

Ministère de l'Economie,  
des Finances et  
de l'Industrie



MINISTÈRE DE  
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
ET DE L'ENVIRONNEMENT

DOCUMENT PUBLIC



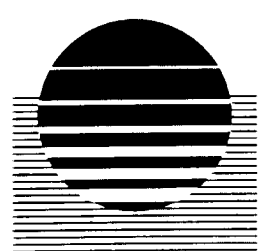
Agence de l'eau  
Rhin-Meuse

n° 21673.1

*Projet de mise en place  
d'une banque nationale  
de données isotopiques*

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 97-D-424

Juillet 1998  
R 40017



**BRGM**

## Synthèse

Dans le cadre de son activité de Service Public pour l'année 1997, le BRGM a été chargé par le ministère de l'Industrie, en concertation avec le ministère de l'environnement, de poursuivre la mise en place d'une banque de données isotopiques sur le territoire national (opération 97D424). Ce présent rapport reprend intégralement en le complétant le précédent rapport de l'année **1996 (R39 394)**.

L'hydrogéochimie isotopique est un outil qui contribue à caractériser l'origine et l'évolution du chimisme des eaux des aquifères. Il était naturel de compléter par une telle banque les informations apportées par l'observatoire national de la qualité des eaux souterraines. Ce dernier contient des informations ciblées sur la qualité chimique des eaux.

Le rapport R 39394 faisait le point sur le travail réalisé au cours de l'année 1996. Ces travaux se poursuivent. Le présent rapport présente les travaux démarrés dès 1996, dont les principaux objectifs sont :

- d'étendre le référentiel national existant sur les eaux de pluie (station de Thonon les Bains) en y adjoignant deux autres stations faisant l'objet d'un suivi isotopique mensuel et pluriannuel (Orléans la Source -45- et Brest -29-). Ces nouvelles chroniques s'intègrent dans le suivi mondial des rapports isotopiques organisé par l'Agence Internationale pour l'Energie Atomique (AIEA) en coopération avec l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM). Les mesures concernent le deutérium, le tritium et l'oxygène-18,
- de collecter les données isotopiques mesurées sur l'eau et aisément accessibles dans divers documents. Cela concerne l'oxygène-18, le deutérium, le tritium, les isotopes du carbone, du soufre et de l'azote. Les mesures collectées sont en relation avec les eaux souterraines ou de surface, les eaux minérales et les précipitations. Ces données publiques seront accessibles à terme sur une banque de données géoréférencées et associée au Réseau National des Données sur l'Eau (**RNDE**),
- de structurer la base de données devant stocker les informations isotopiques et établir les fiches de saisie des informations,
- de saisir l'ensemble des mesures effectuées par les laboratoires nationaux d'analyses isotopiques du domaine public (BRGM, laboratoires universitaires) sur les données publiques acquises entre 1970 et 1997.

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	9
<b>1. Objectifs</b> .....	11
<b>2. Intérêts de l'utilisation des isotopes de l'environnement pour la gestion des eaux souterraines</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Suivi des chroniques pluviométriques</b> .....	19
<b>4. Organisation de la banque de données</b> .....	16
4.1. Données prises en compte .....	23
4.2. Alimentation .....	23
4.3. Gestion et utilisation des données .....	25
4.4. Traitement des données .....	25
4.5. Règles d'accès actuelles .....	25
4.6. Architecture de la banque .....	26
4.6.1. Entité point d'eau .....	27
4.6.2. Entité analyse isotopique .....	31
4.6.3. Entité mesures de pluviométrie .....	34
<b>5. Etat actuel</b> .....	36
5.1. Chroniques pluviométriques .....	36
5.1.1. Pluviomètre d'Orléans-1a.Source .....	36
5.1.2. Pluviomètre de Brest .....	37
5.1.3. Pluviométrie de Thonon-les-Bains .....	37
5.2. Etat de chargement du fichier des données isotopiques des points d'eau .....	41
5.2.1. Laboratoire BRGM .....	41
5.2.2. Autres laboratoires .....	45
5.3. Géoréférencement des données .....	45
5.3.1. Point d'eau souterraine .....	45
5.3.2. Pluviomètre .....	48
5.3.3. Point de prélèvement en eau de surface .....	48
<b>6. Connexion avec les autres bases</b> .....	49
<b>Conclusion</b> .....	<b>51</b>
<b>Bibliographie</b> .....	53

