



DOCUMENT PUBLIC

***Contribution à la caractérisation des états de
référence géochimique des eaux souterraines.
Outils et méthodologie. Rapport final***

Volume 1 - Rapport principal

Etude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 00EAU318
Convention BRGM/MATE 013/01

Août 2002
BRGM/RP-51549-FR



Synthèse

Le faciès chimique naturel des eaux souterraines répond à un déterminisme en partie dû à la nature lithologique des aquifères et des terrains superficiels traversés par l'eau. Les faciès des roches sont bien connus sur l'ensemble du territoire alors que les caractéristiques chimiques des eaux ne sont connues qu'à la faveur des analyses chimiques, réalisées dans le cadre de différents réseaux de suivi, aux objectifs et finalités très divers.

De ce fait, afin de pouvoir interpréter les données issues de ces réseaux, il est nécessaire de disposer d'informations sur la composition chimique de référence, c'est-à-dire la composition originelle de l'eau des nappes. Il a donc été proposé dès **1999** de conduire une importante étude destinée à mettre en évidence les principaux mécanismes qui contrôlent les échanges chimiques entre l'eau et la matrice aquifère, afin d'élaborer et de mettre à disposition une méthode déterministe qui permettrait de prédire la qualité naturelle d'une eau contenue dans un aquifère en un lieu donné, à partir de la connaissance de ses caractéristiques lithologiques et physico-chimiques. En **1999** et **2000**, une première phase a consisté à réaliser une synthèse bibliographique des travaux relatifs aux mécanismes d'acquisition des caractères chimiques des eaux. Cette phase a intégré également un important travail statistique sur les données chimiques existantes dans les différents réseaux (rapport BRGM/RP-50403-FR).

Pour faire suite à cette première approche, une seconde phase a consisté à élaborer une méthodologie permettant de déterminer un fonds géochimique naturel et de lister les conditions et informations nécessaires préalables à sa mise en œuvre. Le rapport BRGM/RP-5 1093-FR présente cette approche méthodologique associée à une synthèse des connaissances sur les éléments traces : leurs occurrences au niveau du territoire national, les lithologies ou contextes géologiques associés avec une importante phase bibliographique complémentaire à la précédente étude.

Ce présent rapport, réalisé dans le cadre de la convention 013/01 entre la Direction de l'Eau du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et le BRGM (dans le cadre d'un financement FNSE, Fond National de Solidarité sur l'Eau), avec une conduite d'opération déléguée à l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, est constitué de la fusion des deux précédents rapports. Il est présenté sous la forme de 5 volumes distincts pour faciliter la lisibilité du document :

- un rapport principal présentant la méthodologie proposée pour appréhender le fonds géochimique d'un aquifère, et une synthèse des résultats obtenus sous forme de tableaux récapitulatifs,
- un volume dédié à la synthèse des connaissances sur les teneurs naturelles en éléments majeurs par rapport au contexte géologique et lithologique,
- un volume présentant une synthèse des connaissances sur les Cléments traces (Cléments indésirables et toxiques) et leur occurrence sur le territoire national,
- un volume qui traite des processus d'acquisition du chimisme d'une eau naturelle,

- un dernier volume qui présente l'application de la méthodologie proposée testée sur deux zones de test, le massif basaltique des Coirons (Ardèche) et l'aquifère sédimentaire du Jurassique sur les départements de la Dordogne et du Lot-Garonne,

Après une approche sommaire de la méthodologie qui permet d'appréhender le forage géochimique d'un aquifère, différentes applications de la méthodologie sont détaillées

