



## **Gaz de schistes, les questions qui se posent - contributions au débat sur l'exploration pétrolière dans le sud de la France**

Nicolas Arnaud, Michel Seranne, Séverin Pistre

### **► To cite this version:**

Nicolas Arnaud, Michel Seranne, Séverin Pistre. Gaz de schistes, les questions qui se posent - contributions au débat sur l'exploration pétrolière dans le sud de la France. 2011, 7 p. <hal-00856278>

**HAL Id: hal-00856278**

**<https://hal.science/hal-00856278v1>**

Submitted on 30 Aug 2013

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

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



HAL Authorization

# « Gaz de schiste » :

## Les questions qui se posent

### contribution au débat sur l'exploration pétrolière dans le sud de la France

Par les laboratoires

Géosciences Montpellier

Hydrosciences Montpellier

Et l'Observatoire de recherche Méditerranéen de l'Environnement

de l'Université de Montpellier 2.

Version au 29 janvier 2011



# « GAZ DE SCHISTE », LES QUESTIONS QUI SE POSENT

## CONTRIBUTION AU DÉBAT SUR L'EXPLORATION PÉTROLIÈRE DANS LE SUD DE LA FRANCE

PAR LES LABORATOIRES GÉOSCIENCES MONTPELLIER, HYDROSCIENCES MONTPELLIER ET L'OBSERVATOIRE DE RECHERCHE MÉDITERRANÉEN DE L'ENVIRONNEMENT DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER 2.

***Note : l'état des lieux présenté dans ce texte est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'évolution de nos connaissances, notamment sur les risques associés et sur la nature des explorations conduites***

### CONTEXTE DE L'EXPLORATION ENVISAGÉE

#### QUEL EST LE CONTEXTE ÉCONOMIQUE, SOCIÉTAL ET ENVIRONNEMENTAL ?

L'augmentation considérable de l'activité économique des pays émergents et le maintien ou la croissance de la dépense énergétique des pays développés accroissent sans cesse la demande énergétique. Les sociétés pétrolières concentrent ainsi leurs objectifs dans le domaine de l'exploration et de la production de façon à : (1) découvrir de nouveaux gisements dans des bassins peu explorés, (2) améliorer les taux de récupération sur les champs en production et (3) rechercher et mettre en exploitation des ressources dites non conventionnelles. **Ces nouvelles explorations et productions sont actuellement dirigées vers des réservoirs dont certains n'étaient jusqu'à présent pas rentables pour des raisons de coût de production, et dont l'exploitation peut présenter des risques environnementaux élevés (pollution des ressources anthropiques et des écosystèmes).**

#### QUELLE EST LA RESSOURCE VISÉE ?

Les permis d'exploration concernant la Région Languedoc-Roussillon et ses confins sont la résultante de ce contexte économique, qui amène les compagnies pétrolières à **explorer des zones à risque et a priori peu propices**. Compte-tenu des campagnes d'exploration passées, la perspective de découverte d'un réservoir conventionnel (pétrole, gaz naturel) reste limitée sur la zone, mais les potentialités d'existence de ressources non conventionnelles, dont les "gaz de schistes", n'ont pas été explorées. Ce type de gisement peut couvrir des surfaces très importantes, potentiellement un bassin entier, et donc occasionner des nuisances environnementales étendues.

#### QU'EST-CE QU'UN GISEMENT D'HYDROCARBURE CONVENTIONNEL ET NON CONVENTIONNEL ?

Les hydrocarbures liquides ou gazeux résultent de la transformation sur le long terme de la matière organique (maturation) au cours de son enfouissement dans un bassin sédimentaire par augmentation de la température et de la pression. Cette matière organique est généralement piégée dans des roches argileuses (roches-mères). L'évolution conduit d'abord à la formation de pétrole ou de charbon en fonction du type de matière organique (respectivement algues /plancton ou végétaux) puis progressivement avec l'augmentation de la température, le pétrole ou le charbon

tendent à se transformer en gaz. Le charbon solide reste sur place, en revanche le pétrole et les gaz vont avoir tendance à s'échapper de la roche-mère sous l'effet de la pression pour être piégés plus haut dans des roches poreuses et perméables que l'on appelle des réservoirs. Ces réservoirs de pétrole, de gaz ou mixtes constituent les ressources dites **conventionnelles** qui ont été exploitées jusqu'à aujourd'hui.