## Liste des figures

- Figure 1** : Carte des stations suivies par le réseau AIEA
- Figure 2** : Carte de France estimative des teneurs en  $^{18}\text{O}$  dans les pluies établie à partir d'une relation entre la composition isotopique des carbonates des gastéropodes et la composition isotopique moyenne annuelle des pluies en un lieu donné (d'après Lecolle P., 1985)
- Figure 3** : Schéma structurel de la base avec les différentes entités et sous-entités
- Figure 4** : Diagramme de présentation des compositions en isotopes stables des précipitations à la station de Brest, pour les années 1996 et 1997
- Figure 5** : Diagramme de présentation des compositions en isotopes stables des précipitations à la station d'Orléans-la-Source, pour les années 1996 et 1997
- Figure 6** : Diagramme de présentation des teneurs mensuelles en tritium des précipitations aux stations de Brest, d'Orléans-la-Source, et de Thonon-les-Bains, pour les années 1996 et 1997
- Figure 7** : Organigramme présentant les différentes bases en connection avec la banque de données isotopiques dans le domaine de l'eau

## Liste des tableaux

- Tableau 1** : Isotopes de l'environnement utilisés en hydrologie
- Tableau 2** : Usages et conditions d'utilisation des principaux outils isotopiques dans le domaine des eaux souterraines
- Tableau 3** : Principaux laboratoires français réalisant des analyses isotopiques dans le domaine de l'eau
- Tableau 4** : Entité point-d'eau. Sous-entité point d'eau souterraine. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 5** : Entité point-d'eau. Sous-entité point d'eau de surface. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 6** : Entité point-d'eau. Sous-entité pluviomètre. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 7** : Entité analyse isotopique. Sous-entité caractérisation des prélèvements. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 8** : Entité analyse isotopique. Sous-entité caractérisation des analyses. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 9** : Entité analyse isotopique. Sous-entité mesures isotopiques. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 10** : Entité mesure de pluviométrie. Sous-entité caractérisation des relevés de pluviométrie. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 11** : Entité mesure de pluviométrie. Sous-entité mesure pluviométrique. Tableau descriptif des rubriques
- Tableau 12** : Liste des paramètres pris en compte pour la saisie des paramètres dans le fichier d'analyses du laboratoire **BRGM**
- Tableau 13** : Etat de chargement actuel du fichier d'analyses du laboratoire BRGM

## Introduction

Dans le cadre de son activité de Service Public, le BRGM a été chargé par le Ministère de l'Industrie, en concertation avec le ministère de l'Environnement, de constituer une **banque de données isotopiques** sur le **territoire national**.

Cette base de données isotopiques complète les informations de l'Observatoire National de la Qualité des Eaux Souterraines et pourra faire l'objet d'une intégration dans l'Observatoire, ou plus largement dans la Banque Nationale des Données sur l'Eau (BNDE). Cet observatoire, lancé dès 1983 par le Ministère de l'Environnement, a pour objectif de centraliser, homogénéiser et mettre à disposition d'utilisateurs autorisés toutes les informations concernant la qualité chimique des eaux souterraines brutes et de réaliser l'exploitation de ces données, notamment au niveau de synthèses nationales. L'exploitation des données est orientée principalement vers l'amélioration de la connaissance qualitative des divers aquifères du territoire national, afin de fournir à terme, un **outil de gestion de la qualité de la ressource en eau souterraine**.

Cette base complète également les bases de données gérées par le BRGM, et notamment la **BSS** (Banque de Données du Sous-Sol), banque publique, et la base de données **EAUXMIN** (ex BDETM), gérée par la Division Nationale des Eaux Thermo-minérales du Ministère de l'Industrie, banque non publique, dans laquelle sont enregistrées les données chimiques et isotopiques sur les eaux minérales du territoire national.

