

Document public

# **L'eau dans le bassin versant de l'Hérault**

## **Synthèse des travaux du BRGM**

**BRGM/RP-53056-FR**  
avril 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 02EAU409

**Ph. Weng, J.P. Marchal, Y. Noël**

Mots clés : Ressource en eau, connaissance, hydrosystème, alluvions, karst, réseau de suivi, socio-économie, bassin versant, Hérault

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

**Weng Ph., Marchal J.P., Noël Y. (2004) – L'eau dans le bassin versant de l'Hérault – Synthèse des travaux du BRGM. BRGM/RP-53056-FR, 84 p. 11 ill..**

© BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

**A**cteurs de la connaissance et de l'aide à la gestion de l'eau, il nous est apparu nécessaire de réaliser une synthèse des différents travaux réalisés par les services du BRGM sur le bassin versant de l'Hérault, qui constitue l'un des sites privilégiés de ses activités de recherche scientifique et de service public, tant dans le cadre de projets de recherche-développement menés sur fonds propres qu'avec le soutien des collectivités locales ou territoriales, ou encore de l'Union Européenne.

Ce rapport constitue la synthèse des travaux effectués par les services du BRGM afin d'accroître les connaissances et renforcer la mise à disposition des données qui concernent la géologie du secteur représenté dans ce bassin versant, mais aussi les ressources en eau souterraine, le fonctionnement des systèmes hydrologiques, la compréhension des phénomènes de crues, les différents outils d'aide à la décision, et les interactions entre cet hydrosystème et les acteurs socio-économiques, les opérations d'aménagement et de protection des ressources en eau, notamment l'eau souterraine. Ce bilan précise enfin les besoins de connaissances complémentaires qu'il s'avère nécessaire d'acquérir pour assurer au mieux la gestion raisonnée de la ressource en eau de ce secteur.

Après une présentation thématique des travaux réalisés, sont fournies la bibliographie et les 27 fiches d'étude s'appliquant à ce bassin versant de l'Hérault.

Tous ces travaux engagés convergent vers un même objectif : une gestion intégrée, active et cohérente notamment des ressources en eau du bassin versant de l'Hérault en relation avec les acteurs et dans un secteur concerné par une forte expansion démographique.

## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>2. PRÉSENTATION THÉMATIQUE DES TRAVAUX.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Le bassin versant de l'Hérault.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Connaissance géologique du bassin versant de l'Hérault.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Connaissance de la ressource en eau.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4. Fonctionnement des systèmes hydrologiques.....</b>	<b>15</b>
2.4.1. Alluvions.....	15
2.4.2. Karsts.....	16
<b>2.5. Crues et inondations : comprendre, prévoir et prévenir.....</b>	<b>16</b>
<b>2.6. Aide à la décision, des outils nouveaux.....</b>	<b>17</b>
<b>2.7. Etudes d'aménagement et de protection des ressources.....</b>	<b>18</b>
<b>2.8. Les zones d'ombre et besoins de connaissances complémentaires.....</b>	<b>19</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>22</b>
<b>Rapports.....</b>	<b>22</b>
<b>Publications.....</b>	<b>26</b>
<b>FICHES D'ÉTUDES BRGM.....</b>	<b>29</b>

## Liste des Illustrations

Illustration 1 : Localisation du bassin versant de l'Hérault .....	8
Illustration 2 : Bassin versant de l'Hérault, réseaux piézométrique, pluviométrique et hydrométrique.....	11
Illustration 3 : Carte des ressources en granulats dans les alluvions .....	51
Illustration 4 : Carte de vulnérabilité des eaux souterraines .....	58
Illustration 5 : Exemples de nouvelles coupes géologiques réalisées à partir de ces travaux .....	60
Illustration 6 : Exemple de carte d'infiltrabilité établie sur le sous-bassin versant de la Boyne.....	62
Illustration 7 : Etablissement de la carte d'aléa "mouvements de terrain".....	65
Illustration 8 : Points de surveillance piezo dans la vallée de l'Hérault.....	68
Illustration 9 : Surveillance piézométrique et seuils en rivière .....	71
Illustration 10 : Modélisation des eaux superficielles et souterraines .....	76
Illustration 11 : Localisation des travaux et identification des conflits potentiels .....	81

## 1. Introduction

La convergence des attentes des usagers et des acteurs a, depuis plusieurs années, amené le BRGM à faire du bassin versant de l'Hérault l'un des sites privilégiés de son activité de recherche scientifique, tant dans le cadre de projets de recherche-développement menés sur fonds propres qu'avec le soutien des collectivités locales ou territoriales, ou de l'Union Européenne.

La majeure partie des travaux mis en œuvre a porté sur la connaissance de la ressource en eau, le fonctionnement de l'hydrosystème Hérault, et sur son interaction avec les acteurs socio-économiques.

La synthèse proposée ici est destinée à accroître la lisibilité et à faire connaître les travaux menés par le BRGM. Elle est présentée sous forme de grands thèmes (Géologie; Ressource en eau Matériaux; Alluvions, Karsts; Crues; Réseaux de suivi et Socio-économie) et surligne les interrogations qui nécessiteraient des connaissances complémentaires. De plus, cette synthèse est accompagnée d'un résumé de chaque programme d'action conventionné sous forme de fiche présentant les principaux résultats et les personnes ressource.



*Illustration 1 : Localisation du bassin versant de l'Hérault*

## 2. Présentation thématique des travaux

### 2.1. LE BASSIN VERSANT DE L'HERAULT

**Situé à une cinquantaine de kilomètres à l'ouest de l'agglomération montpelliéraine**, le bassin versant de l'Hérault couvre une superficie d'environ 2600 km<sup>2</sup>, du flanc méridional des Cévennes à la côte méditerranéenne et s'étend sur deux départements: le Gard et l'Hérault.

En 2002, la **population** est d'environ 150 000 habitants dont seulement 54% sont des résidents permanents.

L'**activité** est partagée essentiellement entre le tourisme, dont les capacités d'hébergement sont concentrées à proximité du littoral, et l'agriculture viticole couvrant toute la moitié sud du bassin versant., la moitié nord étant couverte de forêts et prairies.

Son bassin versant est constitué de **trois entités géologiques** fort distinctes:  
un domaine de socle au Nord (350km<sup>2</sup>),  
un domaine de calcaires karstifiés en partie intermédiaire (1550 km<sup>2</sup>),  
un domaine de sédiments miocènes et plio-quadernaires dans la partie basse du bassin versant (700 km<sup>2</sup>).

Chacune de ces entités géologiques possède un fonctionnement hydrogéologique qui lui est caractéristique, tant pour la recharge naturelle en eau, que pour son exploitation éventuelle et ses liens avec le fleuve.

La vallée de l'Hérault est soumise à un **climat de type méditerranéen tempéré**, caractérisé par l'irrégularité de son régime pluviométrique, avec notamment une période de sécheresse en été et une prépondérance des pluies d'automne et de printemps. Les **précipitations** présentent un caractère violent (avec d'importantes quantités d'eau tombées en des temps très courts). Le cumul des précipitations est fortement variable du nord au sud du bassin versant. Ainsi, sur la période de 1990 à 2001, la moyenne annuelle des précipitations à Mandagout (partie nord) est de 1655 mm alors que celle de Florensac (partie sud) est de 658 mm. Dans ces deux cas, les précipitations sont essentiellement regroupées entre octobre et janvier.

Les **vents dominants** sont les vents du Nord : *Mistral* et *Tramontane* qui soufflent en moyenne respectivement 75 et 97 jours par an. Ces vents sont violents, secs et froids, ils accentuent la sécheresse.

Le **fleuve Hérault** prend sa source sur le flanc Sud du Mont Aigoual, à 1288 m d'altitude et se jette dans la mer méditerranée à Agde, après un parcours de 151 km.

Liés à cette forte variabilité du régime pluviométrique, **les débits de l'Hérault** sont très contrastés dans le temps, et présentent généralement deux pics<sup>1</sup> de crues qui peuvent être importantes en hiver et au début du printemps. Les débits moyens annuels enregistrés à l'exutoire du bassin sont de 46 m<sup>3</sup>/s (station Agde bassin rond période 1952-2002) mais présentent des étiages marqués (moins de 4 m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup> et des pics de crues pouvant atteindre 1680 m<sup>3</sup>/s (décembre 1997).

Les précipitations importantes arrosant le bassin versant durant des périodes brèves à l'échelle de l'année rejoignent la mer rapidement et seule une faible partie d'entre-elles peut constituer une recharge pour les **eaux souterraines**. De plus, durant la majeure partie de l'année, le fleuve Hérault draine les nappes d'eau qui l'accompagnent et qui lui assurent ainsi un débit pérenne. La disponibilité en eau du bassin versant de l'Hérault nécessite donc la compréhension approfondie du fonctionnement des différents compartiments pouvant stocker de l'eau souterraine, et des relations entre ces compartiments et les rivières.

---

<sup>1</sup> En fait la période de crue s'étend d'octobre à avril. Ainsi pendant l'hiver 2001-2002, il y a eu 6 pics de crues marquées.

<sup>2</sup> VCN3 moyen



*Illustration 2 : Bassin versant de l'Hérault, réseaux piézométrique, pluviométrique et hydrométrique*

## 2.2. CONNAISSANCE GEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'HERAULT

La compréhension du fonctionnement hydrologique des aquifères repose en grande partie sur la connaissance de l'objet géologique qui contient l'eau souterraine.

En dehors de la [cartographie géologique](#) régulière à 1/50 000, de l'harmonisation de ces cartes géologiques avec la mise en format numérique pour la totalité du territoire du département de l'Hérault (voir [fiche 9](#)), de l'inventaire du patrimoine géologique (voir [fiche 8](#)) et des études relatives aux ressources en matériaux et substances

concessibles (mines), ainsi qu'au potentiel géothermique<sup>3</sup>, l'essentiel des travaux géologiques a porté sur les formations alluviales. Ainsi en 1972, les **travaux d'investigation relatifs aux matériaux alluvionnaires** de la vallée de l'Hérault du Pont du Diable à Lézignan la Cèbe ont conduit à l'établissement de cartes, notamment des cartes d'épaisseurs des matériaux sablo-graveleux et des coupes transversales de la vallée de l'Hérault à partir de mesures électriques, de sondages pénétrométriques et d'inventaire des captages concernant les alluvions de cette vallée (voir fiche 7) .

Plus récemment, les géologues du BRGM ont entrepris la réalisation d'une **modélisation en trois dimensions du dépôt des alluvions de l'époque pliocène à quaternaire** (5 Ma à l'actuel). Ce projet, s'appuyant sur l'analyse des données géologiques disponibles (coupes, données de forages, etc) et sur un travail de terrain important, a permis de délimiter l'extension des dépôts alluviaux, la succession des différentes couches de sédiments, leurs épaisseurs et leurs caractéristiques hydrogéologiques. Autant de données à utiliser , dans un second temps par les hydrogéologues pour modéliser les écoulements souterrains. A partir de données issues de 500 forages ayant traversé essentiellement les formations plio-quaternaires, et la ré-interprétation d'anciens profils sismiques une synthèse cartographique de la vallée de l'Hérault a été élaborée. Elle tient compte des principales surfaces, c'est à dire l'incision messinienne, la surface pliocène transitionnelle entre sables marins et argiles marines, la surface pliocène transitionnelle entre les domaines marin et continental, l'incision basale quaternaire, le ravinement flandrien et les différentes surfaces holocènes (voir fiche 18).

Cette synthèse sera complétée avec la ré-interprétation des anciens profils sismiques, notamment la ré-interprétation<sup>4</sup> (opération au programme de l'année 2004) de 80 km de sismique dans la moyenne vallée de l'Hérault, afin préciser la géométrie des réservoirs dans ce secteur, notamment les calcaires éocènes et jurassiques et ainsi promouvoir la mise en évidence de nouvelles ressources en eau souterraine profonde et bien protégée. **L'implication hydrogéologique qui en résulte est la probable présence de réservoirs aquifères plus profonds, sans doute moins soumis aux activités anthropiques, renfermant une eau certes plus coûteuse à l'exploitation mais à l'abri de pollutions de surface .**

Profitant des connaissances acquises au cours des travaux successifs de cartographie géologique, un inventaire des **sites géologiques patrimoniaux** du département de l'Hérault a été effectué et formalisé dans une base de données avec définition d'un niveau d'intérêt. En effet, le département de l'Hérault possède un patrimoine géologique unique en France qui mérite d'être protégé et valorisé (voir fiche 8).

---

<sup>3</sup> En effet, outre les travaux miniers du Lodévois, non mentionnés ici, de nombreuses études sur le potentiel géothermique du Lodévois ont été réalisées mais également sur une bonne partie du bassin de la vallée de l'Hérault (voir fiche 4 et fiche 5). Ces études liées aux travaux miniers permettent une bonne connaissance de la géologie profonde du socle.

**Cartes géologiques intéressant le bassin versant de l'Hérault :**

Cartes géologiques à 1/50 000		
N°	Nom	Etat
911	ST-ANDRE-DE-V.	non disponible
910	MEYRUEIS	disponible
937	LE VIGAN	disponible
936	NANT	disponible
963	ST-MARTIN	disponible
962	LE CAYLAR	disponible
990	MONTPELLIER	disponible
989	LODEVE	disponible
988	BEDARIEUX	disponible
1016	SETE	disponible
1015	PEZENAS	disponible
1014	ST-CHINIAN	disponible
1040	AGDE	Disponible


**Cartes géologiques à 1/250 000 de Montpellier (à paraître)****Cartes géologiques sur support informatique vectoriel :**

Carte géologique de l'Hérault	en cours
Carte géologique de la Lozère	en cours
Carte géologique de l'Aude	Acquise
Carte géologique des Corbières	En voie d'achèvement
Carte géologique du Roussillon	Réalisée pour la série synrift et postrift.

Voir également, le portail d'accès aux informations sur le sous-sol : [InfoTerre](#)

Au-delà de la visite de l'espace "Cartes et données", il est possible de :  
 consulter les publications et rapports accessibles à la bibliothèque centrale  
 se procurer cartes et ouvrages à partir du site des [Editions du brgm](#)  
 accéder au [site institutionnel du brgm](#)  
 obtenir des informations pratiques sur les implantations régionales.

### 2.3. CONNAISSANCE DE LA RESSOURCE EN EAU

Dans le cadre de ses missions de recherche, le BRGM a été amené à mettre en place des **réseaux de suivi** de l'état des ressources en eau, à la fois d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Ces réseaux, qui ont été conçus pour répondre aux besoins précis d'études particulières, couvrent des zones alluviales et karstiques. Ils permettent de suivre l'évolution de la piézométrie et de caractériser la composition chimique naturelle des eaux souterraines (fond géochimique) laquelle dépend des roches au contact desquelles l'eau s'est trouvée entre le lieu de son infiltration et celui de son prélèvement pour analyse.

Le BRGM intervient également dans le cadre d'une **surveillance des teneurs en pesticides**, en étroite collaboration avec le Conseil Général de l'Hérault. Ces suivis permettent ainsi d'appréhender l'évolution dans le temps et dans l'espace de la qualité des eaux souterraines, démarche engagée pour parvenir à une meilleure adéquation entre l'utilisation de l'eau, sa protection et les politiques d'aménagement territorial et de développement socio-économique.

Plus généralement, le BRGM participe, au moins pour partie, à la **gestion des réseaux de suivi patrimoniaux des eaux souterraines**. Ainsi, en concertation avec la DIREN, il est maître d'ouvrage du réseau de surveillance piézométrique patrimonial financé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. A ce titre, 24 ouvrages (dont 9 sont situés dans le bassin versant de l'Hérault) étaient surveillés à la fin de l'année 2003 sur le département de l'Hérault.

Par ailleurs, le BRGM assure la maîtrise d'œuvre du **réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines** pour le compte du conseil général de l'Hérault (voir fiche 11). Parmi les 40 points de surveillance du réseau de base, 12 se localisent dans le bassin versant de l'Hérault.. Un réseau complémentaire a été défini sur 30 points dans la vallée de l'Hérault et fera l'objet de prélèvements et d'analyses pour une durée d'un an.

Les informations sur les eaux souterraines recueillies dans le cadre des réseaux patrimoniaux sont saisies et conservées dans des **banques de données** (Banque du Sous-Sol, etc.) et, dans les nouveaux outils, en phase de déploiement auprès des gestionnaires institutionnels, outils que sont **Molosse** (outil de saisie et de consultation en local) et **ADES** (portail Internet : <http://ades.rnde.tm.fr/>).

Les informations spécifiques aux études sont encore partiellement conservées dans des bases dédiées mais devraient, à terme, être transférées dans les banques d'intérêt général. En revanche, les points de mesure objets d'observations régulières ont fait, ou font l'objet, d'actualisations régulières. Ainsi, les fiches d'identification des **captages d'eau destinées à la consommation humaine** du bassin Rhône-Méditerranée-Corse ont fait l'objet d'actualisations, la dernière en 1998 (voir fiche 2).

D'autres bases d'informations ont été constituées au cours des années et ce sont ces compilations qui ont servi de base aux travaux récents et plus ciblés. Il en a été ainsi

de l'inventaire des circulations des eaux souterraines validées par **traçages** dans l'Hérault (voir fiche 16).

Toutes ces études ont conduit à l'élaboration de nombreuses bases géoréférencées permettant une restitution cartographique et servant de support à tout outil de modélisation.

D'une manière plus large, le BRGM participe à l'élaboration du **SIG Languedoc-Roussillon** en particulier pour sa partie exploitation et recharge des systèmes aquifères (voir fiche 14). Cette participation n'aurait pu se faire sans la réalisation préalable d'une **synthèse des connaissances hydrogéologiques** de la région (voir fiche 15) en cours d'actualisation.

## 2.4. FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES HYDROLOGIQUES

### 2.4.1. Alluvions

En s'appuyant sur le suivi d'un réseau piézométrique mis en place dans la moyenne vallée de l'Hérault et sur la connaissance de la géologie des alluvions, le BRGM a développé un modèle mathématique de simulation permettant de représenter le fonctionnement de l'aquifère alluvial de la plaine de l'Hérault et les échanges d'eau entre le fleuve et la nappe (voir fiche 22 et fiche 23).

Ce travail de **modélisation hydrodynamique** a été mené en parallèle à une étude géochimique des eaux de surface (Hérault et affluents) et des eaux souterraines qui a porté sur l'analyse des éléments dits majeurs, ainsi que sur les compositions isotopiques de la molécule d'eau ( $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$ ) et la composition isotopique du strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ).

L'objectif de ces travaux de recherche appliquée, réalisés dans le cadre d'un Contrat de Plan Etat-Région, était de croiser les informations issues de deux grandes familles d'outils afin de comprendre les écoulements d'eau souterraine dans les alluvions de la vallée : *sens de circulation, durées de séjour de l'eau, variation de la piézométrie au cours de l'année, etc.*

Ces travaux ont mis en évidence **l'importance des échanges ayant lieu entre le fleuve et les eaux souterraines** ainsi que leur distribution dans l'espace et dans le temps au cours de l'année. A titre d'exemple, le long de la plaine, la signature géochimique de l'Hérault n'est significativement modifiée par un apport d'eau de l'aquifère alluvial qu'entre le Pont du Diable et la confluence Hérault-Lergue. A l'aval de cette confluence, la signature géochimique de l'Hérault est majoritairement influencée par les apports de la Lergue et reste relativement stable jusqu'à Florensac.

L'alimentation induite de l'aquifère par le surplus d'irrigation de l'Association Syndicale Autorisée du **canal de Gignac**, qui a sa prise d'eau en domaine calcaire, est prise en

compte dans le fonctionnement hydraulique. Bien que mal connue, une grande part du surplus d'irrigation retourne directement à l'Hérault (environ 80% la plus grande partie de l'année, 40% en été).

