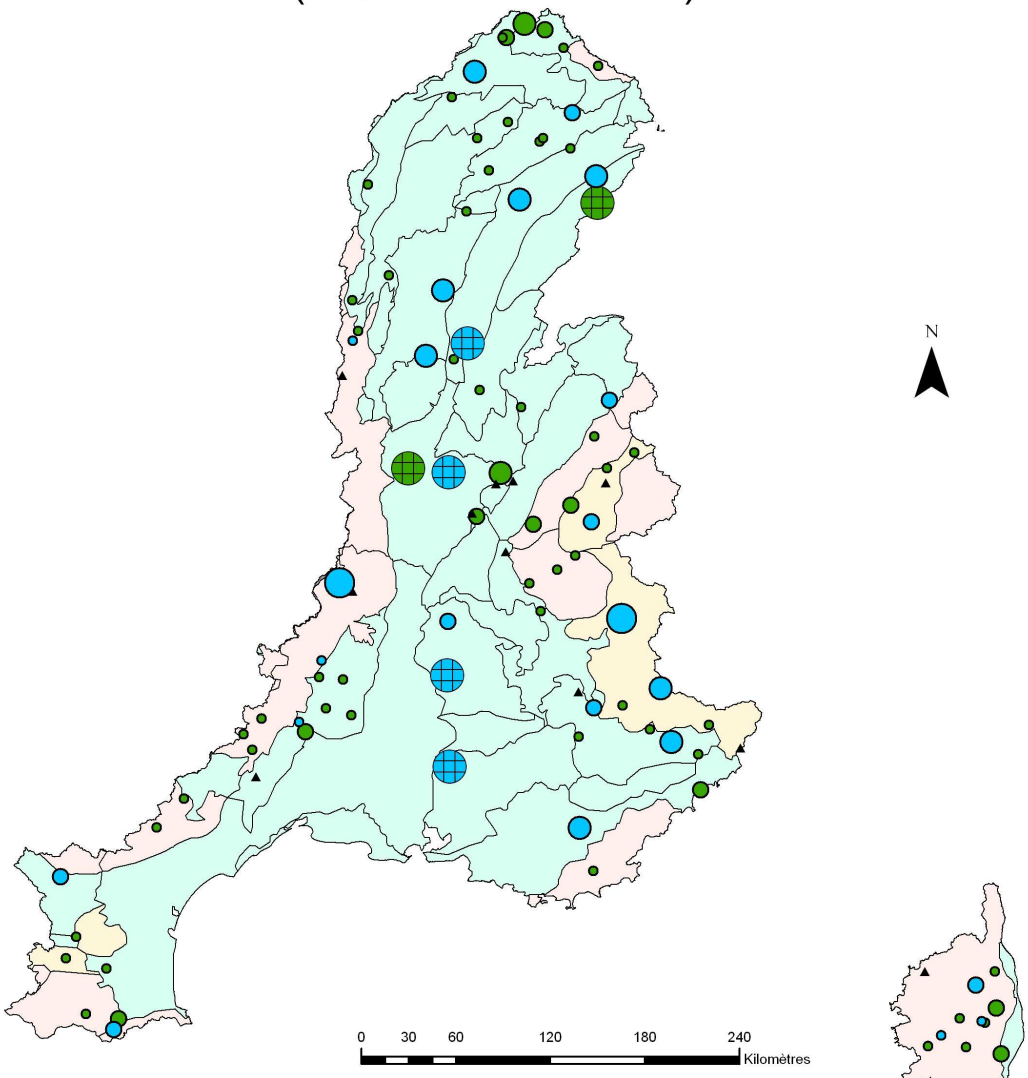
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C (NQE en discussion)



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 3,99	3,00 - 3,99	
	≥ 4,00	≥ 4,00	**NQE (Ni) = 4,00 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[43], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE actuelle du Pb (7,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Pb dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 48 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 33 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Pb dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[43] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin RM&C pour les sites sélectionnés. Les concentrations ne varient pas et sont inférieures à 1,8 µg/L. Le fond géochimique en Pb dissous est probablement faible (<1,8µg/L) ; ce qui est confirmé si l'on étend l'analyse à l'ensemble des sites (99 % de ceux-ci ont une concentration inférieure à 1,8 µg/l). On note un point singulier (station du FOREGS) dans le Sud de la zone sédimentaire avec une concentration en Pb dissous (10,6 µg/L) supérieure à la NQE. Une étude supplémentaire serait nécessaire afin de préciser le niveau de fond géochimique en Pb dissous sur ce site.

Conclusion

Les concentrations ne varient pas et sont inférieures à 1,8 µg/L. Le fond géochimique en Pb dissous est faible (< 1,8 µg/L) sur l'ensemble du bassin.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) précisent un risque de fond géochimique élevé dans le Sud-est du Massif-Central à partir de l'étude des indices miniers (Banque du sous-sol) qui n'est pas vérifié par les valeurs disponible du RCS 2010.

De façon générale, la bonne qualité des données (i.e., LQ au regard de la NQE) permet de conclure à un niveau de fonds géochimiques en plomb faible (<1,8µG/L) sur l'ensemble du bassin pour une NQE de 7,20 µg/l.

Cela n'exclut pas des variations locales possibles, qu'il conviendra de quantifier précisément si elles sont constatées.

Bibliographie

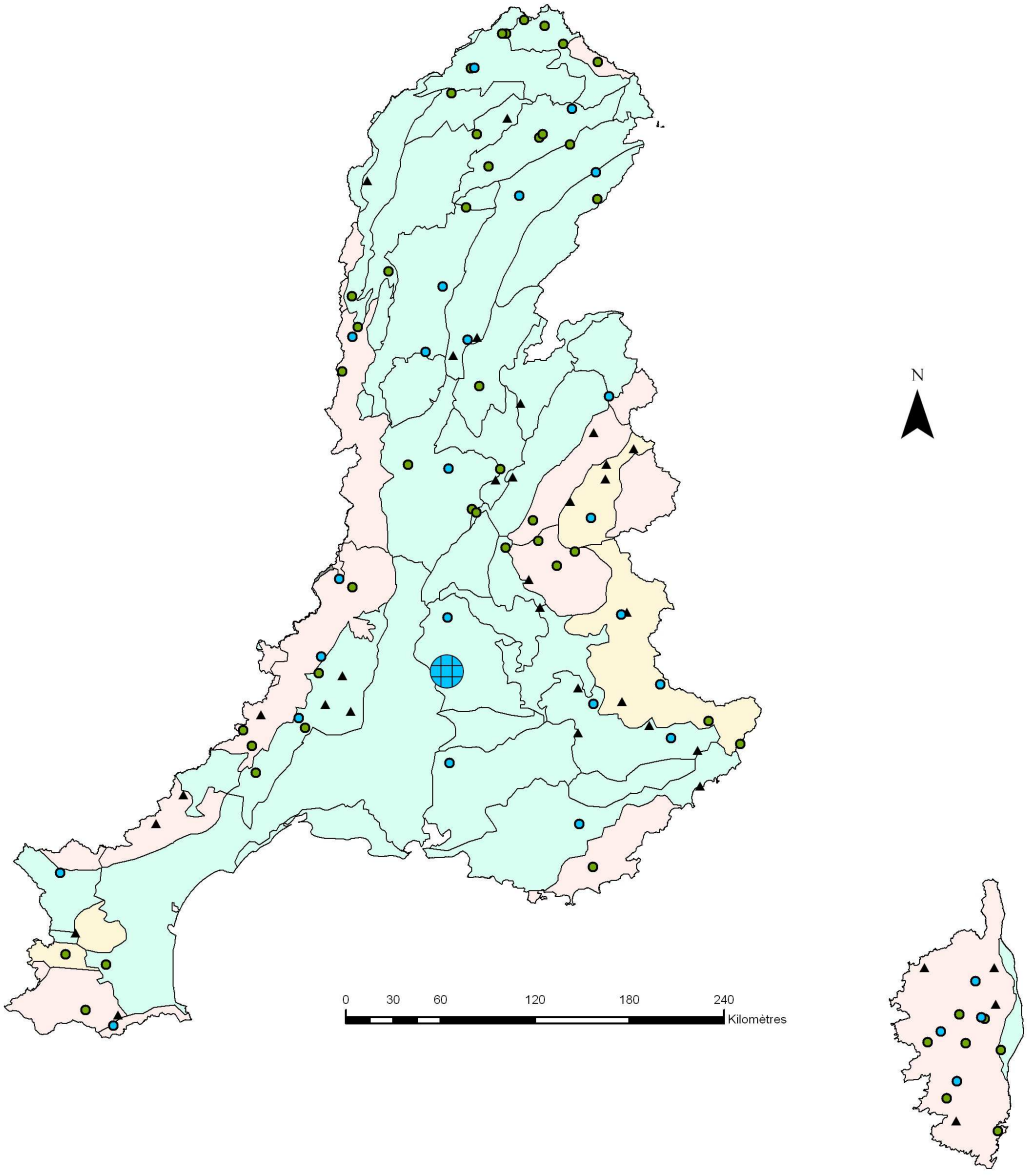
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,80	< 1,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,80 - 3,59	1,80 - 3,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	3,60 - 5,39	3,60 - 5,39	LQ > NQE
volcanique	5,40 - 7,19	5,40 - 7,19	
	≥ 7,20	≥ 7,80	**NQE (Pb) = 7,20 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 7,2 à 1,2 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[44], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du Pb (1,2 µg/L), (NQE actuellement (début 2013) en cours de discussion).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur),, des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Pb dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations, 48 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 33 ont une FQ égale à 0 %.

Pour les données en Pb dissous du RCS et du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[44] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Sur l'ensemble du bassin RM&C, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprise entre 0,03 et 0,06 µg/L. le fond géochimique est probablement faible (< 0,06 µg/L).
L'ensemble des valeurs disponibles (sans sélection SIG) montre également des valeurs faibles (74 % sont inférieures à 0,06 µg/l).
On constate la présence de deux concentrations singulières du FOREGS dans le Sud et Sud-est du bassin avec des concentrations supérieures à la NQE (respectivement 10,6 et 1,68 µg/L). Des études supplémentaires seront nécessaires pour confirmer l'existence d'un niveau de fond géochimique plus élevé sur ces sites.

Conclusion

Les concentrations des sites sélectionnés ne varient pas et sont inférieures à 0,06 µg/L. Le fond géochimique en Pb dissous est probablement faible (< 0,06 µg/L) sur le bassin RM&C.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) précisent un risque de fond géochimique élevé dans le Sud-est du Massif Central à partir de l'étude des indices miniers (Banque du sous-sol) visible sur les sites non sélectionnés, une analyse plus fine est nécessaire pour confirmer qu'il ne s'agit pas d'une origine anthropique.

De façon générale, la bonne qualité des données (i.e., LQ au regard de la NQE), permet de conclure à un niveau faible (< 0,06 µg/L) de fond géochimique en plomb sur l'ensemble du bassin. Ceci n'exclut pas la possibilité de niveau localement élevé, qu'il conviendra de quantifier alors plus précisément.

Bibliographie

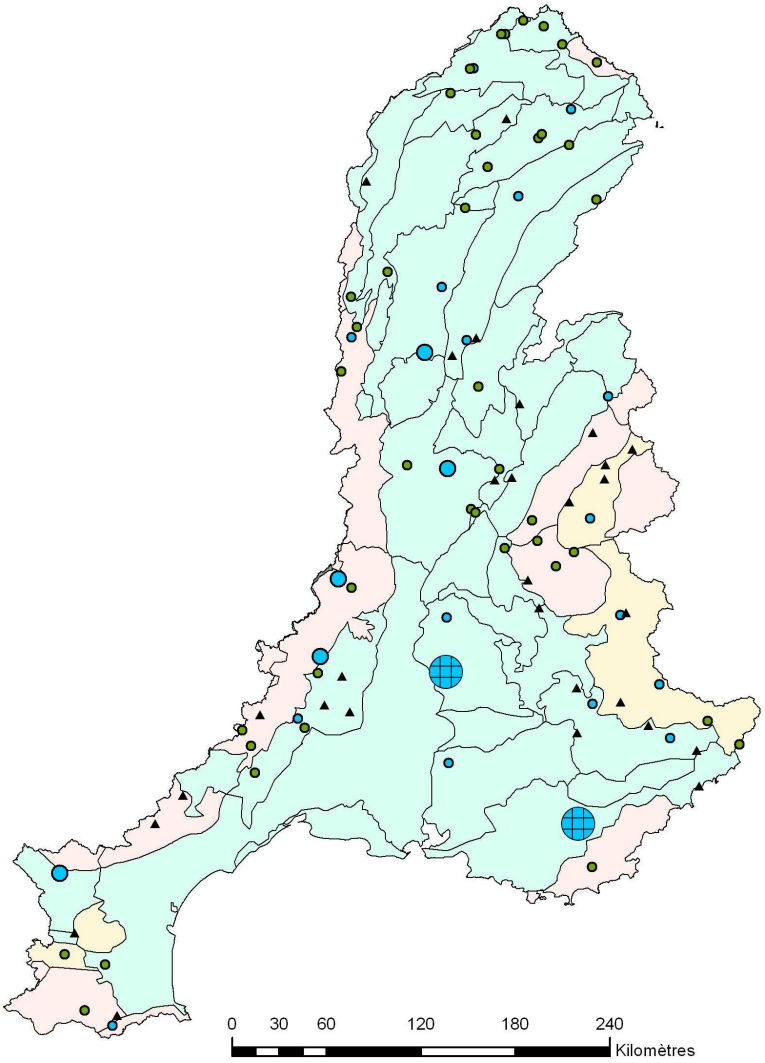
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

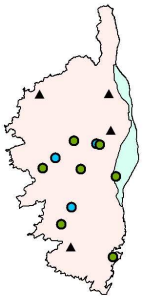
MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C (NQE en discussion)





Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,30	< 0,30	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,30 - 0,59	0,30 - 0,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	LQ > NQE
volcanique	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	
	≥ 1,20	≥ 1,20	**NQE (Pb) = 1,20 µg/L**

Septembre 2012
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Rhône-Méditerranée-Corse »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en zinc (Zn) dissous dans les eaux de surface du bassin Rhône Méditerranée et Corse (RM&C). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[45], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert foncé, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010) pour lesquelles la dureté de l'eau est supérieure à 24 mg $CaCO_3$/L (NQE : 7,8 µg/L).
- En vert clair, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010) pour lesquelles la dureté de l'eau est inférieure à 24 mg $CaCO_3$/L (NQE : 3,1 µg/L).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe la plus forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE la plus basse du Zn (3,1 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence RM&C. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin RM&C comprend une grande zone sédimentaire centrale (l'axe Rhône-Saône, les plaines et les collines du Languedoc et de Provence Côte d'Azur), des zones de socle (le Sud des Vosges, l'Est et le Sud-est du Massif Central et la Corse) et une zone avec une lithologie de type socle et mixte (les Alpes et l'Est des Pyrénées).

