



NRS D11711-3

IRSN CAD A 08/08/12 004417

Document public



Délégation de Marseille

Immeuble le Noailles - 62, La Canebière  
13001 MARSEILLE

Tél. 04 96 11 36 36 - Fax 04 96 11 36 00

# 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'acquisition de  
données

BRGM/RP-54663-FR

Avril 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'acquisition de données

**BRGM/RP-54663-FR**  
Avril 2006

**A. Brenot, A. Blum, L. Chery**

<p><b>Vérificateur :</b></p> <p>Nom : E. Petelet - Giraud</p> <p>Date : 01/08/2006</p> <p>Original signé</p>
--

<p><b>Approbateur :</b></p> <p>Nom : D. Pennequin</p> <p>Date : 04/08/2006</p> <p>Original signé</p>
--

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : bassin Rhône-Méditerranée et Corse, éléments traces, fond géochimique, eaux superficielles, eaux souterraines, programme de mesure, protocole d'échantillonnage.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Brenot A., Blum A., Chery 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'acquisition de données. Rapport BRGM RP-54663-FR, 45 p + 3 annexes.

## Synthèse

La **Directive Cadre sur l'Eau** 2000/60/CE demande aux Etats Membres d'évaluer l'état de leurs masses d'eau souterraine et de surface. Mais l'évaluation du bon état chimique des masses d'eau nécessite de bien connaître les fonds géochimiques naturels de manière à distinguer les éléments traces naturellement présents dans le milieu de ceux résultant des activités humaines.

Par ailleurs un certain nombre d'éléments traces posent problème pour l'utilisation de la ressource pour l'usage « **alimentation en eau potable** » (AEP) au delà des seuils imposés par la réglementation, il est donc intéressant d'apprécier les niveaux des fonds géochimiques naturels pour ces éléments.

C'est dans ce contexte et pour répondre à ces besoins que l'Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée & Corse a demandé au BRGM d'identifier les zones dans lesquelles les eaux (eaux souterraines et eaux de surface) sont susceptibles de présenter un fond géochimique élevé pour les éléments traces. Par éléments traces, on entendra ici tous les éléments considérés comme toxiques ou indésirables par la Directive « Eau potable » 98/60/CE et par son décret d'application en droit français (n°1220 du 20 décembre 2001) à savoir : l'arsenic, le baryum, le bore, le fluor, le cadmium, le chrome, le mercure, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc, l'antimoine, le sélénium, l'aluminium, l'argent, le fer et le manganèse. Quatre de ces substances font également partie de la liste des substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau. Il s'agit du cadmium, du nickel, du mercure et du plomb.

Dans le cadre de cette étude, un premier rapport a été réalisé (rapport BRGM n°RP-54031-FR). Il fait état des travaux réalisés dans la **première phase** de l'étude dont l'objectif était double. Il s'agissait d'une part de collecter toutes les données brutes utiles à la délimitation des zones dont les eaux sont susceptibles de présenter un fond géochimique élevé et d'autre part de réaliser une synthèse bibliographique sur les occurrences en éléments traces dans les eaux souterraines et les eaux de surface du bassin Rhône – Méditerranée & Corse.

Le rapport de phase 2 (rapport BRGM n° RP-54253-FR) est consacré à la délimitation proprement dite des secteurs à risque de fond géochimique élevé. Dans un premier temps, les **données** utilisées y sont présentées en détail. Ces données sont issues de différentes bases de données et représentent différents niveaux d'information. Ce sont principalement : des analyses chimiques dans les eaux souterraines (collectées depuis la banque ADES mais également auprès des DDASS), des analyses chimiques réalisées sur les cours d'eau du bassin (sur eau, matières en suspension, bryophytes et sédiments) et dans les sols les fines d'alluvions (BRGM, inventaire géochimique national), des indices miniers (BRGM). Dans un deuxième temps, un **croisement cartographique** de ces données a été réalisé. Enrichi par les résultats de la synthèse bibliographique de la phase 1, ce travail a permis une **identification et une délimitation** des secteurs à risque de fond géochimique élevé pour chaque élément étudié. On retiendra ainsi que le fer et le manganèse sont les éléments les plus couramment rencontrés à l'état naturel (dans les eaux souterraines en particulier). Par ailleurs il existe d'autres occurrences significatives en baryum (dans les carbonates comme dans les régions de socle), en zinc, en fluor (dans les régions de socle en particulier), en arsenic et en antimoine pour les eaux naturelles dans les

massifs cristallins (Alpes internes, Corse alpine, Massif Central, Pyrénées). Avec des probabilités plus faibles, d'autres éléments sont susceptibles d'être présents. Il s'agit du cuivre (dans les carbonates comme dans les zones de socle), du chrome ou encore de l'aluminium. Pour ces substances les concentrations potentielles sont toutefois très basses.

Enfin le présent rapport de **phase 3** comporte plusieurs objectifs. Le premier est de définir un programme d'acquisition de données destiné à (1) caractériser le risque de fond géochimique élevé pour les eaux naturelles dans les zones où les données disponibles sont inexistantes ; (2) préciser l'ampleur de ce risque dans le cas où les données existent mais sont clairement insuffisantes ; (3) estimer des valeurs seuils pour lesquelles les concentrations sont attribuables à un fond géochimique. La proposition concernant la localisation théorique des points de prélèvement et le nombre total de points pour chaque secteur tient compte des résultats obtenus lors de la phase 2 de cette présente étude. Le deuxième objectif est de préciser les éléments et les supports à analyser en priorité et d'établir une fréquence d'échantillonnage optimale en termes de coût et d'efficacité. Enfin le troisième objectif est de formuler des recommandations concernant l'échantillonnage des eaux naturelles destinées à l'analyse des concentrations en éléments traces.

## Sommaire

<b>1. Introduction.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Définition d'un programme de mesure pertinent.....</b>	<b>11</b>
2.1. VUE 1 : VOSGES, PARTIE NORD DU BASSIN DE LA BRESSE, PLATEAU HAUT-SAONNOIS .....	19
2.2. VUE 2 : PARTIE EST DU MASSIF CENTRAL, MORVAN ET BASSIN DU SILLON SAONE-RHONE .....	20
2.3. VUE 3 : JURA, BASSIN LEMANIQUE ET PARTIE NORD DES ALPES EXTERNES	21
2.4. VUE 4 : ALPES EXTERNES ET INTERNES .....	22
2.5. VUE 5 : PYRENEES, MONTAGNE NOIRE ET PARTIE OUEST DE LA COUVERTURE LANGUEDOCIENNE.....	23
2.6. VUE 6 : PARTIE SUD DU MASSIF CENTRAL, PARTIE EST DE LA COUVERTURE LANGUEDOCIENNE, VOLCANISME ARDECHOIS, MASSIFS CRETACES PROVENÇAUX ET DU VERCORS, BASSINS TERTIAIRES PROVENCAUX ET VALLEE DU RHONE .....	24
2.7. SECTEUR 7 : PARTIE SUD DES ALPES EXTERNES, MASSIFS DES MAURES ET DE L'ESTEREL ET BASSIN TERTIAIRE DE DIGNE-LES-BAINS .....	25
2.8. VUE 8 : CORSE ALPINE ET CORSE GRANITIQUE ET VOLCANIQUE.....	25
<b>3. Supports à analyser pour les eaux de surface .....</b>	<b>27</b>
<b>4. Période d'échantillonnage et fréquence.....</b>	<b>29</b>
4.1. EAUX SOUTERRAINES .....	29
4.1.1. Généralités .....	29
4.1.2. Nappes libres.....	32
4.1.3. Nappes captives .....	32