#### 2.4.2. Karsts

Comme le précise le SDAGE Rhône Méditerranée Corse, **les aquifères karstiques nord montpelliérains représentent une ressource en eau de bonne qualité et d'importance stratégique pour le département.** Le BRGM a donc développé, en étroite collaboration avec le Conseil Général de l'Hérault, des travaux visant à mieux connaître ces aquifères et en particulier ceux des Fontanilles et des Cent Fonts (voir fiche 6).

Grâce à un suivi des principaux points d'alimentation et de résurgences (hydrologie et hydrochimie) accompagné par un travail de modélisation (traitement du signal), les hydrogéologues du BRGM ont réussi à estimer les **réserves de l'aquifère des Cents Fonts** en vue de sa potentielle exploitation pour la production d'eau potable (et l'importance des réserves permet d'envisager de prélever des volumes significatifs au sein de cet aquifère, tout en maintenant les débits d'étiage de l'Hérault). Ils ont également quantifié **la contribution des pertes de la Buèges** qui alimentent le système des Cent Fonts.

En parallèle, des travaux ont été réalisés afin de caractériser la vulnérabilité des bassins d'alimentation des systèmes karstiques, et notamment ceux des Fontanilles et des Cent Fonts.

La méthode développée, qui permet de construire des **cartes de vulnérabilité**, est un outil pouvant être utilisé par des décideurs pour définir une politique d'occupation des sols en zone d'alimentation des aquifères karstiques. Une première approche de la sensibilité de cette ressource au changement climatique a été mise en œuvre en 2002 dans le cadre d'une collaboration entre l'UMR Hydrosciences (CNRS, IRD, UMII) et le BRGM.

### 2.5. CRUES ET INONDATIONS : COMPRENDRE, PREVOIR ET PREVENIR

En dépit de sa rareté relative, l'eau peut devenir un élément dévastateur suite à des précipitations exceptionnelles survenant dans le bassin versant. En partenariat avec les services de l'Etat (DDE34, SDIS34, EMZ Sud, Préfecture de l'Hérault), des industriels (ALCATEL Space, ASTRIUM, ISR, EADS, SCOT, SPOT Image), et des scientifiques (CEMAGREF, IMFT, IRIT, METEO France, SERTIT), des travaux ont été engagés par le BRGM dans le cadre du **projet PACTES** (Prévision et Anticipation des Crues au moyen des Techniques Spatiales) pour chercher à mieux répondre aux besoins locaux en matière d'inondation.

Ces travaux s'articulent autour des trois thèmes suivants :

**compréhension de l'importance relative du phénomène de ruissellement et d'infiltration à l'échelle d'un sous bassin versant** ; les travaux, fondés sur l'analyse de l'occupation du sol, de la pédologie, de la géologie, de la morphologie du terrain, etc. ont conduit à l'établissement d'une carte d'infiltrabilité du sous bassin versant de la Boyne (voir fiche 19).

**la contribution des eaux souterraines** (plaine alluviale, aquifères karstiques) **à la formation des crues**. Si les eaux de l'aquifère alluvial ne contribuent que très peu ou pas à la formation des crues de l'Hérault, l'apport des sources karstiques peut représenter une part importante (20%) du débit de certaines crues (voir fiche 21).

**l'évaluation des risques de mouvements de terrain induits par les crues**. Sur une zone test de 240 km<sup>2</sup> au sud de Ganges, une carte d'aléa « Mouvement de Terrain » a été établie à l'aide d'un Modèle Numérique de Terrain, de la lithologie, de photos aériennes et de l'expertise de terrain (voir fiche 20).

A la suite du projet PACTES, plusieurs fiches de recherche ont été proposées au CNES pour cofinancement :

La première, acceptée, vise à **démontrer l'utilisation du radar Bande X pour la cartographie de la rugosité** sur la bassin de la Peyne (Hérault);

La seconde, acceptée vise à **étudier sur la basse vallée du Touch (Haute-Garonne) l'évolution de l'occupation du sol, et son impact sur les inondations**, et ceci en utilisant les données du satellite très haute résolution SPOT 5;

Les troisième et quatrième, sous réserve de financement en 2004, ont pour objectif l'étude dans le bassin versant de l'Hérault de **l'évolution de l'occupation du sol en milieu urbain et plus particulièrement en zone inondable**.

## 2.6. AIDE A LA DECISION, DES OUTILS NOUVEAUX

**La dynamique globale des ressources en eau ne peut être comprise qu'en analysant les usages qui en sont fait**. C'est en partant de ce constat que le BRGM a mis en place, en collaboration avec le CEMAGREF, des activités de recherche visant à décrire les comportements des acteurs socio-économiques dont les activités influencent – ou dépendent - du fonctionnement qualitatif ou quantitatif des ressources en eau.

Le **projet européen GOUVERNe** (Guidelines for the Organisation, Use and Validation of information systems for Evaluating aquifer Resources and Needs) a réuni plusieurs partenaires autour du **développement d'outils d'aide à la concertation sur l'eau** : EC-JRC-IPSC (IT), INTECS HRT (IT), IEFE (IT), FUTUREtec (DE), IERC-Université de Cranfield (UK), C3ED-Université de Versailles, et le Conseil Général d'Ile de France. Dans le cadre de ce projet, le bassin versant de l'Hérault a été choisi comme zone atelier, et une série d'**enquêtes** y a été réalisée pour décrire les comportements vis à vis de l'eau (voir fiche 26). A l'échelle du bassin versant de l'Hérault, ces enquêtes ont permis de mieux comprendre la perception que les acteurs ont des problèmes de gestion de l'eau et des conflits auxquels ils conduisent parfois. Elles ont également conduit à identifier un ensemble de scénarios de gestion envisagés par acteurs et dont

l'impact a été simulé en utilisant les différents modèles présentés ci-dessus. L'information produite a été intégrée dans des **outils d'aide à la concertation** mobilisant des technologies novatrices de modélisation intégrée ou de visualisation (multimédia) (voir [fiche 24](#) et [fiche 25](#)).

**Le comportement des ménages vis à vis de l'eau** a également fait l'objet de travaux de recherche à travers la réalisation d'études de cas dans la moyenne vallée de l'Hérault. Celles-ci ont montré que les ménages utilisent de plus en plus de l'eau brute pompée à partir de forages individuels pour les usages ne nécessitant pas une ressource de qualité. Un travail de modélisation économique a ensuite été réalisé et utilisé en simulation pour identifier des moyens de contrôle de cette prolifération des forages individuels, en particulier à travers l'utilisation de l'instrument tarifaire (voir [fiche 27](#)).

**Le nouveau projet de recherche européen AQUADAPT** (Strategic tools to support adaptive, integrated water resource management under changing conditions at catchment scale): A co-evolutionary approach. **s'inscrit dans la suite de ces travaux** qui mobilisent des disciplines aussi différentes que l'hydrogéologie, la sociologie, l'économie, la prospective et les sciences de l'information et de la communication.

Les partenaires européens regroupent :

des **Universités** : Université d'**Alicante** (ES), Université de **Cranfield** (UK), Université de **Twente** (NL), C3ED-Université de **Versailles**, Université de **Paris X**,  
des centres de recherche appliquée : **3-D Environmental Change** (NL), **Académie Slovène des Sciences et des Arts** (SL), **National Soil Resources Institute** (UK),  
des compagnies de distribution d'eau : Aquagest Levante - **AGBAR** (Agua de Barcelona) (ES), **Yorkshire Water Services** – Thames Water (UK).

## 2.7. ETUDES D'AMENAGEMENT ET DE PROTECTION DES RESSOURCES.

Différents thèmes de travaux et études méritent d'être mentionnés ici. En effet, bien qu'ils n'aient pas été réalisés spécifiquement à la compréhension hydrologique du bassin de l'Hérault et qu'ils s'intéressent globalement au département, ils constituent une base d'informations indispensable à tout projet de gestion des eaux et d'aménagement du bassin de l'Hérault :

soit parce qu'ils sont des outils indispensables à la protection de la ressource;  
soit, comme le schéma des carrières, parce qu'ils sont un outil d'aide à la décision d'aménagement et un support légal dans la gestion des conflits d'usage;  
soit, comme les inventaires de sites de stockage potentiels ou à réhabiliter, parce que leur présence a une répercussion sur l'implantation des captages d'eau.

Nous avons déjà été amenés à décrire quelques travaux BRGM dans ce cadre (patrimoine géologique, réseaux de mesures, synthèses, etc.).

Dans le cadre de la protection de la ressource en eau, nous citerons :

**La carte de vulnérabilité des eaux souterraines** du département de l'Hérault à 1/100 000 réalisée en 1990 (voir fiche 17).

**L'évaluation du risque de pollution des eaux souterraines lié au transport des matières dangereuses** sur la voirie départementale de l'Hérault (voir fiche 12).

Dans le cadre de l'aménagement du Territoire, nous citerons :

**Le schéma départemental des carrières**, outil d'aide à la décision du Préfet pour statuer sur le bien fondé de l'ouverture d'une carrière et qui regroupe d'importantes informations sur les ressources potentielles et les contraintes environnementales (voir fiche 13). Ce schéma se place dans le cadre d'une stratégie environnementale durable et doit conduire à assurer une gestion rationnelle et optimale des ressources et à une meilleure protection de l'environnement. Toute exploitation de carrière doit être compatible avec les orientations fixées par ce schéma. .

A un degré moindre, pour les thèmes qui nous préoccupent, nous citerons également :

**Le programme départemental de résorption des décharges brutes**. Cet outil de suivi des réhabilitations pourra être utile pour les études fines sur la qualité des eaux et les risques de pollutions (voir fiche 3).

**Le volet terrestre du plan POLMAR** présélectionne des zones potentielles de stockage des déchets pollués par hydrocarbures. Il n'intéresse que la frange côtière et, à priori, des zones non susceptibles après aménagement, de pollution des nappes sous-jacentes (voir fiche 10).

En revanche, à la base des études hydrologiques, socio-économiques (en particulier sur le comportement des acteurs) et avant tout scénario prospectif, il faut établir des hypothèses de développement conduisant, en particulier, à définir les besoins en eau à long terme. C'est dans ce cadre que le BRGM a participé en 1992-1993 au **schéma directeur d'alimentation en eau potable à l'horizon 2010** du département (voir fiche 1).

## **2.8. LES ZONES D'OMBRE ET BESOINS DE CONNAISSANCES COMPLEMENTAIRES**

*Tous ces travaux engagés convergent vers un même objectif : une gestion intégrée, active, cohérente, en relation avec les acteurs concernés, des ressources en eau du bassin versant de l'Hérault.*

Pour cela :

- **La géologie des réservoirs** est mieux connue et ouvre de nouvelles perspectives de captage ;

Il est clair qu'en matière de géologie de réservoirs la modélisation en est un point clef. Pour le Languedoc-Roussillon trois modèles sont à l'étude :

1. *Les aquifères poreux du Plio-Quaternaire du Roussillon ;*

2. Les aquifères poreux des systèmes côtiers (prismes holocènes post-glaciaires) qui forment l'ensemble des aquifères poreux soumis soit à l'influence des nappes d'eaux douces soit à l'influence du biseau salé ;
3. Les systèmes karstiques.

**Les réseaux d'observation et les bases de gestion des données** sont progressivement mis en place. Le réseau piézométrique patrimonial, sous la maîtrise d'ouvrage BRGM et DIREN, a été sensiblement développé en 2003 ; il comportait 24 sites à la fin de l'année 2003. De nouveaux sites (entre 3 et 5) seront équipés en 2004. Un réseau piézométrique complémentaire a été décidé par le conseil général de l'Hérault. Il a pour but d'obtenir une vision plus fine de la situation des différents aquifères du département. Ce réseau sera géré par le BRGM. Il regroupera 7 sites antérieurement surveillés par le conseil général. Dans une première phase, ce réseau regroupera 16 sites qui feront l'objet d'une surveillance continue avec télétransmission des données et leur mise à disposition sur site internet créé spécifiquement.

Ultérieurement, il sera utile de chercher à récupérer les données piézométriques obtenues par d'autres maîtres d'ouvrage locaux, de les stocker sous Ades, après validation et de les mettre à disposition à partir du site internet en cours de création par le conseil général.

En ce qui concerne le suivi de la qualité des eaux souterraines, le réseau de bassin financé et pris en charge par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse comprend 19 sites. A ce réseau de bassin vient s'ajouter le réseau du département de l'Hérault, opérationnel depuis 2001 et sous maîtrise d'ouvrage du conseil général. Ce réseau comprend 40 points pour le réseau de base dont 18 font l'objet d'une surveillance des teneurs en pesticides.

A ce réseau de base, des réseaux complémentaires ont été mis en place pour une période annuelle sur différents aquifères. Le suivi est actuellement en cours, en 2004, sur la nappe alluviale de l'Hérault et de ses affluents avec 30 points de contrôle.

Les données piézométriques du réseau patrimonial sont actuellement stockées sous le site Ades. Les données relatives aux ouvrages initialement surveillés par le conseil général seront récupérées et stockées sous Ades. L'ensemble des données piézométriques sera consultable sur un nouveau site internet qui va être créé pour le conseil général et permettant alors la mise à disposition de l'ensemble des observations piézométriques réalisées sur le département de l'Hérault.

De même, les données relatives aux réseaux de surveillance de la qualité de l'eau (réseau qualité de bassin et réseau du conseil général) sont aussi stockées, après validation sous Ades.

Les différents fichiers géoréférencés (vulnérabilité, captages, prélèvements, entités hydrogéologiques, données environnementales,...) sont archivés.

**La connaissance de l'hydrologie des systèmes** s'est affinée mais un grand champ de recherches reste ouvert, en particulier :

**Les formations karstiques :**

Les systèmes karstiques sont, à l'heure actuelle, de première importance en Languedoc-Roussillon du fait de la fragilité des aquifères poreux sus-jacents. La présence de la crise de salinité en Méditerranée occidentale avec la chute du niveau marin de 1500 m (5,3 -5,8 Ma) permet de développer une accommodation karstique sans précédent sur les séries carbonatées (10 000 à 15 000 ans pour obtenir un karst).

Les liaisons des **alluvions** en relation directe avec la rivière et les terrasses ;

**Les outils d'aide à la décision** sont en cours de conception. Ce sont encore des outils reposant sur une méthodologie pilote à partir de modélisation simplifiée et sur des espaces et problématiques restreints.

Il s'agit de mener une réflexion sur la finesse des modélisations à envisager pour que le prix à payer soit en adéquation avec les attentes.

La prise en compte des acteurs est affirmée. Il s'agit d'étendre la **compréhension socio-économique**, en particulier le comportement, les besoins et les usages à l'ensemble du bassin. C'est une base indispensable à une réelle gestion de la compétition pour l'appropriation de la ressource entre les différents acteurs.

Les acteurs publics ont montré l'intérêt fort qu'ils portent à ce bassin de l'Hérault :  
par la mise en place d'une structure administrative de gestion avec création du SAGE Hérault en cours ;  
par la forte participation au financement de ces études et à leur réalisation ;  
au souci de cohérence avec les études plus générales du département.

C'est ainsi que plusieurs projets font l'objet de convention :

La réalisation des quatre cartes géologiques informatiques est conventionnée  
La ré-interprétation des anciens profils sismiques de la moyenne vallée de l'Hérault afin de préciser la géométrie des formations calcaires éocènes et jurassiques situées sous couverture .

## Bibliographie

### RAPPORTS

#### Carte géologique

**Rossi F., Le Strat P. (2003)** – Carte géologique harmonisée du département de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-52570-FR*. 682 p., 3 fig., 18 tab., 1 annexe, 1 planche hors texte.

#### Réseaux

**David A. (1996)** – Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines en Languedoc-Roussillon. *Rapport BRGM R38816*. 36 p., 14 fig., 5 annexes.

**Noël Y. (1998)** - Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault - Etude de faisabilité. *Rapport BRGM R40061*. 56 p., 7 tab., 5 fig., 5 annexes.

**Marchal J.P. (2002)** – Mise en place du réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-51522-FR*. 18 p., 1 fig., 2 tab., 1 annexe.

**Marchal J.P. (2002)** – Mise en place du réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Situation des points complémentaires au réseau de base. *Rapport BRGM/RP-51970-FR*. 23 p., 3 fig., 3 tab., 1 annexe.

**Marchal J.P. (2003)** – Réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Résultats de la première année de fonctionnement 2001-2002. *Rapport BRGM/RP-52168-FR*. 58 p., 7 fig., 15 tab., 1 annexe.

**Marchal J.P. (2004)** – Réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Résultats de la seconde année de fonctionnement 2002-2003. *Rapport BRGM/RP-52809-FR*.

#### Banques de données – SIG

**Desprats J.F., Biscaldi R., Plagnes D., Bosc L. (1996)** – Association système d'information géographique Languedoc-Roussillon. Pilote Hérault. Exploitation et recharge des systèmes aquifères. *Rapport BRGM R 38854*. 38 p., 21 fig.

**Doerfliger N., Berard P., David A., Bouillin O.** (1998) – Mise à jour de la base de données « Points d'eau » du bassin Rhône-Méditerranée-Corse : départements Aude (11), Gard (30), Hérault (34), Lozère (48) et Pyrénées-Orientales (66) – Région Languedoc-Roussillon. *Rapport BRGM/RR-40069-FR*.

**Marchal J.P.** (1997) – Banque de données « Qualité des eaux souterraines » du bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Actualisation des fichiers d'identification des captages d'eau destinée à la consommation humaine des départements de l'Aude, du Gard, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales. *Rapport BRGM/RR-39472-FR*, 18 p., 4 annexes.

**Marchal J.P. et al.** (1989) – Fichier départemental d'identification des captages d'eau destinée à la consommation humaine du département de l'Hérault. *Rapport BRGM R30116 LRO 4S 89*. 20 p., 6 annexes.

**Paloc H.** (1986) – Inventaire des circulations d'eau souterraine démontrées par traçages dans les aquifères calcaires des départements de l'Hérault et du Gard. Essai de recensement au 31 octobre 1986. *Rapport BRGM 86 LRO 672 PR*. Hydrogéologie – gestion.

**Marchal J.P., Bérard P., Camus A.** (1985) – Synthèse hydrogéologique de la région Languedoc-Roussillon. Quantité-Qualité. *Rapport BRGM 85 SGN 349 LRO*. 41 p., 3 annexes, 87 dossiers.

**Marchal J.P. Baudon-Juvet A.** (1992) – Département de l'Hérault. Schéma d'alimentation en eau potable à l'horizon 2010 – volet 4 : Eaux souterraines. *Rapport BRGM R 34417 LRO 4S 92*. 32 p., 4 fig., 10 annexes.

### **Alluvions de l'Hérault**

**Aquillina L., Cubizolles J., David A., Petelet E., Schoen R.** (2001) – Echanges nappe-rivière et transport de pesticides : cas des alluvions de l'Hérault, en présence et en absence de pompages – Sites de Pézenas et Florensac. *Rapport BRGM/RP-50471-FR*.

**Fuchey Y., Le Strat P., Bourguin B.** (2001) – Modélisation géologique des dépôts plio-quatérnaires de la basse vallée de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-50770-FR*. 79 p., 8 annexes.

**Weng P., Petelet-Giraud E., David A., Mathieu H., Ladouche B., Cubizolles J, Isac J.L.** (2001). Couplage des outils hydrologiques et géochimiques appliqué à l'étude du fonctionnement du système fluvial Hérault dans sa partie alluviale. Contrat de Plan Etat-Région 1994-1998. *Rapport BRGM RP-51126-FR*. 127 p.

### **Fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains**

**Aquilina L., Ladouche B., Bakalowicz M., Petelet E., Schoen R. (1999)** – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Synthèse Générale. *Rapport BRGM R40746*, 50 p., 8 fig., 5 tabl., 1 annexe.