[45] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Présentation des données

Les données fournies par l'agence RM&C concernent les concentrations en Zn dissous mesurées dans les eaux de surface tout au long de l'année 2010 pour 368 stations du RCS. 81 stations du RCS sur 368 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 81 stations présélectionnées, toutes ont une FQ supérieure ou égale à 30 %.

Pour les données en Zn dissous du FOREGS, la LQ est systématiquement inférieure à 30 % NQE.

Concernant les données du RCS, toutes les concentrations en Zn ont été quantifiées avec une LQ inférieure à 30 % NQE.

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des stations présélectionnées de la zone sédimentaire est hétérogène. En effet, ces stations sont localisées sur l'axe Rhône-Saône et aucune station n'a été présélectionnée dans le Languedoc et la Provence-Côte d'Azur.

Dans le bassin sédimentaire, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient fortement et sont comprises entre 2 et 17 µg/L. Les informations actuelles sont insuffisantes pour valider un lien avec la géologie de cette zone et de statuer sur un niveau de fond géochimique. Cependant, une contamination en Zn lors de l'échantillonnage est quelque de chose de fréquent, constaté par les experts en chimie analytique (Botta et al. 2010). En conséquence, l'acquisition et une amélioration de la qualité des prélèvements permettrait de définir le niveau de fond géochimique en Zn.

Zone de socle et mixte :

Dans les Alpes et les Pyrénées, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 2 et 6 µg/L. Le niveau de fond géochimique est probablement moyen.

Dans l'Est du Massif Central, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) ne varient pas et sont inférieures à 2 µg/L. Le fond géochimique est probablement faible (< 2 µg/L).

Dans le Sud des Vosges, les concentrations moyennes varient peu et sont supérieures à 8 µg/L. Le fond géochimique est probablement fort dans cette zone.

Dans le Sud-est du Massif Central et la Corse, les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient beaucoup et fluctuent entre 2 et 14 µg/L. Il est impossible de statuer sur un niveau de fond géochimique dans cette zone. Des études supplémentaires sont nécessaires pour déterminer un niveau de fond géochimique en Zn.

Conclusion

L'étude de la carte des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS indique que la distribution spatiale de ces stations est hétérogène sur le bassin RM&C. Dans la zone sédimentaire, il est impossible de se prononcer avec les données actuelles sur le niveau d'un fond géochimique en Zn dissous. En effet les informations fournies laissent présager à des contaminations lors de l'échantillonnage ou à des apports anthropiques. Ce phénomène est fréquemment observé par des experts lors de l'analyse du Zn.

Les conclusions exposées dans l'étude du BRGM (Brenot *et al.* 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en Zn.

De façon générale, malgré le respect des contrainte de LQ au regard de la NQE, on constate une variabilité des résultats qui ne permet pas de conclure sur les niveaux de fond géochimique en Zn ; à l'exception du Sud des Vosges (probablement fort), des Alpes/Pyrénées (faible/moyen), sous réserve de confirmation par des campagnes analytiques garantissant l'absence de contaminations.

Bibliographie

Botta, F., Blanquet, J.-P., Champion, R., Ferret, C., Guignes, N., Lazzarotto, J., and Lepot, B., 2011, Impact des opérations de prélèvelements sur la variabilité des résultats d'analyses – Essai comparaison sur le prélèvement en plan d'eau. AQUAREF 2010, p. 122

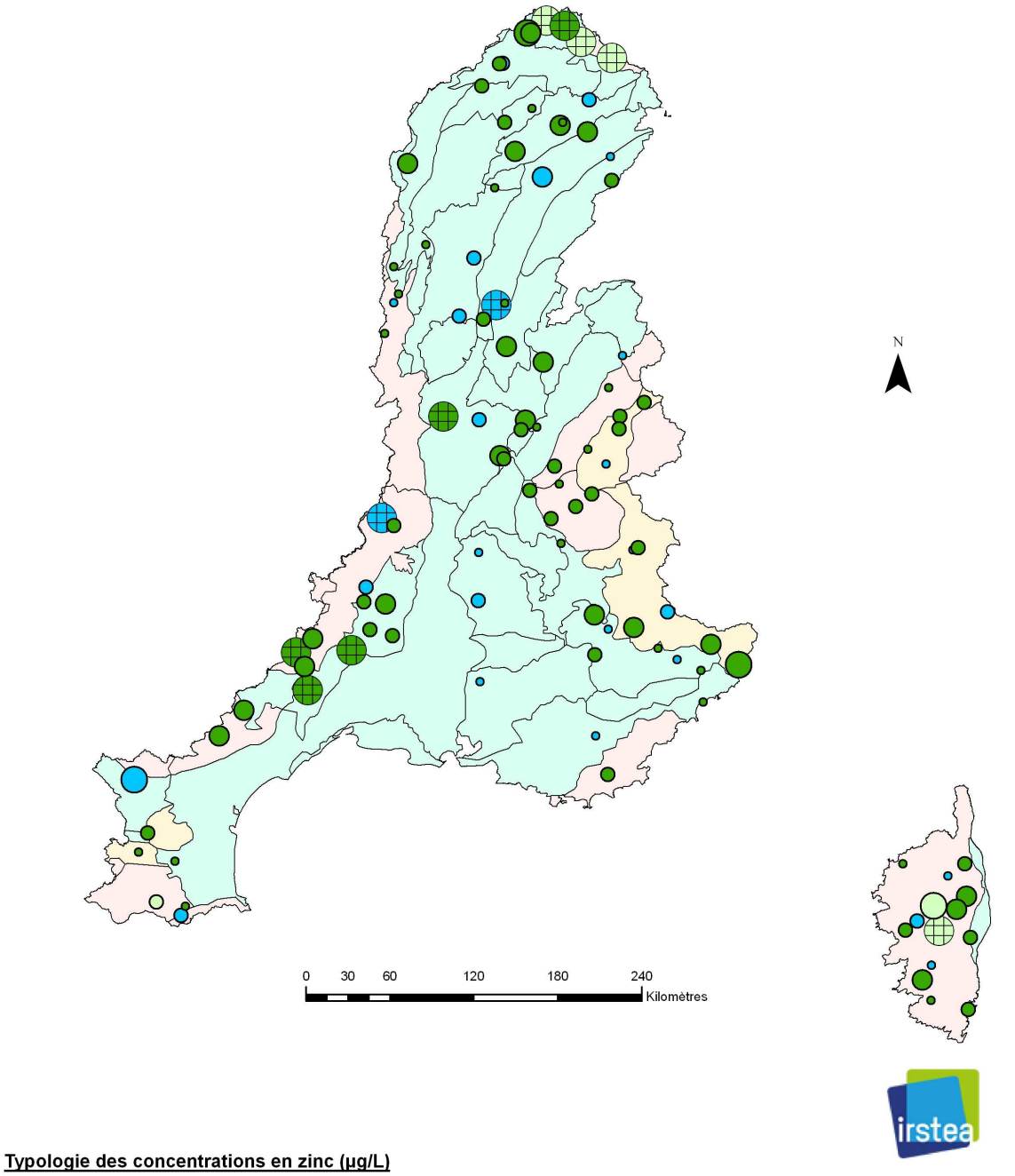
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2006, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Rhône - Méditerranée et Corse. Rapport de phase 3. Définition d'un programme d'acquisiton de données., BRGM, p. 50.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin RM&C



Annexe 7 : Commentaires de cartes sur la distribution spatiale des concentrations en éléments traces des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en arsenic (As) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[46], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en As dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 38 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 98 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en As dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont pour une part inférieure à 30 % de la NQE et d'autre part compris entre 30 % et 100 % de la NQE.

[46] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les stations sont localisées plutôt en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des concentrations moyennes, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique en arsenic dans le bassin SN. Cependant, la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) rend possible par extrapolation de données fiables la définition d'un niveau de fond géochimique. Toutefois, la qualité des données exploitées est insuffisante, seulement 13 % des données sont quantifiées et présentent une variabilité élevée avec des concentrations comprises entre 1 et 4,2 µg/L. La Limite de quantification, systématiquement supérieure à 30 % de la NQE ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique. L'acquisition de nouvelles données respectant a minima ce cadre règlementaire est nécessaire afin de déterminer un niveau de fond géochimique.

Zone de socle :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et les côtes du Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, les concentrations moyennes sont variables et sont comprises entre 1 et 4,2 µg/L. Le niveau de fond géochimique en arsenic dissous est probablement moyen à fort dans le Morvan. On note une concentration moyenne supérieure à la NQE au Nord du Morvan. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de valider ou non un lien avec la géologie du site.
Dans les côtes du Cotentin, 83 % des concentrations moyennes ne sont pas quantifiées et leur LQ associée est comprise entre 30 % et 100 % de la NQE. Au vu de la qualité des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique par contre il est probablement inférieure à la NQE en As (4,2 µg/L).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. La qualité des données issues du RCS rend impossible la détermination d'un niveau de fond géochimique en As dans la zone sédimentaire. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique est probablement moyen à fort dans le Morvan et inférieure à la NQE dans le secteur des côtes du Cotentin.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne mentionnent aucune information sur le fond géochimique en As concernant les eaux de surface. Toutefois des concentrations élevées en As sont présentes dans les eaux souterraines dans le Morvan et le Cotentin. Ces conclusions sont partiellement en accord avec les observations faites dans le Morvan.

De façon générale, l'acquisition de données de qualité est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en arsenic dans le bassin sédimentaire.

Des études supplémentaires conformes au guide méthodologique permettraient de quantifier le fond géochimique d'un niveau moyen dans le Morvan.

Bibliographie

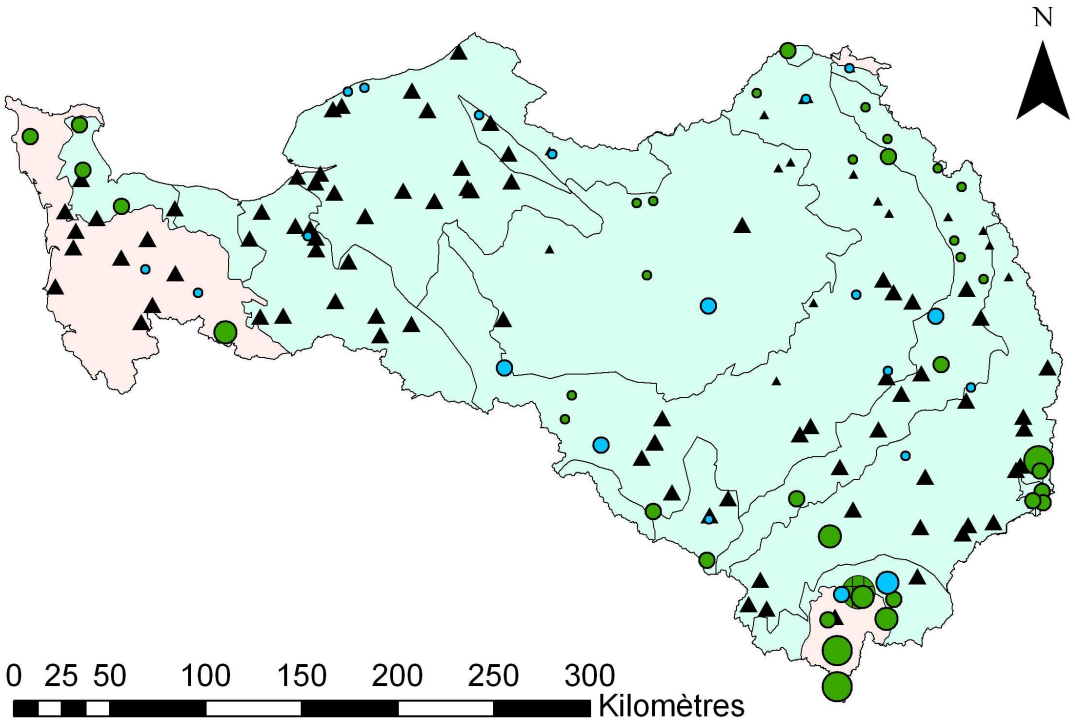
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en arsenic (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30% NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30% NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 4,19	3,00 - 4,19	
	≥ 4,20	≥ 4,20	

NQE (As) = 4,2 µg/L

Fevr 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en arsenic (As) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[47], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE de l'arsenic (4,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en As dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 38 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 98 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en As dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont pour une part inférieure à 30 % de la NQE et d'autre part compris entre 30 % et 100 % de la NQE.