4.2. EAUX DE SURFACE .....	33	
4.2.1. Phase dissoute et phase particulaire .....	33	
4.2.2. Sédiments de rivières .....	34	
4.2.3. Bryophytes .....	34	
<b>5. Protocole d'échantillonnage.....</b>	<b>35</b>	
5.1. PHASE DISSOUE DES EAUX DE SURFACE ET DES EAUX SOUTERRAINES .....		35
5.1.1. La filtration .....	35	
5.1.2. Le choix du flaconnage .....	35	
5.1.3. L'acidification .....	36	
5.1.4. La température de conservation .....	36	
5.2. PHASE PARTICULAIRE DES EAUX DE SURFACE.....	36	
5.2.1. La filtration .....	37	
5.2.2. La décantation .....	37	
5.2.3. Le choix du flaconnage .....	37	
5.3. LES SEDIMENTS DE RIVIERES .....	37	
5.4. LES BRYOPHYTES .....	38	
<b>6. Protocole analytique .....</b>	<b>39</b>	
6.1. ETAAS (SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE PAR ATOMISATION ELECTROTHERMIQUE).....	39	
6.2. ICP-AES (SPECTROMETRIE PAR EMISSION ATOMIQUE PAR PLASMA INDUIT) .....		39
6.3. ICP-MS (SPECTROMETRIE DE MASSE PAR PLASMA INDUIT).....	40	
6.4. PERFORMANCES ANALYTIQUES.....	40	
6.4.1. Les différentes techniques analytiques.....	40	

6.4.2. Comparaisons inter-laboratoires.....	41
6.5. PRISE DE DECISION .....	43
<b>7. Conclusion .....</b>	<b>45</b>
<b>8. Bibliographie.....</b>	<b>47</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Niveau de confiance attribué aux zones susceptibles de présenter un fond géochimique élevé en fonction des données disponibles pour chaque secteur. ....	11
Illustration 2 : Exemple d'identification d'une zone recommandée pour de nouveaux prélèvements en eaux souterraines et eaux de surface. ....	13
Illustration 3 : Variabilité des limites de quantification dans les eaux souterraines et les eaux de surface. ....	15
Illustration 4 : Carte des différentes vues proposées pour la représentation cartographique – Fond cartographique : carte géologie simplifiée au 1 / 1 000 000 (source BRGM). ....	16
Illustration 5 : Zones de localisation de nouveaux points de prélèvement d'eaux de surface (a) et d'eaux souterraines (b) pour la caractérisation du fond géochimique. ....	18
Illustration 6 : Support analytique à considérer en priorité pour les eaux de surface suivant le niveau de connaissance actuel de la zone présentant un fond géochimique élevé en éléments traces. ....	28
Illustration 7 : relations entre concentrations maximales observées dans chaque point d'eau et nombre total de prélèvements réalisés par l'AERM&C. Seuls les résultats d'analyses supérieurs aux limites de quantification et les paramètres pour lesquels un risque a été identifié sont représentés. ....	31
Illustration 8 : Comparaison des gammes de linéarités et des seuils de quantifications pour différentes techniques d'analyses de l'arsenic (Thomas, 2003). ....	41
Illustration 9 : Reproductibilités inter-laboratoire obtenues pour les micopolluants métalliques prioritaires et sur la base de tests d'intercomparaison français (Coquery et al., 2005). ....	42

## Liste des annexes

Annexe 1 Liste des points de prélèvement préconisés pour le programme d'acquisition de données .....	49
Annexe 2.....	51
Annexe 3.....	54

## 1. Introduction

La mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE précise différentes exigences et notamment que « les Etats membres peuvent utiliser des typologies pour la caractérisation des eaux souterraines lorsqu'ils établissent des niveaux naturels pour ces masses d'eau souterraine » (Annexe II.2.2 de la DCE). Sa Directive fille sur les eaux souterraines, actuellement en négociation, renforce cette nécessité de connaître les états de référence géochimique des masses d'eau souterraines. Les Etats Membres, et plus précisément les districts hydrographiques chargés de la mise en œuvre de la Directive, devront en effet fournir pour chaque masse d'eau souterraine à risque des informations sur le bruit de fond géochimique (annexe III, partie B de la proposition de Directive de septembre 2003).

Pour les cours d'eau, les exigences sont les mêmes. L'évaluation du bon état chimique des cours d'eau nécessite de bien connaître les fonds géochimiques naturels de manière à distinguer les éléments traces naturellement présents dans le milieu de ceux résultant des activités humaines.

La mise en place ces dernières années de réseaux de mesure de la qualité des eaux souterraines en France, en particulier par les Agences de l'Eau, a montré combien il était difficile dans l'état actuel des connaissances d'évaluer les niveaux de référence géochimique des eaux des aquifères. L'élaboration du Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau ou SEQ (SEQ - cours d'eau et SEQ – eaux souterraines), qui sert notamment à traiter les données issues de ces réseaux, confirme cette difficulté.

Il est donc nécessaire d'améliorer la connaissance de l'état de référence des eaux naturelles pour un certain nombre d'éléments métalliques et minéraux (fond géochimique) pour être à même de faire la part des choses entre présence naturelle et apports anthropiques, de prévoir l'évolution à court et long terme de la qualité des eaux et se fixer des objectifs de qualité ou de restauration pertinents dans la recherche du « bon état qualitatif des aquifères » (Directive Cadre sur l'Eau).

Il n'existe pas de réponse unique pour qualifier une eau de « bonne qualité ». La qualité d'une eau souterraine se définit à partir de l'usage qu'on en fait. On peut cependant évaluer la qualité de l'eau par rapport à son état d'origine. L'altération de l'état chimique d'une eau souterraine est ainsi évaluée par rapport à l'état naturel en mesurant les principaux paramètres physico-chimiques responsables de la dégradation : nitrates, pesticides, micropolluants minéraux (arsenic, plomb,...), micropolluants organiques (hydrocarbures aromatiques, polycycliques, composés organo-halogénés volatils,...).

Par ailleurs un certain nombre de ces éléments posent problème pour l'utilisation de la ressource pour l'usage « alimentation en eau potable » (AEP) au delà des seuils imposés par la réglementation, il est donc intéressant d'apprécier les niveaux des fonds géochimiques naturels pour certains éléments.

C'est dans ce contexte et pour répondre aux besoins de l'Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée & Corse en matière d'identification des fonds géochimiques naturels dans les cours d'eau et les eaux souterraines du bassin que cette étude a été réalisée. Celle-ci s'articule en trois phases :

- phase 1 : recueil des données et des informations disponibles.  
Cette phase a pour objectif de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible sur les niveaux de référence géochimiques des hydrosystèmes du bassin. Cet inventaire comporte un volet bibliographique ainsi qu'une collecte des données brutes utiles à la définition des fonds géochimiques (BRGM/RP-54031-FR).
- phase 2 : analyse des données existantes.  
L'ensemble des données et des informations collectées est exploité de manière à identifier, pour les cours d'eau du bassin comme pour les eaux souterraines, les secteurs à risque de concentrations naturelles élevées en éléments métalliques (BRGM/RP-54530-FR).
- phase 3 : définition d'un programme d'acquisition de données.  
Au regard de tous ces résultats, des programmes d'acquisition de données sont établis de manière à d'une part mieux suivre les variabilités spatio-temporelles des substances présentes naturellement à des niveaux élevés, et d'autre part à affiner les connaissances dans les secteurs où un risque est supposé mais non vérifié compte tenu de l'insuffisance éventuelle des données disponibles.

Le présent rapport fait état des travaux de la **phase 3** qui comporte plusieurs objectifs. Le premier est de définir un programme d'acquisition de données destiné à (1) caractériser le risque de fond géochimique élevé pour les eaux naturelles dans les zones où les données disponibles sont inexistantes ; (2) préciser l'ampleur de ce risque dans le cas où les données existent mais sont clairement insuffisantes ; (3) estimer des valeurs seuils pour lesquelles les concentrations sont attribuables à un fond géochimique. La proposition concernant la localisation théorique des points de prélèvement et le nombre total de points pour chaque secteur tient compte des résultats obtenus lors de la phase 2 de la présente étude. Le deuxième objectif est de préciser les éléments et les supports à analyser en priorité et d'établir une fréquence d'échantillonnage optimale en termes de coût et d'efficacité. Enfin le troisième objectif est de formuler des recommandations concernant l'échantillonnage et l'analyse des eaux naturelles destinées à l'analyse des concentrations en éléments traces.