**Bakalowicz M., Schoen R., Ladouche B., Aquilina L., Petelet E. (1999)** – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume I, Contexte géologique et hydrogéologique. *Rapport BRGM R40747*, 75 p., 23 fig., 1 annexe.

**Ladouche B., Aquilina L., Petelet E., Bakalowicz M., Schoen R. (1999)** – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume IV, Interprétation des données hydrochimiques. *Rapport BRGM R40940*, 170 p., 67 fig., 25 tabl.

**Schoen R., Aquilina L., Bakalowicz M., Cubizolles J. (1997)** – Système karstique nord-montpelliérain. Résurgence des Fontanilles, Département de l'Hérault. *Rapport de l'exercice 1996. Rapport BRGM R39726*.

**Schoen R., Ladouche B., Cubizolles J., Aquilina L., Bakalowicz M. (1999)** – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume II, Moyens mis en œuvre. *Rapport BRGM R40748*, 69 p., 22 fig., 1 annexe.

**Schoen R., Bakalowicz M., Ladouche B., Aquilina L. (1999)** – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume III, Interprétation des données hydrologiques. *Rapport BRGM R40939*, 91 p., 16 fig., 4 annexes.

### **Projet PACTES**

**Desprats J.F., King C., et Dornier V. (2002)** – Projet PACTES : Module Cartographie du potentiel d'infiltration localisée des sols. *Rapport BRGM/RP-51930-FR*. 34 p., 15 fig., 8 tabl.

**Desprats J.F. et King C. (2001)** – Projet PACTES : Synthèse des besoins des utilisateurs. *Rapport BRGM/RP51325-FR*. 24 p., 4 fig.

**King C., Desprats J.F., Dorfliger N., Zornette N., Weng Ph., Nédellec J.L., Vincent M. et Dornier V. (2002)** – Projet PACTES : Contribution du BRGM au rapport de synthèse scientifique. *Rapport BRGM/RP-51931-FR*. 40 p., 13 fig., 5 tabl.

**Weng P., et N. Dörfliger, (2002)** - Projet PACTES : Module contribution des eaux souterraines aux crues et inondations, site de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-51718-FR*. 97 p., 38 fig., 6 tabl., 3 ann.

**Zornette N., Nédellec J.L. et Vincent M.** (2002) – Projet PACTES : Module Carytographie de l'aléa « Mouvements de terrain » dans le bassin versant de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-51923-FR*. 107 p., 47 fig., 7 ann.

### **Socio-économie**

**Courtois N., Lanini S., Petit V., Rinaudo J.D.** (2001) – Projet GOUVERNe – Plaine de l'Hérault. Identification de l'hydrosystème et évaluation du rôle socio-économique de la ressource en eau. *Rapport BRGM/RP-50882-FR*. 95 p.

**Lanini S.** (2001) – Modèle socio-hydrologique global de la moyenne vallée de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-50872-FR*. 56 p.

**Montginoul M., Rinaudo J.D.** (2001) – Impact des forages individuels sur la consommation en eau potable et la gestion des services d'eau et d'assainissement : étude de cas dans la moyenne vallée de l'Hérault. *Rapport BRGM et Cemagref. Rapport BRGM/RP-51100-FR*.

**Rinaudo J.D., Garin P.** (2001) – Confrontation du point de vue des acteurs sur les usages de l'eau dans la moyenne vallée de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-50716-FR*. 54 p.

**Rinaudo J.D., Garin P., Ruhlman J.** (2001) – Confrontation du point de vue des acteurs sur les conflits d'usage de l'eau dans le bassin versant de l'Hérault. *Rapport BRGM/RP-51111-FR*.

**Rinaudo J.D., Petit V., Giraud F., Courtois N.** (2001) – A methodology to explore alternative water management scenarios : example from the middle Hérault valley. *Rapport BRGM/RP-51083-FR*. 27 p.

### **Vulnérabilité – risque – pollution**

**Desprats J.F., Levillain G., Marchal J.P., Pomares C., Doerfliger N.** (2001) – Risque de pollution des eaux souterraines lié au transport de matières dangereuses sur la voirie départementale du département de l'Hérault. *Rapport BRGM – RP-50800-FR*, 59 p., 9 tab., 3 fig., 7 cartes.

**Desprats J.F., Marchal J.P., Foucher J.L.** (2002) - PLAN POLMAR - VOLET TERRESTRE. Etude Méthodologique pour la présélection de zones adaptées à l'implantation de sites de « stockage intermédiaire » pour déchets pollués par hydrocarbures. Application à la région Languedoc-Roussillon. *BRGM/RP-51677-FR*, 36 p., 11 tab., 14 fig.

**Marchal J.P.** (1990) – Département de l'Hérault. Approche globale de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution. *Rapport BRGM R 31906 LRO 4S 90*. 20 p., 9 annexes.

## Aménagement

**Marchal J.P.** (2000) – Schéma des carrières du département de l'Hérault. *Rapport BRGM R40592*. 134 p., 10 annexes, 41 cartes.

**Poul X.** (1972) – Etude des matériaux alluvionnaires de la vallée de l'Hérault du pont du Diable à Lézignan la Cèbe (Hérault). *Rapport BRGM 72 SGN 100 LRO*. 31 p., 9 annexes.

## Géothermie

**Bérard P.** (1980) – Possibilités offertes par la géothermie dans la vallée de l'Hérault. *Rapport BRGM 80 LRO 355 PR*. 24 p., 2 fig., 3 tab. 5 annexes.

**Marchal J.P., Goyénèche O., Chéradame J.M., Lasne E., Volle N.** (1997) – Potentiel de développement géothermique du Lodévois. *Rapport BRGM R39405*. 75 p., 13 tab., 14 fig., 2 annexes.

## PUBLICATIONS

**Aquilina L., Deluchat V., Bakalowicz M.** (1998) - Geochemical and isotopic investigation of thermal fluids - Thau lagoon (Hérault, South-France). , in Goldschmidt Conference, Toulouse, France, *Mineralogical Magazine*, Vol. 62A, p. 65-66 .

**Courtois N., Giraud F., Noël Y., Petit V., Rinaudo J.D., Weng P.** (2000) - Mise au point d'un outil d'aide à la gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant de l'Hérault, in *Colloque Hydrologie des régions méditerranéennes*, 11-13 octobre 2001, Montpellier – France.

**Fuchey Y., Le Strat P., Ambert P., Bourguin B., Vairon J.** (2001) - Synthèse cartographique et modélisation 3D du remplissage cénozoïque du Bassin de l'Hérault et de l'Orb. *8ème Congrès Français de Sédimentologie - Livre des résumés*, 2001, Publ. ASF, Paris, n°36, p. 375.

**Fuchey Y. Le Strat P. et al.**, (2001). Cartographie à 1/100 000 de la basse vallée de l'Hérault (à paraître).

**Garin P., Rinaudo J.D., Ruhlman J.** (2001) – Linking expert evaluations with public consultation to design water policy at the watershed level. *World Water Congress : « Efficient Water Management : making it happen »*, Berlin, 15-19 octobre 2001.

**Ladouche B., Aquilina L., Cubizolles J., Negrel P.** (1998) - Rain fall chemistry in the South of France (Hérault, 1996-1997)., in *Goldschmidt Conference, 8th, Toulouse, France, August 30-September 3 1998, Mineralogical Magazine*, Vol. 62A, p. 842-843.

**Lanini S., Ladouche B., Doerfliger N., Bakalowicz M.** (2001) - Développement d'une modélisation hydro-géochimique d'un système karstique de l'Hérault (France) selon l'approche des réacteurs chimiques en réseau, in *Sciences et Techniques de l'Environnement* - 20-22 septembre 2001, Besançon, France, HS N°13 - pp. 225-228.

**Luck J.M., Petelet E., Ben Othman D., Negrel P.** (1998) - Erosion chimique et mécanique de la bordure cévenole : cas du bassin versant de l'Hérault., in *RST 1998, 17ème Réunion Annuelle des Sciences de la Terre*, Brest, France, 31 mars-3 avril 1998, p. 152 .

**Petelet E., Luck J.M., Ben Othman D., Negrel P., Aquilina L.** (1998) - Geochemistry and water dynamics on a mediumsized watershed: the Hérault, S France. 1 - Organisation of the different water reservoirs as constrained by Sr isotopes, major and trace elements., *Chemical Geology*, N° 150, p. 63-83.

**Petelet-Giraud E., Luck J.M., Ben Othman D., Negrel P.** (2001) - Exportation de métaux lourds sous forme particulaire et dissoute dans le bassin versant de l'Hérault : Approche par les éléments traces et les isotopes du Pb., in *UOF Union Océanographes de France*, 27ème, 5-6 Septembre 2001 - Villeneuve d'Ascq (France), p. 88.

**Petelet E., Luck J.M., Ben Othman D., Joseph C., Vasseur G.** (1998) - Geochemical contribution to mesoscale water paths : major, trace elements and Sr isotopes applied to the Peyne watershed (Hérault, France)., in *EGS 23rd, European Geophysical Society, Nice, France, 20-24 April 1998, Annales Geophysicae, Suppl. 2 , n° 16, part II*, C526.

**Petelet E., Luck J.M., Ben Othman D., Negrel P.** (1998) - Géochimie et dynamique des masses d'eau : le bassin versant de l'Hérault., in *Réunion des Sciences de la Terre, 17ème, Brest, France, 1998, Bulletin de la Société Géologique de France*, N° 174.

**Petelet E., Luck J.M., Ben Othman D., Negrel P.,** (1998) - Geochemical contribution to study of chemical and mechanical weathering of a Mediterranean watershed : the Hérault basin, S France., in *Goldschmidt Conference, 8th, Toulouse, France, August 30-September 3 1998, Mineralogical Magazine*, Vol. 62A, p. 1159-1160.

**Petelet E., Luck J.M., Ben Othman D., Joseph C., Vasseur G.** (1997) - Geochemistry and hydrology: how to link them for small scale studies? Major, trace and Sr isotopes applied to the Peyne watershed (Hérault, France)., in *EUG 9, European Union of Geosciences, Strasbourg, France, 23-27 March 1997, Terra Nova, Suppl. 1, 9, 56.*

**Petelet-Giraud, E., Doerfliger, N., Crochet, Ph., 2001.** Evaluation multicritère de la vulnérabilité des aquifères karstiques en région méditerranéenne à l'aide de la méthode RISKE (karst Nord Montpelliérain) . *7ème Colloque d'Hydrologie en Pays Calcaire et Milieu Fissuré*, (Besançon, France), Sciences et Techniques de l'Environnement, Univ. Franche-Comté, Mémoire hors-série n°13, 281-284.

**Pinault J.L., Ladouche B., Doerfliger N., Bakalowicz M. (2001)** - Modélisation inverse des relations pluie-débits et des chimiogrammes : Application aux systèmes karstiques des Fontanilles et des Cent Fonts (Hérault, France), in *Sciences et Techniques de l'Environnement- 20-22 Septembre 2001, Besançon, France, HS N°13* - pp289-292.

**Rinaudo J.D., Garin P., Batut S., Ruhlman J. (2002)** – Stratégie de mise en œuvre de la Directive Cadre sur la participation du public à la planification de la gestion de l'eau. *170ème session du comité scientifique et technique de la SHF*, 13-14 mars 2002, Paris.

## Fiches d' études BRGM

Fiche 1- Schéma d'alimentation en eau potable .....	31
Fiche 2 : Banque de données « Qualité des eaux souterraines » du bassin RMC .....	32
Fiche 3 : <i>Résorption des décharges brutes de l'Hérault</i> .....	34
Fiche 4 : Géothermie dans la vallée de l'Hérault.....	36
Fiche 5 : Gisement géothermique du Lodévois .....	37
Fiche 6 : Système karstique « moyenne vallée de l'Hérault » .....	38
Fiche 7 : Matériaux alluvionnaires de la vallée de l'Hérault.....	42
Fiche 8 : Base de données – Patrimoine géologique .....	43
Fiche 9 : Carte géologique harmonisée du département de l'Hérault.....	44
Fiche 10 : Plan POLMAR – Volet terrestre.....	45
Fiche 11 : Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines .....	47
Fiche 12 : Voirie départementale et protection de la ressource en eau.....	49
Fiche 13 : Schéma des carrières de l'Hérault .....	50
Fiche 14 : SIG Languedoc-Roussillon.....	53
Fiche 15 : Synthèse hydrogéologique.....	54
Fiche 16 : Traçages dans l'Hérault et le Gard.....	56
Fiche 17 : Vulnérabilité des eaux souterraines .....	57
Fiche 18 : Géologie de la basse vallée de l'Hérault .....	59
Fiche 19 PACTES. Analyse des états de surface .....	61
Fiche 20 : PACTES. Cartographie du risque potentiel de mouvement de terrain .....	64
Fiche 21 : PACTES. Contribution des eaux souterraines aux crues.....	67
Fiche 22 : Couplage des outils géochimiques et hydrologiques .....	70

Fiche 23 : Echanges nappe-rivière et transport de pesticides .....	73
Fiche 24 : Hydrosystème et rôle socio-économique .....	75
Fiche 25 : Modèle socio-hydrologique global .....	78
Fiche 26 : Conflits d'usage de l'eau .....	80
Fiche 27 : Forages individuels et consommation en eau potable .....	83

## Fiche 1- Schéma d'alimentation en eau potable

### Intitulé complet

Département de l'Hérault. Schéma d'alimentation en eau potable à l'horizon 2010 – volet 4 : Eaux souterraines

### Cadre du financement / partenariat

Financé par le conseil général de l'Hérault.

### Objectifs

Etablir un schéma directeur d'alimentation en eau potable à l'horizon 2010 du département de l'Hérault.

Cette phase d'étude avait pour objet de définir les ressources mobilisables à partir des captages actuellement exploités, en cours d'équipement ou encore en phase d'observations complémentaires.

Le second objet consistait à définir les ressources potentielles des unités aquifères du département de l'Hérault en précisant la productivité spatiale de chaque réservoir et les facteurs limitant l'exploitation de l'eau souterraine.

### Méthodes & moyens

Afin d'actualiser le schéma départemental réalisé en 1985, le conseil général de l'Hérault a décidé d'effectuer une étude comprenant les quatre volets suivants :

- Analyse de l'évolution de la population résidente et saisonnière menée par le service économique du conseil général en relation avec l'INSEE ;
- Evolution de la consommation actuelle et future confiée à la DDAF en collaboration avec l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ;
- Etat sur les connaissances des ressources en eaux superficielles dressé par le service régional d'aménagement des eaux ;
- Bilan des ressources en eaux souterraines élaboré par le BRGM.

### Principaux Résultats

Le présent rapport constitue donc la synthèse des travaux réalisés par le BRGM dans le cadre du volet relatif aux eaux souterraines.

### Documents produits

Marchal J.P., Baudon-Juvet A. (1992) – Département de l'Hérault. Schéma d'alimentation en eau potable à l'horizon 2010 – volet 4 : Eaux souterraines. Rapport BRGM R 34417 LRO 4S 92. 32 p., 4 fig., 10 annexes.

### Contact

J.P. Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## **Fiche 2 : Banque de données « Qualité des eaux souterraines » du bassin RMC**

### **Intitulé complet**

Banque de données « Qualité des eaux souterraines » du bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Actualisation des fichiers d'identification des captages d'eau destinée à la consommation humaine des départements de l'Aude, du Gard, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales.

Mise à jour de la base de données « points d'eau » (hors AEP) du Bassin Rhône Méditerranée Corse

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé par le ministère de l'Environnement et l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Travail en partenariat avec les DDASS des départements concernés.

### **Objectifs**

Actualisation des fichiers d'identification des captages d'eau destinée à la consommation humaine des départements de l'Aude, du Gard, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales

Mise à jour de la base de données relatives aux points de prélèvements en eau souterraine

### **Méthodes & moyens**

Ce travail a porté, d'une part, sur la vérification des données relatives à la totalité des ouvrages déjà existants avec apport d'informations complémentaires (avis hydrogéologiques, DUP, exploitant, stratigraphie et lithologie du réservoir, etc.) et, d'autre part, sur l'incorporation de 445 ouvrages supplémentaires.

Pour la mise à jour de la base de données des captages, l'inventaire a porté sur les prélèvements à usage industriel, agricole ou autre. Des enquêtes ont été conduites auprès de différents services, collectivités et usagers .

### **Principaux Résultats**

Le nombre de captages indexés dans ces fichiers est ainsi passé de 2227 à 2672.

3553 ouvrages et captages de prélèvement d'eau souterraine ont été identifiés sur l'ensemble de la région Languedoc Roussillon

### **Documents produits**

Marchal J.P. (1997) – Banque de données « Qualité des eaux souterraines » du bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Actualisation des fichiers d'identification des captages

d'eau destinée à la consommation humaine des départements de l'Aude, du Gard, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales. Rapport BRGM/RR-39472-FR, 18 p., 4 annexes.

Doerfliger N., Berard P., David A., Bouillin O. (1998) – Mise à jour de la base de données « Points d'eau » du bassin Rhône-Méditerranée-Corse : départements Aude (11), Gard (30), Hérault (34), Lozère (48) et Pyrénées-Orientales (66) – Région Languedoc-Roussillon. Rapport BRGM/RR-40069-FR.

### **Contact**

J.P. Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## **Fiche 3 : Résorption des décharges brutes de l'Hérault**

### **Intitulé complet**

Programme départemental de résorption des décharges brutes de l'Hérault

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé pour 24% par le conseil général de l'Hérault, 17% par l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 29% par l'ADEME, 30% par le BRGM (direction du Service Public).

Ces actions ont été encadrées par un Groupe de Travail des membres volontaires de la Commission du Plan (élus, DDSS, représentants d'associations de protection de la nature..) et par un Comité de Pilotage issu des bailleurs de fonds du programme (conseil général, ADEME, agence de l'eau RMC, BRGM), des représentants de l'Etat (préfecture, DDASS, DDAF) et d'un opérateur technique (BRGM).

### **Objectifs**

Application du Plan départemental d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés (arrêté préfectoral du 1<sup>er</sup> février 1996).

Recensement des décharges non autorisées, diagnostic simplifié, et classement par ordre de priorité de résorption.

### **Méthodes & moyens**

- Recensement par envoi de questionnaires aux communes ;
- Diagnostic simplifié de celles-ci par visite de terrain, selon la méthode développée par l'ADEME ;
- Classement des priorités de résorption.

### **Principaux Résultats**

204 décharges non autorisées ont été inventoriées, et les urgences de résorption ont été hiérarchisées en fonction des paramètres pollution, incendies, possibilité ou non d'alternative à la mise en décharge.

Un dossier de résorption (avec indication des risques potentiels de nuisances, et des travaux de remise en état pour la fermeture du dépôt, avec les sources de financement utilisables) a été fourni à chaque commune concernée.

Le programme réalisé constitue pour les gestionnaires publics un outil technique et financier d'aide à la décision (de remise en état, et de recherche de solutions alternatives), et pour l'ensemble des acteurs concernés un outil de suivi des réhabilitations des décharges non autorisées.

Nouvelles actions à engager

182 décharges ne nécessitent qu'un aménagement simple (couverture de terre, revégétalisation, et travaux annexes), tandis que 22 autres doivent faire l'objet d'études complémentaires de réhabilitation par des bureaux d'études spécialisés pour définir les mesures de protection adaptées (collecte et traitement de lixiviats et du biogaz, imperméabilisation..).

### **Documents produits**

Fernique Ch. ; (1997) - Programme départemental de résorption des décharges brutes de l'Hérault. Rapport BRGM R 39758 – décembre 1997

### **Contact**

D. Nguyen ([d.nguyen@brgm.fr](mailto:d.nguyen@brgm.fr))

## **Fiche 4 : Géothermie dans la vallée de l'Hérault**

### **Intitulé complet**

Possibilités offertes par la géothermie dans la vallée de l'Hérault.

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé par la société d'aménagement du département de l'Hérault (SADH).