[47] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les stations sont localisées plutôt en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des concentrations moyennes, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique en arsenic dans le bassin SN. Cependant, la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) rend possible par extrapolation de données fiables la définition d'un niveau de fond géochimique. Toutefois, la qualité des données exploitées est insuffisante, seulement 13 % des données sont quantifiées et présentent une variabilité élevée avec des concentrations comprises entre 1 et 4,2 µg/L. La Limite de quantification, systématiquement supérieure à 30 % de la NQE ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique. L'acquisition de nouvelles données respectant a minima ce cadre règlementaire est nécessaire afin de déterminer un niveau de fond géochimique.

Zone de socle :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et les côtes du Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, les concentrations moyennes sont variables et sont comprises entre 1 et 4,2 µg/L. Le niveau de fond géochimique en arsenic dissous est probablement moyen à fort dans le Morvan. On note une concentration moyenne supérieure à la NQE au Nord du Morvan. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de valider ou non un lien avec la géologie du site.
Dans les côtes du Cotentin, 83 % des concentrations moyennes ne sont pas quantifiées et leur LQ associée est comprise entre 30 % et 100 % de la NQE. Au vu de la qualité des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique par contre il est probablement inférieure à la NQE en As (4,2 µg/L).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. La qualité des données issues du RCS rend impossible la détermination d'un niveau de fond géochimique en As dans la zone sédimentaire. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique est probablement moyen à fort dans le Morvan et inférieure à la NQE dans le secteur des côtes du Cotentin.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne mentionnent aucune information sur le fond géochimique en As concernant les eaux de surface. Toutefois des concentrations élevées en As sont présentes dans les eaux souterraines dans le Morvan et le Cotentin. Ces conclusions sont partiellement en accord avec les observations faites dans le Morvan.

De façon générale, l'acquisition de données de qualité est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en arsenic dans le bassin sédimentaire.

Des études supplémentaires conformes au guide méthodologique permettraient de quantifier le fond géochimique d'un niveau moyen dans le Morvan.

Bibliographie

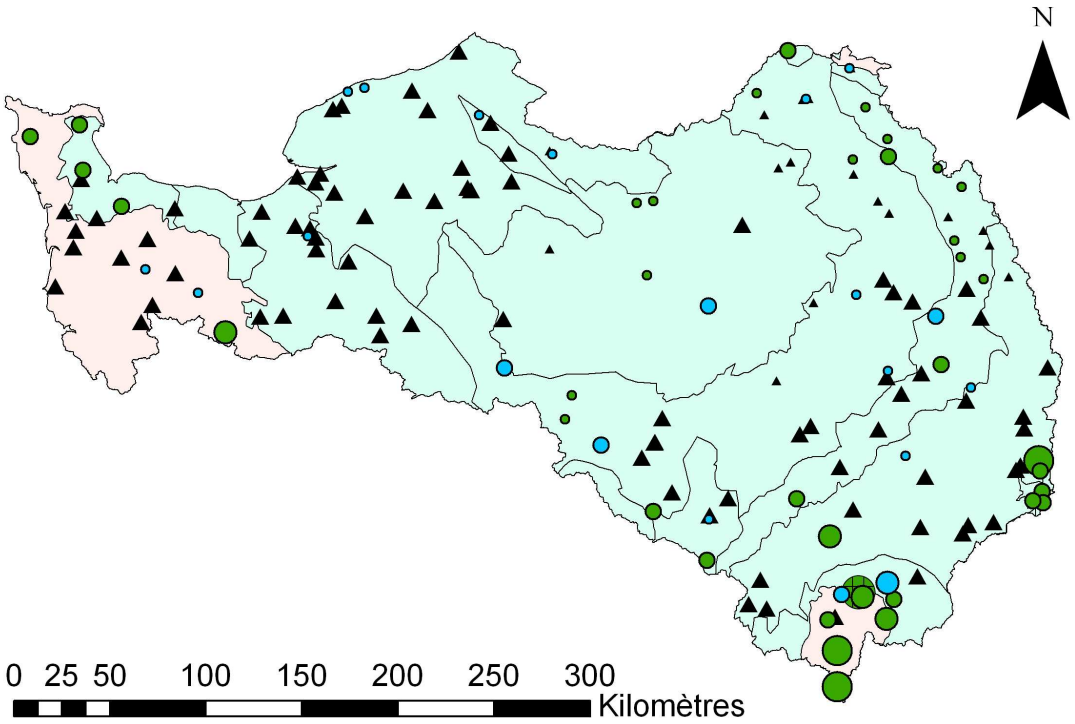
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en arsenic dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en arsenic (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30% NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30% NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 4,19	3,00 - 4,19	
	≥ 4,20	≥ 4,20	

NQE (As) = 4,2 µg/L

Fevr 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en chrome (Cr) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[48], socle et volcanique).

Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du chrome (3,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Cr dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 17 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 119 ont une FQ égale à 0 %.
Les données en Cr dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont pour une part inférieure à 30 % de la NQE et d'autre part compris entre 30 % et 100 % de la NQE.

[48] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique en chrome dans le bassin SN. Cependant, la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) rend possible par extrapolation de données fiables la définition d'un niveau de fond géochimique. Toutefois, la qualité des données exploitées est insuffisante, seulement 9 % des données sont quantifiées et présentent une variabilité élevée avec des concentrations comprises entre 0,8 et 3,4 µg/L. Sur l'ensemble des données non-quantifiées de la zone sédimentaire, 24 % ont une LQ inférieure à 30 % de la NQE et 76 % comprise entre 30 et 100 % de la NQE. La qualité insuffisante des données ne permet pas de statuer sur un niveau de fond géochimique. L'acquisition de nouvelles données est nécessaire afin de déterminer un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et les côtes du Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, 50 % des concentrations moyennes sont quantifiées. Elles varient fortement et sont comprises entre 0,8 et 4,2 µg/L. Le niveau de fond géochimique en chrome ne peut pas être défini dans le Morvan. L'acquisition de données supplémentaires est nécessaire afin de statuer sur un niveau de fond.
Dans les côtes du Cotentin, 100 % des concentrations moyennes ne sont pas quantifiées et leur LQ associée est comprise entre 30 % et 100 % de la NQE. Au vu de la qualité des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. La qualité des données issues du RCS rend impossible la détermination d'un niveau de fond géochimique en Cr dans la zone sédimentaire. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique reste également à déterminer.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne mentionnent aucune information sur le fond géochimique en Cr concernant les eaux de surface.

De façon générale, l'acquisition de données de qualité est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en arsenic dans le bassin sédimentaire.

Bibliographie

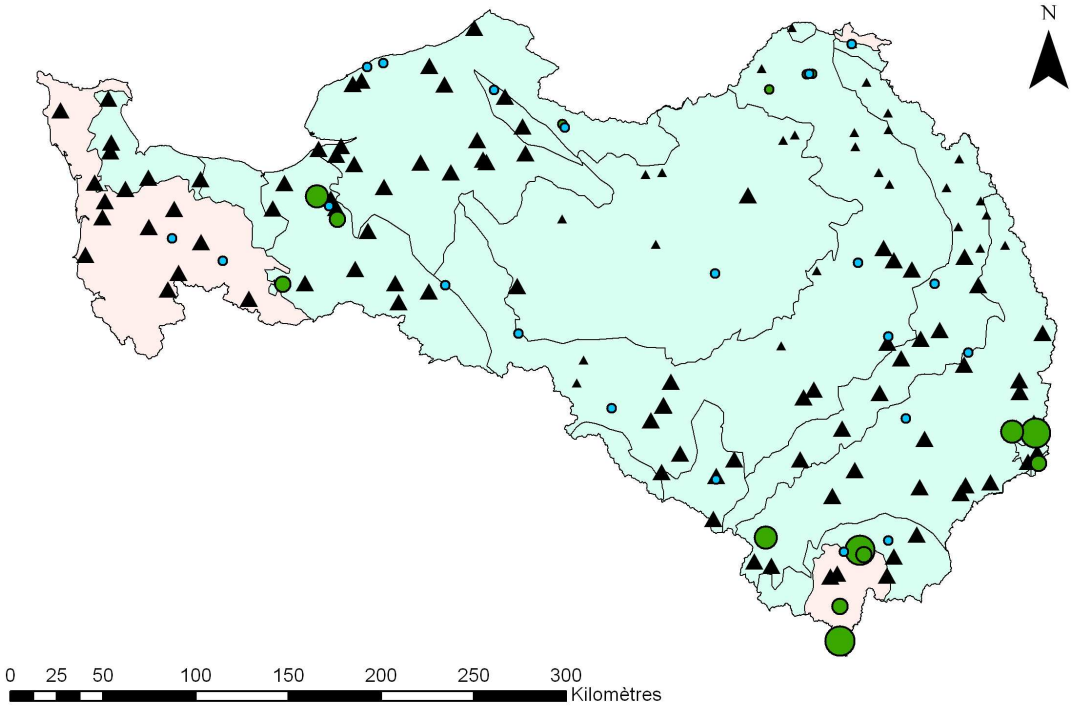
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en chrome dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en chrome (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,08	< 0,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,80 - 1,59	0,80 - 1,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	1,60 - 2,39	1,60 - 2,39	LQ > NQE
volcanique	2,40 - 3,39	2,40 - 3,39	
	≥ 3,40	≥ 3,40	

NQE (Cr) = 3,40 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en cuivre (Cu) dissous du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[49], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).

En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du cuivre (1,4 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Cu dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 561 stations du RCS. 150 stations du RCS sur 561 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 150 stations, 125 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 25 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Cu dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont comprises entre 30 % et 100 % de la NQE.

[49] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des données, la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) rend possible par extrapolation de données fiables la définition d'un niveau de fond géochimique. 81 % des concentrations moyennes de la zone sédimentaire ont une FQ supérieure à 0 %. Ces concentrations moyennes varient fortement et sont comprises entre 0,5 et 2,2 µg/L dont 10 % supérieures à la NQE du Cu (1,4 µg/L). La forte variabilité et le dépassement de la NQE de certaines concentrations sont probablement dus à une pression anthropique. Le cuivre étant largement utilisé comme produit phytosanitaire en usage domestique et agricole, les concentrations fortes en Cu dissous de la zone sédimentaire peuvent être la conséquence de pollution diffuse. La forte variabilité des concentrations rend impossible la détermination du niveau de fond géochimique. Toutefois, l'acquisition de nouvelles données issues de méthodes s'affranchissant de la pression anthropique est nécessaire afin de déterminer un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et les côtes du Cotentin (Ouest). Les concentrations moyennes varient moyennement et sont comprises entre 0,6 et 1,4 µg/L dans le Morvan et entre 0,6 et 1,7 µg/L dans le Cotentin. Le niveau de fond géochimique en cuivre dissous est probablement moyen dans le Morvan et fort dans le Cotentin. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de valider ou non un lien avec la géologie du site et préciser des valeurs de fond quantifiées.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. La qualité des données issues du RCS rend impossible la détermination d'un niveau de fond géochimique en Cu dans la zone sédimentaire. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique est probablement fort dans le Morvan et le Cotentin.

Des études supplémentaires sont nécessaires pour préciser un lien avec la géologie dans le Morvan et le Cotentin.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne mentionnent aucune information sur le fond géochimique en Cu concernant les eaux de surface du bassin SN. Toutefois un fond géochimique faible en Cu est localisé dans le Morvan, la Bourgogne et la Champagne.

De façons générales, l'acquisition de données de qualité (limite de quantification et sélection de sites sans pressions d'origine anthropique) est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en cuivre dans le bassin sédimentaire.