Dans certains cas, par manque de maturation ou en raison de son imperméabilité, les hydrocarbures restent piégés dans la roche mère et constituent ainsi des ressources potentielles dites **non conventionnelles**. C'est le cas des "schistes bitumineux" pour lesquels la transformation en pétrole n'est pas complète par manque d'enfouissement. Dans le cas des "sables bitumineux", le pétrole a migré mais il est devenu très peu mobile (pâteux) en raison du refroidissement du réservoir qui est porté en surface par l'érosion. Dans le cas des "gaz de schistes" la roche-mère profondément enfouie (au moins 3km de profondeur) garde emprisonné le gaz en raison de son imperméabilité. C'est également le cas des "réservoirs à gaz compact" où le gaz a pu migrer vers un réservoir, mais ce dernier, en raison de son enfouissement postérieur (3-4km de profondeur), a perdu sa porosité et sa perméabilité d'origine. Enfin, dans le cas du charbon, ce dernier étant déjà naturellement très fracturé, il peut contenir de grandes quantités de gaz (6 à 7 fois plus que dans un réservoir conventionnel), en particulier lorsque la veine de charbon piège une nappe aquifère.

#### QUE SONT LES TECHNIQUES D'EXTRACTION DITES « PAR FRACTURATION HYDRAULIQUE » ?

Certains hydrocarbures sont difficiles à extraire car encore emprisonnés dans leur roche-mère. C'est notamment le cas des gaz de schistes. Dans ce cas il faut rendre l'encaissant de l'hydrocarbure perméable en augmentant sa porosité par l'ouverture de fractures provoquées. Cette fracturation artificielle est créée par injection d'eau sous pression, destinée à fracturer les roches, mélangée à du sable (pour empêcher les fractures de se refermer) et des adjuvants chimiques (entre 0.5 et 2%), pour certains très toxiques, qui permettent à l'eau de s'infiltrer plus facilement dans les roches et évitent l'activité bactérienne qui cimenterait les fractures. Ces adjuvants chimiques, dont la composition est rarement connue, sont des polluants potentiels en cas de fuite. La majorité de l'eau injectée reste dans la formation. Une partie (~ 25%) du liquide remonte en surface, où il est récupéré, stocké dans des bassins de rétention à ciel ouvert avant d'être traité, ou bien ré-injecté dans des réservoirs géologiques naturels à plus de 3km de profondeur (comme au Texas).

#### QUELLES SONT LES AUTRES TECHNIQUES D'EXTRACTION DES RESSOURCES NON CONVENTIONNELLES ?

Dans le cas des "schistes bitumineux" il faut chauffer la roche-mère pour accélérer le processus de maturation et extraire l'huile en fabricant un "radiateur géologique". Ce processus de chauffage est également utilisé dans le cas des "sables bitumineux". Dans le cas des "réservoirs à gaz compact", comme pour les "gaz de schistes", la méthode d'extraction consiste à fracturer artificiellement la roche-mère pour libérer le gaz. Enfin pour les "gaz de charbon" la méthode consiste à pomper l'eau de la nappe aquifère contenue dans la veine de charbon pour amorcer l'expulsion du gaz. Ces techniques sont encore expérimentales et leur mise en œuvre est variable en fonction des spécificités de chaque gisement.