### **Méthodes & moyens**

Enquête documentaire en vue de rechercher les possibilités offertes par la géothermie dans la vallée de l'Hérault

### **Principaux Résultats**

Au total, neuf unités hydrogéologiques ont pu être individualisées à partir des coupures lithostratigraphiques et de caractères géomorphologiques et structuraux identiques pour chacun des réservoirs.

### **Documents produits**

Bérard P. (1980) – Possibilités offertes par la géothermie dans la vallée de l'Hérault. Rapport BRGM 80 LRO 355 PR. 24 p., 2 fig., 3 tab. 5 annexes.

### **Contact**

JP. Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## Fiche 5 : Gisement géothermique du Lodévois

### Intitulé complet

Potentiel de développement géothermique du Lodévois

### Cadre du financement / partenariat

Financé par les Charbonnages de France, l'Ademe, le BRGM (Direction du Service Public).

### Objectifs

Cette étude avait pour but d'évaluer le potentiel du gisement géothermique existant au sud de l'agglomération de Lodève et donc d'estimer l'intérêt de cette filière au terme de reconversion du site en raison de l'arrêt de la mine d'uranium de la COGEMA.

### Méthodes & moyens

Ce gisement s'avère partiellement exploité par les Serres du Lodévois sur le site de St Fulcran, en rive gauche de la Lergue depuis 1978 et sur le site de Grand Champ au Puech depuis 1985.

L'expérience acquise, les informations recueillies par les forages en service et la multitude de données géologiques et hydrogéologiques fournies par les sondages d'exploitation de la COGEMA, permettent d'appréhender les caractéristiques de ce gisement géothermique.

### Principaux Résultats

Il s'agit d'un réservoir à forte productivité et situé dans le conglomérat de base du Permien et les formations du Cambrien avec réalimentation par les venues ascendantes empruntant la faille d'Olmet et les accidents satellites.

Les températures les plus élevées sont de l'ordre de 55 à 60°C à 150-250 m de profondeur. Les risques de formation de dépôts de carbonate de calcium et localement d'oxydes de fer sont importants.

### Documents produits

Marchal J.P., Goyénèche O., Chéradame J.M., Lasne E., Volle N. (1997) – Potentiel de développement géothermique du Lodévois. Rapport BRGM R39405. 75 p., 13 tab., 14 fig., 2 annexes.

### Contact

J.P. Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## **Fiche 6 : Système karstique « moyenne vallée de l'Hérault »**

### **Intitulé complet**

Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains.

### **Cadre du financement / partenariat**

Les actions de recherche menées dans ce cadre ont fait l'objet, à ce jour, de quatre conventions de financement avec le Conseil Général de l'Hérault. financé pour 1/3 par le BRGM (Direction de la Recherche) et pour 2/3 par le département.

Les études ont été menées en partenariat avec les collectivités locales concernées et le conseil général de l'Hérault

### **Objectifs**

Les besoins en eau pour le département sont estimés, du fait de l'attente d'un accroissement de population de 36 % 740.000 m<sup>3</sup>/j en période de pointe, à l'horizon 2010. Leur satisfaction nécessite l'augmentation de la capacité de production de 130.500 m<sup>3</sup>/j .

L'objectif général est l'étude et la recherche sur le fonctionnement et la gestion des aquifères karstiques. En particulier, l'un des objectif est de développer les outils nécessaires à une exploitation rationnelle des ressources en eau à l'échelle du département, à partir d'une gestion optimisée de la ressource en eau des systèmes karstiques.

L'objectif spécifique est double, la satisfaction de la demande en eau départementale à l'horizon 2010, et ultérieurement, ainsi que la gestion patrimoniale des ressources en eau représentée par le projet SAGE Hérault.

### **Méthodes & moyens**

Mise en œuvre des méthodes d'identification et de caractérisation des ressources et réserves en eau des systèmes karstiques, ainsi que leur vulnérabilité et les possibilités d'exploitation et de protection sur 2 sites de la moyenne vallée de l'Hérault :

- la source des Fontanilles à Puechabon ;
- la source des Cent-Fonts à Causse-de-la-Selle.

### **Le premier programme d'actions de 1996 à 1999 comprenait :**

- une instrumentation des sites ;
- le suivi hydrologique des sources ;
- le suivi hydrochimique de l'ensemble des systèmes aquifères ;
- l'interprétation des données qui a conduit à un schéma de fonctionnement des systèmes karstiques étudiés, avec détermination des transferts de masse, et des temps de séjour des eaux.

Elles font l'objet de 5 rapports traitant respectivement :

- du contexte géologique et hydrogéologique (rapport R 40747, juillet 1999) ;
- des moyens mis en œuvre (rapport R 40748, juillet 1999) ;
- de l'interprétation des données hydrologiques (rapport R 40939, juillet 1999) ;
- de l'interprétation des données hydrochimiques (rapport R 40940, juillet 1999) ;
- de la synthèse générale des résultats (rapport R 40746, juillet 1999).

L'étude du système des Cent-Fonts a mis en évidence l'importance des pertes de la Buège dans le fonctionnement du système.

**Un second programme d'actions de 1999 à 2001 comprend :**

- l'installation et l'exploitation d'un dispositif de mesures des débits de la Buège, de part et d'autre du tronçon de cours en pertes, sur des seuils aménagés à cet effet, pour les corréler aux débits des sources des Cent-Fonts ;
- la poursuite des suivis hydrologiques et géochimiques des sources des Fontanilles, des Cent-Fonts et de la Buège ;
- la modélisations des systèmes karstiques nord Montpelliérains des Fontanilles et des Cent-Fonts, à la fois par approche globale, par approche distribuée et par approche des réacteurs chimiques en réseau, pour représenter le fonctionnement des processus couplés hydrogéologiques et chimiques.

Les réalisations font l'objet du rapport BRGM/RP-51584-FR de septembre 2002 intitulé « Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Rapport du programme 1999-2001–Buèges »

## **Principaux Résultats**

La première période d'études, de 1996 à 1999, a permis de conclure :

**pour le système des Cent-Fonts :**

- à un bassin d'alimentation de l'ordre de 40 km<sup>2</sup> (bassin des affleurements du karst de 30 km<sup>2</sup> + bassin des pertes de la rivière Buège de 10 km<sup>2</sup>). Le système est de type binaire - alimentation à la fois par infiltration des eaux météoriques et par les pertes de la Buège, pouvant constituer 50 % de l'alimentation en étiage ;
- à une importante zone noyée, avec des réserves notables, de l'ordre de 8 Mm<sup>3</sup> ;
- et donc à des perspectives d'exploitation par forages tout à fait favorables ;
- en raison de la nature binaire du système, à la nécessité, en terme de vulnérabilité et de protection de la ressource, de considérer un domaine plus vaste que le système lui-même.

**pour le système des Fontanilles :**

- à un bassin d'alimentation plus faible, de l'ordre de 15 km<sup>2</sup>. Le système est de type unitaire - alimentation uniquement par infiltration des eaux météoriques ;
- à une zone noyée peu importante, et corrélativement des réserves faibles (entre 0.2 et 0.5 Mm<sup>3</sup>) ;
- à des perspectives réduites, l'exploitation ne pouvant pas être accrue, sauf par le recours à des méthodes de gestion active, par barrage ;
- le système des Fontanilles est globalement plus vulnérable aux pollutions ponctuelles que celui des Cent-Fonts par effet de dilution. Par ailleurs la

vulnérabilité du système des Fontanilles est renforcée par le rôle important des réserves situées à proximité du sol, ce que traduisent les teneurs en nitrates et CO<sub>2</sub>.

**La période de travaux de 1999 à 2001 permet de :**

- souligner la forte variabilité des pertes de la Buège (0,4 à 1 m<sup>3</sup>/s en débit moyen, jusqu'à 1.5 m<sup>3</sup>/s en crue) ;
- confirmer la faiblesse des réserves dynamiques des Fontanilles (entre 0.8 et 2 Mm<sup>3</sup>), qui présentent un régime d'écoulement rapide ou non linéaire (effet de chasse) avec faible contribution de la zone noyée. les réserves dynamiques des Cent-Fonts sont difficiles à évaluer à cause de l'alimentation par les pertes de la Buège, mais peuvent excéder 10 millions de m<sup>3</sup>.

Il reste à passer sur le système des Cent-Fonts, aux deux étapes d'étude suivantes :

- démonstration de la ressource, à l'aide de tests de pompage, qui seront réalisés sur un forage prévu dans le secteur des sources ;
- évaluation du mode d'exploitation et des volumes exploitables, après simulations de scénarios sur les modèles.

**Documents produits**

Aquilina L., Ladouche B., Bakalowicz M., Petelet E., Schoen R. (1999) – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Synthèse Générale. Rapport BRGM R40746, 50 p., 8 fig., 5 tabl., 1 annexe.

Bakalowicz M., Schoen R., Ladouche B., Aquilina L., Petelet E. (1999) – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume I, Contexte géologique et hydrogéologique. Rapport BRGM R40747, 75 p., 23 fig., 1 annexe.

Ladouche B., Aquilina L., Petelet E., Bakalowicz M., Schoen R. (1999) – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume IV, Interprétation des données hydrochimiques. Rapport BRGM R40940, 170 p., 67 fig., 25 tabl.

Schoen R., Aquilina L., Bakalowicz M., Cubizolles J. (1997) – Système karstique nord-montpelliérain. Résurgence des Fontanilles, Département de l'Hérault. Rapport de l'exercice 1996. Rapport BRGM R39726.

Schoen R., Ladouche B., Cubizolles J., Aquilina L., Bakalowicz M. (1999) – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume II, Moyens mis en œuvre. Rapport BRGM R40748, 69 p., 22 fig., 1 annexe.

Schoen R., Bakalowicz M., Ladouche B., Aquilina L. (1999) – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Volume III, Interprétation des données hydrologiques. Rapport BRGM R40939, 91 p., 16 fig., 4 annexes.

Ladouche B., Dörfliger N. Pougel P., Petit V., Thiery D ;, Goaz C., Bakalowicz M., Lachassagne P., Pinault J.L., Durand V., Cubizoles (2002) – Caractérisation du fonctionnement des systèmes karstiques nord-montpelliérains. Rapport du programme 1999-2001-Buèges Rapport BRGM RP-51584, 200 p., 111 fig., 9 tabl., 4 annexes

### **Contact**

B. Ladouche ([b.ladouche@brgm.fr](mailto:b.ladouche@brgm.fr)) et N. Dorfliger ([n.dorfliger@brgm.fr](mailto:n.dorfliger@brgm.fr))

## **Fiche 7 : Matériaux alluvionnaires de la vallée de l'Hérault**

### **Intitulé complet**

Etude des matériaux alluvionnaires de la vallée de l'Hérault du pont du Diable à Lézignan la Cèbe

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé par le BRGM (Direction du Service Public).

### **Objectifs**

Etude des matériaux alluvionnaires de la basse vallée de l'Hérault

### **Méthodes & moyens**

- 68 sondages électriques ;
- 7 sondages pénétrométriques ;
- inventaire des captages communaux implantés dans la nappe alluviale ;
- étude de la documentation concernant les alluvions de l'Hérault.

### **Principaux Résultats**

- une carte des courbes isopaques de la découverte ;
- une carte des courbes isopaques des matériaux sablo-graveleux ;
- une série de 11 coupes géologiques transversales de la vallée de l'Hérault.

Ces documents mettent en évidence les zones les plus favorables à l'exploitation des alluvions sablo-graveleuses et ont permis de procéder à une première estimation des réserves potentielles de sables et graviers.

### **Documents produits**

Poul X. (1972) – Etude des matériaux alluvionnaires de la vallée de l'Hérault du pont du Diable à Lézignan la Cèbe (Hérault). Rapport BRGM 72 SGN 100 LRO. 31 p., 9 annexes.

### **Contact**

JP Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## **Fiche 8 : Base de données – Patrimoine géologique**

### **Intitulé complet**

Réalisation d'une base de données, outil d'inventaire et de hiérarchisation des sites géologiques patrimoniaux du département de l'Hérault.

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé à 70% par le conseil général de l'Hérault et à 30% par le BRGM (direction du Service Public).

Ce projet a été encadré par un Groupe de Travail constitué de représentants du BRGM, du conseil général de l'Hérault, d'universitaires, et de consultants extérieurs.

### **Objectifs**

Protéger les sites géologiques patrimoniaux du département de l'Hérault, parce que ce département possède un patrimoine géologique unique en France.

Réalisation d'une base de données, outil d'inventaire et de hiérarchisation des sites géologiques patrimoniaux du département de l'Hérault.

### **Méthodes & moyens**

- élaboration d'une méthodologie, et inventaire des sites d'intérêt géologique de l'Hérault ;
- récolte des informations, et report sur fiches individuelles répertoriées ;
- constitution d'une base de données iconographiques.

### **Principaux Résultats**

141 sites d'intérêt géologique ont été retenus et dont 40 principaux, ont fait l'objet de fiches d'informations (identification du site, localisation, conditions d'accès, informations diverses, vulnérabilité naturelle, anthropique, commentaire général, description, intérêt scientifique) avec carte de situation et photos couleurs.

Edition d'une plaquette d'information sur les 40 premiers sites

### **Poursuite des actions**

Poursuite de la saisie des données sur 70 sites complémentaires .

### **Documents produits**

Rossi F., Le Strat P. (2000) - Inventaire du Patrimoine Géologique de l'Hérault. Rapport BRGM /RP-50528-FR.

### **Contact**

P. Le Strat ([p.lestrat@brgm.fr](mailto:p.lestrat@brgm.fr))

## **Fiche 9 : Carte géologique harmonisée du département de l'Hérault**

### **Intitulé complet**

Réalisation d'une carte géologique harmonisée de l'ensemble du département de l'Hérault.

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé à 50% par le conseil général de l'Hérault et à 50% par le BRGM (direction du Service Public).

Ce travail a été réalisé sous le contrôle du responsable du BRGM du « référentiel géologique », afin d'assurer une conformité interdépartementale ou interrégionale.

### **Objectifs**

Réaliser une cartographie géologique numérique sur l'ensemble du département de l'Hérault en harmonisant la totalité des contours des différentes cartes à l'échelle 1/50 000 qui couvrent tout ou partie du département.

### **Méthodes & moyens**

- harmonisation des contours géologiques ;
- description de toutes les formations géologiques décrites sur les cartes à l'échelle 1/50 000 avec stratigraphie, lithologie, minéralogie, géochimie, matériaux exploitables, déformation et métamorphisme ;
- élaboration d'une carte géologique numérique à l'échelle 1/100 000.

### **Principaux Résultats**

Cartographie numérique du département de l'Hérault avec contours harmonisés et élaboration d'une base de données avec le descriptif de toutes les formations géologiques prises en compte sur les cartes à l'échelle 1/50 000.

### **Documents produits**

Rossi F., Le Strat P. (2003) – Carte géologique harmonisée du département de l'Hérault Rapport BRGM /RP-52570-FR.

### **Contact**

P. Le Strat ([p.lestrat@brgm.fr](mailto:p.lestrat@brgm.fr))

## Fiche 10 : Plan POLMAR – Volet terrestre

### Intitulé complet

PLAN POLMAR – Volet terrestre. Etude Méthodologique pour la présélection de zones adaptées à l'implantation de sites de « stockage intermédiaire » pour déchets pollués par hydrocarbures. Application à la région Languedoc-Roussillon.

### Cadre du financement / partenariat

Financée à part égale par la DRAST<sup>4</sup> et le BRGM (Direction du Service Public)

L'étude a été pilotée au plan national par le CETMEF<sup>5</sup> et au plan régional par le SMNLR<sup>6</sup>.

### Objectifs

Cette étude méthodologique vise à présélectionner des zones adaptées à l'implantation de sites de stockage intermédiaire pour déchets pollués par hydrocarbure .

### Méthodes & moyens

S'appliquant au Languedoc-Roussillon, cette étude tient compte des spécificités du littoral de cette région. Elle comprend une base de données dans un Système d'Information Géographique, qui, à travers la réalisation d'analyses multicritères, a permis de croiser différents éléments relatifs à l'environnement, l'accessibilité, la proximité de la côte et des agglomérations, la protection du patrimoine, des eaux superficielles et souterraines. En outre le décideur est informé du caractère inondable de la zone, ainsi que de la position des sites industriels actuels ou anciens réhabilités.

Cette approche, s'appuyant sur l'expertise, a amené différents spécialistes (hydrogéologues, agronomes, spécialistes de l'environnement,..) à analyser, hiérarchiser, pondérer les différents critères retenus.

### Principaux Résultats

La cartographie par analyse multicritère d'une présélection des zones favorables à l'implantation de sites de stockage intermédiaire dans le cadre du plan POLMAR constitue un outil objectif d'aide à la décision au niveau départemental ou communal.

Le présent rapport expose la méthodologie, les critères retenus, leur cotation et leur croisement validés lors de différents comités de pilotage et présente les résultats sous forme numérique (CDRom) et cartographique avec représentation régionale (1/200.000°), départementale (1/100.000°) et locale (1/25.000°).

---

<sup>4</sup> DRAST : Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques du ministère de l'Équipement et du Logement.

<sup>5</sup> CETMEF : Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales.

<sup>6</sup> SMNLR : Service Maritime National – Languedoc-Roussillon.

Cette étude méthodologique doit permettre, dans une phase ultérieure, la réalisation de l'inventaire départemental identifiant et qualifiant des sites de stockage intermédiaire ou définitif.

Cette phase de sélection des zones de dépôt intermédiaire, nécessitera alors :  
la prise en compte d'éléments locaux tels que le Plan d'Occupation des Sols, la présence de sites particuliers (déchetteries, ..) ;  
une concertation locale.

### **Documents produits**

Desprats J.F., Marchal J.P., Foucher J.L. (2002) - PLAN POLMAR - VOLET TERRESTRE. Etude Méthodologique pour la présélection de zones adaptées à l'implantation de sites de « stockage intermédiaire » pour déchets pollués par hydrocarbures. Application à la région Languedoc-Roussillon. BRGM/RP-51677-FR, 36 p, 11 tab., 14 fig.

### **Contact**

JF Desprats ([jf.desprats@brgm.fr](mailto:jf.desprats@brgm.fr))

## **Fiche 11 : Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines**

### **Intitulé complet**

Mise en place du réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault.

### **Cadre du financement / partenariat**

Le réseau de surveillance du département est financé par le conseil général de l'Hérault et le ministère de l'Environnement pour environ 20% chacun, par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse pour 50%, et par le BRGM (Direction du Service Public) pour 10%.

Cette opération a été effectuée en étroite collaboration avec les services techniques des partenaires financiers. La maîtrise d'œuvre du réseau a été confiée au BRGM.

### **Objectifs**

Ce réseau a pour objectif d'obtenir une photographie de la qualité des eaux souterraines réparties dans les différents aquifères existants dans le département.

### **Méthodes & moyens**

Un réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines a été mis en place en 1987 sur l'ensemble du bassin RMC. Il regroupait 94 points d'observation en 1999 et 106 points en 2000. Ce réseau est entièrement géré par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

En 1996, une méthodologie nationale a été définie en prenant le Languedoc-Roussillon pour site pilote. Elle a fait l'objet du rapport BRGM R38816.

En 2001, le nombre de stations de mesures est passé à 230 points pour l'ensemble du bassin. Les sites ont été choisis afin de couvrir le maximum d'unités aquifères, avec une densité variable en fonction de la superficie du système, de son hétérogénéité et de son importance économique. Vingt de ces points intéressent le département de l'Hérault.

Le conseil général de l'Hérault décide de contribuer à cette surveillance et, en 1998, confie au BRGM une étude de faisabilité préalable à la mise en place d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines. Cette mission s'est traduite par le rapport BRGM R40061.