Bibliographie

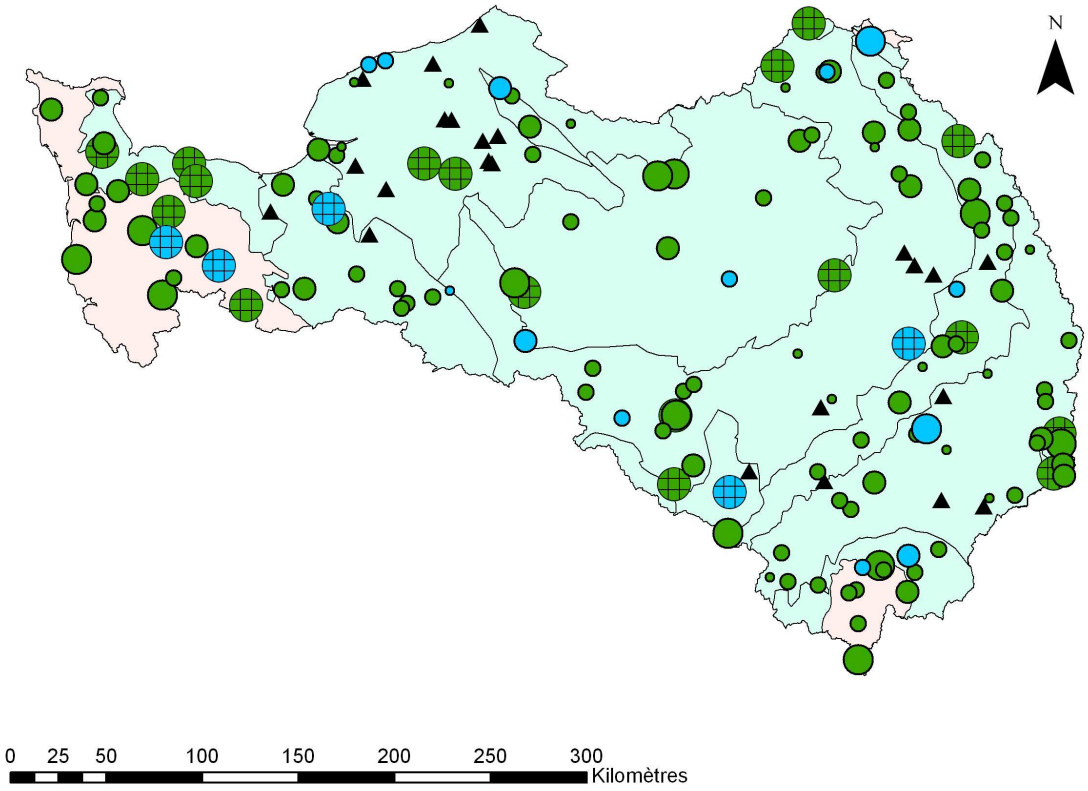
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en cuivre dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en cuivre (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,60	< 0,60	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	LQ > NQE
volcanique	1,20 - 1,39	1,20 - 1,39	
	≥ 1,40	≥ 1,40	

NQE (Cu) = 1,40 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en mercure (Hg) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[50], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du mercure (0,05 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Hg dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 6 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 130 ont une FQ égale à 0 %.

Les limites de quantification des données issues du RCS sont en majorité supérieures à la NQE ou alors comprises entre 30 % et la NQE.

[50] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

La distribution spatiale des concentrations moyennes (RCS) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. 96 % des concentrations moyennes ne sont pas quantifiées sur l'ensemble du bassin (zone de socle et sédimentaire confondues) dont 22 % ont des LQ comprises entre 30 et 100 % de la NQE et 78 % supérieures à la NQE. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des données et de la qualité des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique en mercure dans le bassin SN. Toutefois, on observe des concentrations supérieures à la NQE en Basse et Haute Normandie, ces concentrations peuvent être liées à une contamination. L'acquisition de nouvelles données de qualité est nécessaire afin de définir le niveau de fond géochimique.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. La qualité des données issues du RCS rend impossible la détermination d'un niveau de fond géochimique en Hg dans les zones sédimentaire et de socle.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un niveau de fond géochimique en mercure dans le bassin SN.

L'acquisition de données de qualité est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en mercure dans le bassin SN.

Bibliographie

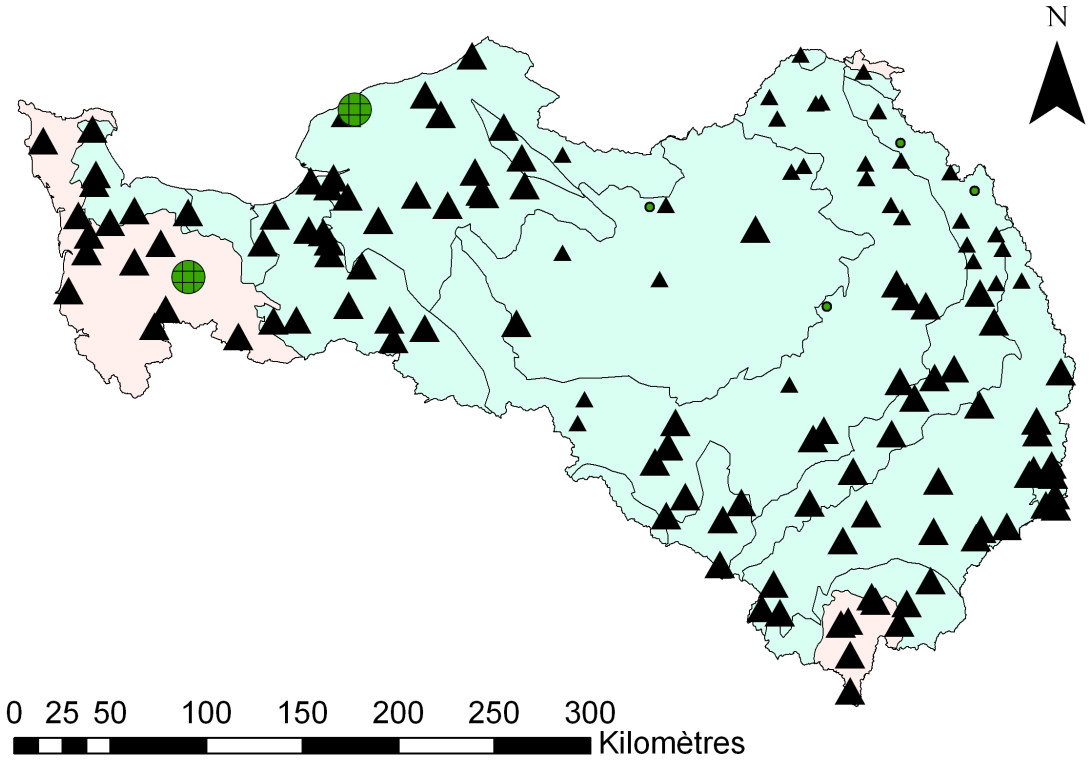
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en mercure dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en mercure (µg/L)

Hydroécorégion 2

- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

RCS 20010

- < 0,020
- 0,020 - 0,029
- 0,030 - 0,039
- 0,040 - 0,049
- ≥ 0,050

non quantifié

- LQ ≤ 30 % NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

NQE (Hg) = 0,05 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »
Pour la NQE réglementaire 20 µg/L actuellement en vigueur

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[51], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel (20 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Ni dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 77 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 59 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Ni dissous du FOREGS et du RCS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[51] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 5 µg/L. Sur l'ensemble des données du bassin sédimentaire, 61 % des concentrations ont une FQ nulle avec une LQ inférieure à 30 % de la NQE. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des données, il est difficile de définir un niveau de fond géochimique en nickel dans le bassin SN. Cependant, la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) rend possible par extrapolation de données fiables la définition d'un niveau de fond géochimique. Par extrapolation des données du RCS et du FOREGS, le niveau de fond géochimique en nickel est probablement faible (< 6 µg/L).

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et le Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, les concentrations ne sont pas quantifiées et leur LQ est inférieure à 30 % de la NQE. Dans le Cotentin, les concentrations moyennes varient peu et sont inférieures à 5 µg/L. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique en Ni est probablement faible (< 6 µg/L).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. Toutefois, la bonne qualité des données issues du RCS permet de définir un niveau probablement faible en nickel dans l'ensemble du bassin SN (par rapport à la NQE de 20 µg/L).

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique en nickel dans les eaux de surface.

Bibliographie

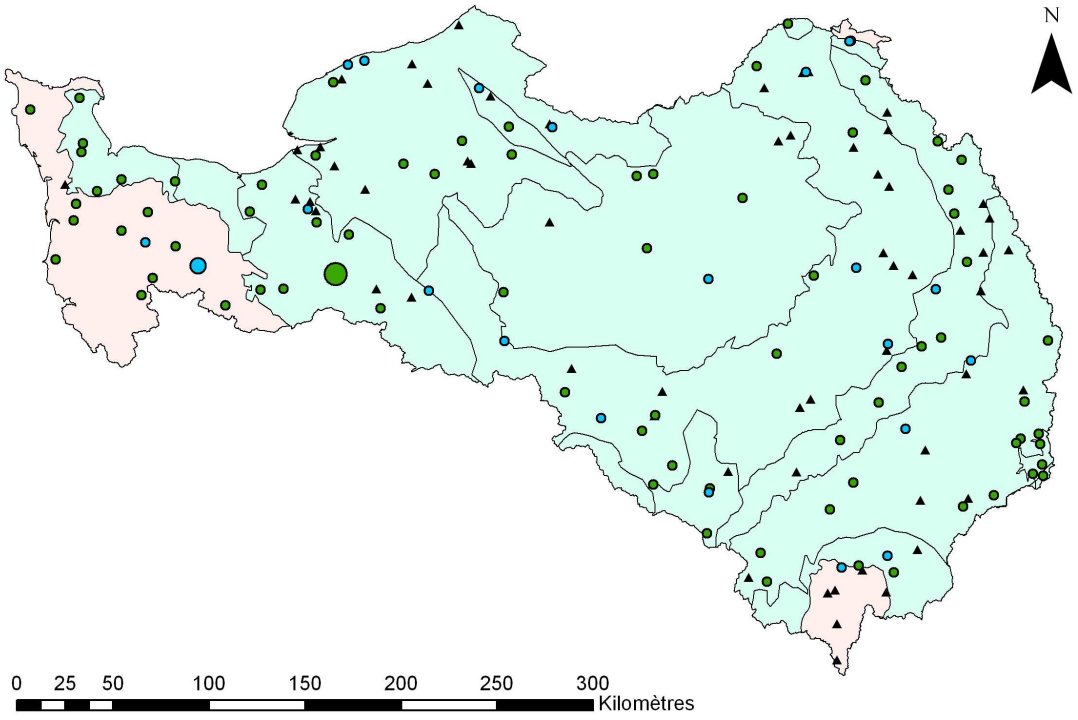
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 5,00	< 5,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	5,00 - 9,99	5,00 - 9,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	10,00 - 14,99	10,00 - 14,99	LQ > NQE
volcanique	15,00 - 19,99	15,00 - 19,99	
	≥ 20,00	≥ 20,00	

NQE (NI) = 20,00 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »
En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 20 à 4 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en nickel (Ni) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[52], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du nickel (4 µg/L), actuellement (début 2013) en cours de discussion au niveau européen.

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Ni dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 77 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 59 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Ni dissous du FOREGS et du RCS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[52] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Les concentrations des sites du RCS sont variables et sont comprises entre 1 et 3,4 µg/L. Sur l'ensemble des données du bassin sédimentaire, 44 % des concentrations ont une FQ nulle avec une LQ inférieure à 30 % de la NQE.
Le niveau de fond géochimique est probablement faible sur l'ensemble du bassin.
En revanche, les valeurs des sites du FOREGS semblent plus élevées (de 1.6 à 4,9 µg/L) et quelques sites du RCS présentent des valeurs élevées.
Il convient de s'assurer de l'origine de la présence de ces concentrations : pressions anthropiques ou variabilité intra annuelle, mal prise en compte par les données FOREGS.

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et le Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, les concentrations ne sont pas quantifiées et leur LQ est inférieure à 30 % de la NQE. Dans les côtes du Cotentin, les concentrations moyennes varient moyennement et sont comprises entre 1 et 3 µg/L. La variabilité traduit probablement une contamination en Ni liée à des activités anthropiques. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique en Ni est probablement faible (< 1,2 µg/L) mais des études supplémentaires sont nécessaires dans le Cotentin afin de confirmer ou non une contamination potentielle en Ni.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. Sur l'ensemble du bassin (zones sédimentaire et de socle), le niveau de fond géochimique en Ni est probablement faible. Néanmoins, des sources de contamination potentielles sont détectées à l'Ouest et à l'extrême Est du bassin. L'étude approfondie de ces zones permettraient d'affirmer ou non les contaminations potentielles.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique en nickel dans les eaux de surface.

De façon générale, la bonne qualité des données est suffisante pour définir un niveau de fond géochimique mais des études complémentaires permettraient de lever les doutes induits par les valeurs relativement élevées des données FOREGS, ainsi que de quelques sites du RCS.