## 2. Définition d'un programme de mesure pertinent

Le rapport de phase 2 (BRGM/RP-54530-FR) a permis d'identifier et de délimiter les zones présentant un fond géochimique élevé. En raison de l'**hétérogénéité des données disponibles** suivant les secteurs géographiques considérés, il est apparu important d'attribuer à chaque zone présentant un fond géochimique élevé un **niveau de confiance** rendant compte du degré de connaissance. En effet si dans certains secteurs les données sont abondantes (inventaire géochimique, nombreux résultats d'analyse, publications expliquant l'origine de l'élément) et permettent d'affirmer avec certitude qu'un fond géochimique **élevé** existe, d'autres secteurs sont pauvres voir démunis de données et seule une approche « prédictive » basée sur les connaissances acquises dans des contextes géologiques équivalents permet de délimiter les zones présentant un fond géochimique élevé. Selon les données disponibles, **3 niveaux de connaissance ou de confiance : faible, moyen et élevé** ont été définis en tenant compte des critères précisés dans l'illustration 1.

Niveau de confiance attribué	Données disponibles
Faible	Aucune donnée ou Analyses chimiques (ESU+ESO) ou Inventaire géochimique
Moyen	Bibliographie ou Bibliographie et Inventaire géochimique
Elevé	Bibliographie et Analyses chimiques (ESU+ESO) ou Inventaire géochimique et Analyses chimiques (ESU+ESO) ou Bibliographie et Inventaire géochimique et Analyses chimiques (ESU+ESO)

ESU = Eaux superficielles  
ESO = Eaux souterraines

*Illustration 1 : Niveau de confiance attribué aux zones susceptibles de présenter un fond géochimique élevé en fonction des données disponibles pour chaque secteur.*

Suivant le niveau de confiance attribué à chaque zone identifiée comme présentant un fond géochimique élevé, le programme d'investigation choisi pour la caractérisation du fond géochimique en éléments traces répondra à différentes finalités :

- Niveau de confiance **faible** : l'objectif est d'**identifier** clairement le risque de fond géochimique élevé à partir de données de concentrations en éléments traces pour les eaux naturelles dans les zones où les données disponibles sont inexistantes ou pour lesquelles les stations de prélèvement actuellement considérées ne sont pas pertinentes.

- Niveau de confiance **moyen** : l'objectif est de **préciser** l'ampleur de ce risque, en effet dans ce cas de figure les données existent mais sont clairement insuffisantes pour valider le risque de fond géochimique élevé.
- Niveau de confiance **élevé** : l'objectif est d'**estimer** des valeurs seuils pour lesquelles les concentrations sont attribuables à un fond géochimique en éléments traces.

Par la suite pour chaque zone identifiée comme susceptible de présenter un fond géochimique élevé, des recommandations concernant la mise en œuvre d'un **programme de mesure pertinent** seront formulées en tenant compte du **niveau de connaissance actuel** de chaque zone. Les propositions d'amélioration du programme de mesure existant consistent en une **localisation « théorique »** de nouveaux points de prélèvements (Illustration 5 et Annexe 1) et une évaluation de leur nombre. Pour chaque zone seront également précisés les **éléments traces à suivre en priorité** et avec quelle **fréquence**.

Dans le rapport de phase 2, il a été mis en évidence que certains points d'échantillonnage des réseaux de suivi des eaux de surface à l'échelle du bassin (RNB, DDASS) et des réseaux de suivi des eaux souterraines (ADES), avec de moindres proportions, sont peu pertinents pour identifier des zones de fond géochimique élevé. Afin de s'affranchir dans la mesure du possible des contraintes anthropiques, le positionnement des points d'échantillonnage doit tenir compte de l'occupation des sols. Le support cartographique associé au rapport de phase 2, où figurent les principales pressions anthropiques sur le bassin, est exploité à cet effet.

Un effort tout particulier est porté à la définition d'un programme de mesure pertinent pour les eaux de surface en raison du faible nombre actuel de stations sur lesquelles des analyses en éléments traces sont réalisées (200 stations contre un nombre compris entre 1020 et 4314 pour les eaux souterraines selon les éléments analysés) et de la forte contrainte anthropique s'exerçant sur nombre de points d'échantillonnage existants. **L'amélioration du programme de mesure pour les eaux de surface** constitue donc une **priorité**. Dans la mesure du possible **les stations de prélèvement existantes**, déjà considérées dans d'autres réseaux de mesures, ont été privilégiées. Notamment les stations de prélèvement de l'inventaire exceptionnel des substances dangereuses ont été prises en compte pour proposer de nouvelles stations de suivi pour le fond géochimique en éléments traces. Les campagnes réalisées sur les stations de mesure du réseau de référence construit pour répondre à la DCE auraient également été intéressantes. Ces données n'étaient malheureusement pas disponibles au moment de la réalisation de cette étude. L'intérêt de la démarche présentée ici est de faciliter la mise en place d'une nouvelle campagne de prélèvement en considérant des stations déjà connues et pour lesquelles d'autres paramètres que les éléments traces ont déjà été mesurés. Dans les zones où les stations appartenant à un autre réseau n'existent pas ou sont peu pertinentes, d'autres points de prélèvement et leur **localisation « théorique »** sont proposés.

Pour les eaux souterraines, le nombre de stations sur lesquelles des mesures en éléments traces sont disponibles est, grâce en particulier aux analyses effectuées dans le cadre du contrôle sanitaire, supérieur à celui des eaux de surface. Toutefois, des améliorations sont possibles tant sur le plan du positionnement des points que sur la qualité des données exploitées. Ainsi, un examen plus attentif des données disponibles met en évidence un certain nombre de difficultés dont les principales sont :

- Les difficultés pour interpréter les données issues des réseaux. En effet, le niveau de confiance attribué à la plupart des secteurs est faible ou moyen ce qui traduit un manque d'information pour attribuer un risque. Il est ainsi courant de disposer de données de l'inventaire géochimique laissant présumer d'un risque pour les eaux mais de ne pas avoir de stations d'échantillonnage dans ces mêmes zones. Il est alors impossible de confirmer le risque et de mieux apprécier les relations entre concentrations dans les sols et concentrations dans les eaux souterraines. La démarche exposée dans ce chapitre est donc bien d'identifier ces zones dans lesquelles des analyses complémentaires sont souhaitables.