### **Principaux Résultats**

Le réseau départemental, mis en place en 2001, comporte 40 points de surveillance, dont 18 font l'objet de détermination des concentrations en pesticides pour plus de 300 molécules. Les informations recueillies s'ajouteront à celles acquises dans le cadre du réseau de bassin et aux analyses réalisées sur les captages exploités pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

Quatre campagnes d'analyses annuelles sont programmées à des dates choisies en fonction des conditions de prélèvement et de recharge des aquifères.

Les informations (désignation, localisation, contexte environnemental, caractéristiques de l'aquifère, conditions d'accès et de prélèvement, caractéristiques géologiques et techniques, coordonnées des propriétaires et exploitants, photographie des lieux) concernant les 40 points du réseau de surveillance sont rassemblées dans une base de données.

Ce réseau doit être surveillé durant une phase initiale de 5 ans.

De plus, à ce réseau de base s'ajoutent des réseaux complémentaires avec surveillance de la qualité des eaux souterraines sur les aquifères du département présentant le plus de risque en ce qui concerne les contaminations par les pesticides. Il s'agit des formations villafranchiennes de Mauguio-Lunel, les alluvions de l'Orb, les alluvions de l'Hérault et ses affluents et les aquifères karstiques de la grande région montpéliéraine. Pour les alluvions de l'Hérault du Pont du Diable à Agde, le réseau complémentaire a débuté en octobre 2002. Il doit être poursuivi durant un an avec 4 campagnes de mesures. .

### **Documents produits**

David A. (1996) – Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines en Languedoc-Roussillon. Rapport BRGM R38816. 36 p., 14 fig., 5 annexes.

Noël Y. (1998) - Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault - Etude de faisabilité. Rapport BRGM R40061. 56 p., 7 tab., 5 fig., 5 annexes.

Marchal J.P. (2002) – Mise en place du réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-51522-FR. 18 p., 1 fig., 2 tab., 1 annexe.

Marchal J.P. (2002) – Mise en place du réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Situation des points complémentaires au réseau de base. Rapport BRGM/RP-51970-FR. 23 p., 3 fig., 3 tab., 1 annexe.

Marchal J.P. (2003) – Réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Résultats de la première année de fonctionnement 2001-2002. Rapport BRGM/RP-52168-FR. 58 p., 7 fig., 15 tab., 1 annexe.

Marchal J.P. (2004) – Réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines du département de l'Hérault. Résultats de la seconde année de fonctionnement 2002-2003. Rapport BRGM/RP-52809-FR..

### **Contact**

J.P. Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## **Fiche 12 : Voirie départementale et protection de la ressource en eau**

### **Intitulé complet**

Risque de pollution des eaux souterraines lié au transport de matières dangereuses sur la voirie départementale de l'Hérault.

### **Cadre du financement / partenariat**

Etude entièrement financée par le Conseil Général de l'Hérault.  
Partenariat avec le CETE d'Aix en Provence

### **Objectifs**

**Prévenir les risques de pollution des eaux en cas d'accident routier relatif au transport de matières dangereuses sur le territoire départemental de l'Hérault.**

Fournir une carte départementale des risques de pollution accidentelle des eaux par le trafic routier, en tenant compte de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution (enjeu) et de l'aléa "accident routier"(dangerosité du réseau routier).

### **Méthodes & moyens**

- connaissance et cartographie SIG de la vulnérabilité des eaux souterraines ;
- connaissance et cartographie de l'aléa "accident routier" ;
- croisement des 2 cartographies ;
- validation de la cartographie sur le terrain sur certains sites particulièrement sensibles.

### **Principaux Résultats**

Carte des risques en 4 classes, pour le réseau routier susceptible d'affecter des ressources en eau significatives. Ces classes ont été définies selon l'importance du risque (très fort, fort, moyen, faible), et, pour chacune d'elles, un rapport joint du CETE propose des réalisations techniques préventives adaptées. Cette étude doit permettre les réalisations techniques de prévention sur le réseau routier du département, selon les classes de risques et l'anticipation des risques lors de l'élaboration des futurs projets routiers .

### **Documents produits**

Desprats J.F., Levillain G., Marchal J.P., Pomares C., Doerfliger N. (2001) – Risque de pollution des eaux souterraines lié au transport de matières dangereuses sur la voirie départementale du département de l'Hérault. Rapport BRGM – RP-50800-FR, 59 p., 9 tab., 3 fig., 7 cartes.

### **Contact**

J.F. Desprats ([jf.desprats@brgm.fr](mailto:jf.desprats@brgm.fr))

## Fiche 13 : Schéma des carrières de l'Hérault

### Intitulé complet

Schéma départemental des carrières – Département de l'Hérault.

### Cadre du financement / partenariat

La participation du BRGM est financée par le conseil général de l'Hérault pour 16%, par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse pour 20%, par l'UNICEM<sup>7</sup> pour 5% et par le BRGM (Direction du Service Public) pour 59%.

### Objectifs

Le schéma doit constituer un instrument d'aide à la décision du Préfet lorsque celui-ci statue quant aux demandes d'autorisation d'exploiter des carrières, demandes établies en application de la législation relative aux installations classées. Ces autorisations doivent être compatibles avec les orientations et les objectifs définis par le schéma, celui-ci devant être cohérent avec les autres instruments planificateurs élaborés par les pouvoirs publics, notamment les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Par ailleurs, le schéma constitue un document d'orientation pour la profession de l'industrie extractive des matériaux non concessibles.

Le schéma définit les conditions générales d'implantation des carrières dans le département. Il prend en compte l'intérêt économique national, les ressources et les besoins en matériaux du département et des départements voisins, la protection des paysages, des sites et des milieux naturels sensibles, la nécessité d'une gestion équilibrée de l'espace, tout en favorisant une utilisation économe des matières premières. Il fixe les objectifs à atteindre en matière de remise en état et de réaménagement des sites.

### Méthodes & moyens

Le schéma a été élaboré par la Commission Départementale des Carrières présidée par le Préfet. Le comité de pilotage a regroupé des élus, des représentants des services techniques du Conseil Général, les services de l'Etat, dont la DRIRE, la DIREN, la DDE et tout autre service en tant que de besoin, la Profession et les associations de protection de la nature.

Le comité technique était composé de représentants du Conseil Général, des services de l'Etat concernés, de la Profession et des associations de protection de la nature.

Les documents constituant ce schéma ont été rédigés et mis en forme par le BRGM avec contribution du Conseil Général, l'UNICEM, la DRIRE, la DIREN, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, la DDAF, la DDASS, la DDE, le SDAP, la fédération départementale des associations agréées de pêche et de pisciculture, ainsi que la société de protection de la nature Languedoc Roussillon et le CLAPE Languedoc Roussillon.

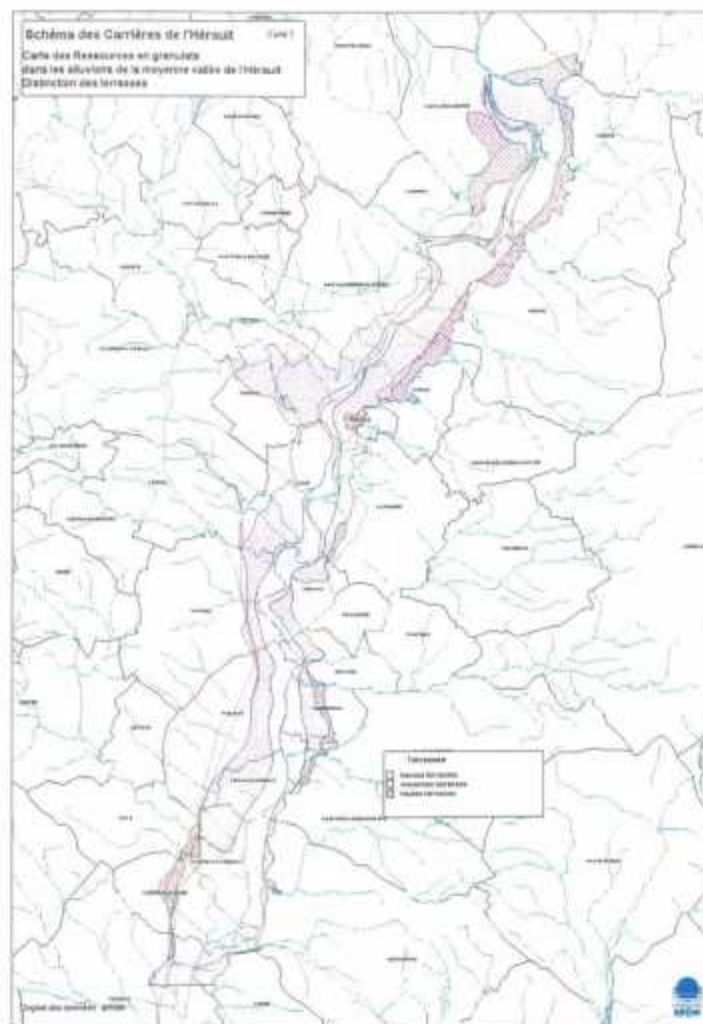
---

<sup>7</sup> UNICEM : Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction.

## Principaux Résultats

Le schéma comporte une notice de synthèse, un rapport et des annexes avec notamment des documents cartographiques indiquant la situation des gisements de granulats et autres matériaux, les carrières autorisées, les contraintes et données environnementales et les résultats de l'analyse multicritère appliquée à l'ensemble de ces données économiques et environnementales.

Ce schéma a été soumis à consultation publique, à l'avis du Conseil Général et des commissions des carrières des départements voisins avant d'être approuvé par arrêté préfectoral du 22 mai 2000.



*Illustration 3 : Carte des ressources en granulats dans les alluvions de la moyenne vallée de l'Hérault*

### **Documents produits**

Marchal J.P. (2000) –Schéma des carrières du département de l'Hérault. Rapport BRGM R40592. 134 p., 10 annexes, 41 cartes.

### **Contact**

J.P. Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## Fiche 14 : SIG Languedoc-Roussillon

### Intitulé complet

Association système d'information géographique Languedoc-Roussillon. Pilote Hérault. Exploitation et recharge des systèmes aquifères

### Cadre du financement / partenariat

Entièrement financée par le BRGM (Direction du Service Public), l'étude a été réalisée dans le cadre des travaux de l'association Système d'Information Géographique Languedoc-Roussillon (SIG-LR) sous le couvert du conseil régional Languedoc-Roussillon.

### Objectifs

Cette étude fait partie de l'une des cinq applications pilotes proposées par BRL<sup>8</sup> en 1993 visant à démontrer, par des exemples précis l'intérêt d'un SIG à l'échelle de la région LRO. Le secteur d'application retenu est le département de l'Hérault. Ce travail représente la première phase d'un essai de cartographie du bilan besoins/ressources des eaux souterraines ; et à ce titre, il présente un caractère méthodologique.

### Méthodes & moyens

Dans un premier temps, ont été cartographiés les prélèvements pour tous usages (industrie, agriculture, AEP) à partir des archives ou des données fournies par différents organismes ou administrations (Agence de l'eau RMC, RGA du ministère de l'Agriculture, BRL, etc.). En ce qui concerne l'alimentation des aquifères, la pluie efficace a été calculée par la méthode de Turc, d'une part, le ruissellement a été évalué par la méthode dite « rationnelle », d'autre part. Le bilan « recharge/prélèvements » a enfin fait l'objet d'une cartographie pour la période moyenne 1985-1995 et pour l'année 1993, considérée comme excédentaire.

### Principaux Résultats

Ces cartographies de données, essentielles pour la connaissance et l'exploitation des eaux souterraines, doivent être considérées comme une première approche, utilisable à un niveau macro-économique. Des données aussi importantes que l'interaction du réseau hydraulique de surface (les cours d'eau) n'ont pas été prises en compte.

### Documents produits

Desprats J.F., Biscaldi R., Plagnes D., Bosc L. (1996) – Association système d'information géographique Languedoc-Roussillon. Pilote Hérault. Exploitation et recharge des systèmes aquifères. Rapport BRGM R 38854. 38 p., 21 fig.

### Contact

J.F. Desprats ([jf.desprats@brgm.fr](mailto:jf.desprats@brgm.fr))

---

<sup>8</sup> BRL : Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas-Rhône et du Languedoc.

## Fiche 15 : Synthèse hydrogéologique

### Intitulé complet

Synthèse hydrogéologique de la région Languedoc-Roussillon. Quantité – Qualité.

### Cadre du financement / partenariat

Financé par les agences de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et Adour-Garonne, et par le BRGM (Direction du Service Public).

### Objectifs

Réalisation d'une synthèse, par systèmes aquifères, de l'ensemble des données intéressant les eaux souterraines de la région Languedoc-Roussillon.

### Méthodes & moyens

Examen critique de toutes données, recueillies jusqu'en fin 1984, intéressant l'hydrogéologie des cinq départements qui constituent la région.

Pour réaliser cette synthèse, il fut convenu de :

- découper la région en systèmes ou domaines aquifères ;
- collecter, dépouiller, analyser les différents documents élaborés existants et informatiser les références bibliographiques permettant le classement par système ;
- enquêter sur les prélèvements d'eau souterraine et accessoirement d'eau superficielle et informatiser les données recueillies ;
- établir pour chaque système un document cartographique à l'échelle 1/100000, sur lequel sont figurés les limites, les points de prélèvements, les stations de jaugeage et les stations pluviométriques ;
- présenter pour chaque système ou domaine un jeu de fiches faisant l'état des connaissances :
  - données structurales, description litho stratigraphique, limites ;
  - caractéristiques du réservoir ;
  - caractéristiques hydrodynamiques ;
  - prébilan hydrogéologique ;
- réaliser une carte constituant la photographie de la qualité des eaux brutes des nappes de la région.

### Principaux Résultats

- une carte, en deux feuillets, de « photographie de la qualité des eaux brutes » et de découpage des systèmes aquifères ;
- 83 systèmes ou domaines aquifères ont été individualisés, dont deux d'entre eux ont été subdivisé chacun en 3 parties, eu égard à leur extension. (soit 87 dossiers)

Chaque dossier contenant :

- une carte à 1/100 000 précisant les limites et conditions hydrauliques du système avec report de tous les points pris en compte pour l'étude ;

- une annexe consacrée aux références des travaux inédits ou publiés qui ont été consultés ;
- une annexe consacrée aux prélèvements d'eau des diverses catégories d'exploitants ;
- une annexe consacrée aux principales caractéristiques physiques et hydrologiques du réservoir ainsi qu'à une estimation du bilan des entrées et des sorties d'eau, telle qu'elle pouvait être évaluée.

### **Poursuite des actions**

La synthèse hydrogéologique de la région Languedoc Roussillon est en cours d'actualisation sur financement de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et du BRGM. Les travaux seront terminés à la mi 2004. Ces travaux consistent à :

- reprendre le découpage des entités hydrogéologiques en fonction de concept établi au niveau national,
- établir une base de données résumant les caractéristiques hydrogéologiques de chaque entité
- établir un catalogue pour chaque entité avec les cartes regroupant les limites, les prélèvements, les données relatives à la géométrie et aux écoulements ; les coupes synthétiques, ...

### **Documents produits**

Marchal J.P., Bérard P., Camus A. (1985) – Synthèse hydrogéologique de la région Languedoc-Roussillon. Quantité-Qualité. Rapport BRGM 85 SGN 349 LRO. 41 p., 3 annexes, 87 dossiers.

### **Contact**

J.P. Marchal (<mailto:jp.marchal@brgm.fr>)

## **Fiche 16 : Traçages dans l'Hérault et le Gard**

### **Intitulé complet**

Inventaire des circulations d'eau souterraine démontrées par traçages dans les aquifères calcaires des départements de l'Hérault et du Gard.

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé par l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

### **Objectifs**

Recensement des expériences de traçages réalisés au 31 octobre 1986 dans les départements de l'Hérault et du Gard.

### **Méthodes & moyens**

Inventaire effectué par voie documentaire.

### **Principaux Résultats**

215 points d'injection et 324 points de réapparition ont été recensés, se répartissant sur 21 feuillets à 1/50 000 et concernant 20 systèmes aquifères calcaires

### **Documents produits**

Paloc H. (1986) – Inventaire des circulations d'eau souterraine démontrées par traçages dans les aquifères calcaires des départements de l'Hérault et du Gard. Essai de recensement au 31 octobre 1986. Rapport BRGM 86 LRO 672 PR.

### **Contact**

JP Marchal ([jp.marchal@brgm.fr](mailto:jp.marchal@brgm.fr))

## **Fiche 17 : Vulnérabilité des eaux souterraines**

### **Intitulé complet**

Approche globale de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution.

### **Cadre du financement / partenariat**

Financé par le conseil général de l'Hérault, l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et le BRGM (Direction du Service Public).

Travail effectué en collaboration avec les partenaires financiers et la DDASS.

### **Objectifs**

Cette étude vise à établir des documents de synthèse à même de permettre d'estimer les risques de contamination des eaux souterraines à l'échelle du département.

### **Méthodes & moyens**

L'étude couvre l'ensemble du département de l'Hérault.

Ce travail a consisté à :

- recueillir les informations relatives aux différents captages (ouvrages d'alimentation en eau potable, sources thermales ou minérales, gîtes géothermiques basse température) ;
- évaluer le degré de vulnérabilité du réservoir en eau souterraine en fonction des conditions géologiques (nature et perméabilité des formations, présence de couverture semi-perméable) ;
- afficher le sens d'écoulement des eaux souterraines déduit des cartes piézométriques et des traçages obtenus par colorations ;
- recenser les activités susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines. Il s'agit des principales voies de communication, des décharges d'ordure ménagères, des rejets d'eaux usées des collectivités publiques, des carrières et des établissements industriels.

### **Principaux Résultats**

- une carte de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères du département à l'échelle du 1/100 000 ;
- l'inventaire des activités susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines sous forme de fichier et de carte.

Compte tenu de l'échelle adoptée, ce document reste d'une portée globale et ne se substitue pas à des études plus spécifiques d'évaluation des risques de contamination des captages publics.



## **Fiche 18 : Géologie de la basse vallée de l'Hérault**

### **Intitulé complet**

Modélisation géologique des dépôts plio-quadernaires de la basse vallée de l'Hérault

### **Cadre du financement / partenariat**

Opération financée par la Direction de la Recherche du BRGM (projet 2001-EAU-R02/34).

### **Synthèse et résultats du projet**

Une synthèse cartographique de tout le bassin de l'Hérault et de l'Orb est proposée ici. Elle tient compte non seulement des informations de surface mais aussi de celles liées à la subsurface. Ces dernières regroupent l'analyse de plus de 500 forages ayant traversé essentiellement le Plio-quadernaire, ainsi que la réinterprétation de profils sismiques anciens.

De plus, la subsurface des deux bassins a été réinterprétée lithostratigraphiquement grâce à un calibrage sur modèles génétiques ; des cartes isohypses et isopaques ont ensuite été élaborées pour toutes les formations du Plioquadernaire.

Un modèle géologique de la vallée de l'Hérault a donc été élaboré, il tient compte des principales surfaces, c'est à dire de l'incision messinienne, de la surface pliocène transitionnelle entre sables marins et argiles marines (TSA), de la surface pliocène transitionnelle entre les domaines marin et continental (TMC), de l'incision basale quadernaire, du ravinement flandrien et des différentes surfaces holocènes (TSA et TMC holocènes).