Bibliographie

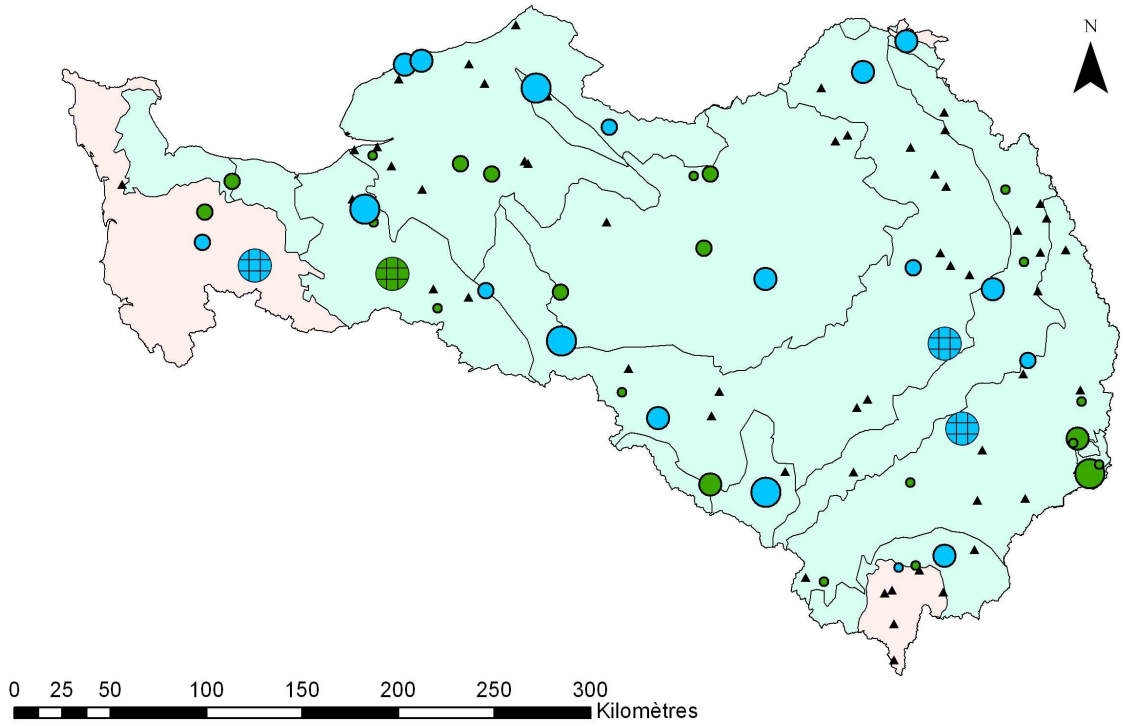
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en nickel dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN (NQE 4 µg/L en cours de discussion)



Typologie des concentrations en nickel (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 1,00	< 1,00	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,00 - 1,99	1,00 - 1,99	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	2,00 - 2,99	2,00 - 2,99	LQ > NQE
volcanique	3,00 - 3,99	3,00 - 3,99	
	≥ 4,00	≥ 4,00	**NQE (Ni) = 4,00 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[53], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus) forte symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (7,2 µg/L).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Pb dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 46 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 90 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Pb dissous du FOREGS et du RCS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE.

[53] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Les concentrations (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont inférieures à 1,8 µg/L. Sur l'ensemble des données du bassin sédimentaire, 68 % des concentrations ont une FQ nulle avec une LQ inférieure à 30 % de la NQE. Au vu de l'hétérogénéité spatiale des données, il est impossible de définir un niveau de fond géochimique en plomb dans le bassin SN. Cependant, la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) rend possible par extrapolation de données fiables la définition d'un niveau de fond géochimique. Par extrapolation des données du RCS et du FOREGS, le niveau de fond géochimique en plomb est probablement faible (< 2,16 µg/L).

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et le Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, les concentrations ne sont pas quantifiées et leur LQ est inférieure à 30 % de la NQE. Dans les côtes du Cotentin, les concentrations moyennes varient peu et sont inférieures à 1,8 µg/L. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique en Pb est probablement faible (< 2,16 µg/L).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. Toutefois, la bonne qualité des données issues du RCS permet de définir un niveau probablement faible en plomb dans l'ensemble du bassin SN.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique en plomb dans les eaux de surface. Néanmoins, des concentrations naturellement élevées en plomb peuvent être rencontrées dans les eaux souterraines dans le Morvan.

Bibliographie

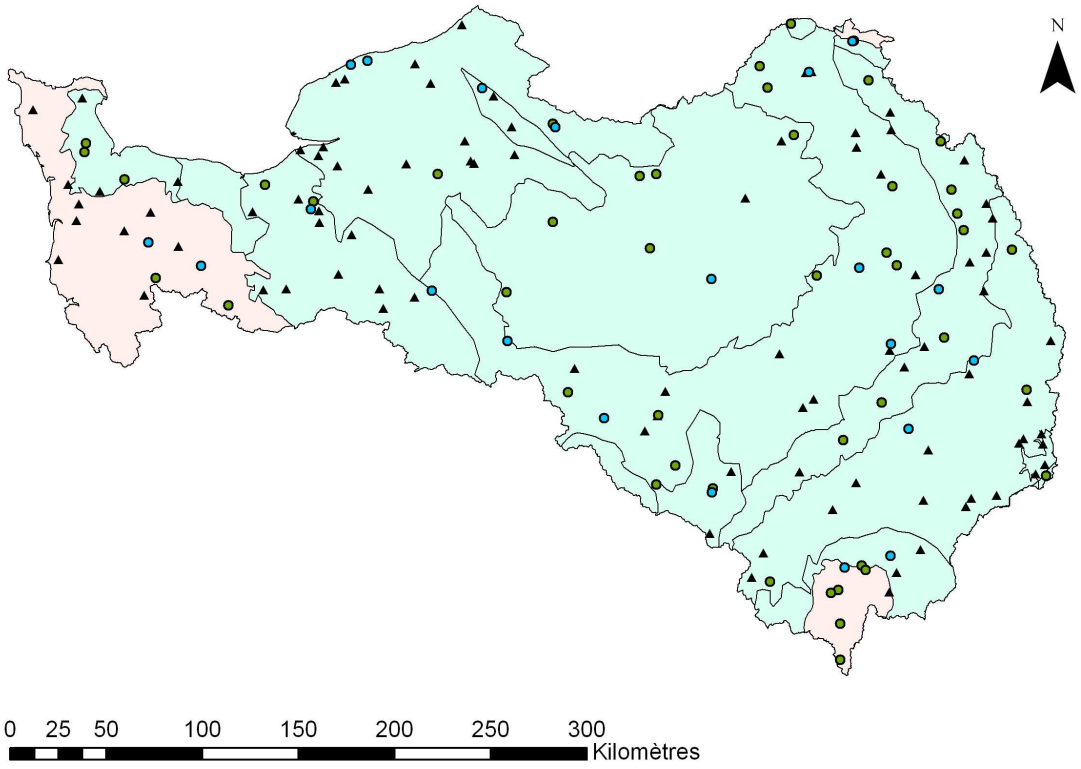
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2009	non quantifié
sedimentaire	< 1,80	< 1,80	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	1,80 - 3,59	1,80 - 3,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	3,60 - 5,39	3,60 - 5,39	LQ > NQE
volcanique	5,40 - 7,19	5,40 - 7,19	
	≥ 7,20	≥ 7,80	**NQE (Pb) = 7,20 µg/L**

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

En prenant en compte l'hypothèse d'un changement futur de la NQE (de 7,20 à 1,2 µg/L)

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en plomb (Pb) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[54], socle et volcanique). Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du plomb (1,2 µg/L) (NQE actuellement (début 2013) en cours de discussion).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE.
-

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Pb dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 136 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 136 stations, 46 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 90 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Pb dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE alors que les LQ de la base de données du RCS sont pour une part inférieure à 30 % de la NQE et d'autre part compris entre 30 % et 100 % de la NQE.

[54] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Les concentrations quantifiées (RCS et FOREGS confondus) varient peu et sont comprises entre 0,2 et 0,9 µg/L. Sur l'ensemble des concentrations moyennes du bassin sédimentaire, 67 % ont une FQ nulle dont 88 % ont une LQ comprise entre 30 et 100 % de la NQE et 12 % inférieure à 30 % de la NQE. Compte tenu de la propriété monolithologique de la zone sédimentaire (Meybeck, 1998) et de la qualité des données, on peut en déduire par extrapolation des concentrations quantifiées que le niveau de fond géochimique est probablement faible. Toutefois, l'acquisition de données de qualité (LQ < 30 % de la NQE) permettrait de confirmer cette hypothèse.

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et le Cotentin (Ouest). Dans le Morvan, les concentrations moyennes varient peu et sont comprises entre 0,3 et 0,6 µg/L. Le niveau de fond géochimique est faible dans cette zone.
Dans le Cotentin, 82 % des concentrations moyennes ont un FQ nulle avec une LQ comprise entre 30 et 100 % de la NQE. La qualité des données est insuffisante pour statuer sur un niveau de fond géochimique en Pb dissous. L'acquisition de nouvelles données de qualité (LQ <30 %) est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique en Pb dans le Cotentin.

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. Sur l'ensemble du bassin (zones sédimentaire et de socle), le niveau de fond géochimique en Pb est probablement faible dans le Morvan et dans le bassin sédimentaire. Cependant, l'acquisition de données de qualité est nécessaire afin de valider le niveau du fond géochimique.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne statuent pas sur un fond géochimique en plomb dans les eaux de surface. Toutefois, des concentrations naturelles élevées sont localisées dans les eaux souterraines du Morvan. L'incidence sur les eaux de surface n'est pas perceptible avec les données du RCS.

Même si de fortes présomptions existent pour qualifier de faible le niveau de fond géochimique, l'acquisition de données de qualité (LQ < 30% de la NQE) permettra de le confirmer.

Bibliographie

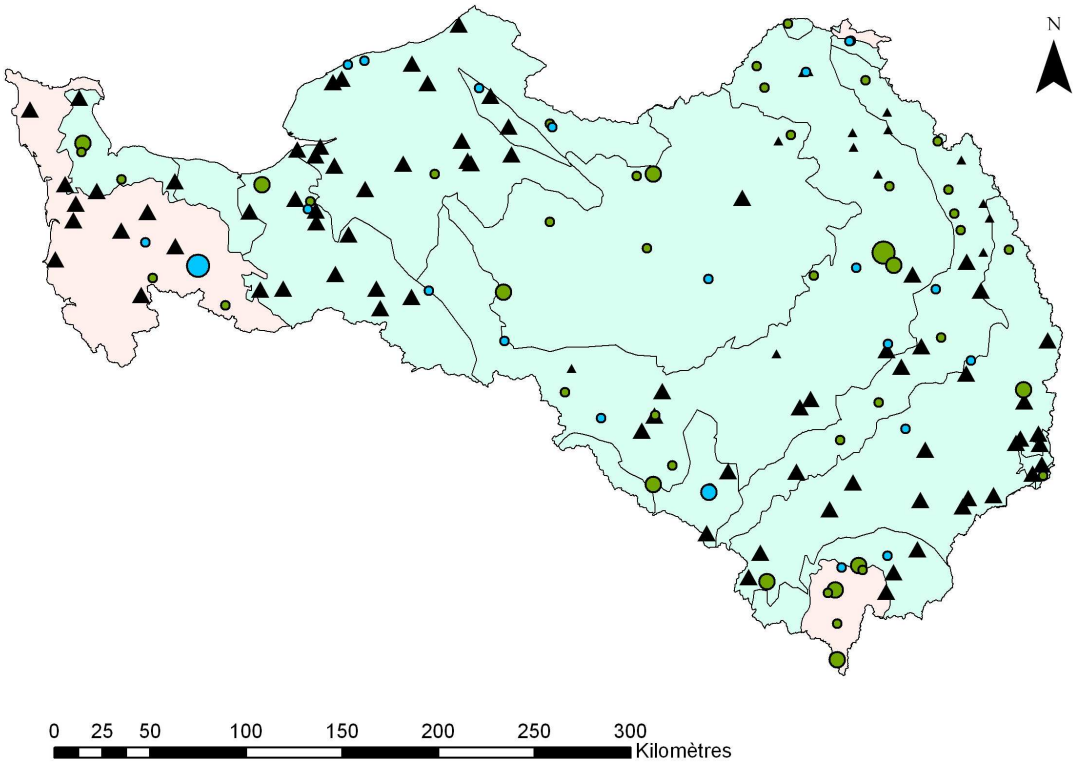
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p..

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en plomb dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en plomb (µg/L)

Hydroécorégion 2	FOREGS	RCS 2010	non quantifié
sedimentaire	< 0,30	< 0,30	LQ ≤ 30 % NQE
mixte	0,30 - 0,59	0,30 - 0,59	30 % NQE < LQ ≤ NQE
socle	0,60 - 0,89	0,60 - 0,89	LQ > NQE
volcanique	0,90 - 1,19	0,90 - 1,19	
	≥ 1,20	≥ 1,20	

NQE (Pb) = 1,20 µg/L

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Commentaire de la carte :

« Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin Seine-Normandie »

Présentation de la carte

Cette carte représente la distribution spatiale des concentrations en zinc (Zn) dissous dans les eaux de surface du bassin Seine-Normandie (SN). Les données représentées proviennent d'un jeu de données du RCS recueilli auprès des agences de l'eau et du jeu de données du FOREGS (Salminen *et al.*, 2005). La trame de fond de la carte retrace les hydroécorégions de niveau 2 (HER-2) développées par Wasson *et al.* (2002), dont les couleurs associées représentent les différents types de lithologie (sédimentaire, mixte[55], socle et volcanique).
Deux figurés sont utilisés pour la représentation des stations ; les cercles pour les stations ayant au moins une concentration quantifiée et les triangles pour les stations ayant une fréquence de quantification nulle.