## EXPLORATION ET EXPLOITATION EN LANGUEDOC ROUSSILLON

#### QUELS SONT LES PERMIS, OÙ SONT-ILS ?

Il y a actuellement 8 permis d'exploration, contigus, sur les départements 11, 12, 34, 30, 48, 07 et 26. La liste et la description de ces permis est publique et accessible sur le site <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Carte-des-titres-miniers-d.html>

Ils couvrent des domaines de bassins sédimentaires où il existe un potentiel pétrolier (les zones de socle granitique et métamorphique ne peuvent générer d'hydrocarbures). La géologie de ces zones (et donc des permis) est contrastée. Les permis les plus vastes couvrent des zones géologiques différentes, en conséquence, les objectifs de recherche sont distincts selon les zones géologiques considérées. Les permis d'exploration sont accordés par l'Etat à des compagnies ayant démontré leur compétence dans ce domaine, pour des périodes de 2 à 5 ans. La demande de permis d'exploration comprend un engagement financier des compagnies pour un montant qui dépend des enchères.

L'engagement financier pour la prospection dépend des chances estimées de découverte. Ainsi, le budget engagé sur certains permis comme Villeneuve de Berg est 110 fois plus élevé au km<sup>2</sup> que d'autres (Nant).

#### QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE PERMIS D'EXPLORATION ET PERMIS D'EXPLOITATION ?

Les permis d'exploration permettent aux compagnies de faire des recherches en laboratoire et sur le terrain, afin de déterminer si les conditions géologiques nécessaires à la formation et à la préservation d'hydrocarbures sont réunies. Ces études peuvent inclure des acquisitions de données de géophysique sur le terrain (prospection sismique), ainsi que des forages d'exploration qui permettent respectivement d'imager les structures du sous-sol et d'échantillonner la succession verticale de roches afin de les dater et de mesurer leurs propriétés physiques et chimiques. Si les résultats sont positifs, des essais de fracturation hydraulique peuvent être effectués afin de tester la productivité réelle du gisement.

Au terme du permis d'exploration, les compagnies se prononcent sur l'existence ou non de ressources, et sur leur évaluation en terme économique. Elles peuvent demander un prolongement de la période d'exploration ou bien, si l'évaluation géologique et économique est positive, demander un permis d'exploitation, restreint aux zones les plus favorables (plus ou moins étendues s'il s'agit de ressources non-conventionnelles ou conventionnelles, respectivement). L'accord du permis d'exploitation dépend de l'Etat. Avant tout permis d'exploitation une étude d'impact est obligatoire qui inclut en particulier les risques environnementaux.

#### Y A-T-IL DÉJÀ EU DE L'EXPLORATION EN LANGUEDOC ROUSSILLON ?

La recherche de matières premières et de ressources énergétiques a une longue histoire dans la région:

- Charbon (fin XIXe et XXe) dans les bassins de Graissessac, Alès, Bessèges, La Grand Combe, plus exploitation de lignites dans de toutes petites exploitations dispersées.
- Exploitation du pétrole de Gabian dans l'Hérault (1<sup>ère</sup> moitié du XXe) et exploration autour de plusieurs zones de suintement naturel dans la vallée de la Vis, et aux confins du Gard et de l'Ardèche.
- Exploration avec nombreux forages (tous secs) après la 2<sup>de</sup> Guerre Mondiale, dans la zone du Languedoc et de la vallée du Rhône. Pas d'exploitation.
- Exploration avec acquisition de sismique réflexion (méthode géophysique d'imagerie du sous-sol) dans les années 1960-1990. Pas d'exploitation.
- 

## CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET RESSOURCE EN EAU DES ZONES POTENTIELLEMENT EXPLORÉES

#### QUELLES SONT LES CIBLES GÉOLOGIQUES VISÉES ?

Les cibles géologiques sont multiples et diffèrent selon les zones considérées. Dans tous les cas, il s'agit de roches sédimentaires contenant au moins 4 ou 5% de matière organique, piégée en même temps que les sédiments, qui ont été enfouies par la suite à plusieurs kilomètres de profondeur, afin d'atteindre pendant des millions d'années des pressions et des températures (> 60°C) permettant la transformation en huile (une fois que la roche a atteint la « fenêtre à huile »). La transformation en gaz se fait à des profondeurs et des températures encore plus élevées.