Le moteur génétique, dominé par l'influence eustatique et qui prédomine pendant le Plio-quadernaire, fournit un excellent modèle de dépôts pour la vallée de l'Hérault. Or, l'événement, de la crise de salinité au Messinien affecte toutes les régions péri-méditerranéennes puisqu'il s'agit d'un phénomène mondial (eustatisme) amplifié par le régionalisme (détroit de Gibraltar). On peut donc faire l'hypothèse que, dans le cas d'arrière pays détritiques ou carbonatés, on retrouve autour de la Méditerranée une formation déritique sableuse ou carbonatée comme réservoir hydrogéologique, correspondant aux sables des foresets des Gilbert Delta pliocènes. Dans le cadre de l'alimentation en eau des grandes cités méditerranéennes, en ayant comme fil conducteur géologique le modèle de dépôts en Gilbert Delta du Zancéen. L'extension de l'application du modèle n'est pas seulement possible dans l'espace, elle l'est aussi dans le temps. On peut donc proposer, comme hypothèse de travail, la présence probable de dépôts de type Gilbert Delta dans le Miocène supérieur (Tortonien) ; l'implication hydrogéologique qui en résulte est donc la possibilité d'un réservoir en eau plus profond, sans doute moins soumis aux activités anthropiques, et donc renfermant une eau certes plus coûteuse à l'exploitation mais de grande qualité. Si la réalité du Gilbert Delta miocène est prouvée, celui-ci pourrait constituer une réserve d'eau « propre » très précieuse pour les générations futures.

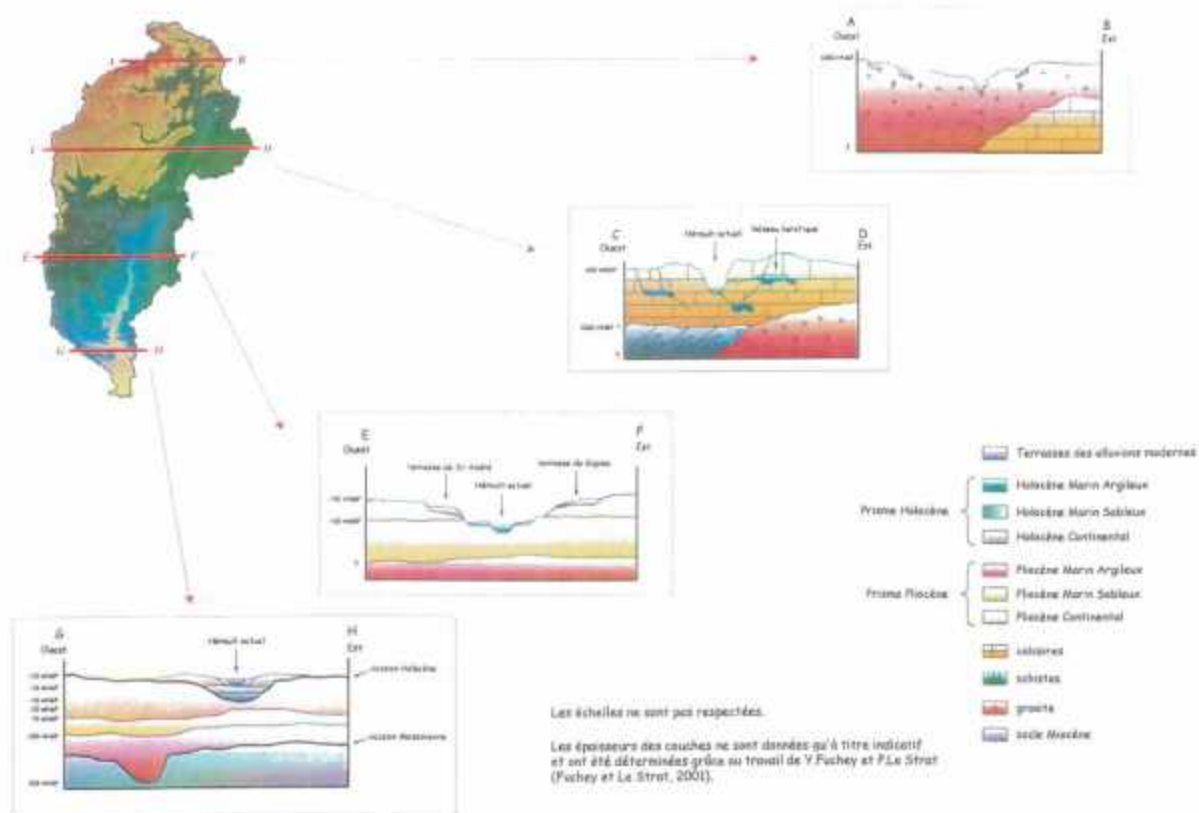


Illustration 5 : Exemples de nouvelles coupes géologiques réalisées à partir de ces travaux

## Documents produits

Fuchey Y., Le Strat P., Bourguin B. (2001) – Modélisation géologique des dépôts plio-quadernaires de la basse vallée de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-50770-FR. 79 p., 8 annexes.

## Contact

P. le Strat ([p.lestrat@brgm.fr](mailto:p.lestrat@brgm.fr))

## **Fiche 19 PACTES. Analyse des états de surface**

### **Intitulé complet**

PACTES Prévision et Anticipation des Crues au moyen des TEchniques Spatiales  
Synthèse des besoins utilisateurs – Analyse des états de surface des bassins versants. Possibilités de passage à l'infiltrabilité localisée.

### **Cadre du financement/ partenariat**

Soutien financier : CNES, BRGM

Partenaires : Cemagref, Astrium, Météo-France, Alcatel, Institut de mécanique des fluides de Toulouse.

### **Synthèse et résultats du projet :**

L'objectif de PACTES est de contribuer à l'amélioration des moyens existants, et à la conception de nouveaux moyens pour éviter au maximum les dégâts matériels et les pertes humaines suites à des inondations. Ces moyens sont destinés à la Prévention, à la Prévision, puis à la gestion des crises. Avec les sites de la Meuse et du Thoré (Tarn-et-Garonne), le bassin versant de l'Hérault constitue un site pilote pour ce programme de recherche appliquée.

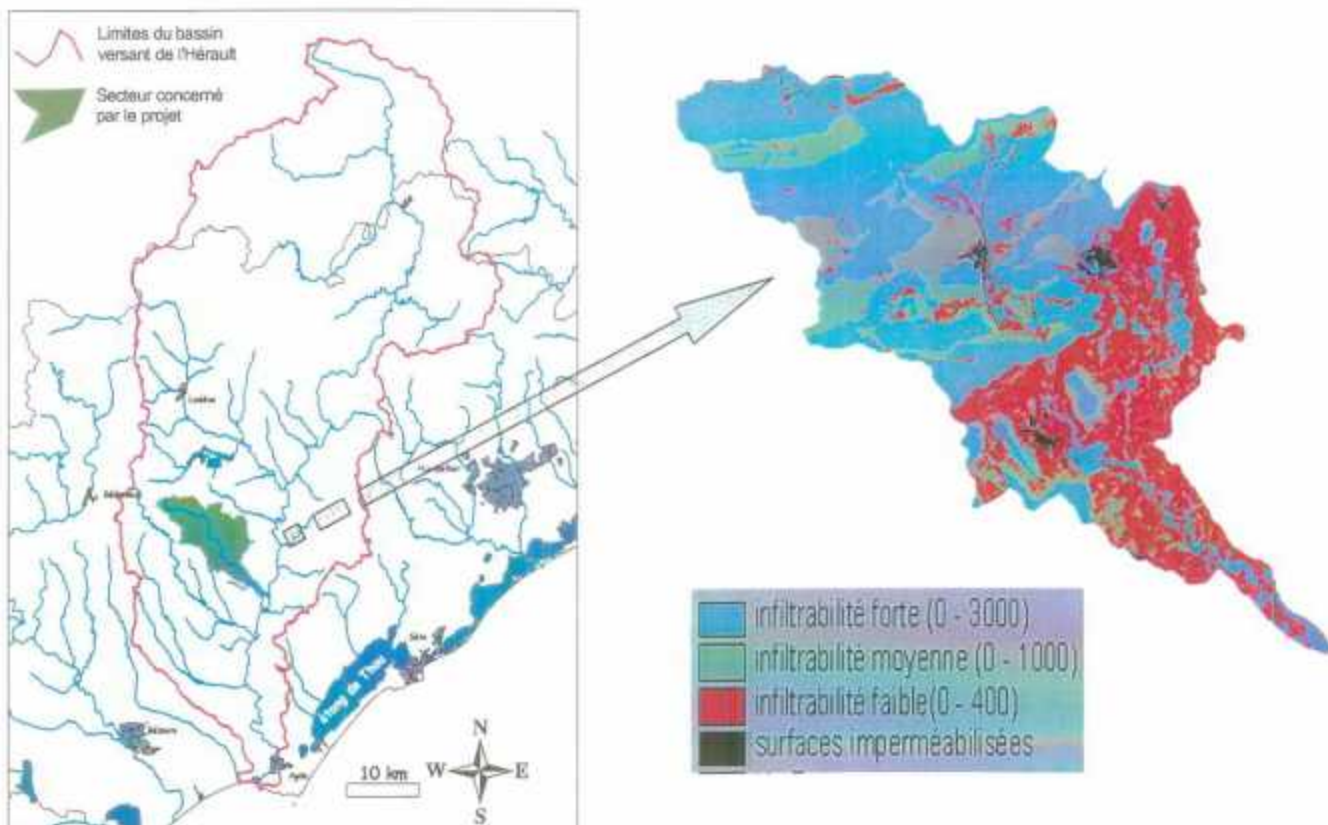
La majorité des mécanismes de formation des crues relève des compétences de météorologues et d'hydrauliciens. L'intervention de l'hydrogéologue ne peut concerner que les mécanismes réglant la répartition entre ruissellement et infiltration de l'eau, régis en bonne partie par la nature des terrains (épaisseur des sols, degré de compaction, de fracturation ou de porosité du milieu, discontinuités géomorphologiques ou structurales, état de saturation des sols, proximité et vitesse de réaction des nappes sous-jacentes, nature de la végétation et distribution de l'occupation des sols...).

Ce compartimentage en ruissellement et infiltration est un élément incontournable puisque toute action d'aménagement visant à ralentir la dynamique des écoulements superficiels ou hypodermiques doit intégrer les caractéristiques physiques du milieu. Si les modèles statistiques utilisés à ce jour ne prennent pas en compte directement les caractéristiques du bassin versant, les modèles physiques en cours de développement vont intégrer cet élément majeur afin d'améliorer l'annonce des crues à moyen terme.

La mise au point de la méthodologie a été réalisée sur le sous-bassin de la Boyne et fournit une information quantitative sur le ruissellement potentiel à partir des phases suivantes :

- carte de l'occupation du sol à partir des images SPOT
- carte géologique
- observation des états de surface sur le terrain
- mise en place de mesures d'infiltration sur le terrain
- recherche de relations empiriques et combinaison « occupation du sol/ géologie »
- spatialisation de l'infiltration avec une nomenclature adaptée.

Les cartographies du ruissellement et de l'infiltration potentiels ainsi élaborées sont géoréférencées et pourront donc, à terme, être intégrées directement dans des modèles spatialisés de prévision des crues. De plus, la méthodologie utilisée pour élaborer ce type de carte à partir de données spatiales et de points de validation sur le terrain est facilement transposable à d'autres bassins versants. Enfin, ce type de cartographie permet une meilleure connaissance de la capacité des sols à infiltrer l'eau et constitue un outil d'aide dans l'élaboration de plans de prévention des risques.



*Illustration 6 : Exemple de carte d'infiltrabilité établie sur le sous-bassin versant de la Boyne*

### Documents produits

Desprats J.F., King C., et Dornier V. (2002) – Projet PACTES : Module Cartographie du potentiel d'infiltration localisée des sols. Rapport BRGM/RP-51930-FR. 34 p., 15 fig., 8 tabl.

Desprats J.F. et King C. (2001) – Projet PACTES : Synthèse des besoins des utilisateurs. Rapport BRGM/RP51325-FR. 24 p., 4 fig.

King C., Desprats J.F., Dorfliger N., Zornette N., Weng Ph., Nédellec J.L., Vincent M. et Dormier V. (2002) – Projet PACTES : Contribution du BRGM au rapport de synthèse scientifique. Rapport BRGM/RP-51931-FR. 40 p., 13 fig., 5 tabl.

## **Contacts**

J. F. Desprats ([jf.desprats@brgm.fr](mailto:jf.desprats@brgm.fr))

## **Fiche 20 : PACTES. Cartographie du risque potentiel de mouvement de terrain**

### **Intitulé complet**

PACTES Prévion et Anticipation des Crues au moyen des TEchniques Spatiales. Cartographie du risque potentiel de mouvements de terrain.

### **Cadre du financement/ partenariat**

Soutien financier : CNES, BRGM

Partenaires : Cemagref, Astrium, Météo-France, Alcatel, Institut de mécanique des fluides de Toulouse.

### **Synthèse et résultats du projet**

L'objectif de PACTES est de contribuer à l'amélioration des moyens existants, et à la conception de nouveaux moyens pour éviter au maximum les dégâts matériels et les pertes humaines suites à des inondations. Ces moyens sont destinés à la Prévention, à la Prévion, puis à la gestion des crises. Avec les sites de la Meuse et du Thoré (Tarn-et-Garonne), le bassin versant de l'Hérault constitue un site pilote pour ce programme de recherche appliquée.

Le module « mouvement de terrain » du projet PACTES a pour objectif de définir une méthodologie et des outils, faisant appel aux techniques d'observation spatiale, en vue d'identifier et de cartographier les risques potentiels de mouvements de terrain, à travers le cas spécifique du bassin versant de l'Hérault.

Pour effectuer la cartographie de l'aléa mouvements de terrains, l'approche expertise a été préconisée au regard de la taille des phénomènes. Dans un premier temps, il a été procédé à un inventaire, aussi exhaustif que possible, des mouvements de terrains déjà survenus dans le bassin de l'Hérault, lequel couvre une superficie totale de 2600km<sup>2</sup>. Cet inventaire a été réalisé à partir de données bibliographiques et d'enquêtes auprès des communes et de différents services techniques, dont principalement le Laboratoire Départemental et l'Equipement. Toutes les données recueillies ont été systématiquement validées et complétées par des visites de terrain qui ont permis de localiser précisément et de caractériser les événements recensés.

Au total, 126 mouvements de terrain ont ainsi été inventoriés et, pour a plupart, datés. Cette liste d'événements, bien que nécessairement non exhaustive, peut être considérée comme représentative des phénomènes de mouvements de terrain susceptibles de se produire dans le bassin.

Dans une seconde étape, à partir des événements historiques recensés une typologie des phénomènes a été réalisée. Sept types de phénomènes ont été distingués : chute de blocs, éboulements rocheux, érosion de berge, effondrement, glissement, coulée de boue et glissement/éboulement. Pour chacun de ces types de mouvements ont été identifiés, au vu des observations effectuées, les facteurs de prédisposition et de déclenchement qui déterminent leur occurrence.

En définitive, il a été proposé la délimitation d'une zone test, située au sud de Ganges et couvrant une superficie de 240 km<sup>2</sup>. Ce secteur a été choisi pour la forte densité de mouvements de terrain déjà recensés (43 au total, soit un tiers des événements recensés et ceci sur moins de 10% de la surface du bassin) et pour le caractère singulièrement exposé du réseau routier, en particulier dans les gorges de la Vis et de l'Hérault.

La carte d'aléa « mouvements de terrain » finale sera établie par combinaison de données géologiques (issues des cartes géologiques à 1/50 000ème digitalisées et ré-interprétées), topographiques (provenant de l'analyse du MNT au pas de 25 m) et morphologiques (à partir de l'interprétation de photographies aériennes ou d'images satellites haute résolution).

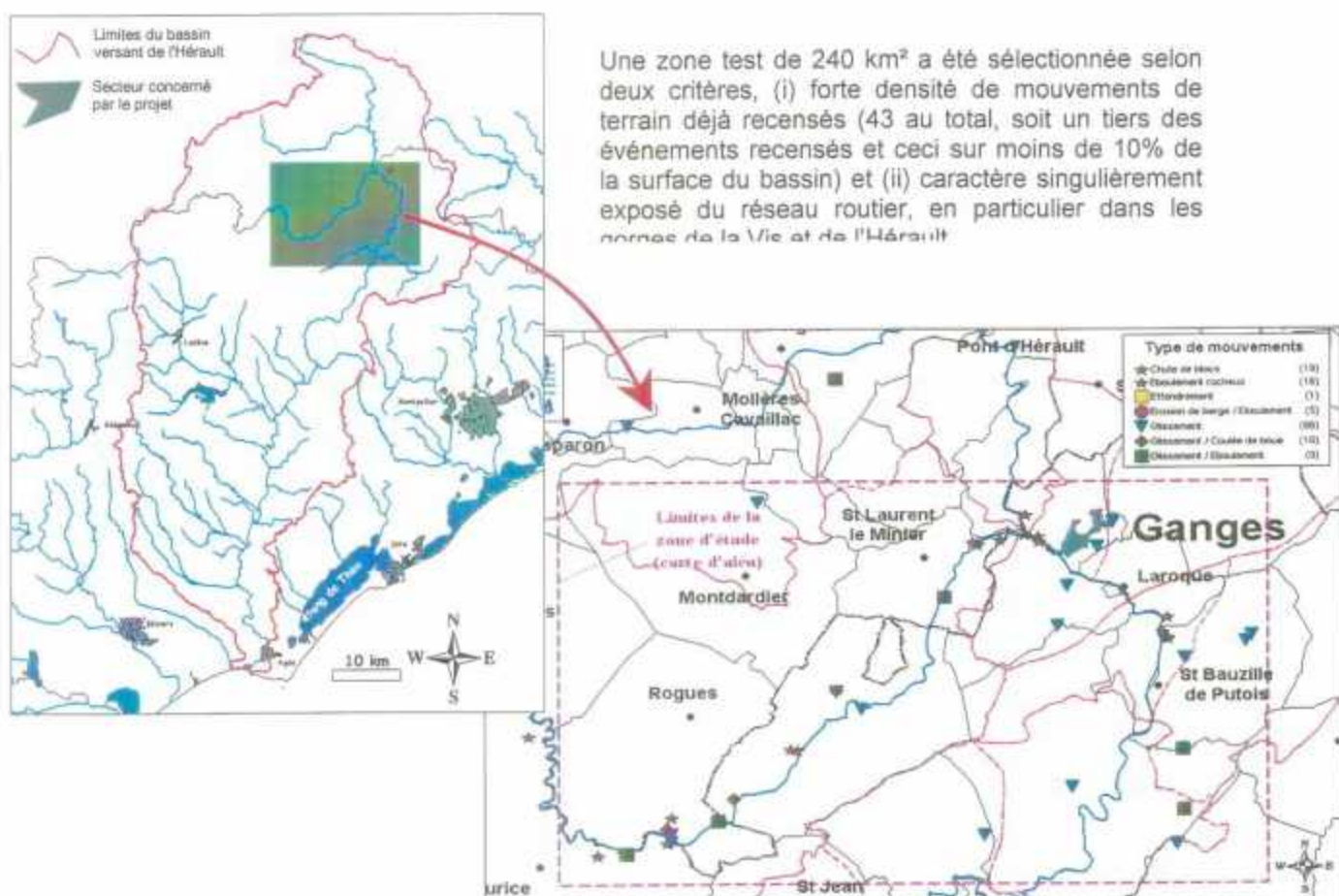


Illustration 7 : Etablissement de la carte d'aléa "mouvements de terrain"

### **Documents produits**

Zornette N., Nédellec J.L. et Vincent M. (2002) – Projet PACTES : Module Carytographie de l'aléa « Mouvements de terrain » dans le bassin versant de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-51923-FR. 107 p., 47 fig., 7 ann.

### **Contact**

M. Vincent ([m.vincent@brgm.fr](mailto:m.vincent@brgm.fr)) ; N. Zornette ([n.zornette@brgm.fr](mailto:n.zornette@brgm.fr))

## **Fiche 21 : PACTES. Contribution des eaux souterraines aux crues.**

### **Intitulé complet**

PACTES Prédiction et Anticipation des Crues au moyen des Techniques Spatiales. Contribution des eaux souterraines aux crues et inondations ; site de l'Hérault

### **Cadre du financement/ partenariat**

Soutien financier : CNES, BRGM

Partenaires : Cemagref, Astrium, Météo-France, Alcatel, Institut de mécanique des fluides de Toulouse.