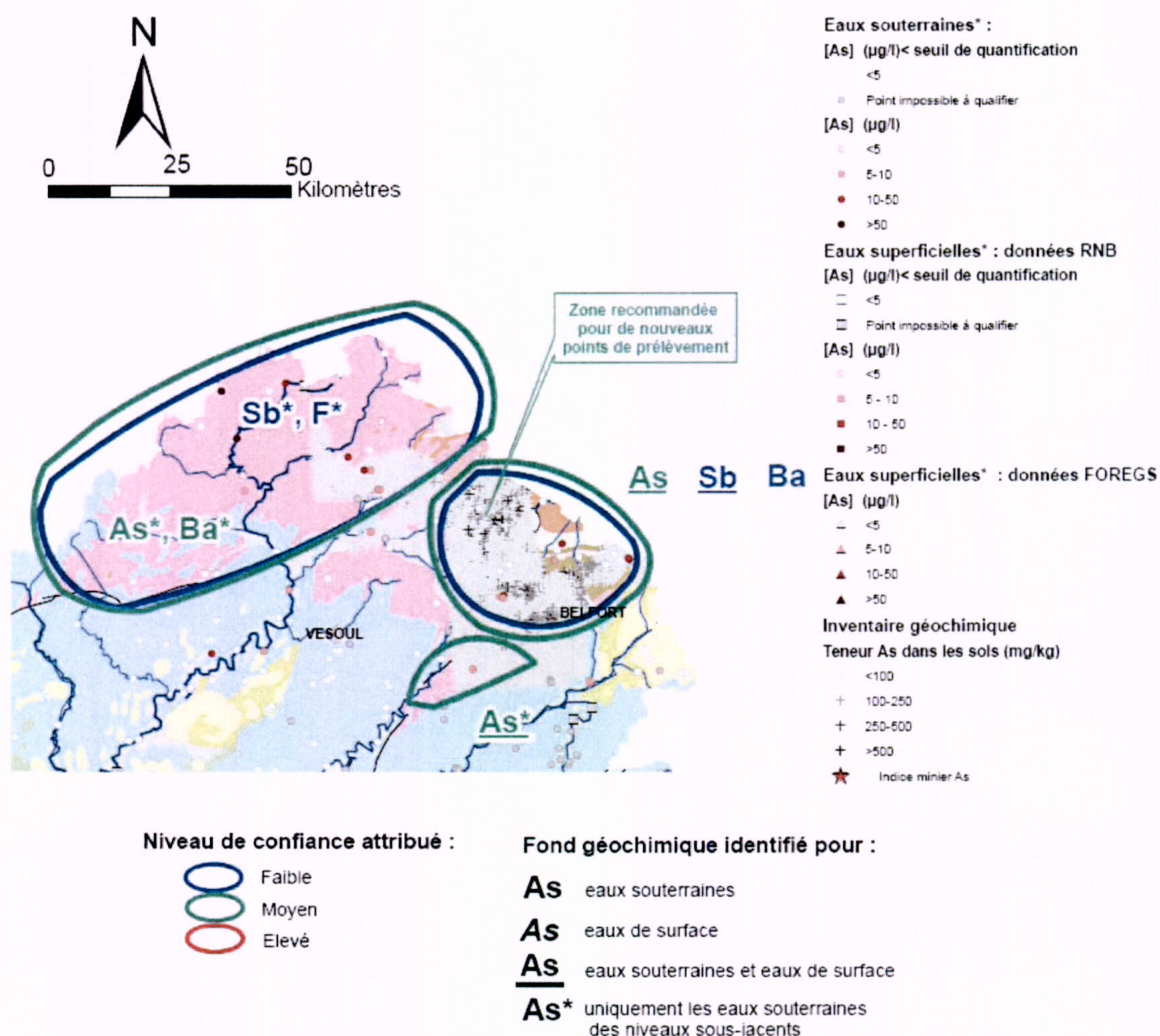


Illustration 2 : Exemple d'identification d'une zone recommandée pour de nouveaux prélèvements en eaux souterraines et eaux de surface.

- la faiblesse des fréquences de mesures sur la plupart des stations. A titre d'exemple, sur le réseau patrimonial de suivi de la qualité de l'agence, les éléments traces ne sont analysés qu'une fois tous les 5 ans. En ce qui concerne le contrôle sanitaire, les fréquences sont très

variables et souvent très faibles dans les zones peu habitées (jusqu'à un prélèvement tous les 5 ans). Les éléments traces, en outre, ne font pas toujours partie des contrôles de routine. Ainsi beaucoup de stations ne disposent que de 2 ou 3 prélèvements ce qui d'une part ne permet pas d'apprécier l'évolution de la concentration et de mieux comprendre la variabilité naturelle des paramètres responsables d'un fond géochimique élevé, d'autre part ne permet pas d'identifier une pollution éventuelle. En effet, lorsque sur plusieurs analyses, seule une est anormale, il est possible de conclure à une pollution.

- La variabilité des limites de quantification. Les données exploitées proviennent de producteurs de données très différents (AERM&C, DDASS, Conseils généraux, autres collectivités locales, ...) si bien que les méthodes d'analyse et les performances analytiques le sont aussi. Il est ainsi très difficile de comparer des valeurs sur une zone où les résultats sont acquis avec des limites de quantification qui varient du simple au double voir plus. L'Illustration 3 présente cette variabilité.
- la variabilité des laboratoires intervenant : là encore, le nombre de producteurs de données entraîne des incertitudes sur les résultats d'analyse chimique. En effet à des gammes de concentrations de l'ordre du  $\mu\text{g/L}$  ou de la dizaine de  $\mu\text{g/L}$ , l'incertitude analytique inter-laboratoires peut être importante. Ce point sera développé dans les chapitres suivants.

Pour des raisons de lisibilité, les localisations « théoriques » de nouveaux points de prélèvements sont regroupés suivant les secteurs géographiques, au nombre de 8, définis dans le rapport de phase 1 (Illustration 4).



Illustration 3 : Variabilité des limites de quantification dans les eaux souterraines et les eaux de surface.

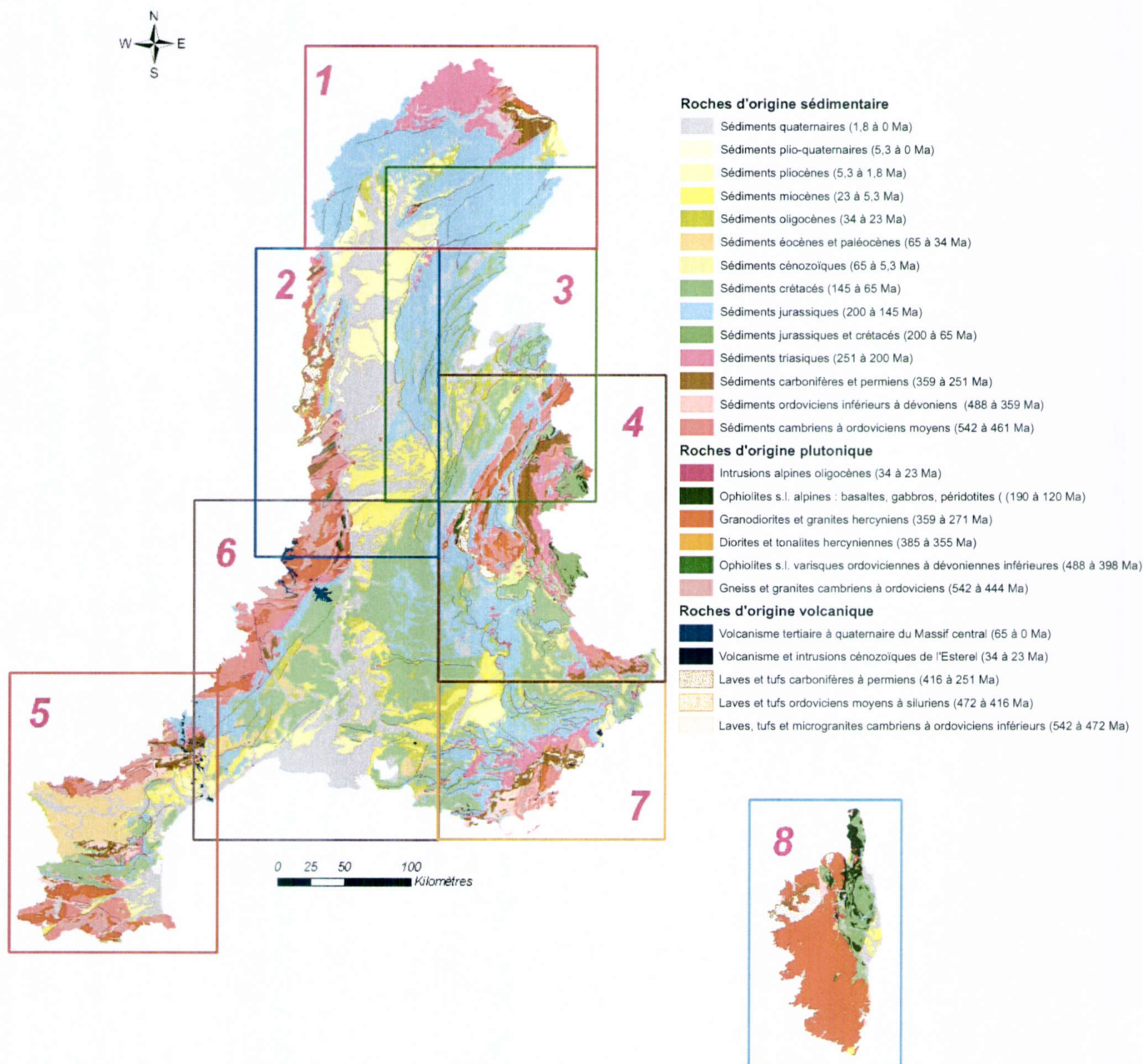
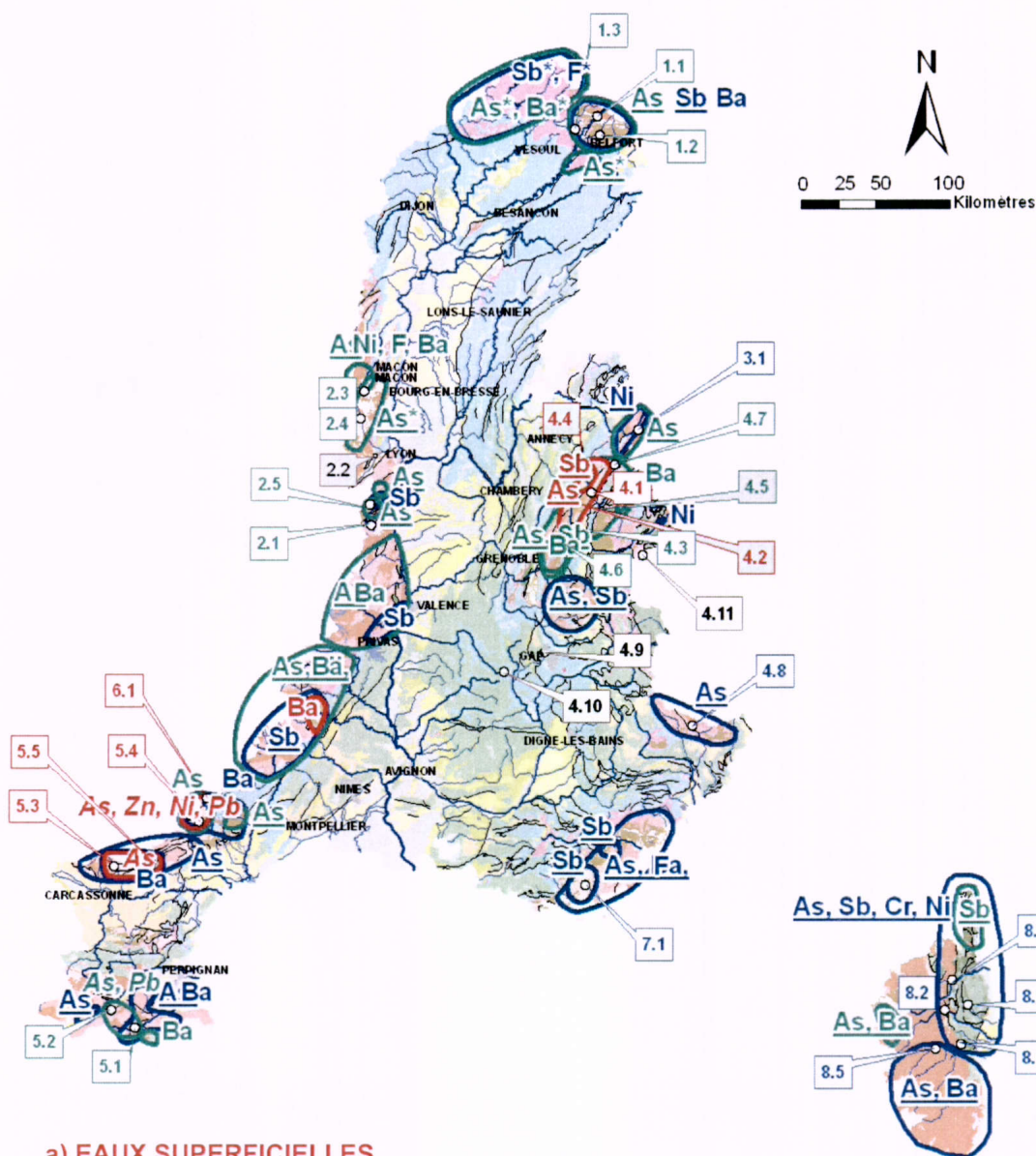