Le Toarcien (180 millions d'années) de la région, qui comprend un niveau de marnes riches en matière organique (« schistes carton ») est un de ces objectifs. L'enfouissement de cette couche est relativement faible dans les Grands Causses (< 1.5km) ainsi que sur la bordure immédiate du socle des Cévennes. Sa profondeur augmente progressivement vers le SE et peut excéder 5km sous les garrigues gardoises et la vallée du Rhône.

La base de l'Autunien (280 Ma) contient des sédiments lacustres noirs connus à l'affleurement dans la région de Lodève. À cet endroit, ces sédiments ont atteint le début de la « fenêtre à huile » et présentent des suintements de pétrole. Ils ont ensuite été exhumés au cours de l'histoire géologique spécifique à cette zone. Les anciennes campagnes d'exploration ont montré qu'il existait des zones discontinues de roches de cet âge, sous une épaisse couverture de

roches plus récentes, sous les Causses et sous les garrigues au NE de Montpellier. On ne sait pas si elles contiennent ces sédiments riches en matière organique.

Les multiples niveaux de charbon du Carbonifère (env. 300Ma) des anciennes houillères de l'Hérault et du Gard, s'étendent sur des zones beaucoup plus vastes, sous la couverture de roches plus récentes. Le charbon peut émettre naturellement du gaz (comme le célèbre grisou), qui peut être piégé soit dans le charbon, soit dans des roches poreuses situées au-dessus, ou alors s'être entièrement échappé au cours des temps géologiques.

Des marnes et des calcaires bitumineux de l'Oligocène (environ 30 Ma) existent dans la région Gardoise autour de St Jean de Maruéjols, où ils ont été exploités. Dans la région, on trouve plusieurs autres bassins de cet âge (Basse vallée de l'Hérault et de l'Aude, Camargue), qui ont déjà été explorés intensivement et sans succès pour les hydrocarbures conventionnels.

Les bassins sédimentaires ont subi plusieurs phases de déformation, impliquant des failles recoupant l'ensemble des formations, conduisant à une compartimentation importante des gisements potentiels. Cette situation diffère de celle des gisements de gaz de schistes d'Amérique du Nord où les bassins exploités sont très étendus (100 km).

#### QUELLE EST LA RESSOURCE EN EAU SENSIBLE DES ZONES DE PERMIS ?

Les zones de permis couvrent un ensemble géologique varié marqué par plusieurs niveaux aquifères qui renferment des nappes libres ou captives. L'évolution tectonique et géomorphologique du domaine couvert par ces zones explique les relations complexes entre ces aquifères et par conséquent leur fonctionnement hydrodynamique. Les aquifères de type karstique, à l'affleurement ou sous couverture, sont les plus représentés : Basse Ardèche, Garrigues de Nîmes, d'Uzès, de Montpellier, causses du Larzac...

Ces aquifères localisés essentiellement dans les formations secondaires (Jurassique et Crétacé) ont connu une karstification importante liée à une fracturation intense des séries lors de l'orogénèse pyrénéo-alpine et aux mouvements oligocènes, ainsi qu'à l'abaissement du niveau de la Méditerranée au Messinien qui a permis le développement de karsts profonds. Cette histoire géologique est à l'origine de caractéristiques hydrodynamiques qui en font des réservoirs d'eau souterraine à forte potentialité. Les sources karstiques, comme celle du Lez ou du Durzon qui font partie des plus puissantes de France, sont l'expression hydrologique visible de ce potentiel.

Ainsi, ils constituent la première ressource en eau régionale pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP). Cette ressource est déjà largement exploitée pour l'alimentation de 50% de la population du territoire concerné (dont Montpellier, Nîmes, Millau...) et représente un potentiel de premier ordre pour les prochaines décennies comme l'indiquent les études prospectives de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

Le mode de recharge de ces aquifères et leur structure interne favorisent les déplacements de polluants éventuels et la quasi-absence d'auto-épuration : recharge souvent concentrée, sols peu épais, vitesses de déplacements dans les drains karstiques élevées... Ainsi, leur vulnérabilité aux pollutions est reconnue comme élevée et très spécifique.