### **Synthèse du projet**

L'objectif de PACTES est de contribuer à l'amélioration des moyens existants, et à la conception de nouveaux moyens pour éviter au maximum les dégâts matériels et les pertes humaines suites à des inondations. Ces moyens sont destinés à la Prévention, à la Prédiction, puis à la gestion des crises. Avec les sites de la Meuse et du Thoré (Tarn-et-Garonne), le bassin versant de l'Hérault constitue un site pilote pour ce programme de recherche appliquée.

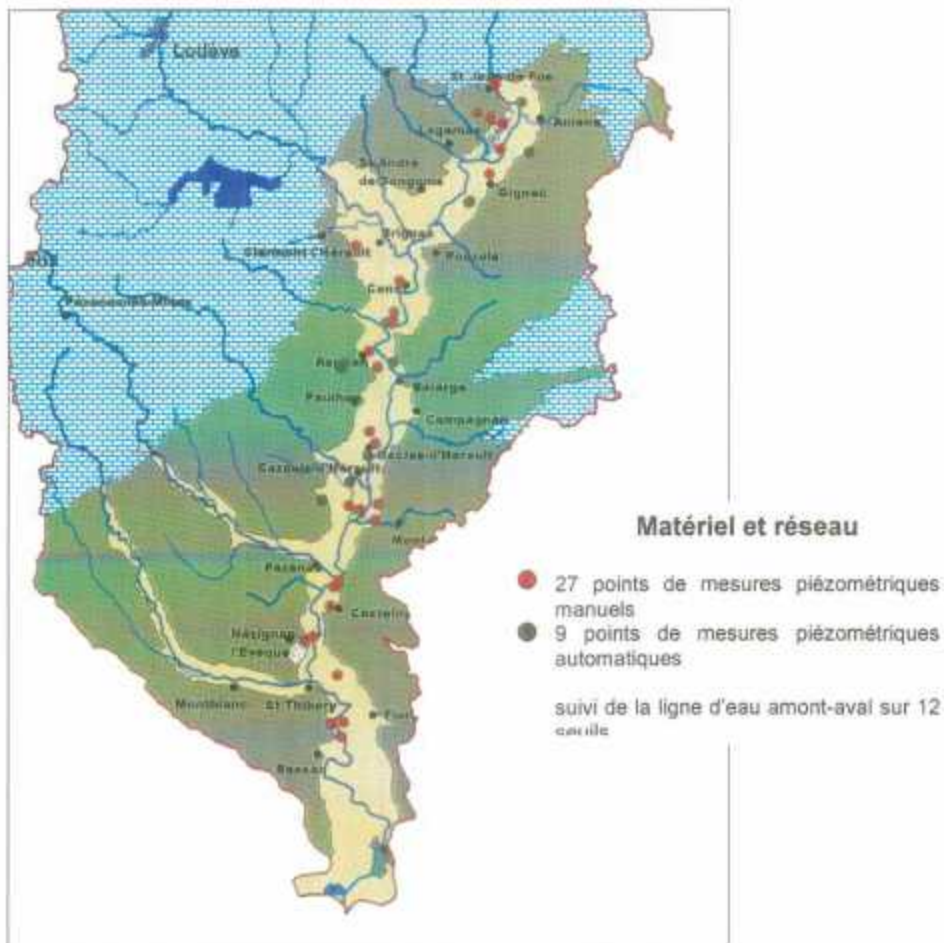
Jusqu'à présent, la contribution des eaux souterraines aux phénomènes de crues et inondations n'a pas été prise en compte dans les modèles de prédiction des crues. L'actualité nous a malheureusement démontré que cette composante peut être un facteur d'exacerbation des crues, voire un processus de déclenchement de celles-ci dans des plaines alluviales sur substratum crayeux au relief marqué.

Dans les bassins versants méditerranéens comme celui de l'Hérault, les crues sont généralement très rapides et dues au fort ruissellement des eaux. La contribution des eaux alluviales aux débits de crue ne doit pas constituer un élément déterminant dans la genèse des crues et inondations. La participation des eaux souterraines du réseau karstique peut, quant à elle, contribuer à la genèse et au maintien de crues et inondations lors d'événements pluvieux prononcés. Dans de cas de larges plaines alluviales (Seine, Aube, Marne, Garonne, Loire etc), les eaux souterraines alluviales sont susceptibles d'occuper une plus large part dans les débits de crue, tant par le volume d'eau fourni à la rivière que par la durée des crues.

Sur la base de données piézométriques (un réseau de 38 piézomètres, dont 9 sont automatisés a été mis en place pour le suivi des nappes) et limnimétriques complétées d'une modélisation hydrodynamique nous apportons des éléments de réponse quant aux circulations d'eau souterraines et aux échanges nappes-rivière. L'apport des eaux alluviales au débit de l'Hérault n'est pas un élément déterminant dans le déclenchement de la crue. Le volume d'eau apporté par les nappes alluviales à l'Hérault en période de crue représente tout au plus quelques pourcents du débit du fleuve mesuré à la station de Gignac. Mieux encore, les relations nappe-rivière favorisées par une conductivité hydraulique importante des alluvions, permettent d'écrêter un petit volume de la crue par stockage de celle-ci dans la plaine alluviale (en

surface et en souterrain). Il n'en est cependant pas de même pour la composante karstique des eaux souterraines. En effet, un suivi du débit de deux sources karstiques importantes (Fontanilles et Cent-Fonts) a montré qu'à elles seules, ces deux sources ont représenté 20% du débit de l'Hérault lors de la crue d'octobre 1999. Dans la partie comprise entre Ganges et le Pont-du-Diable (débouché des gorges de l'Hérault), cinquante sources karstiques ont été recensées et huit d'entre elles sont susceptibles de produire des débits importants. De plus, le temps de réaction des sources est de l'ordre de 1 à 1.5 jours après les précipitations, soit un temps important pouvant permettre d'améliorer le schéma d'alerte des crues (les fonctions de transfert pluie-débit des sources sont d'ores et déjà utilisables pour les Fontanilles et les Cent-Fonts).

Ces fonctions de transfert pourront, à court terme, être intégrées dans des modèles spatialisés de prévision des crues en cours de développement sur l'Hérault.



*Illustration 8 : Points de surveillance piezo dans la vallée de l'Hérault*

### **Documents produits**

Weng P., et N . Dörfliger, (2002) - Projet PACTES : Module contribution des eaux souterraines aux crues et inondations, site de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-51718-FR. 97 p., 38 fig., 6 tabl., 3 ann.

### **Contact**

Ph. Weng ([p.weng@brgm.fr](mailto:p.weng@brgm.fr))

## Fiche 22 : Couplage des outils géochimiques et hydrologiques

### Intitulé complet

Couplage des outils géochimiques et hydrologiques appliqué au fonctionnement du système fluvial Hérault dans sa partie alluviale

### Cadre du financement/ partenariat

Contrat de Plan Etat-Région

### Synthèse du projet

L'étude du fonctionnement de la plaine alluviale de l'Hérault, du Pont du Diable (Saint-Jean de Fos) à Florensac a été réalisée par le BRGM, dans le cadre de ses activités de recherche, avec le soutien financier de la région Languedoc-Roussillon (contrat de plan Etat-Région 1994-1998). L'objectif est d'améliorer la connaissance du fonctionnement hydrologique de la plaine alluviale de l'Hérault, en particulier la connaissance des relations entre les eaux souterraines et le fleuve, en mettant simultanément en œuvre une étude hydrologique et géochimique.

Un ensemble de puits et forages pré-existants a été sélectionné pour constituer le réseau de suivi piézométrique et géochimique. Trente-huit ouvrages ont été suivi en piézométrie à un pas de temps mensuel ; neuf d'entre eux ont été équipés pour le suivi piézométrique en continu au pas de temps horaire. L'étude géochimique des eaux de surface (Hérault et affluents) et souterraines (28 des 38 ouvrages suivi en piézométrie) a porté sur les éléments majeurs, ainsi que sur les compositions isotopiques de la molécule d'eau ( $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$ ) et la composition isotopique du strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ ). L'ensemble du réseau piézométrique a été nivelé avec précision, de même que les 14 seuils repérés sur l'Hérault en amont d'Aspiran.

Les données hydrologiques et géochimiques ont été acquises d'août 1999 à juillet 2001 couvrant des périodes d'étiage (août 1999 et 2000) et de crues (octobre 1999 et pic de crue du 12 mai 2000). Les suivis piézométrique et géochimique, complétés par la modélisation hydrogéologique, ont permis de montrer que l'Hérault draine les nappes alluviales et d'estimer à 20 600 m<sup>3</sup>/h la contribution moyenne des nappes au débit de l'Hérault entre le Pont du Diable et Montagnac. La contribution des eaux souterraines représente alors 10% du débit moyen inter-annuel de l'Hérault (53 m<sup>3</sup>/s sur la période 1931-1977) et jusqu'à 60% du débit d'étiage (de l'ordre de 9 m<sup>3</sup>/s sur la même période). Cependant, la contribution des nappes est fortement variable à l'échelle de la plaine alluviale puisqu'elle pourrait varier de 250 m<sup>3</sup>/h par 200 m de rivière, entre le Pont du Diable et Canet, à seulement 100 m<sup>3</sup>/h/200m à l'aval de ce secteur. L'étude géochimique montre en effet que la signature géochimique de l'Hérault n'est modifiée par un apport des nappes alluviales qu'entre le Pont du Diable et la confluence Lergue-Hérault. A l'aval de cette confluence, la signature géochimique de l'Hérault est majoritairement influencée par les apports de la Lergue et reste relativement stable jusqu'à Florensac.

A l'échelle de la plaine alluviale, la composition géochimique des eaux souterraines d'une même terrasse est extrêmement hétérogène. Cette hétérogénéité géochimique est à relier à des hétérogénéités lithologiques locales et met en évidence le relativement faible mélange des eaux souterraines.

Les variations piézométriques des nappes alluviales sont directement liées précipitations mais peu influencées par les variations de cotes de l'Hérault. Dans la majeure partie de la plaine alluviale, la ré-alimentation de la nappe par l'Hérault est limitée et/ou extrêmement localisée en conditions naturelles. Plus à l'aval, la ré-alimentation induite de la nappe existe à proximité des champs captant de Florensac ; bien que très limité dans l'espace, le débit de ré-alimentation peut être important.

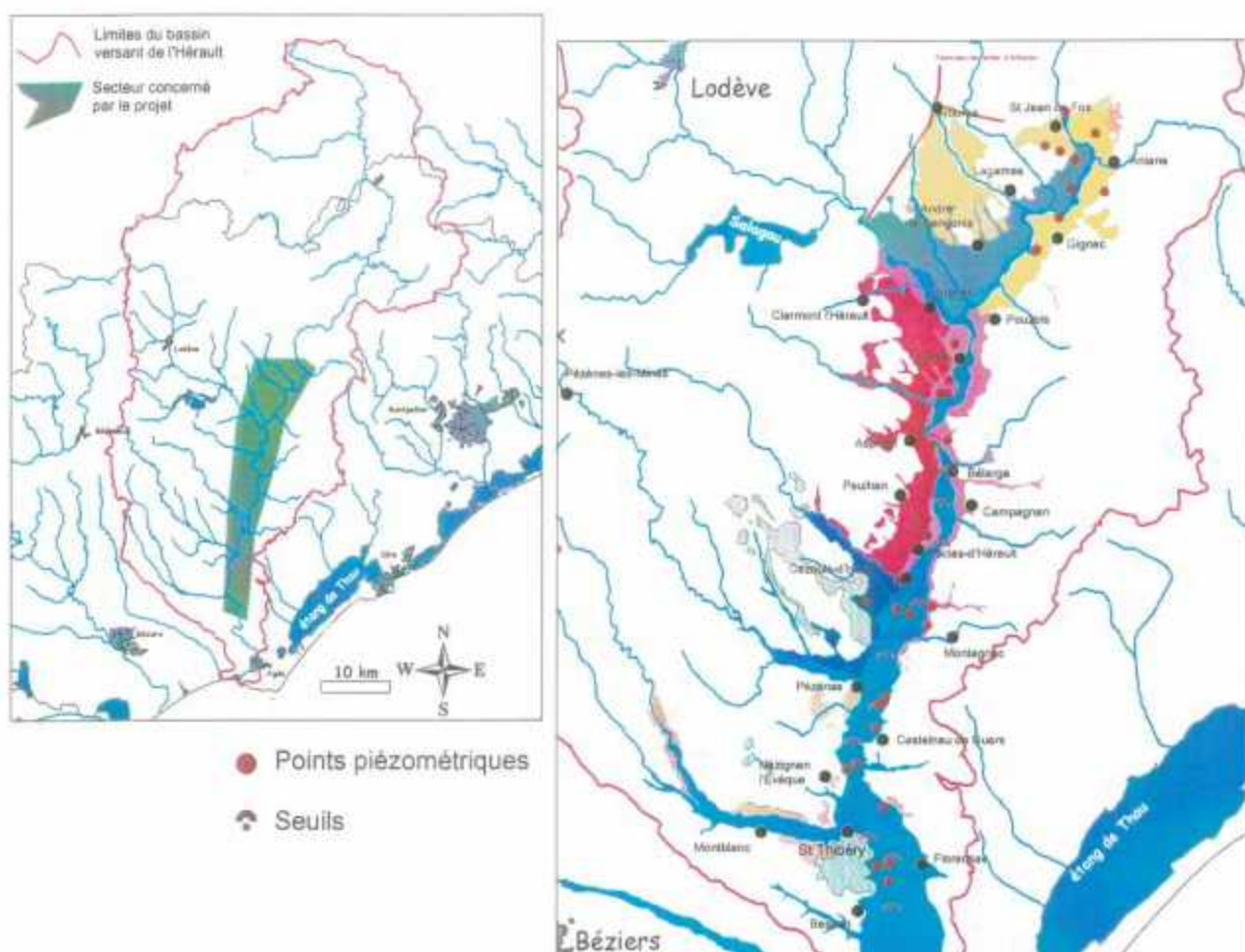


Illustration 9 : Surveillance piézométrique et seuils en rivière

### Documents produits

Weng P., Petelet-Giraud E., David A., Mathieu H., Ladouche B., Cubizolles J, Izac J.L., (2001). Couplage des outils hydrologiques et géochimiques appliqué à l'étude du

fonctionnement du système fluvial Hérault dans sa partie alluviale. Contrat de Plan Etat-Région 1994-1998. Rapport BRGM RP-51126-FR. 127 p.

**Contact**

Ph. Weng ([p.weng@brgm.fr](mailto:p.weng@brgm.fr))

## **Fiche 23 : Echanges nappe-rivière et transport de pesticides**

### **Intitulé complet**

Echanges nappe-rivière et transport de pesticides : cas des alluvions de l'Hérault, en présence et absence de pompages. Siles de Pézenas et Florensac.

### **Cadre du financement / partenariat**

Soutien financier : Contrat de Plan Etat-Région

Partenaires : INRA Montpellier, Université de Montpellier II

### **Synthèse et résultats du projet**

Le Languedoc, du fait de la prédominance de la culture de la vigne, est très consommateur de produits phytosanitaires. Les études effectuées par l'INRA-Montpellier dans le bassin versant viticole de Roujan, affluent de la Peyne, elle-même affluent de l'Hérault montrent que le risque de diffusion de ces produits de la zone agricole vers d'autres milieux est particulièrement important du fait de l'intensité du ruissellement.

En partenariat avec l'INRA-Montpellier (Sciences du Sol) et le Laboratoire GBE de l'UMII de Montpellier, un projet de recherche scientifique a été proposé à la région Languedoc-Roussillon : « Analyse et modélisation de l'impact des pratiques culturales en milieu viticole sur la ressource en eau superficielle et profonde des zones littorales languedociennes. »

Cette étude a bénéficié du soutien financier du programme Recherche-Environnement du CPER Languedoc-Roussillon.

Le BRGM s'est engagé à étudier la propagation des pesticides dans les systèmes « nappe-rivière » des milieux alluvionnaires situés à l'aval. La Peyne est un affluent de l'Hérault, au niveau de sa « moyenne vallée », qui abrite un système fleuve-aquifère important en termes de ressources en eau potable.

Deux sites ont été sélectionnés en bordure de l'Hérault. Le site de Pézenas, localisé à la confluence Peyne-Hérault, correspond au fonctionnement non influencé par des pompages. Le site de Florensac est en revanche un captage important (SIAEP Bas-Languedoc).

A Pézenas, la présence d'un seuil sur l'Hérault à proximité des forages suivis crée des conditions hydrodynamiques particulières : en amont du seuil, la nappe est alimentée par le fleuve, en aval, on observe l'inverse. ces conditions s'exercent de manière permanente, sans inversion de sens du flux d'eau lors des crues ou des étiages. Des temps de transport théoriques ont été calculés (les paramètres nécessaires n'ont pu être mesurés *in-situ* dans le cadre de cette étude), qui sont compatibles avec les temps de transport observés.

A Florensac, des contaminations importantes ont été observées dans les captages, alimentés par le fleuve en raison du forçage des écoulements par les pompages effectués dans la nappe.

### **Documents produits**

Aquilina L., Cubizolles J., David A., Petelet E., Schoen R. (2001) – Echanges nappe-rivière et transport de pesticides : cas des alluvions de l'Hérault, en présence et en absence de pompages – Sites de Pézenas et Florensac. Rapport BRGM/RP-50471-FR.

### **Contact**

E. Petelet ([e.petelet@brgm.fr](mailto:e.petelet@brgm.fr))

## **Fiche 24 : Hydrosystème et rôle socio-économique**

### **Intitulé complet**

Projet GOUVERNe : Plaine de l'Hérault. Identification de l'hydrosystème et évaluation de rôle socio-économique de la ressource en eau.

### **Cadre du financement / partenariat**

Projet financé par la Direction de la Recherche du BRGM et la Commission Européenne (N°EVK1-1999-0003)

### **Synthèse et résultats du projet**

Le module de travail n° 4 du projet européen GOUVERNe (contrat de recherche n° EVK1-1999-00043) a pour objectif de démontrer la validité des concepts DSS (Decision Support System) et ICT (Information and Communication Technology) sur des cas concrets. Parmi les sites d'études possibles, le bassin versant de l'Hérault a été retenu en raison de ses caractéristiques hydrogéologiques (présence d'eaux de surface et d'eaux souterraines), des nombreux usages de l'eau (AEP, agriculture, énergie, tourisme), de la présence de conflits entre secteurs économiques et d'un développement démographique prévu qui entraînera des modifications notables (par exemple projet de transfert d'eau de ce bassin vers Montpellier).

L'identification de l'hydrosystème et de la réalité socio-économique liée à la ressource en eau (usage, acteurs, conflits) est présentée dans ce rapport.

Sur le plan hydrogéologique, les travaux ont débuté par la collecte et la validation des données et se sont poursuivis jusqu'à la mise en place d'un modèle des écoulements. En effet, l'approche par la modélisation paraît indispensable comme instrument d'échange des données de nature hydrogéologique (niveau d'eau, débits, qualité chimique de la nappe,...) avec les outils qui seront développés dans le cadre de GOUVERNe (DSS et ICT).

Sur le plan socio-économique, les études ont permis de classer les usages de l'eau (agriculture, industrie, tourisme, eau potable, énergie), les services de l'eau (amélioration des paysages, biotopes riches dans les gravières maintenues en eau par la nappe), les acteurs (secteurs de l'agriculture, de l'eau potable, de l'industrie et des loisirs), de définir le rôle des services de l'état et des élus, d'identifier les conflits d'usage essentiellement concentrés sur le partage du débit du fleuve.