- Une « application prédictive » : connaître le fonds hydrogéochimique d'une zone peu connue. Cette application fait l'objet des volumes 2 et 3 dans lesquels sont présentées respectivement la caractérisation du fonds géochimique par les éléments majeurs et celle par les éléments mineurs ou traces.
- Une « application soustractive » : retrouver quel a été le fonds hydrogéochimique naturel d'une zone désormais anthropisée. Cette démarche est abordée sous l'aspect des calculs de mélange d'une part en tenant compte d'une correction par les pluies d'autre part d'une correction des apports anthropiques dans le volume 1. Elle est complétée par la présentation dans le volume 4 des principaux processus influençant le fonds géochimique et susceptibles de masquer la signature originelle.
- Une « application prospective » : fournir des recommandations ou des guides pour mieux calibrer les réseaux de mesure en fonction de leur finalité. Cette dernière approche doit faire l'objet de la dernière phase de travaux en s'appuyant sur les éléments méthodologiques déjà acquis, pour appliquer la méthode à des zones testées connues à la fois par la probabilité pour les eaux de comporter des concentrations naturelles en éléments indésirables, et pour la pression économique et démographique sur la demande en eau, afin d'identifier précisément les zones exploitables et les zones à éviter. Le volume 5 présente l'application de cette méthodologie sur deux zones testées.

La première phase de l'étude avait déjà montré la complexité des mécanismes d'acquisition des caractères chimiques d'un aquifère. Une relation générale entre la composition chimique des eaux et les minéraux en contact au sein de l'aquifère existe. Ainsi des pistes ont pu être proposées pour définir ce que devrait être la composition en éléments majeurs pour un type d'aquifère donné.

L'approche par éléments mineurs ou traces met en évidence également que leur occurrence naturelle au sein d'un aquifère n'est pas fortuite. Elle résulte de multiples processus physiques et chimiques, et le contexte géologique joue aussi un rôle non négligeable. Des tableaux synthétiques permettent de donner une image à un instant donné des connaissances actuelles des occurrences en éléments toxiques et indésirables susceptibles de dépasser les normes AEP, en fonction de la nature lithologique de chaque type d'aquifère. Parallèlement au guide de mise en évidence d'une origine naturelle, la matrice « activité-polluant » proposée permet d'identifier les causes anthropiques associées à la présence de tel élément dans une nappe.

La relation composition chimique de l'eau et géochimie des terrains traversés est simple dans le cas où l'aquifère reçoit une recharge directe par la pluie et dans lequel l'eau captée n'a pas été en contact avec un autre aquifère ou d'autres eaux au cours de son circuit souterrain. Le volume 4 du rapport présentant les processus pouvant influencer le fonds géochimique d'un aquifère, montre que cette relation se complexifie dans le cas :

- d'aquifères interconnectés avec différentes compositions,
- d'un mélange avec d'autres eaux, exemple des intrusions marines ou de problèmes de drainance,
- d'une influence associée au confinement d'une eau,
- de roches issues d'extraction en carrière ou dans une mine (phénomène de « drainage acide »).

Pour chacun de ces processus, une approche méthodologique est proposée, d'une part pour le mettre en évidence, et d'autre part pour essayer d'estimer son influence sur la signature originelle de l'aquifère.

Ces phénomènes qui se superposent rendent illusoire une méthode déterministe sans faille applicable à l'ensemble des aquifères, qui permette systématiquement de définir les caractéristiques chimiques propres à un aquifère donné. Les solutions proposées sont des ((recettes» basées sur des cas concrets et ne sont donc pas généralisables directement sans vérification préalable sur un nouveau cas d'étude.

Cependant, la mise en application sur les deux zones test (volume 5) montre qu'il est possible d'identifier les processus qui ont contribué à donner les caractéristiques chimiques observées dans les différents points d'eau, et de caractériser le fonds géochimique de l'aquifère en identifiant les éléments acquis naturellement ou issus d'un apport anthropique. L'état de référence des eaux naturelles dans les différentes entités hydrogéologiques étudiées, un aquifère basaltique libre et un aquifère Carbonaté passant d'un contexte libre à captif a été défini à partir des différentes étapes de la méthodologie proposée.

Les résultats acquis ont permis d'affiner les conclusions du guide pour aider à la caractérisation de l'état de référence d'un aquifère, afin de répondre aux exigences de la nouvelle Directive Cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE du 23/10/2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau), mais aussi pourront à l'avenir aider à la définition des objectifs de qualité au niveau de chaque bassin, et plus globalement au niveau national par rapport aux exigences de la communauté européenne.