Illustration 4 : Carte des différentes vues proposées pour la représentation cartographique – Fond cartographique : carte géologie simplifiée au 1 / 1 000 000 (source BRGM)



**a) EAUX SUPERFICIELLES**

**Niveau de confiance attribué :**



**Fond géochimique identifié pour :**

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As\*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

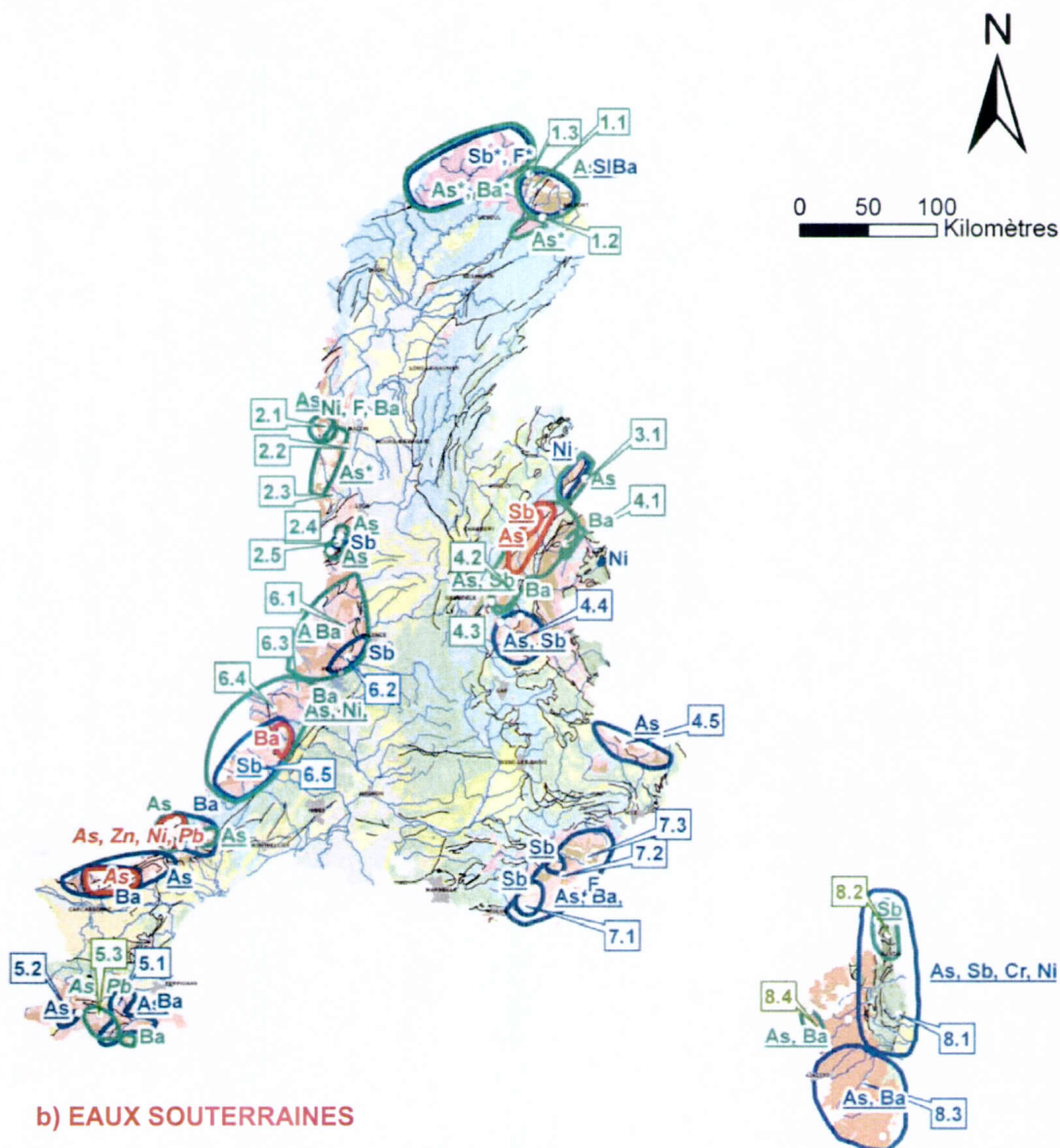
Géologie simplifiée au 1/1 000 000 (voir légende Figure 4 BRGM/RP-54530-FR)

**Points de prélèvements préconisés :**

- Point appartenant à un réseau de mesure existant
- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

**Objectif du programme d'acquisition :**

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est à priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer



**Niveau de confiance attribué :**



**Fond géochimique identifié pour :**

- As** eaux souterraines
- As** eaux de surface
- As** eaux souterraines et eaux de surface
- As\*** uniquement les eaux souterraines des niveaux sous-jacents

Géologie simplifiée au 1/1 000 000 (voir légende Figure 4 BRGM/RP-54530-FR)

**Points de prélèvements préconisés :**

- Nouvelle zone de prélèvement recommandée

**Objectif du programme d'acquisition :**

- 5.1 Identifier le risque de fond géochimique
- 5.1 Préciser le risque de fond géochimique
- 5.1 Estimer des valeurs seuils pour le fond géochimique
- 5.1 Zone pour laquelle le fond géochimique est a priori faible mais le manque de données ne permet pas de le confirmer

Illustration 5 : Zones de localisation de nouveaux points de prélèvement d'eaux de surface (a) et d'eaux souterraines (b) pour la caractérisation du fond géochimique.

### *Comment lire ces cartes ?*

Pour des raisons de lisibilité, les zones dans lesquelles des prélèvements, en eau de surface comme en eau souterraine, sont recommandées sont figurées par un point. Il est important de noter que ces points ne prétendent pas fournir le lieu exact du prélèvement à réaliser. L'objectif n'est que de présenter la zone approximative dans laquelle un nouveau point de prélèvement devra être trouvé.

Il faut garder à l'esprit que les remarques concernant la localisation des stations de prélèvement constituent des précautions à prendre et ne garantissent en rien l'état non-pollué des prélèvements. Sur ces cartes les zones de localisation de nouveaux points de prélèvements ne sont données qu'à titre indicatif à partir de considérations théoriques. Seules des études plus fines prenant en compte les réalités du terrain à petite échelle, notamment l'occupation des sols actuelle et passée, l'implantation des points de rejets industriels et urbains pour les eaux de surface, permettraient la localisation précise des points de mesures. A titre d'exemple la consultation de la liste des installations classées de la DRIRE et des études réalisées par Géoderis qui identifient la localisation précise des terrils miniers et les exhaures minières apparaît particulièrement judicieuse pour la mise en place de nouveaux sites d'échantillonnage pour les eaux de surface.

Pour les eaux souterraines, seules des nouvelles zones sont proposées. Aucune analyse des points existants n'est réalisée contrairement aux eaux de surface. Ce choix s'explique principalement par l'abondance des points d'eau souterraine et par la diversité des réseaux représentés (DDASS, RNES, conseils généraux, syndicats...). Ce travail nécessiterait notamment d'étudier la coupe de chaque forage pour connaître les horizons captés ou encore d'identifier la position de chaque point par rapport aux écoulements souterrains, cette dernière information n'étant pas disponible pour cette étude.

## **2.1. VUE 1 : VOSGES, PARTIE NORD DU BASSIN DE LA BRESSE, PLATEAU HAUT-SAONNOIS**

Pour le **sud du Massif des Vosges** un fond géochimique en **arsenic et antimoine pour les eaux de surface** et en **arsenic, nickel et baryum pour les eaux souterraines** a été identifié avec un niveau de **confiance faible à moyen**. En raison du nombre limité de données exploitables pour les eaux de surface (3 : Savoureuse au Vieux Charmont, Doubs à Mathay et Gland à Audincourt) **des échantillons supplémentaires** d'eaux de surface prélevés hors contexte agricole doivent être analysés. A titre d'exemple il serait tout à fait pertinent de prendre en compte la station existante du réseau RNB (code 6900) prélevant l'Ognon à Servance (Zone 1.1, Illustration 5a), station non analysée pour les éléments traces lors des précédentes campagnes, et la nouvelle station de prélèvement du Raddon à Belfahy (Zone 1.2, Illustration 5a) et de la Lanterne en amont de Lantenot (Zone 1.3, Illustration 5a). Ce qui revient à considérer au minimum 3 stations de prélèvement d'eaux de surface pour ce secteur. L'objectif de ces nouvelles analyses est double, tout d'abord il vise à **confirmer l'existence** d'un fond géochimique élevé en **nickel** pour les eaux

de surface mais également de **quantifier l'ampleur** de la contribution naturelle en **arsenic** pour ces eaux.

Dans les eaux souterraines du **socle vosgien**, un fond géochimique en **arsenic, nickel et baryum** a été identifié avec un niveau de **confiance moyen**. En effet, les informations disponibles sont souvent soit l'inventaire géochimique soit des analyses chimiques. Afin d'améliorer les connaissances sur les bruits de fond dans ce secteur il serait donc utile de faire des prélèvements dans la zone couverte par l'inventaire géochimique afin de confirmer qu'il existe un lien entre présence de l'arsenic dans les roches et concentrations élevées dans les aquifères. Des prélèvements sur plusieurs bassins versants sont recommandés (points 1.1 à 1.3, Illustration 5b).

## **2.2. VUE 2 : PARTIE EST DU MASSIF CENTRAL, MORVAN ET BASSIN DU SILLON SAONE-RHONE**

Pour le **Massif du Pilat** un fond géochimique en **arsenic pour les eaux de surface** et en **arsenic, et antimoine pour les eaux souterraines** a été identifié avec un niveau de **confiance faible à moyen**. Pour les **eaux de surface** peu de données sont disponibles, il est donc important de **renforcer le réseau de prélèvement existant** en prenant en compte de nouveaux points de prélèvement hors contexte anthropique, à titre d'exemple le Gier en amont de Saint Chamont pourrait convenir (Zone 2.1, Illustration 5a). Pour les eaux souterraines, là encore bien que les données de l'inventaire géochimique laissent supposer que les concentrations des éléments cités précédemment peuvent être significatives, la quasi absence de données disponibles ne nous permet pas d'affirmer si ce risque est avéré ou non. Des prélèvements dans les zones dans lesquelles l'inventaire met en évidence la présence de ces éléments sont recommandés (zones 2.4, 2.5, 2.6, Illustration 5a).

Pour la **partie est du Massif Central**, au nord de Lyon, un fond géochimique élevé en **arsenic pour les eaux de surface** et en **arsenic, nickel, baryum et fluor pour les eaux souterraines** a été identifié avec un niveau de **confiance moyen**. Les concentrations mesurées sur la Turdine à l'Arbresle et l'Ardière à Saint Jean d'Ardières mettent dès à présent en évidence des concentrations élevées en **arsenic** dans les eaux de surface. La station de prélèvement de la Turdine à l'Arbresle (Zone 2.2, Illustration 5a) est pertinente pour l'évaluation du fond géochimique en éléments traces, il est néanmoins indispensable de prendre en compte de nouvelles stations de prélèvement afin de s'assurer que ces fortes concentrations ne sont pas imputables au drainage des secteurs miniers amont. La prise en compte de ces nouvelles analyses d'éléments traces permettra de délimiter plus précisément la zone géographique correspondant à ce risque et enfin de proposer une quantification des concentrations attribuables à une origine naturelle. Ces stations seront choisies en accord avec l'occupation des sols afin de disposer d'analyses pertinentes concernant le fond géochimique, à titre d'exemple la Grosnes occidentale en amont de Mosols et l'Azergues en amont de Lamure-sur-Azergues pourraient convenir (Zone 2.3 et 2.4, Illustration 5a).

Dans les **eaux souterraines**, en l'absence de résultats d'analyses chimiques et de données issues de l'inventaire géochimique, des prélèvements dans les eaux souterraines du socle au nord de la série de la Brévenne seraient utiles.

Plus au nord, à l'ouest de Mâcon, les données de l'inventaire géochimique ont permis d'identifier un risque moyen pour ces éléments. Des mesures complémentaires seraient également souhaitables pour confirmer ce risque (pour le fluor en particulier pour lequel, en l'absence d'inventaire géochimique, le niveau de confiance reste faible ; Illustration 5b, zones 2.1, 2.2, 2.3).

La zone située en **amont de Saint-Etienne**, situé dans le bassin versant de la Loire, a été identifiée comme présentant un fond géochimique élevé en **arsenic** pour les eaux de surface avec un niveau de **confiance moyen** en raison d'un manque important d'analyses en éléments traces pour les eaux de surface. Les analyses disponibles pour le Gier à Givors ne sont pas pertinentes pour identifier le fond géochimique dans ce secteur en raison de leur forte contrainte anthropique. Nous préconisons donc la mise en place de nouvelles stations de prélèvement, tenant compte des réalités du terrain pour se placer dans un contexte préservé, par exemple l'échantillonnage de la Durèze en amont de Valfleury serait tout à fait pertinente (Zone 2.5, Illustration 5a).

### 2.3. VUE 3 : JURA, BASSIN LEMANIQUE ET PARTIE NORD DES ALPES EXTERNES

Pour le **Massif du Mont Blanc** un fond géochimique en **arsenic et nickel** a été identifié pour les **eaux de surface** avec un niveau de **confiance faible à moyen**. Les stations de prélèvement étudiées pour les éléments traces se situent dans la vallée de l'Arve présentant une industrialisation significative, susceptible de contaminer les eaux de surface en éléments traces et de masquer le signal naturel. De nouvelles stations de prélèvement doivent être considérées, idéalement les eaux de surface échantillonnées doivent drainer la zone identifiée comme susceptible de présenter un fond géochimique élevé en amont des Houches (Zone 3.1, Illustration 5a). Cependant il est à noter que la prise en compte de l'occupation des sols pour le choix des stations, bien qu'indispensable, ne garantit en rien l'absence totale de contribution anthropique. En effet Parriaux (1997) a montré qu'en amont des bassins versants du secteur du Mont Blanc, l'origine des éléments traces autres que l'arsenic et le fluor est clairement anthropique. La proximité de la vallée industrialisée de l'Arve du secteur de Chamonix contribue à un apport en métaux par voie atmosphérique vers ces secteurs. En effet, les fumées rejetées par les usines, ainsi que celles du trafic routier intense, sont chargées en métaux. On les retrouve en tête des bassins versants par l'intermédiaire des précipitations (Dubois et Parriaux, 1990).

Pour les **eaux souterraines**, le risque identifié pour ces éléments et dans ces mêmes zones bénéficie d'un niveau de confiance moyen à élevé grâce notamment aux références bibliographiques disponibles sur le secteur (Parriaux, 1997 ; Dubois et Parriaux, 1990). La réalisation d'analyses complémentaires dans ce secteur ne serait donc pas une priorité si le programme d'investigation ne doit servir qu'à compléter les connaissances (zone 3.1, Illustration 5b). En revanche, dans la perspective d'un programme de suivi plus homogène à l'échelle du bassin, des mesures seraient utiles pour mieux caractériser ce fond géochimique.

## 2.4. VUE 4 : ALPES EXTERNES ET INTERNES

Pour le **Massif de Belledonne et le Beaufortain** un fond géochimique en **arsenic et en antimoine** a été identifié avec un niveau de **confiance élevé**. Cependant les stations d'échantillonnage considérées actuellement pour les eaux de surface sont peu pertinentes pour **quantifier précisément l'ampleur** de ce fond et notamment de déterminer si ce risque concerne également l'élément nickel en raison de leur localisation en contexte anthropique. Par ailleurs l'amélioration du réseau de mesure existant pour ce secteur a pour objectif de poser les **limites spatiales** de la zone présentant un fond géochimique élevé en arsenic. Un prélèvement de l'Isère en amont d'Albertville (Zone 4.1, Illustration 5a), hors zone urbaine et d'autres cours d'eau, par exemple la Breda et l'eau d'Olle drainant le Massif de Belledonne est donc préconisé. La station de l'Arc à Argentine (Zone 4.2, Illustration 5a), déjà prise en compte dans d'autres réseaux de prélèvement (Campagne substances dangereuses, réseau de référence...) apparaît tout à fait pertinente car située en aval des secteurs présentant des concentrations élevées en arsenic dans les sols (inventaire géochimique) et présentant une contrainte anthropique moindre. De la même manière l'Arc en aval de Saint Martin de la Porte (Zone 4.3, Illustration 5a) permettrait de définir les limites spatiales du fond géochimique en arsenic. D'autres données sur l'Arly à Césarches (Zone 4.4, Illustration 5a), en veillant à disposer de meilleurs seuils de quantification pour l'arsenic (au minimum inférieur à 1 µg/l) que les données existantes, seraient également de première importance.

En **zone périphérique du Massif de Belledonne et du Beaufortain**, un fond géochimique en **arsenic et en nickel** a été identifié avec un niveau de **confiance moyen** pour la partie se prolongeant vers le sud et l'est, **à faible** pour la partie septentrionale se prolongeant vers le massif du Mont Blanc. Pour ce secteur l'objectif des prochaines campagnes de prélèvement est d'**identifier clairement le fond géochimique** pour les eaux naturelles. Les campagnes réalisées pour les eaux souterraines est pertinent, seule la partie sud du massif de Belledonne et plus au sud le massif des Ecrins mériteraient un nombre plus important de données, notamment à proximité de Jarrie pour Belledonne. En revanche pour les **eaux de surface** peu de données sont disponibles, il est donc important de **renforcer le réseau de prélèvement existant**. Ainsi la station existante du réseau RNB du Doron de Bozel à Moutiers (Zone 4.5, Illustration 5a), échantillonnée ponctuellement pour d'autres substances, mériterait un prélèvement pour analyse des éléments traces. De la même manière deux nouveaux points sur les eaux de surface, l'un au sud du Massif de Belledonne, par exemple le Torrent des roches en amont de Saint Colombin des Villards (Zone 4.6, Illustration 5a), l'autre au nord du Massif du Beaufortain (Zone 4.7, Illustration 5a) sont à mettre en place hors contexte anthropique afin d'identifier le fond géochimique dans ces secteurs.

Pour les **eaux souterraines** de ces massifs des points de prélèvements en aval des écoulements sont également conseillés pour mieux définir le fond géochimique pour les éléments arsenic, baryum et antimoine notamment (zones 4.2 et 4.3, Illustration 5b). Des prélèvements sont aussi recommandés sur différents sites du massif des Ecrins dans lequel un risque de fond géochimique en arsenic a été identifié avec un niveau de confiance faible compte tenu de l'absence de données sur la composition chimique des aquifères (zone 4.4, Illustration 5b).

Le **Massif de l'Argentera** est également susceptible de présenter un fond géochimique élevé en **arsenic**, cependant compte tenu des données disponibles l'approche présentée dans le rapport de phase 2 est restée prédictive, le **niveau de confiance** attribué à cette interprétation reste donc

**faible.** Il est donc important de disposer dans ce secteur de davantage de données concernant à la fois les eaux de surface mais également les eaux souterraines. Compte tenu de l'occupation des sols documentée sur ce secteur, la localisation de nouveaux points de prélèvement ne présentera pas de difficultés majeures (Zone 4.8, Illustration 5a). Il est indispensable de mettre en place au minimum 3 nouvelles stations de prélèvement dans ce secteur. Ce constat est également vrai pour les eaux souterraines (zone 4.5, Illustration 5b).

Aucune donnée ne permet de caractériser spécifiquement le fond géochimique pour les eaux de surface drainant les **formations des Pré-Alpes**. Bien que le **fond géochimique** attribuable au lessivage de ces formations **soit probablement faible** il apparaît primordial de disposer de données sur les eaux de surface dans cette zone géographique afin de se prononcer sur ce risque, par exemple le Petit Buech en amont de Rabou et la Drôme en amont de Valdrôme (Zone 4.9 et 4.10, Illustration 5a). De la même manière peu de données sont disponibles pour les eaux de surface drainant les **schistes lustrés et ophiolites**, le fond géochimique est à priori faible pour tous les éléments. Cependant il serait souhaitable de disposer de davantage de stations de prélèvements (Zone 4.11, Illustration 5a) afin de formuler un avis argumenté quant à la faible présence d'éléments traces d'origine naturelle dans les eaux de surface.

## 2.5. VUE 5 : PYRENEES, MONTAGNE NOIRE ET PARTIE OUEST DE LA COUVERTURE LANGUEDOCIENNE

Pour le **Massif du Canigou** un fond géochimique en **arsenic et en plomb** a été identifié avec un niveau de **confiance moyen**. Pour remédier à ce manque d'informations, il est préconisé de réaliser par la suite un échantillonnage spécifique, hors contexte anthropique, de la Tech en amont de la Tech (Zone 5.1, Illustration 5a) et de la Carança (Zone 5.2, Illustration 5a) ou du Cady, par exemple, afin d'étudier des rivières drainant dans leur partie amont le **Massif du Canigou**. L'objectif de cet échantillonnage étant de **préciser l'ampleur de ce fond géochimique**.

Dans ce même secteur, il est également recommandé de compléter les mesures réalisées dans les **eaux souterraines** par de nouvelles analyses, ceci afin de mieux caractériser le fond géochimique en arsenic (Illustration 5b, zone 5.3). C'est pourquoi en aval des gisements et des bassins versants hydrogéologiques favorables à la présence de cet élément, des prélèvements sont recommandés. D'autres prélèvements sur les secteurs dans lesquelles la présence naturelle d'arsenic et de baryum est pressentie seraient également souhaitables pour identifier clairement le fond géochimique (Illustration 5b, zones 5.1 et 5.2).

La **Montagne Noire** présente également un fond géochimique élevé en **arsenic**, identifié avec un niveau de **confiance élevé**. L'objectif des prochaines campagnes d'échantillonnage est de proposer une **quantification** de ce fond géochimique naturel. Cependant les stations de prélèvement considérées actuellement, notamment pour les eaux de surface, sont localisées majoritairement soit en contexte viticole soit en aval direct de districts miniers. Elles apparaissent donc mal appropriées pour permettre une évaluation précise de l'ampleur de la contribution naturelle en éléments traces. Il est conseillé de prendre en compte de nouvelles stations de prélèvement, au minimum au nombre de 3, à titre d'exemple le prélèvement de l'Orbiel en amont

de Mas-Cabardès (Zone 5.3, Illustration 5a) et La Mare en amont de Saint-Gervais-Sur-Mareserait (Zone 5.5, Illustration 5a) tout à fait pertinent.

Au nord de Carcassonne, un risque de fond géochimique en **arsenic** dans les **eaux souterraines** a été identifié avec un niveau de confiance **faible**. Ainsi, malgré les données de l'inventaire géochimique et l'identification de gisements d'arsenic, l'absence de données sur la concentration de cet élément dans les eaux souterraines ne permet pas de conclure clairement sur le risque. Des mesures dans cette zone apporteraient des informations précieuses pour mieux caractériser le risque.

La **partie ouest de la couverture languedocienne** dans la région de Lodève présente un fond géochimique élevé en **zinc, arsenic, nickel, plomb**, identifié avec un niveau de **confiance élevé**. Cependant ces teneurs élevées pourraient être attribuées aux mines de **Capoulade, la Rabasse et Lodève**. Compte tenu des stations de prélèvement (notamment sur l'Orb) étudiées actuellement pour les éléments traces, il n'est pas possible de garantir avec certitude que ces eaux n'intègrent pas en partie des éléments traces provenant du drainage de ces districts miniers. Seul un nouvel échantillonnage en zone naturelle, à titre d'exemple de l'Argent Double en amont de Lespinassière (Zone 5.4, Illustration 5a), pourrait permettre de caractériser de manière fiable le fond géochimique local pour les eaux de surface comme pour les eaux souterraines.

## **2.6. VUE 6 : PARTIE SUD DU MASSIF CENTRAL, PARTIE EST DE LA COUVERTURE LANGUEDOCIENNE, VOLCANISME ARDECHOIS, MASSIFS CRETACES PROVENÇAUX ET DU VERCORS, BASSINS TERTIAIRES PROVENCAUX ET VALLEE DU RHONE**

La **partie est de la couverture languedocienne** présente également un fond géochimique élevé en **arsenic, plomb, baryum, cuivre, zinc** pour les **eaux de surface**, identifié avec un niveau de **confiance élevé**. Cependant compte tenu des données en éléments traces existantes il est difficile de dire avec certitude que ces concentrations élevées ne sont pas imputables également au drainage de district miniers sur le secteur. L'objectif de cet échantillonnage est de valider que les concentrations observées sont bien d'origine naturelle. Cette zone a également été identifiée comme présentant un fond géochimique élevé pour les eaux souterraines, il serait donc judicieux d'analyser de nouveaux prélèvements d'eaux de surface prélevés hors zone d'impact des districts miniers, par exemple l'Orb en amont Ceilhes et Rocozels (Zone 6.1, Illustration 5a).

Pour les **eaux souterraines**, à l'est de Valence, un risque de fond géochimique élevé en éléments traces a été défini pour l'arsenic et le baryum avec un niveau de confiance moyen, ainsi que pour l'antimoine avec un niveau de confiance faible. Il est donc proposé de réaliser des prélèvements dans ce secteur. Il s'agit pour l'arsenic, et surtout le baryum pour lequel les prélèvements sont moins fréquents, de préciser ce fond géochimique (Illustration 5, zone 6.1). Pour l'antimoine, compte tenu de l'absence de données, l'objectif est d'identifier ce fond géochimique et de vérifier si le risque supposé est avéré (Illustration 5b, zone 6.2).

Plus au sud, le contexte est sensiblement identique. Les données de l'inventaire géochimique nous permettent sur certains secteurs de prévoir la présence en concentrations significatives des

éléments baryum, arsenic et dans une moindre mesure, nickel. Mais compte tenu de l'absence d'analyses chimiques sur les eaux souterraines dans ces secteurs, aucun lien entre teneurs dans les sols et les concentrations dans les eaux ne peut être réalisé. Il est donc recommandé d'implanter de nouveaux points de mesure en eaux souterraines dans ces zones (zones 6.3 et 6.2, Illustration 5b). Afin de vérifier la présence d'antimoine dans les eaux souterraines, la mise en place d'un nouveau point de mesure est également recommandée (zone 6.4, Illustration 5b).

## 2.7. SECTEUR 7 : PARTIE SUD DES ALPES EXTERNES, MASSIFS DES MAURES ET DE L'ESTEREL ET BASSIN TERTIAIRE DE DIGNE-LES-BAINS

Pour le **Massif de l'Estérel et des Maures** un fond géochimique en **arsenic, antimoine et baryum** pour les eaux de surface a été identifié avec un niveau de **confiance faible**. Cette identification se base sur l'inventaire géochimique réalisé sur les sols, en effet les stations de prélèvement d'**eau superficielle** pour lesquelles des données sur les éléments traces sont actuellement disponibles présentent une forte contrainte anthropique et ne permettent pas une identification fiable du fond géochimique. Deux nouveaux points de prélèvement d'eaux de surface drainant majoritairement des zones naturelles sont proposés, à titre d'exemple le prélèvement du Réal Collobrieu à Collobrière (Zone 7.1, Illustration 5a) apparaît tout à fait pertinent.

Pour les **eaux souterraines**, le constat est le même. Des prélèvements en aval des zones riches en antimoine (Zones 7.1 et 7.2, Illustration 5b) ainsi que dans les zones riches en arsenic et en baryum (Zone 7.3, Illustration 5b) seraient souhaitables.

## 2.8. VUE 8 : CORSE ALPINE ET CORSE GRANITIQUE ET VOLCANIQUE

Les données disponibles actuellement pour la Corse sur les **eaux de surface** concernent majoritairement les concentrations en éléments traces sur des bryophytes. Il est donc primordial de réaliser de nouvelles campagnes de prélèvement s'intéressant en priorité à la phase dissoute des eaux de surface afin de disposer d'éléments de comparaison directs avec les eaux souterraines et conformes aux prescriptions de la DCE.

Les zones de contact entre schistes et gneiss et entre schistes et serpentines de la **Corse alpine** présentent un fond géochimique en **arsenic, antimoine, chrome et nickel** pour les eaux de surface comme pour les eaux souterraines. Ce fond géochimique a été identifié avec un niveau de **confiance faible**. L'objectif du nouvel échantillonnage est donc de vérifier l'existence de ces concentrations naturellement élevées en disposant de stations de prélèvement situées hors secteur de drainage minier. En tenant compte de ces remarques, de nouveaux prélèvements doivent être réalisés pour la Bravone (Illustration 5a, 8.1), le Tavignano (Illustration 5a, 8.2), le Fium'Orbo (Illustration 5a, 8.3) et le Golo (Illustration 5a, 8.4). Pour les **eaux souterraines**, compte tenu de la rareté des données disponibles, des analyses complémentaires dans des sources du Cap Corse ou à l'est de Corte seraient également souhaitables (Illustration 5b, zones 8.1 et 8.2). La présence d'exploitations minières sur certains bassins versants représente cependant une

variable dont il faudra tenir compte pour l'interprétation des données. Il conviendrait ainsi de sélectionner des bassins versants exempts de toute activité minière. Pour être absolument complet, il est recommandé de réaliser des prélèvements en amont des bassins versants et en aval.

Pour la **Corse granitique et volcanique**, un fond géochimique en **arsenic et baryum** pour les eaux de surface a été identifié avec un niveau de **confiance faible**. Là encore l'objectif des prochains échantillonnages (Illustration 5a, 8.5) est de valider l'identification de ces zones de fond géochimique élevé. Ce constat est également valable pour les eaux souterraines pour lesquelles le risque existe également et pour lesquelles des données complémentaires seraient souhaitables.