Les stations représentées par des cercles correspondent :

- En vert, aux concentrations moyennes annuelles calculées à partir des données du RCS 2010 selon les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des eaux de surface définis dans l'arrêté du 8 juillet 2010 (MEDDTL, 2010).
- En bleu, aux concentrations présentées dans le FOREGS (un seul prélèvement par station).

La taille des cercles varie en fonction de la concentration. Cette gamme de concentrations est divisée en 5 classes. La cinquième classe (la plus forte) symbolise les concentrations supérieures ou égales à la NQE du zinc (7,80 µg/L pour une dureté supérieure à 24 mg/l $CaCO_3$, 3,10 µg/L pour une dureté inférieure à 24 mg/l $CaCO_3$).

Les concentrations moyennes annuelles sont calculées à partir du jeu de données de chaque station RCS recueilli auprès de l'Agence SN. Chaque concentration moyenne annuelle est positionnée en fonction des coordonnées géographiques de leur station RCS respective. Ces stations RCS ont été présélectionnées à partir d'une analyse géographique en fonction de l'occupation des sols à l'aide de la base de données du Corine Land Cover. La sélection consiste à ne conserver que les stations peu ou pas impactées par des activités anthropiques.

Les stations représentées par des triangles noirs correspondent aux stations pour lesquelles la fréquence de quantification (FQ) est égale à 0 %, c'est-à-dire que les concentrations mesurées tout au long de l'année pour ces stations sont inférieures à la limite de quantification (LQ). La gamme des données non quantifiées est représentée en trois classes :

- 1ère classe (petit triangle noir) : LQ ≤ 30 % NQE
- 2ème classe (triangle noir de taille intermédiaire) : 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- 3ème classe (grand triangle noir) : LQ > NQE

Présentation du contexte géographique et géologique

Le bassin SN comprend une grande zone sédimentaire centrale (le Bassin de Paris) avec une zone de socle à l'Ouest du système (le Massif Armoricain) et au Sud-est (le Massif Central).

Présentation des données

Les données fournies par l'agence SN concernent les concentrations en Zn dissous mesurées tout au long de l'année 2010 pour 501 stations du RCS. 135 stations du RCS sur 501 ont été présélectionnées et sont représentées sur la carte. Sur ces 135 stations, 131 ont une FQ strictement supérieure à 0 % et 4 ont une FQ égale à 0 %.

Les données en Zn dissous du FOREGS ont une LQ systématiquement inférieure à 30 % NQE. Concernant les données issues du RCS, la LQ est comprise entre 30 et 100 % de la NQE .

[55] Mixte : lithologie composée à la fois d'une géologie de type « sédimentaire » et de « socle ».

Les résultats

Zone sédimentaire :

La distribution spatiale des concentrations (RCS et FOREGS confondus) est hétérogène sur l'ensemble du bassin. Les concentrations sont localisées en périphérie de la région parisienne jusqu'aux bordures du bassin hydrographique. Sur l'ensemble de la zone sédimentaire, la dureté des eaux de surface est supérieure à 24 mg$CaCO_3$/L et la NQE du Zn est fixée à 7,8 µg/L. Les concentrations moyennes varient fortement et sont comprises entre 2 et 10 µg/L. La variabilité des concentrations semble indiqué une pollution en Zn que ce soit au niveau de la station ou de l'échantillon. Ce constat présagerait également une contamination en zinc des échantillons comme souligné dans le rapport Aquaref 2010 (Botta et al., 2011). Il est impossible de statuer sur le niveau d'un fond géochimique. Le risque de contamination d'origine agricole (élevage) n'est pas à exclure non plus. Les informations actuelles sont insuffisantes pour valider un lien avec la géologie de cette zone. L'acquisition de données fiables (échantillonnage et absence de risque de contamination d'origine anthropique au niveau du site) est nécessaire afin de définir un niveau de fond géochimique.

Zone de socle et mixte :

Le bassin SN comprend deux zones de socle, le Morvan (Sud-est) et les côtes du Cotentin (Ouest) ainsi que les Ardennes en proximité immédiate à l'extrême Nord-est.
Dans le Morvan, la NQE est à 3,1 µg/L (dureté des eaux de surface est inférieure à 24 mg$CaCO_3$/L) avec des concentrations moyennes qui varient peu et supérieures à la NQE. Le niveau de fond géochimique est probablement fort vis à vis de la NQE. Des études supplémentaires sont conseillées afin de valider ou non un lien avec la géologie.
Dans le Cotentin, la NQE est à 7,8 µg/L compte tenu de la dureté de l'eau. Les concentrations moyennes varient peu et sont comprises entre 2 et 6 µg/L. Le niveau de fond géochimique semble faible/moyen.
Un point singulier (l'Oise amont), en aval immédiat du socle ardennais dépasse la NQE (à 3,1 µg/l),
La confirmation de l'existence d'un niveau important de fond géochimique demanderait une étude spécifique (d'autant que les valeurs relevées à proximité sur le bassin AP sont faibles).

Conclusion

La distribution spatiale des données est hétérogène sur l'ensemble du bassin SN. Dans le bassin sédimentaire, il est difficile de statuer sur un niveau de fond géochimique compte tenu des problèmes d'échantillonnage inhérents au zinc. L'acquisition de données fiables (échantillonnage) est nécessaire. Dans les zones de socle, le niveau de fond géochimique est probablement fort dans le Morvan et moyen dans le Cotentin.

Les conclusions présentées dans les rapports du BRGM (Brenot et al., 2006) ne mentionnent aucune information sur le fond géochimique en Zn concernant les eaux de surface du bassin SN. Toutefois un fond géochimique élevé en Zn est localisé dans les eaux souterraines du Morvan.

La présence du zinc dans les échantillons peut provenir de deux origines différentes (pression anthropique et contamination lors de l'échantillonnage) Ceci rend difficile la détermination d'un niveau de fond géochimique. L'acquisition de données par une méthodologie adaptée est nécessaire si on veut quantifier un fond géochimique en Zn.

Bibliographie

Botta, F., Blanquet, J.-P., Champion, R., Ferret, C., Guignes, N., Lazzarotto, J., and Lepot, B., 2011, Impact des opérations de prélèvelements sur la variabilité des résultats d'analyses – Essai comparaison sur le prélèvement en plan d'eau. AQUAREF 2010, p. 122

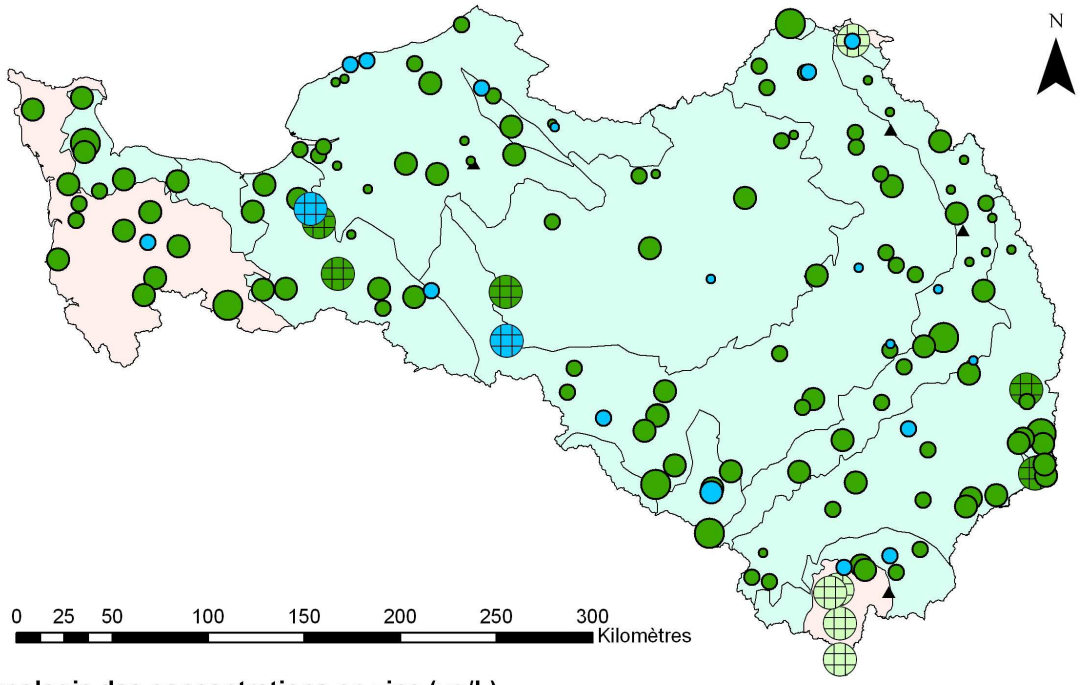
Brenot, A., Blum, A., and Chéry, L., 2007, Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin Seine - Normandie., BRGM, 129 p.

MEDDTL, 2010, Arrêté du 8 juillet 2010 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Journal Officiel de la République Française n°0194 du 22 août 2010 page 15240 texte n° 4

Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., and Tarvainen, T., 2005, Geochemical Atlas of Europe - Part 1 : Background Information, Methodology and Maps: Espoo, Otamedia Oy, 526 p.

Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H., Blanc, L., 2002, Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Cemagref, p. 190.

Distribution spatiale des concentrations en zinc dissous des stations présélectionnées du RCS 2010 et du FOREGS du bassin SN



Typologie des concentrations en zinc (µg/L)

Hydroécorégion 2
- sedimentaire
- mixte
- socle
- volcanique

FOREGS
- < 2,00
- 2,00 - 3,99
- 4,00 - 5,99
- 6,00 - 7,79
- ≥ 7,80

RCS 2010 (dureté > 24 mg CaCO3/L)
- < 2,00
- 2,00 - 3,09
- 3,10 - 5,99
- 6,00 - 7,79
- ≥ 7,80

NQE (Zn) = 7,80 µg/L

RCS 2010 (dureté < 24 mg CaCO3/L)
- < 0,80
- 0,80 - 1,59
- 1,60 - 2,39
- 2,40 - 3,09
- ≥ 3,10

NQE (Zn) = 3,10 µg/L

non quantifié
- LQ ≤ NQE
- 30 % NQE < LQ ≤ NQE
- LQ > NQE

Fevrier 2013
Sources :
- FOREGS
- Agence de l'eau Seine - Normandie

Annexe 7 : Echantillonnage des éléments traces (métaux) en vue de quantifier un fond géochimique Utilisation du jeu de données « Morcille » (Irstea) pour optimiser les fréquences des campagnes de mesures.

(Martial FERREOL, André CHANDESRIS Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative Irstea Lyon mai 2013)

Introduction

Dans le cadre des suivis de qualité des cours d'eau imposés par la Directive Cadre sur l'Eau, et, en vue de qualifier l'état des masses d'eau, un suivi des métaux dissous doit être mis en œuvre .

Ces éléments-traces métalliques (ETM) représentent pour les gestionnaires les difficultés suivantes :

- ils sont présents à des valeurs très faibles de concentration dans le milieu naturel, ce qui nécessite des conditions de prélèvement et d'analyse de qualité ;
- le fonctionnement naturel des cours d'eau induit une variabilité naturelle des concentrations, auxquelles s'ajoutent les aléas de pollution diffuses ou ponctuelles ;
- en cas de dépassement constaté des « Normes de Qualité Environnementales », le gestionnaire peut tenir compte du fond géochimique, naturellement présent dans le cours d'eau, mais celui-ci devra alors être quantifié.

Actuellement peu de données en métaux dissous de cours d'eau « naturels » sont disponibles, mais il est nécessaire, pour les gestionnaires, de maîtriser au mieux la variabilité, afin d'optimiser les campagnes de mesures, en particulier celles qui seront destinées à quantifier le fond géochimique.

Pour répondre partiellement à ces questions, un jeu de données correspondant à des eaux de surface échantillonnées sue la Morcille (Rône) dans des conditions de qualités contrôlées par le Laboratoire de Chimie des Milieux Aquatiques (LAMA) du groupement IRSTEA de Lyon a été utilisé, avec, comme objectif prioritaire d'identifier les conséquences de choix de la fréquence annuelle d'échantillonnage sur la précision de la concentration moyenne annuelle.

Les données

1. Les données disponibles

Les données sont issues d'une étude de suivi des micropolluants de la Morcille par les équipes de l'Irstea (Cemagref) (Rabiet et al. 2008). Ce suivi recueille les concentrations en micropolluants (pesticides organiques et métaux) d'origine phytosanitaire de la Morcille, cours d'eau traversant une zone viticole du Beaujolais dans le Rhône (69).
Les prélèvements ont été effectués plusieurs fois par mois tous les ans sur trois sites localisés le long de la Morcille : Saint-Joseph, localisé à l'amont ; Les Versauds, représentant un point intermédiaire ; et Saint-Ennemond, correspondant au point le plus en aval de la rivière (Figure 1).