La connaissance conjointe du contexte naturel et socio-économique :

- a conduit à proposer des scénarios de gestion des eaux. A titre d'exemple, il existe une zone irriguée alimentée par un canal d'irrigation prélevant l'eau dans l'Hérault ; dans un des scénarios, ce canal est supposé être fermé dans le cadre de l'application de la nouvelle directive européenne. Ces scénarios sont proposés et seront soumis ultérieurement aux acteurs du bassin avant leur simulation.

- a permis de dresser la liste des données nécessaires, de fournir des jeux de données correspondant à la réalité d'un hydrosystème en intégrant critères hydrogéologiques et socio-économiques.

Parallèlement, la faisabilité d'une approche par une modélisation globale qui intègre des calculs hydrauliques simplifiés et des aspects socio-économiques a été montrée. Les résultats numériques sont cohérents avec les données hydrologiques. Ce modèle doit être considéré comme un outil d'aide à la discussion entre acteurs concernés.

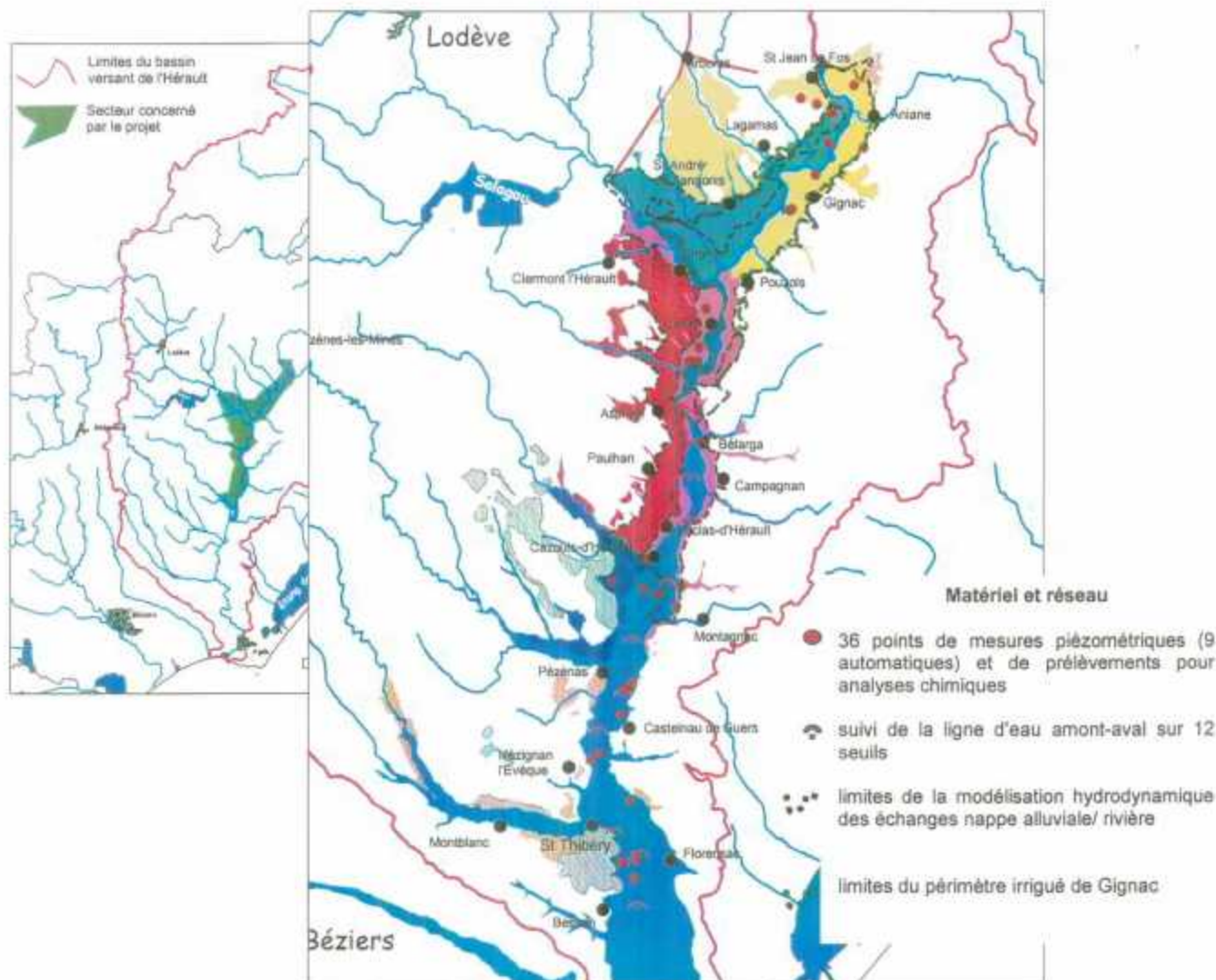


Illustration 10 : Modélisation des eaux superficielles et souterraines

### Documents produits

Courtois N., Lanini S., Petit V., Rinaudo J.D. (2001) – Projet GOUVERNe – Plaine de l'Hérault. Identification de l'hydrosystème et évaluation du rôle socio-économique de la ressource en eau. Rapport BRGM/RP-50882-FR. 95 p.

**Contact**

J.D. Rinaudo (jd.rinaudo@brgm.fr)

## Fiche 25 : Modèle socio-hydrologique global

### Intitulé complet

Modèle socio-hydrologique global de la moyenne vallée de l'Hérault

### Cadre du financement / partenariat

Soutien financier : Direction de la recherche du BRGM et Commission Européenne (N°EVK1-1999-00032)

Partenaires : Cemagref

### Synthèse et résultats du projet :

Le travail présenté dans ce rapport a été réalisé dans le cadre du module GOUVERNe du projet de recherche du BRGM EAU R02 – AGIRE (Aide à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau). GOUVERNe est un projet européen du 5<sup>ème</sup> PCRD dont l'objectif est de développer des méthodes et outils pour l'aide à la gestion des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant. Le bassin versant de l'Hérault est l'un des quatre bassins pilotes.

L'étude réalisée a pour objectif d'évaluer l'intérêt d'un modèle global dans l'aide à la résolution des conflits liés à l'usage de l'eau et d'en préciser les limites et avantages par rapport à une approche déterministe spatialisée.

Une modélisation conceptuelle de l'hydrosystème du bassin versant de l'Hérault a été entreprise, à la suite de laquelle un simulateur numérique a été développé (à l'aide du logiciel Matlab/Simulink).

Celui-ci prend en compte tous les phénomènes ou processus (hydrauliques, hydrogéologiques et sociaux) qui ont été identifiés comme ayant une influence importante, directe ou indirecte, sur l'évolution du débit de l'Hérault entre les villes de Saint-Jean-de-Fos et Cazouls-d'Hérault.

Le simulateur permet d'analyser l'évolution de la quantité d'eau disponible dans l'Hérault en fonction de différents scénarios de comportement des acteurs socio-économiques. L'étude a montré la faisabilité d'un modèle global socio-hydrologique à l'échelle du bassin versant.

Celui-ci a l'avantage de pouvoir être mis en œuvre rapidement, et les résultats semi-quantitatifs obtenus peuvent mettre en évidence des tendances d'évolution du système. Cet outil n'a toutefois pas pour objectif de remplacer un modèle déterministe maillé plus précis (spatialement et quantitativement). Les deux types d'approches, qui répondent à des besoins différents, sont complémentaires.

Les perspectives de ce travail sont nombreuses : enrichir le modèle global en prenant en compte la qualité des eaux par exemple, mais aussi élargir les domaines

d'application. Dans tous les cas, des études méthodologiques, des tests de sensibilité, de validation ou d'intercomparaison de code seront nécessaires.

### **Documents produits**

Lanini S. (2001) – Modèle socio-hydrologique global de la moyenne vallée de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-50872-FR. 56 p.

### **Contact**

S. Lanini ([s.lanini@brgm.fr](mailto:s.lanini@brgm.fr))

## Fiche 26 : Conflits d'usage de l'eau

### Intitulé complet

Confrontation du point de vue des acteurs sur les usages de l'eau dans la moyenne vallée de l'Hérault.

### Cadre du financement / partenariat

Soutien financier : Direction de la recherche du BRGM et Commission Européenne (N°EVK1-1999-00032)

Organismes associés : Cemagref

### Synthèse et résultats du projet :

Au cours des deux dernières décennies dans les régions méditerranéennes, la demande en eau de différents secteurs d'activité a fortement augmenté, conduisant à une intensification des tensions entre usages. Ces tensions peuvent se manifester à des échelles géographiques variées et représentent souvent un enjeu majeur de politique locale ou régionale. Elles sont généralement provoquées par des questions de partage de la ressource en eau (quantité) mais également par des problèmes de *qualité des hydrosystèmes* (concentration de la pollution dans les cours d'eau ou contamination des nappes). En France, la loi sur l'eau impose depuis 1992 que les décisions en matière de gestion de la ressource en eau résultent d'une **concertation** de l'ensemble des acteurs. Différents cadres institutionnels (contrats de rivière, de nappe ou de baie, SAGE) permettent d'organiser la concertation sur des objectifs de la gestion de l'eau et des moyens à mettre en œuvre acceptables par tous (investissements, réglementation, incitations techniques et économiques). Nous nous proposons ici de développer une **démarche d'aide à la négociation** qui repose sur l'hypothèse que la négociation serait facilitée, notamment dans la phase initiale d'émergence du projet, si les instances de concertation locale étaient très tôt dotées de supports facilitant la **compréhension mutuelle** des objectifs et des contraintes des parties prenantes. Il s'agit notamment :

- d'aider les partenaires à réaliser une mise à plat des différentes **visions** que chacun peut avoir de l'hydrosystème, de son fonctionnement, de son état actuel et de son état futur souhaitable;
- d'élaborer une synthèse de ces points de vues qui précise les éléments de convergence ou de **divergence** de ces visions et qui identifie le déficit d'information à l'origine d'une éventuelle divergence;
- d'identifier les *conflits d'intérêts* (déclarés ou latents) et en déduire les thèmes susceptibles de se trouver au cœur de la négociation à venir;
- de faciliter l'émergence d'une représentation commune de l'hydrosystème, partagée par tous les acteurs.

La synthèse des connaissances scientifiques sur l'hydrosystème dans la moyenne vallée de l'Hérault montre effectivement un manque d'informations importantes pour les acteurs, (I) parce qu'il manque de système de suivi de ces paramètres, (II) parce que les données ne sont pas prises aux bonnes échelles de temps ou d'espace, (III) parce que la communication de ces informations n'est pas performante.

Parmi les données manquantes pour de nombreux acteurs il y a notamment :

- Les mesures de débits en plusieurs points névralgiques (A la prise du canal de Gignac en période d'étiage, idem au droit du barrage de Belbezet ; débit de la rivière en aval du barrage de la Meuse) ;
- Les relations nappe – rivière (recharge de la nappe des terrasses par le canal, soutien d'étiage par la nappe alluviale, flux d'eau entre le karst et la plaine, entre le karst et l'Hérault) ;
- Les usages de l'eau, tant pour ceux qui demandent un prélèvement que ceux qui valorisent l'espace rivière, avec une estimation de leur importance économique et sociale .

De nombreuses personnes ont regretté la dispersion des données entre les services de l'état et souhaiteraient disposer d'un accès plus facile aux informations disponibles, regrettant ce qu'ils considèrent comme un manque de transparence. L'absence de débat sur l'eau entre secteurs d'activités contribue également à l'incompréhension mutuelle des acteurs concernés par l'espace rivière. Faute de débat contradictoire et d'informations jugées fiables par tous, les tensions se nourrissent de perceptions, de croyances, de méfiance réciproque entre usages qui peuvent être en concurrence. Cet effet de distorsion apparaît nettement à travers l'impression de la majorité des personnes que les ressources en eau sont en train de se dégrader d'un point de vue quantitatif sur la zone, alors que rien, dans les données scientifiques disponibles ne permet d'étayer cette thèse.

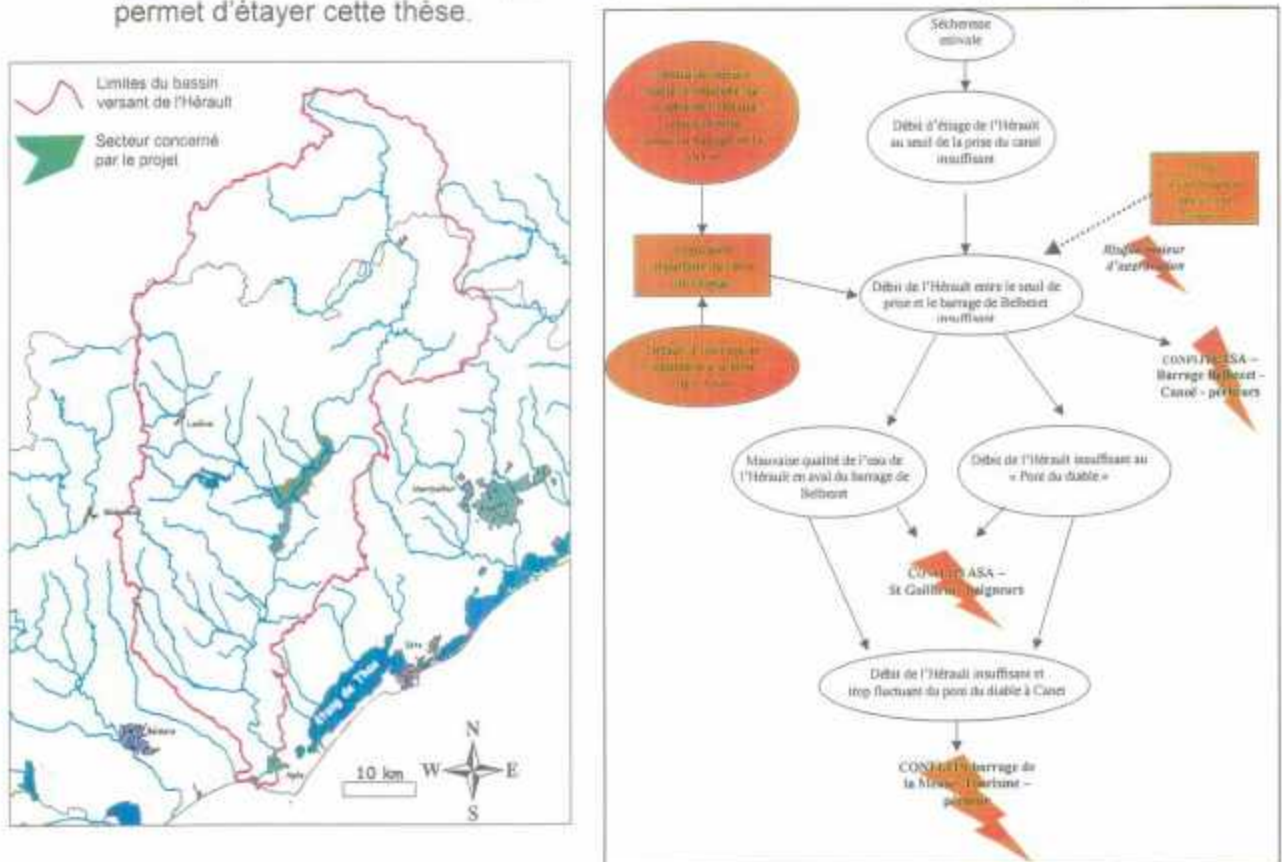


Illustration 11 : Localisation des travaux et identification des conflits potentiels

### **Documents produits**

Rinaudo J.D., Garin P. (2001) – Confrontation du point de vue des acteurs sur les usages de l'eau dans la moyenne vallée de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-50716-FR. 54 p.

Rinaudo J.D., Garin P., Ruhlman J. (2001) – Confrontation du point de vue des acteurs sur les conflits d'usage de l'eau dans le bassin versant de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-51111-FR.

Rinaudo J.D., Petit V., Giraud F., Courtois N. (2001) – A methodology to explore alternative water management scenarios : example from the middle Hérault valley. Rapport BRGM/RP-51083-FR. 27 p.

### **Contact**

J.D. Rinaudo ([jd.rinaudo@brgm.fr](mailto:jd.rinaudo@brgm.fr))

## **Fiche 27 : Forages individuels et consommation en eau potable**

### **Intitulé complet**

Impact des forages individuels sur la consommation en eau potable et la gestion des services d'eau et d'assainissement. Etude de cas dans la moyenne vallée de l'Hérault.  
Auteurs : M. Montginoul, J.D. Rinaudo

### **Cadre du financement / partenariat**

Soutien financier : BRGM-Cemagref  
Partenaire : Cemagref

### **Synthèse du projet**

Un certain nombre d'études économiques récentes concluent que l'augmentation régulière du prix de l'eau auquel on a assisté au cours des années 1990 en France a incité les ménages à réduire leur consommation d'eau potable.

Nos propres observations de terrain montrent que cette réduction de la consommation d'eau potable s'explique surtout par une substitution d'eau brute à l'eau potable, les ménages habitant des pavillons individuels ayant de plus en plus tendance à utiliser de l'eau souterraine brute qu'ils pompent au moyen de forages individuels. Cette eau brute est généralement utilisée pour des usages n'exigeant pas une eau de qualité (arrosage des jardins, remplissage des piscines, alimentation des chasses d'eau), mais parfois également pour l'ensemble des usages y compris alimentaires.

La généralisation de ce phénomène de substitution d'eau brute à l'eau potable pose trois types de problèmes : (i) un problème de santé publique (lié à l'usage d'eau brute pour la cuisine, l'hygiène corporelle, la boisson) ; (ii) un problème environnemental (les forages individuels étant à l'origine de pollutions ponctuelles qui menacent parfois les captages d'eau potable) et (iii) un problème de gestion pour les services d'eau et d'assainissement (diminution de l'assiette de facturation, difficultés de prévoir l'évolution de la demande donc de planifier les investissements, non paiement de la redevance assainissement par les usagers avec forage).

Le travail mené ici vise à mieux comprendre ce processus de substitution de l'eau brute à l'eau potable et à identifier les moyens de le contrôler en utilisant des instruments économiques adaptés (tarification). Pour cela, nous avons développé en parallèle une approche théorique (modélisation du comportement des ménages) et plusieurs études de cas (enquêtes auprès de ménages et analyse statistique des comportements), les données empiriques collectées par enquête permettant de valider et d'enrichir le modèle de comportement. Les travaux ainsi réalisés ont conduit au développement d'un modèle théorique de comportement, dont un premier calage et une validation seront réalisés en utilisant les données collectées en 2001 sur les ménages de la commune de Canet (34).

Les résultats ont montré qu'en l'an 2000, la commune de Canet aurait un manque à gagner qui représenterait entre 2 000 € et 3 800 €, soit 3.5 à 6.8% du budget assainissement selon les hypothèses considérées. La mise en place du forfait assainissement ne permet pas à la commune de récupérer une part significative du manque à gagner, celui-ci se réduisant au mieux de 300€. Si la commune cherche à récupérer ce manque à gagner via une augmentation du prix de l'assainissement, il lui faudra augmenter ce prix de 5% en moyenne (entre 3 et 8%) soit le passer de 0,53 € à 0,56 € par m<sup>3</sup>. Cette hausse sera supportée par l'ensemble des abonnés de la commune. Pour plus d'équité, il conviendrait d'augmenter le niveau du forfait pour récupérer le manque à gagner. Notons ici que l'existence de parts fixes et leur détermination sont actuellement l'objet de débats nationaux.

### **Documents produits**

Montginoul M., Rinaudo J.D. (2001) – Impact des forages individuels sur la consommation en eau potable et la gestion des services d'eau et d'assainissement : étude de cas dans la moyenne vallée de l'Hérault. Rapport BRGM et Cemagref. Rapport BRGM/RP-51100-FR.

### **Contact**

J.D. Rinaudo ([jd.rinaudo@brgm.fr](mailto:jd.rinaudo@brgm.fr))