Une autre caractéristique hydrogéologique régionale tient à la présence de failles profondes (souvent normales) liées à l'ouverture du Golfe du Lion qui permettent la remontée de fluides profonds (eau chaude, CO<sub>2</sub>...). Les exemples sont nombreux comme la source Perrier, ou encore le forage de l'université Montpellier 2. La présence d'éléments chimiques particuliers (traces) dans les eaux de certaines sources ou forages témoignent de connexions hydrauliques entre des couches profondes et les aquifères superficiels (Trias par exemple). La plupart des sources importantes sont les exutoires d'aquifères karstiques positionnés sur ces grandes failles.

## QUELS SONT LES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SUR LA SANTÉ ASSOCIÉS À L'EXPLOITATION DE CES RESSOURCES ?

L'exploitation des gaz de schistes nécessite la mobilisation de volumes d'eau très importants pour alimenter le procédé de fracturation hydraulique. Cette mobilisation concerne directement les aquifères prélevés, les formations schisteuses exploitées ainsi que les aquifères dans lesquels l'eau récupérée est injectée (cf paragraphe Techniques d'exploitation). Même si ces aquifères sont profonds et ne présentent pas aujourd'hui un intérêt particulier en termes de ressource pour l'AEP, non seulement ils seront affectés, et sous l'effet de la pression d'injection ils risquent d'être mis en relation avec les aquifères d'eau potable plus superficiels, par les failles en particulier. Il existe néanmoins d'autres solutions d'approvisionnement d'eau, comme le pompage d'eau des fleuves, ou des canaux de dérivation, comme par exemple dans le cas de l'exploitation des saumures par forage dans les salines de Vauvert.

De façon générale la compilation des études d'impact concernant les exploitations d'hydrocarbures, et notamment les méthodes faisant appel à la fracturation, font état de quatre grands types de risques qui ont conduit à des dégâts environnementaux importants dans les pays où ces exploitations ont été développées, principalement aux USA et au Canada :

- **La contamination des eaux.** La présence d'un grand nombre de failles et de fractures géologiques soumises à de fortes pressions de fluides liées à la méthode de fracturation hydraulique peut rendre l'exploitation dangereuse. Sous l'effet des migrations de fluides générées lors de l'exploitation, les fractures géologiques ou induites peuvent constituer des drains permettant à l'hydrocarbure de s'échapper vers les aquifères supérieurs ou des couches poreuses, ou d'arriver en surface. D'autres types de fuites sont possibles par déficience de la protection du forage (tubage et manchon de ciment : le « casing »). Si le défaut de protection est situé dans la partie superficielle du forage, il peut y avoir pollution d'un aquifère exploité.

Les fluides utilisés pour l'hydrofracturation des roches contiennent de nombreux adjuvants chimiques dont des composés cancérogènes ou toxiques comme les fluorocarbones, le naphthalène, les formaldéhydes... dont le détail est encore mal connu car la composition de ces fluides est tenue secrète.

Enfin au contact des roches, les fluides de forage et/ou d'hydrofracturation se chargent également d'éléments potentiellement toxiques emprisonnés par les roches argileuses lors de leur formation. Des composés généralement associés aux roches argileuses comme l'arsenic sont susceptibles d'être remontés en surface et de contaminer la ressource en eau.

En surface les eaux contaminées remontant du forage (plusieurs milliers de tonnes) doivent être stockées dans des bassins de surface en attente de leur traitement. Le conditionnement de ces réservoirs est critique pour éviter des pollutions majeures. La fuite des bassins de rétention (lors de pluies catastrophiques par exemple), polluerait inmanquablement les rivières, les fleuves et la ressource en eau potable. Ce risque est particulièrement important dans les régions Méditerranéennes (épisodes Cévenols). Il est également critique en région karstique pour lesquelles l'infiltration des polluants serait quasi immédiate.

- **L'usage excessif de la ressource en eau :** tous les forages ont besoin d'eau mais les techniques de fracturation provoquée (« fracking ») nécessitent beaucoup d'eau devant être injectée sous pression dans le forage. Le « fracking » pour la mise en production demande de 10 000 à 20 000 m<sup>3</sup> d'eau par forage (4 à 8 piscines olympiques par forage).
- **L'utilisation du terrain et la dégradation liée à l'emprise au sol du périmètre de forage** (derrick, matériels annexe, etc) qui doit également inclure la modification de l'environnement liée à toute activité industrielle se développant sur une zone fragile, par exemple le va et vient des camions d'approvisionnement. L'érosion des sols sera nécessairement augmentée par la création de nombreuses pistes. Il faudra être tout particulièrement vigilant sur l'impact des installations industrielles sur les écosystèmes sensibles et déjà fragilisés par les changements climatiques et la pression anthropique, comme les écosystèmes Méditerranéens.
- Enfin, l'exploitation peut générer une **pollution de l'air** : rejet de méthane, de di-oxyde de carbone, de gaz d'échappements en liaison avec l'augmentation du trafic routier.

## QUI SOMMES NOUS ?

## QUI SOMMES-NOUS : GM, HSM ET OSU.

L'**Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement** (CNRS, UM2, IRD) est un Observatoire des Sciences de l'Univers dédié à l'étude des Aléas et de la Vulnérabilité des Milieux Méditerranéens. L'Observatoire se focalise donc sur les risques naturels, et l'impact des changements globaux et anthropiques sur l'espace méditerranéen vivant et inerte. L'OREME se focalise sur sa capacité à mobiliser des moyens d'observation lourds et pérennes et des compétences scientifiques et techniques reconnues sur des aspects très divers de l'environnement physique, chimique et biologique méditerranéen. La mission essentielle de l'OREME consiste à récolter, intégrer et partager les données associées à ces disciplines en permettant de juger de l'effet du changement global et/ou anthropique et d'en comprendre les mécanismes (aléa, vulnérabilité) dans ses effets environnementaux.

Le laboratoire **Géosciences Montpellier** (UMR CNRS, UM2) aborde plusieurs aspects de la dynamique terrestre comme la structure et la déformation du manteau et de la lithosphère en utilisant les outils de la tectonique, de la géochimie, de la géochronologie, de la géodésie ou de la sédimentologie. Ce savoir-faire, issu de problématiques fondamentales, est mis à profit dans l'étude de plusieurs axes de recherche finalisée dans les domaines des risques naturels (séismes, glissements, dynamique littorale, précipitations intenses), des réservoirs géologiques (architectures sédimentaires, fracturation, transferts de fluides, pétrophysique), de l'environnement et du développement durable (séquestration du CO<sub>2</sub>, géothermie, hydrodynamique souterraine, ressource en eau : évaluation du stock, suivi des transferts et qualité). La plupart de ces thèmes passent par l'observation continue ou récurrente de paramètres physiques dans des sites instrumentés pour la plupart en région Languedoc-Roussillon ou méditerranéens, d'analyse et de modélisation des processus en laboratoire. Notre mission est de développer des connaissances nouvelles sur la dynamique interne et externe de notre planète et d'apporter notre contribution aux problèmes de société en matière d'évaluation des aléas naturels, de gestion des ressources minérales (fluides géologiques) et de l'environnement.

Le Laboratoire **HydroSciences Montpellier** (UMR CNRS, IRD, UM1, UM2), ce sont près de 130 personnes, dont environ 90 permanents et une trentaine de doctorants, totalement investies dans des recherches en sciences de l'eau qui couvrent un large éventail de domaines allant de la biogéochimie aux événements extrêmes en passant par les eaux souterraines et l'étude du cycle hydrologique.

Trois thèmes clés mobilisent ces nombreuses compétences et les efforts du Laboratoire :

- l'eau dans l'environnement et les risques associés,
- l'eau ressource mobilisable et exploitable,
- l'eau et les changements globaux.

HydroSciences a, depuis longtemps, marqué son intérêt pour les régions méditerranéennes et tropicales, déployant son activité, outre en métropole, dans de nombreuses implantations à l'étranger (Maroc, Niger, Mali, Bénin, Pérou, Equateur, Bolivie,...).

Le laboratoire, membre de l'IFR ILEE, s'appuie sur l'observation, l'analyse et la modélisation pour mener à bien ses recherches. Il a également su développer une expertise reconnue dans le secteur clé des systèmes d'informations (SIEREM), la maîtrise des bases de connaissances et de données étant aujourd'hui indispensable aux recherches menées dans le domaine de l'environnement.

## QUELLES SONT NOS COMPÉTENCES ?

Les scientifiques de Géosciences Montpellier ont contribué à la connaissance géologique de la région. Ils ont ainsi une expertise géologique sur les différents projets d'exploration proposés dans le sud de la France. Ils ont également des compétences scientifiques acquises dans d'autres régions et des connaissances théoriques, notamment, en termes de :

- géologie de bassin (prédiction de la ressource)
- sédimentologie (analyser et prédire la répartition des ensembles sédimentaires),
- tectonique (analyse de la fracturation, localiser, interpréter et quantifier les déformations et déplacements subis par les niveaux cibles),
- pétrophysique (mesurer sur échantillon et modéliser : porosité, perméabilité, conductivité... des roches),



- géophysique (détecter, imager et modéliser les mouvements en surface et les structures et flux dans le sous-sol).

D'autre part, les compétences des scientifiques du laboratoire peuvent être mobilisées pour participer au conseil, expertise, et suivi des processus mis en œuvre pour protéger l'environnement.

Les scientifiques d'Hydrosciences Montpellier sont reconnus pour leur connaissance de la ressource hydrologique de la région, tant sur la quantité que sur la qualité de la ressource. La collaboration d'hydrogéochimistes, d'hydrologues et d'hydrogéologues au sein de ce laboratoire permet de définir l'origine des eaux, de modéliser leur parcours, de caractériser les aquifères notamment karstiques, et ainsi estimer leur potentiel et leur vulnérabilité face à des risques de contaminations. Ils ont des compétences pratiques et théoriques notamment en :

- Hydrologie et hydrogéologie
- Ecotoxicologie et hydrochimie

Enfin, les scientifiques de ces laboratoires peuvent servir de médiateurs :

- Grâce à leur réseau collaboratif national et international, ils ont la capacité d'obtenir les expertises sur des sujets qu'ils ne maîtrisent pas.
- Leur connaissance du milieu industriel, développé dans le cadre de recherches collaboratives, leur permet de servir d'interface entre interlocuteurs (collectivités locales, industriels, public).
- Ils peuvent contribuer à la diffusion scientifique auprès du grand public, afin d'assurer une plus grande transparence.

## CONTACTS

### OBSERVATOIRE OREME

Nicolas ARNAUD, directeur : 06 74 93 45 22, [Nicolas.Arnaud@univ-montp2.fr](mailto:Nicolas.Arnaud@univ-montp2.fr)

### GÉOSCIENCES MONTPELLIER

Michel SERANNE, Chargé de Recherches : 04 67 14 42 61, [seranne@gm.univ-montp2.fr](mailto:seranne@gm.univ-montp2.fr)

### HYDROSCIENCES MONTPELLIER

Séverin PISTRE, Professeur : 0467143357, [severin.pistre@univ-montp2.fr](mailto:severin.pistre@univ-montp2.fr)

### UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER 2

Eric BUFFENOIR, vice-président du Conseil d'Administration : 04 67 14 30 12, [Eric.Buffenoir@univ-montp2.fr](mailto:Eric.Buffenoir@univ-montp2.fr)