Dans le cadre de notre étude les données sélectionnées sont les concentrations en Arsenic (As), Chrome (Cr), Nickel (Ni) et Cuivre (Cu) dissous obtenus par des prélèvements ponctuels pendant quatre ans (2007 à 2010).
Les techniques d'échantillonnage et d'analyse « ultra propres » utilisées ont permis de quantifier les concentrations de ces métaux avec de faibles Limites de Quantification (LQ) (utilisation de matériel en plastique et analyse par ICP-MS sous hotte à flux laminaire). Le tableau 1 présente les LQ d, très inférieures à celles préconisées par les dispositions réglementaires actuelles (MEDDTL 2012).

La fréquence moyenne de prélèvement est de 27 par année.

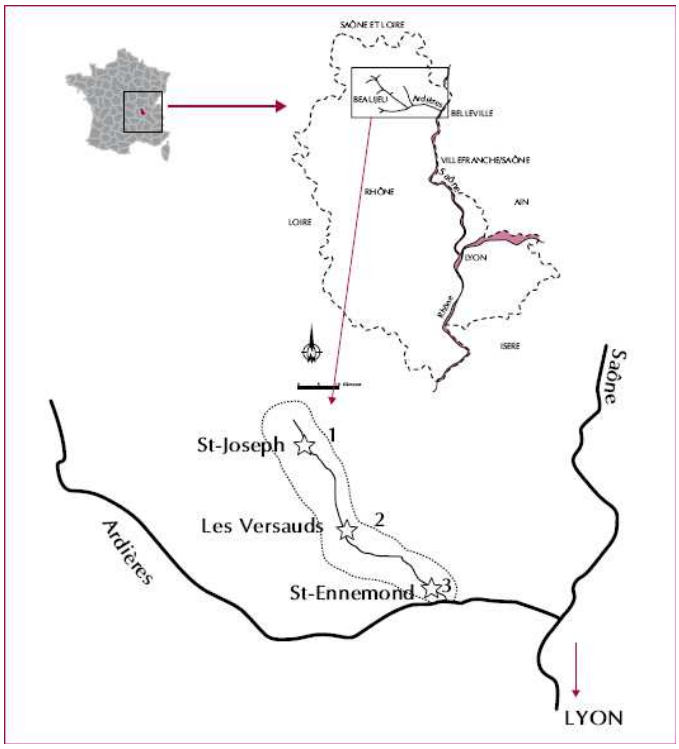


Figure 13: Localisation du site d'étude : La Morcille (Rhône) et des sites de pélèvement

Tableau 5: Limites de Quantification (LQ) des analyses de l'As, du Cu, du Ni et du Cr de 2007 à 2010 au laboratoire d'analyses physico-chimiques des milieux aquatiques de l'Irstea (Cemagref) de Lyon, exprimées en µg/L ; comparaison avec les LQ et NQE réglementaires.

	2007-2008	2009	2010	LQ*	NQE
As	0,05	0,05	0,02	1	4,2
Cu	0,05	0,05	0,05	1	1,4
Ni	0,05	0,05	0,05	1	20
Cr	0,10	0,05	0,01	1	3,4

* Avis relatif aux limites de quantification des couples "paramètre-matrice" de l'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques, Journal Officiel du 21 janvier 2012.

2. Les données utilisables

Seuls les résultats des analyses des eaux prélevées sur le site de Saint Joseph sont conservées (i.e., réduction des risques de contamination – source diffuses d'origine agricole et rejets d'eaux usées via l'assainissement non collectif).

De plus, afin d'obtenir un jeu de données homogène pour le traitement statistique, les valeurs atypiques (outliers) sont éliminées, car provenant très probablement d'une contamination ponctuelle (Figure 2). En effet, conserver de telles valeurs valeur dans le jeu de données fausserait la détermination du fond géochimique.

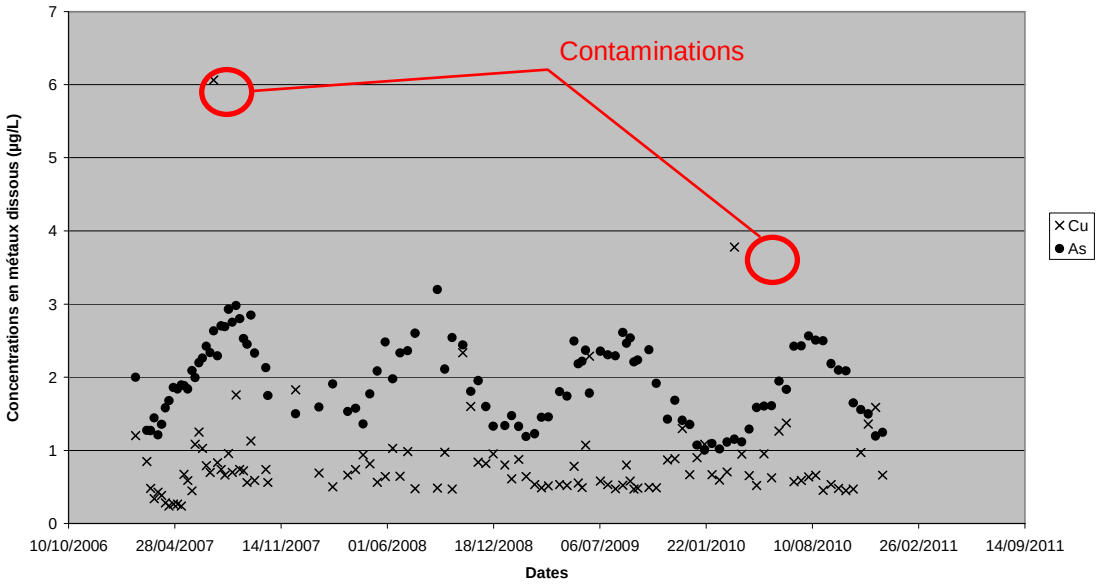


Figure 14 : Représentation graphique des concentrations en As et Cu dissous sur le site de Saint-Joseph (Morcille) en fonction du temps – données brutes (Irstea LAMA)

Résultats

1. *Description du jeu de données*

La première étape consiste à examiner la distribution des concentrations en métaux dissous obtenues par année pour l'ensemble de la période analysée (Figure 3).

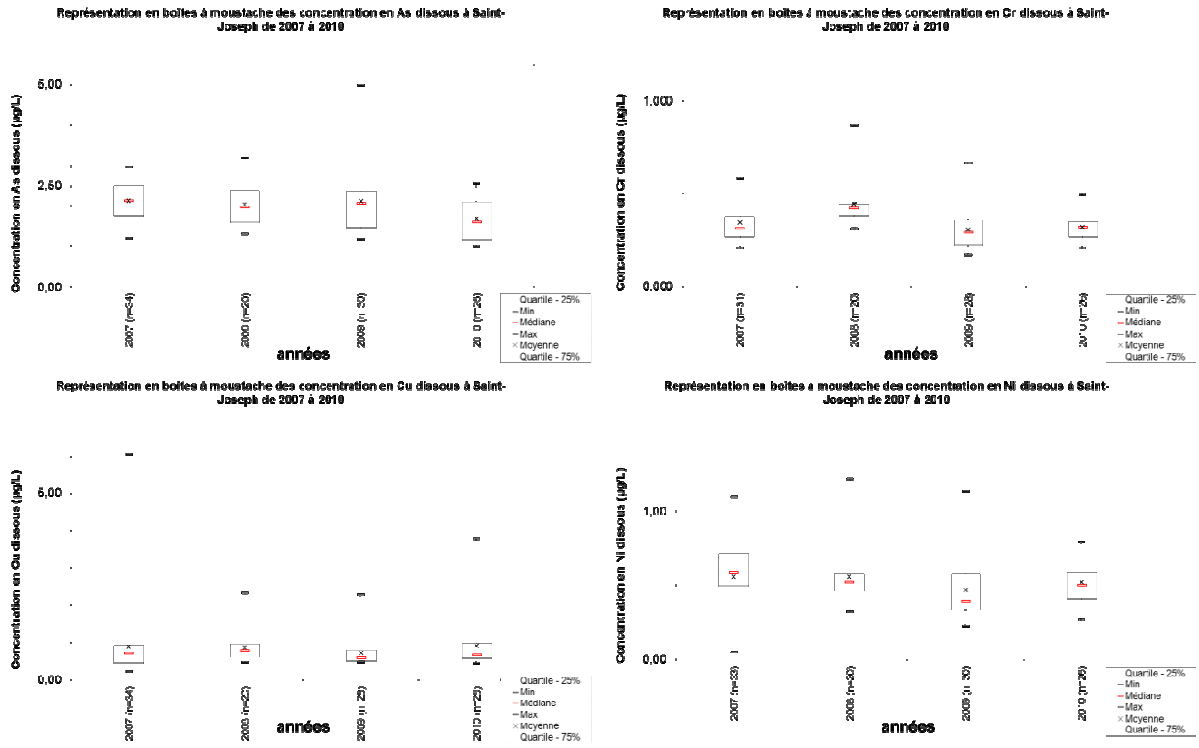


Figure 15 : Distribution des concentrations (phase dissoute) mesurées pour As, Cr, Cu, Ni sur le site de St-Joseph, (Morcille) (box plot : moyenne, médiane, min, max, quartiles)

On constate une variation interannuelle des médianes et moyennes de concentrations dans un intervalle relativement limité ; en revanche, les quartiles [75 -100] sont relativement importants et variables d'une année sur l'autre.

L'examen de la distribution des données dans le temps montre, au moins, pour l'As, l'existence d'un cycle saisonnier des concentrations (Figure 2), visible grâce la fréquence soutenue de prélèvements mensuels (Tableau 2).

Tableau 6 : Détail du nombre et de la fréquence d'échantillonnage effectués sur le site de Saint-Joseph de 2007 à 2010.

Année	Nombre de prélèvements	Fréquence de prélèvements par mois
2007	34	2,8
2008	20	1,7
2009	28	2,3
2010	26	2,2
Sur les 4 années	108	27 prélèvements en moyenne par an

2. Analyse de la distribution temporelle

Après avoir examiné la distribution temporelle des concentrations dans le cours d'eau, ainsi que leur variabilité, il s'agit ici ***d'évaluer en quoi cette variabilité influence l'incertitude des résultats de mesures en fonction de différentes fréquences de prélèvements***.

2.1. Méthode

L'examen attentif des données observées montre que la répartition intra-annuelle des prélèvements dans le jeu de données disponibles est déséquilibrée en faveur de la saison printanière et estivale (période d'épandage des produits phytosaniaire sur le vignoble), comme, par ailleurs, on constate l'existence d'une variation cyclique intra-annuelle des concentrations, une correction est donc utile pour corriger les biais induits par cette répartition.

Par contre la variabilité inter annuelle est nulle pour chacun des éléments-traces. Un test non-paramétrique de Fligner-killen portant sur l'homogénéité des variances inter-annuelles effectué respectivement sur les chroniques des quatre éléments-traces étudiés est à chaque fois non significatif (Cr : p-value = 0.4266 ; Ni : p-value = 0.2845 ; Cu : p-value = 0.3946 ; As : p-value = 0.785).

Pour chaque chronique, le seul biais apparait alors comme étant la variation annuelle de la moyenne des relevés. Les écarts à ces moyennes annuelles (autrement dit les données centrées) sont donc comparables entre eux toutes années confondues. Il est donc possible de regrouper les données centrées par élément au sein d'un même jeu de donnée pour des modèles de simulation par tirage aléatoire.

Le principe de la méthode est ici de créer un jeu de données « fictif » en procédant à un tirage aléatoire parmi ces écarts observés aux moyennes annuelles, répété 10 000 fois et selon 24 modalités (tirage de 1 à 24 valeurs).

On calcule ensuite la moyenne de chaque tirage (qui sera donc basée sur 1 à 24 valeurs), et on examine la distribution des résidus (Moyennes simulées – moyenne observée du jeu de données) dans chacune des 24 modalités de tirage.

Par ailleurs, compte tenu de cette variation cyclique de concentration, un tirage totalement aléatoire dans

le jeu de données sans prendre en compte ce cycle, augmentera artificiellement la variabilité de la distribution des résidus.

Cet exercice a été répété selon trois protocoles différents :

1/ en procédant à un tirage aléatoire, et en comparant les moyenne obtenues avec la moyenne simplement calculée ;
2/ en pondérant les valeurs en fonction de la répartition mensuelle des données source pour corriger les biais induits par la répartition inégale des prélèvements dans l'année ;
3/ en imposant au tirage aléatoire des fenêtres temporelles pour répartir les valeurs tirées sur l'année. Ainsi, un tirage de 4 valeurs concernera une valeur par trimestre, 12 valeurs concernera chacun des douze mois de l'année et ainsi de suite.