Les ressources en eau, pour être jugées exploitables, doivent répondre à des critères de quantité et de qualité. Ceux-ci doivent être maintenus en leur état le plus longtemps possible malgré les contraintes d'exploitation. L'utilisation de **l'hydrogéochimie isotopique** est une aide précieuse pour préciser le niveau de pérennité des paramètres caractérisant la ressource en eau.

Le cycle de l'eau est marqué naturellement par des traceurs d'origine atmosphérique, radioactifs tels le tritium et le carbone-14, et par des traceurs stables, tels le deutérium et l'oxygène-18 de la molécule d'eau. De nombreux sels dissous peuvent être également suivis dans leur cycle par l'examen de leur composition isotopique, exemple de l'azote, du carbone, du soufre. Les techniques isotopiques permettent une étude de chaque phase du cycle de l'eau :

- les précipitations atmosphériques, qui constituent la composante entrée du système,
- l'infiltration (recharge des aquifères),
- l'origine des eaux souterraines par l'étude du couple oxygène-18 deutérium de la molécule d'eau,
- les mélanges d'eaux au sein des aquifères,
- le temps de résidence des eaux souterraines,
- la définition des composantes anciennes et modernes dans les aquifères par la mesure du tritium et du carbone-14,
- l'origine des pollutions (exemple des nitrates).

Dans le cadre des objectifs majeurs de la mise en place de l'Observatoire, la banque de données isotopiques apparaît donc comme un **outil d'aide à la caractérisation de la qualité des eaux** souterraines pour une gestion active des aquifères.

Le programme démarré en 1996 a donné lieu à la rédaction d'un rapport et à une première présentation des résultats auprès du Ministère (Rapport BRGM R39 394). **Ce présent rapport reprend intégralement ce précédent rapport en le complétant.**

Dans une première partie, est présenté brièvement un rappel sur l'intérêt de l'utilisation de l'hydrogéochimie isotopique dans le domaine des eaux souterraines. Puis l'organisation de la banque et sa structuration sont présentées avant de donner l'état de situation actuel concernant le suivi des chroniques pluviométriques, la saisie des données et leur géoréférencement.

Cette étude doit permettre également des échanges entre les différents laboratoires producteurs d'analyse (échanges de techniques, intercalibrations, études en commun,...) au sein d'un "groupe français d'hydrologie isotopique dans le domaine de l'eau". Ce groupe bénéficiera du soutien de l'**AIH** (Association Internationale des Hydrogéologues).

## Conclusion

Le projet démarré cette année a pour objectif la constitution d'une banque nationale des données isotopiques dans le domaine de l'eau.

Cette banque de données isotopiques regroupe d'une part un suivi pluriannuel de chroniques météoriques sur le territoire national, d'autre part la saisie des données de base, afin de pouvoir utiliser les techniques isotopiques pour les investigations hydrogéologiques, ceci afin de permettre une meilleure connaissance de la ressource en eau souterraine.

Ce programme national nécessite une collaboration impliquant l'ensemble des laboratoires nationaux réalisant des analyses isotopiques. Le programme 1996 concernait la mise en place des chroniques météoriques complémentaires sur le territoire et le démarrage de la saisie des données du laboratoire du **BRGM**. Ceci a permis également la constitution des paramètres d'entrée nécessaires à l'élaboration de la structure de la base de données.

Le suivi des chroniques météoriques du territoire constitue une étape primordiale dans la connaissance de la fonction entrée, et un référentiel national dans le cadre du programme de suivi international mené par l'AIEA, et l'OMM.

La saisie des données isotopiques sur les points d'eau (sources, forages, pluies ponctuelles, eaux de surface), dans chaque laboratoire, dans le domaine public, constitue une seconde étape qui nécessite l'intégration de ces données dans un système de géoréférencement et de codification nationaux.

**A** terme, cette banque accessible aux utilisateurs par un système de base de données informatisée constituera un outil essentiel dans le cadre des investigations hydrogéologiques, pour une meilleure connaissance des aquifères et une gestion active de la ressource en eau.