2.2. Résultats

Le premier résultat que l'on obtient est la distribution des résidus selon les 24 modalités (de 1 à 24 prélèvements par an) en appliquant les trois protocoles différents (Figure 4)

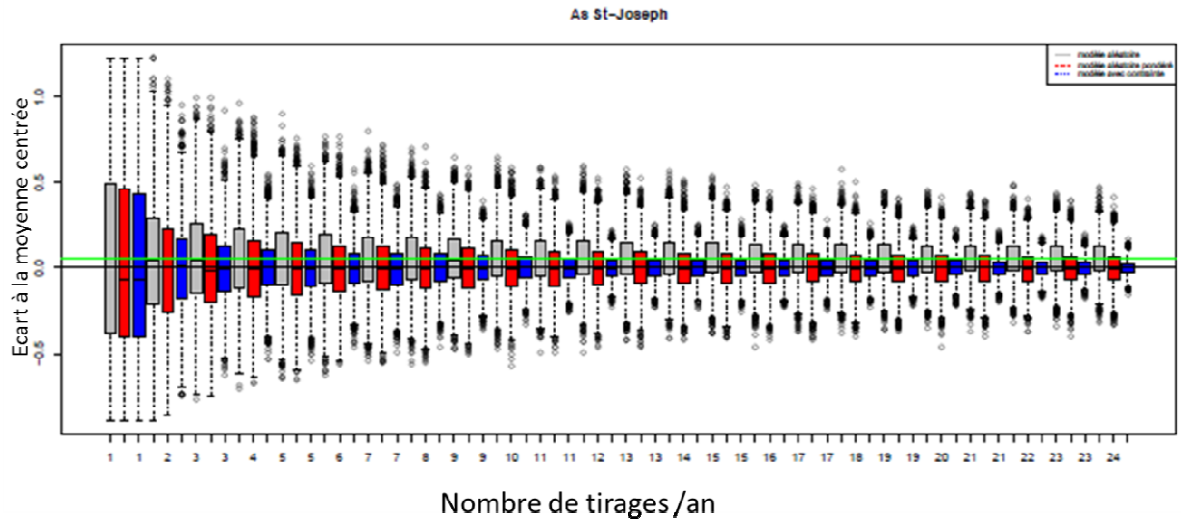
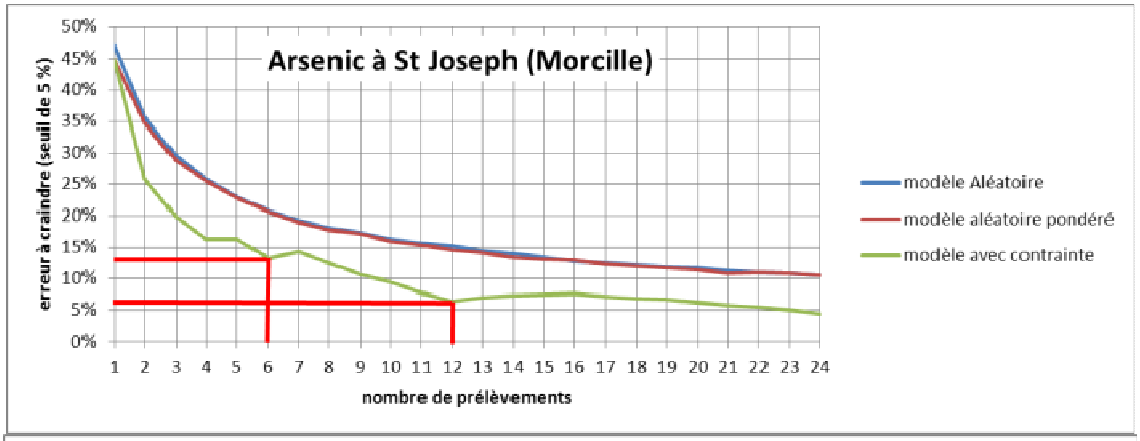
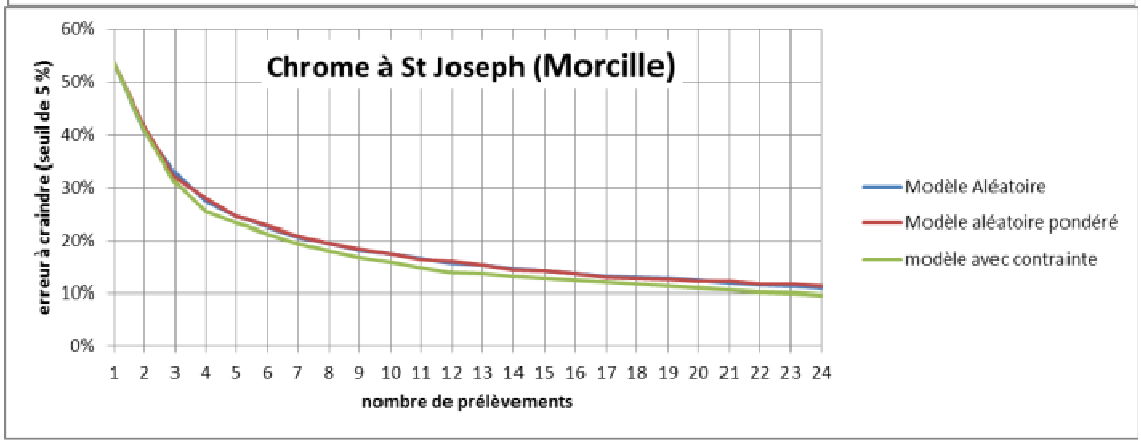


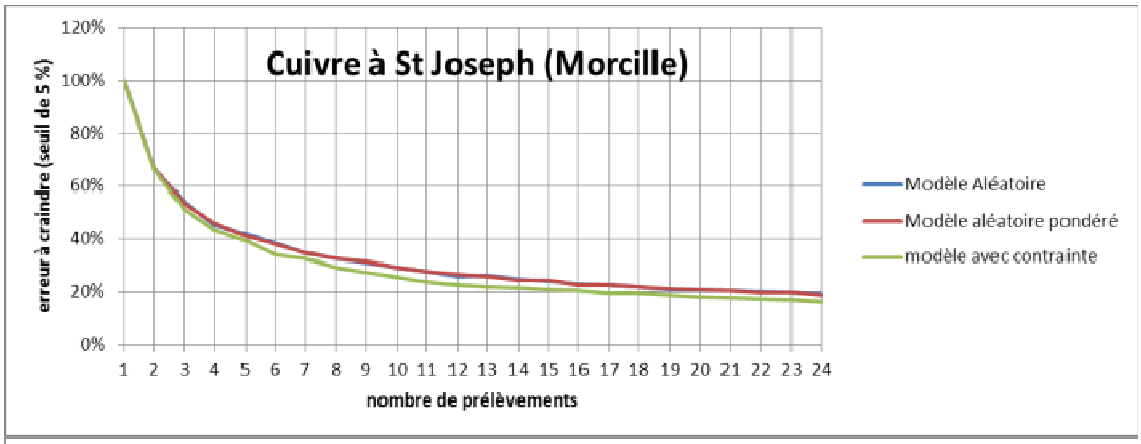
Figure 16 : Distribution des résidus d'une reconstitution de moyenne de concentration selon 24 modalités (nombre de tirages par an) en appliquant trois protocoles de correction des données (gris : tirage aléatoire de valeurs brutes, rouge : tirage de valeurs pondérées, bleu : tirage aléatoire contraint par des fenêtres temporelles) Exemple de l'arsenic.

On constate que le modèle avec contrainte temporelle a une réduction de variabilité plus rapide, par ailleurs les deux modèles corrigés sont « centrés » sur la moyenne des données centrées (c'est-à-dire zéro), la correction des biais liés à la répartition des données dans l'année apparaît donc efficace.

A partir de ces modèles, l'erreur à craindre sur la valeur de moyenne annuelle calculée est évaluée au seuil de 5 %, que l'on peut représenter par élément trace sous la forme d'un graphique d'évolution de cette erreur à craindre en fonction du nombre de prélèvements (Figure 5).







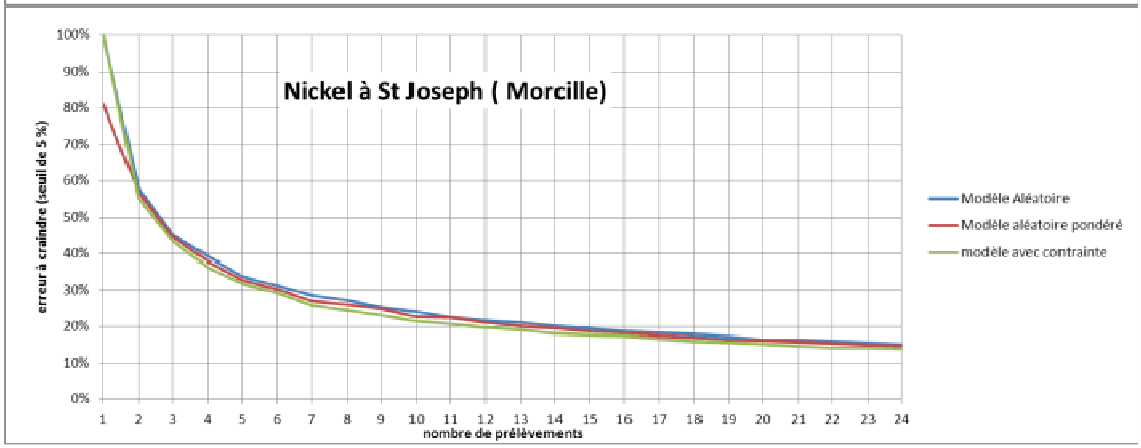


Figure 17 : Modèle d'erreurs à craindre selon le nombre de prélèvements annuels pour les concentrations en As, Cr, Cu, Ni sur la base de données mesurées à St Joseph 69 (Morcille) par Irstea

Tableau 7 : Répartition des erreurs à craindre en fonction de la fréquence de prélèvements pour les concentrations en As, Cr, Cu, Ni sur la base de données mesurées à St Joseph 69 (Morcille) par Irstea selon le modèle de tirage aléatoire avec contrainte de fenêtre temporelle.

nombre de prélèvement	As	Cr	Cu	Ni
4	16.2 %	25.5 %	43.6 %	36.2 %
6	13.3 %	21.4 %	33.9 %	29.2 %
12	6.4 %	13.9 %	22.7 %	19.6 %
24	4.5 %	9.8 %	16.2 %	14.0 %
médianes sur les données observées	1.91 µg/l	0.33 µg/l	0.66 µg/l	0.51 µg/l
moyennes sur les données observées	1.90 µg/l	0.34 µg/l	0.76 µg/l	0.52 µg/l
Ecarts-type sur les données observées	0.52 µg/l	0.11 µg/l	0.38 µg/l	0.21 µg/l

A partir de ces modèles réalisés sur un jeu de données de qualité, mais restreint, et localisé sur un cours d'eau aux caractéristiques précises, on peut retenir comme éléments pour les quatre éléments-trace concernés:

1. les moyennes de concentrations annuelles varient dans un intervalle restreint ;
2. la distribution des valeurs suit un cycle de variation saisonnière, très visible dans ce jeu de données pour l'arsenic ;
3. la répartition des erreurs à craindre se stabilise au-delà de 12 prélèvements ;
4. les ordres de grandeurs d'erreur à craindre sont très variables d'un élément à l'autre, le cuivre ayant les valeurs les plus fortes, l'arsenic, les plus faibles, malgré l'existence de cycle saisonnier marqué

2.3. Conclusions

Sur la base de cette analyse, il apparaît raisonnable de se proposer **une fréquence mensuelle pour quantifier les valeurs de fond géochimique**, sous réserve de s'assurer par ailleurs de la qualité des phases de prélèvements et d'analyse des éléments.

Toutefois, il serait opportun de constituer d'autres jeux de données de ce type, afin d'améliorer ces modèles et de vérifier que les résultats ne proviennent pas d'un cas particuliers, difficilement reproductible.

Nombre d'années

Une autre problématique, pour la quantification du fond géochimique, est celle de la répétition de la campagne d'analyse (ou du nombre d'années nécessaire).

Le jeu de données disponible ne couvrent que quatre années, l'examen des moyennes annuelles ne montre pas de tendances particulières, quel que soit l'élément étudié.

Il apparaît difficile en l'état de proposer une règle en la matière avec les données disponibles.

Conclusions générales – préconisations

Cette analyse du jeu de données produite par le LAMA (Irstea Lyon) a permis de proposer une simulation d'erreurs à craindre en fonction du nombre de prélèvements par an, et ainsi de proposer la fréquence mensuelle pour une campagne d'un an afin d'obtenir une précision de résultats pour quantifier un fond géochimique, compatible avec les faibles valeurs de concentrations observées dans la nature.

Meddtl. (2012). Avis relatif aux limites de quantification des couples "paramètre-matrice" de l'agrément des laboratoire effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques. 16.

Rabiet, M., Margoum, C., Gouy, V., Carluer, N. and Coquery, M. (2008). Transfert des pesticides et métaux dans un petit bassin versant viticole. Étude préliminaire de l'influence des conditions hydrologiques sur le transport de ces contaminants. Ingénieries EAT. **n° spécial Azote, phosphate et pesticides. Stratégies et perspectives de réduction des flux**: 65-75.

Remerciements

Xavier Bourrain, AE LB

Olivier Fontaine, Hélène Giot, Thomas Pelte, AE RM&C

Jean Prygiel et Cédric Halkett, AE AP

Philippe Thiebaut, AE AG

Anne-Sophie Allonier et Alexandra Lequien, AE SN

Jean-Philippe Ghestem, Laurence Gourcy, BRGM

Irstea

1, rue Pierre Gilles de Gennes
CS 10030
92761 Antony

01 40 96 61 21

www.irstea.fr

Onema

Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr