

Service National d'Observation



H^+

Réseau National de Sites Hydrogéologiques

pour la mesure et la modélisation du transfert
et de la réactivité des eaux dans les aquifères hétérogènes.

Observatoire de recherche sur la gestion, l'exploitation
et la protection des ressources en eaux souterraines.

POURQUOI UN «OBSERVATOIRE DE RECHERCHE» EN HYDROGEOLOGIE ?

Pour les décideurs et les gestionnaires de l'eau

La pression démographique et le développement de notre société impliquent une forte augmentation des besoins en eau potable. L'eau souterraine représente une ressource importante, moins exposée aux risques de pollution et aux fluctuations climatiques que les eaux de surface. Cependant cette ressource peut s'avérer plus difficile à exploiter du fait de la forte inhomogénéité des milieux souterrains en termes de caractéristiques physico-chimiques (porosité, perméabilité, réactivité chimique, ...) qui induit une très grande variabilité des vitesses de circulation et donc des temps de transfert de l'eau et des éléments associés. Dans le cadre de l'observatoire H⁺, le développement conjoint de dispositifs d'observations, de protocoles expérimentaux, d'outils de mesure et de méthodes de modélisation doit permettre, à terme, une bien meilleure compréhension quantitative des aquifères, et donc de meilleurs outils de gestion et de protection de la ressource.

Pour les scientifiques

Les difficultés de prédiction des transferts d'eau et d'éléments en solution dans les milieux souterrains ont trois origines principales :

- Le milieu souterrain est en général très peu connu, car il n'est accessible à la mesure directe que par les forages ;
- Des hétérogénéités (telles que les fractures) sont présentes à toutes les échelles (du micromètre au kilomètre), posant de manière centrale la question pratique, mais aussi théorique, du changement d'échelle, c'est-à-dire l'extrapolation de mesures locales à l'échelle du site ;
- Ces hétérogénéités d'écoulement peuvent être couplées avec des réactions (bio) chimiques à l'interface entre la roche et l'eau.

Des progrès scientifiques importants ont été obtenus ces dernières années sur le plan théorique ou par l'expérimentation en laboratoire. Il est maintenant nécessaire d'avoir des expériences parfaitement documentées sur le milieu naturel, avec des durées compatibles avec la dynamique du système. Le service d'observation H⁺ est une structure qui répond à ce besoin de la communauté scientifique en permettant la mise en commun d'infrastructures et de moyens de terrain, le développement de nouveaux outils, l'archivage et la mise à disposition des données.

Pour la formation et le grand public

L'observatoire H⁺ assure une communication très active vers des publics non scientifiques par le biais de conférences scientifiques, de visites de sites, d'expositions, d'informations mises sur le site internet, etc... Il a pour objectif de répondre à la fois à la préoccupation grandissante des consommateurs vis-à-vis de la qualité de l'eau, et au besoin pour le public de comprendre les grands enjeux environnementaux des prochaines décennies. L'observatoire est aussi un outil pour la formation des étudiants qui est mis à disposition des universités. Il permet de mettre les étudiants en condition réelle d'exercice du métier d'hydrogéologue avec les outils d'investigation et de modélisation les plus récents et les plus performants.



Affleurement sur le site de Ploemeur (56) montrant des granites fracturés. Sur ce site, les écoulements sont très rapides dans les fractures et très lents dans la roche non fracturée.



MISSIONS

Le service d'observation H⁺ a été créé en 2002, avec trois missions principales :

La mission première de l'observatoire H⁺ est de maintenir et de coordonner un réseau de sites expérimentaux capables de fournir des données pertinentes – y compris des chroniques ou expériences long terme – pour la compréhension du cycle de l'eau et des éléments transportés dans les aquifères.

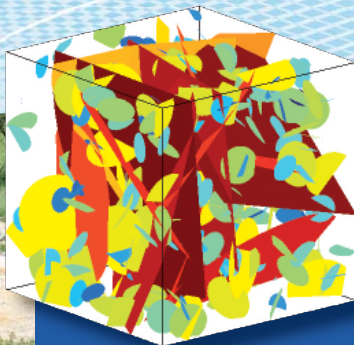
Le couplage mesures / théories / modèles est une mission fondamentale de l'observatoire H⁺.

La modélisation, à quelque niveau qu'elle soit, est un outil indispensable à la prédiction. L'observatoire a pour vocation de créer un lien pérenne entre les équipes de recherche intéressées par les aspects théoriques, numériques ou expérimentaux des transferts en milieu hétérogène.

L'observatoire H⁺ a enfin pour mission d'établir un partenariat entre la recherche fondamentale, la formation initiale et continue, et l'expertise : bureaux d'études, régie de l'eau, ...

Les sites de H⁺ accueillent des étudiants et des professionnels dans le cadre de formations sur l'exploitation de la ressource et la prévention des risques environnementaux.

Mise en place d'une sonde mesure d'écoulement en forage



Réseau de fracture en trois dimensions généré numériquement pour étudier les propriétés d'écoulement et de transport des milieux fracturés



PRÉSENTATION DE L'OBSERVATOIRE H⁺

L'observatoire H⁺ est articulé autour de 5 éléments.

① Les sites hydrogéologiques

C'est le cœur de l'observatoire avec 4 sites complémentaires en termes de milieu géologique, d'exploitation, et d'objectifs de recherche. Tous sont des aquifères extrêmement hétérogènes, poreux et fracturés.



Ces sites sont fortement instrumentés pour permettre la réalisation d'expériences de longue durée et/ou pour documenter les constantes de temps des évolutions du milieu. Ils sont tous potentiellement des références internationales en termes d'expérimentations hydrogéologiques. H⁺ permet de développer les expérimentations, d'assurer la cohérence des protocoles, de contribuer au fonctionnement sur la durée, de mettre en réseau les données et les instruments, et d'assurer leur mise à disposition auprès de la communauté scientifique.

② Les sites expérimentaux

Distincts des précédents, leur fonction est de tester et valider les développements technologiques et/ou les procédures expérimentales. Ils se trouvent souvent à proximité des laboratoires de recherche. Les trois principaux sites sont le Centre d'Etude et d'Enseignement de Lavalette (Montpellier), le site du campus de Beaulieu (Rennes) et la plateforme expérimentale de Strasbourg.

③ Les outils d'observation, de mesures et d'expérimentation

La capacité à obtenir des informations pertinentes sur la structure du milieu et les flux est un élément clé de la réussite de H⁺. La mise en commun d'outils performants et le développement de nouveaux outils font donc partie intégrante de l'observatoire. Ces principes sont valables pour les données statiques, physiques ou chimiques, les chroniques et l'expérimentation.

④ La base de données

Elle est cœur du dispositif et doit pouvoir répondre à l'objectif de l'observatoire qui est à la fois d'accumuler une masse d'informations sur des objets complexes, et de permettre leur exploitation dans le cadre de modélisations prédictives.

⑤ Les rencontres de H⁺

Les rencontres entre partenaires permettent de discuter tous les aspects du développement des sites (mesures, instrumentations, expérimentations, base de données, ...), mais aussi d'aspects scientifiques plus fondamentaux et notamment le lien entre données et modèles. Les réunions ont lieu au rythme de deux à trois par an.



BASE DE DONNÉES

Le développement de la base a nécessité une réflexion globale sur la structure des données potentiellement mobilisables autour d'un site. La base de données a été développée par le Groupement d'Intérêt Public Medias France (Toulouse). Elle est consultable sur le site web de H⁺.

Les catégories de données :

- Puits (emplacement, coupe technique, log géologique, localisation en profondeur des niveaux producteurs, mesures effectuées sur les carottes ou les cuttings de forage, ...)
- Hydraulique (mesures piézométriques, débitmétrie, tests hydrauliques, paramètres hydrodynamiques identifiés, ...)
- Chimie (prélèvement et analyse d'échantillons d'eau souterraine, chroniques hydrochimiques, expériences de traçages, ...)
- Données de sites (données météorologiques, topographie de site, cartographie géologique, données sur le réseau hydrographique, ...)
- Géophysique en forage (acoustique, résistivité, radioactivité gamma, ...)
- Géophysique de site



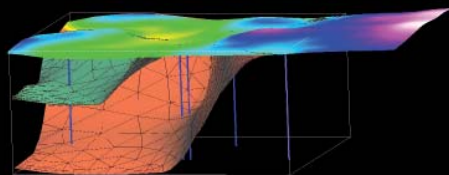
DEUX ENJEUX...

- Assurer la pérennisation des données acquises sur les différents sites ;
- Mettre ces données à disposition de la communauté scientifique via un portail Internet

...UN OBJECTIF

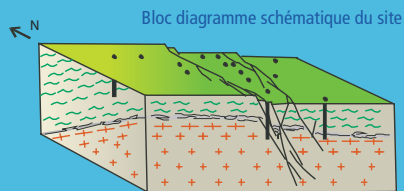
- Fournir aux chercheurs des données scientifiques de qualité, nécessaires pour comprendre et modéliser le fonctionnement des aquifères hétérogènes en terme d'hydrodynamique et de transfert de masse

Représentation 3D des forages et des données géologiques sur le site de Plœmeur.





LES SITES



SITE DE PLŒMEUR

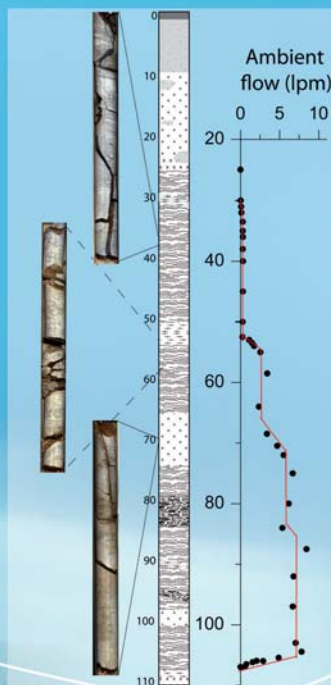
Responsable : O. Bour (U. Rennes I)

Le site de Plœmeur correspond à un aquifère exploité depuis 1991 en domaine cristallin fracturé, qui fournit ~ 1 million de m³ par an pour l'alimentation en eau potable d'une ville de 20000 habitants. La qualité chimique de l'eau extraite est très bonne, elle est notamment caractérisée par un faible taux de nitrates dans une région pourtant fortement touchée par les pollutions diffuses.

Bien que les roches présentes soient constituées de granites et de micaschistes, roches classiquement considérées comme peu perméables, on observe des écoulements très rapides, localisés dans quelques zones fracturées. Les problèmes essentiels concernent la vulnérabilité de l'aquifère vis à vis des transferts de polluants anthropiques, les risques éventuels de salinisation de cet aquifère côtier, et la définition des zones de recharge en lien avec la mise en place d'un périmètre de protection.

Ce site dispose d'une couverture piézométrique très dense avec une cinquantaine de forages de 30 à 150 m de profondeur. Ce dispositif permet de réaliser des suivis long terme – hydrologiques, hydrochimiques et géophysiques – et des expérimentations innovantes sur les propriétés hydrologiques des milieux hétérogènes. En collaboration avec la Régie municipale «Eau et Assainissement» de la Ville de Plœmeur, le site est suivi par une équipe de l'IFR CAREN et de l'UMR Géosciences Rennes pour :

- Etudier la réactivité chimique du milieu et en particulier l'évolution de la qualité chimique des eaux en lien avec l'exploitation
- Analyser la vulnérabilité de l'aquifère face aux variations climatiques et aux changements d'occupation des sols
- Développer des méthodes d'imagerie des flux souterrains et de mesure des vitesses d'écoulement dans des milieux fortement hétérogènes
- Tester des nouvelles méthodes de caractérisation du milieu (en forage ou en surface)
- Développer les méthodes de suivi des déformations du sol en relation avec les variations de niveaux de nappes
- Mesurer la distribution des temps de résidence et estimer les distributions des temps de transferts.
- Acquérir les données nécessaires pour tester et valider les méthodes de modélisation hydrogéologiques adaptées aux milieux fracturés.



Description géologique du forage carotté SC 39 et écoulements verticaux mesurés en conditions ambiantes (en litres par minute) à différentes profondeurs (en mètres). Les photos représentent des échantillons de roches fracturées (micaschistes, filons de pegmatite et granite) recueillies à différentes profondeurs

SITE EXPÉRIMENTAL HYDROGÉOLOGIQUE DE POITIERS - SEH

Responsable : G. Porel (U. Poitiers)

Le Site Expérimental Hydrogéologique est implanté sur le domaine du Deffend à l'Université de Poitiers au droit des deux aquifères principaux de la région Poitou-Charentes (infra- et supra- toarcien) utilisés pour l'alimentation en eau potable de la population.

L'objectif est d'acquérir des données et de fédérer des compétences sur les ressources en eau. Il permet ainsi de tester expérimentalement et «grandeur nature» les avancées théoriques acquises sur les milieux fracturés en matière d'écoulement, de transport de polluant, d'identification de paramètres ou encore d'investigation métrologique du milieu et de les utiliser à des fins d'application comme l'aide à la prise de décision, la formation et la sensibilisation.

Trente cinq forages composent actuellement le SEH avec un emboîtement d'échelle permettant des investigations de 10 à 600 mètres.

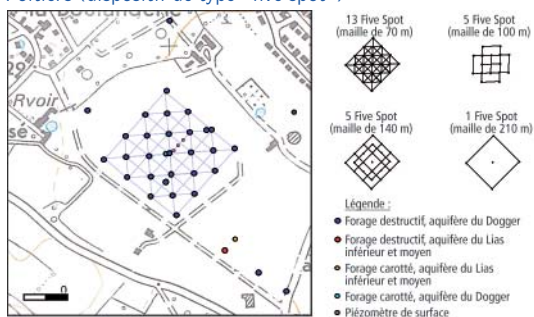
A l'instar des réservoirs pétroliers, un dispositif de type «five spot» a été adopté pour la réalisation des forages. Le principe du five spot est simple, le motif élémentaire est constitué d'un puits central entouré de

quatre forages situés aux quatre extrémités d'un carré. Ce dispositif permettra entre autres une meilleure compréhension des problèmes de changement d'échelle, notion largement discutée et pour le moins complexe dans les milieux fracturés.

Carottes (échantillons de roches récupérées lors de la foration) montrant une roche calcaire fracturée et karstifiée.



Carte d'implantation des forages sur le SEH de Poitiers (dispositif de type «five spot»)



Réalisation d'un forage en diagonal sur le site

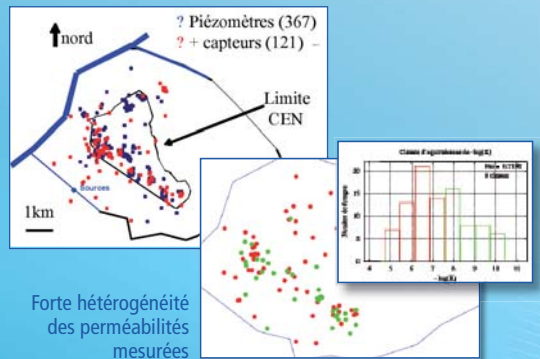


LE SITE DE CADARACHE

Responsables : G. Lods (Géosciences Montpellier) et R. Guérin (CEA Cadarache)

Le site de Cadarache recouvre le Centre d'Etudes Nucléaires du CEA, implanté dans le Nord des Bouches du Rhône. L'aquifère sous-jacent, qui est de grande extension ~ 52 km², repose, dans une formation carbonatée avec fracturation multi-échelle. Le site, qui accueille des installations de recherche sensibles, dispose d'une densité de points d'observations exceptionnelle : plus de 360 piézomètres dont 1/3 équipés de capteurs permanents. De nombreuses données ont été acquises depuis 1960 (géologie, géophysique, hydrogéologie, météo, ...). Les principales thématiques développées, qui ont une application immédiate dans la prévention des risques (crues, transferts de contaminants, ...), sont (1) le monitoring et la modélisation des transferts hydriques ainsi que (2) le développement d'outils et de méthodes spécifiques pour déterminer les propriétés de transport dans les milieux fracturés.

Carte de localisation des forages



Forte hétérogénéité des perméabilités mesurées

LE SITE DE MAJORQUE

Responsable : P. Pezard (Geosciences Montpellier)

Le site de Majorque est situé à Ses Sijoles (12 000 m²), au SE de l'île. Il s'agit d'un aquifère en domaine carbonaté récifal (Miocène), très perméable, présentant quelques cavités karstiques à échelle métrique. Dans cette zone, l'agriculture intensive et l'irrigation provoquent une surexploitation des nappes phréatiques qui a pour conséquence l'intrusion d'eau saline jusqu'à 15 km à l'intérieur de l'île, et donc la pollution des nappes en chlorure. Le site expérimental comprend un réseau de 12 forages profonds (100 m), dont 6 entièrement carottés. Le site est suivi par une équipe de l'UMR Géosciences Montpellier pour :

- La caractérisation in-situ du site par des campagnes de mesures en forage : structure géologique traversée (imagerie de parois), caractérisation pétrophysique (électrique, acoustique, radioactivité naturelle) et caractérisation des écoulements par des méthodes hydrogéophysiques (débit, potentiel spontanée, comportement hydro-dispersif, ...).
- La caractérisation pétrophysique et tomographique RX des carottes
- Le suivi continu in-situ du réservoir avec de nouveaux observatoires géophysiques (igeo-SER) permettant une mesure périodique (horaire ou quotidienne) de paramètres tels que la résistivité électrique ou le potentiel électrocinétique, et hydrodynamique (piézomètres Hydreka) pour une mesure des champs de pression, de température, ainsi que de la charge ionique des fluides in-situ.

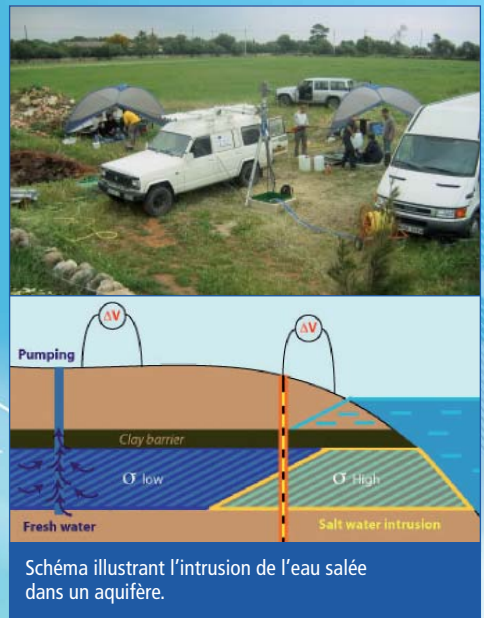


Schéma illustrant l'intrusion de l'eau salée dans un aquifère.

- L'échantillonnage régulier puis l'analyse des fluides in-situ.
- L'analyse des données de suivi in-situ pour étudier la réponse du réservoir aux sollicitations extérieures aussi bien naturelles (climatiques, tectoniques, pompages, ...) qu'induites dans le cadre d'expériences (injection d'un traceur, d'écoulement longue durée).
- La simulation et modélisation des processus de transfert dans le réservoir.



LES SITES EXPÉRIMENTAUX

LE CENTRE EXPÉRIMENTAL ET D'ENSEIGNEMENT DE LAVALETTE (CEEL)

Responsable : S. Gautier (Géosciences Montpellier).



Le Centre Expérimental et d'Enseignement de Lavalette est localisé à 3 km au Nord du campus de l'Université de Montpellier 2. Il s'agit d'un aquifère dans une formation marno-calcaire fracturée. Le site est équipé de 5 forages distants de 2 à 15 m: 3 forages profonds (≥ 70 m), 2 forages superficiels (≥ 25 m) dont un à l'intérieur du laboratoire. Le site est utilisé comme base logistique pour la géophysique et l'hydrodynamique en forage avec un équipement important (4 véhicules de terrain, 4 treuils de 200 à 1200m, environ 25 sondes géophysiques) et site de calibration in-situ des sondes de mesures en forage. Enfin, le CEEL sert de site d'enseignement pour la géophysique et l'hydrodynamique en forage (Universités de Montpellier, Strasbourg, Pau, ainsi que l'IGAL et l'ETH-Z).

LE SITE DE BEAULIEU

Responsable : O. Bour (Géosciences Rennes).



Le site de Beaulieu est localisé à proximité immédiate des locaux de l'IFR CAREN. Il comprend deux forages d'environ 80 m de profondeur distants d'une dizaine de mètres dans une formation géologique schisteuse fracturée. L'essentiel des circulations se fait dans une zone fracturée.

Le site est utilisé pour tester les développements instrumentaux et méthodologiques (ex : nouvelles sondes de mesures de vitesse en forage, tests de traçage...). Il est également utilisé par les étudiants de l'Université de Rennes 1, pour la mise en pratique des techniques hydrogéologiques (mesures hydrauliques, géophysique en forage, prélèvements chimiques et traçages).

LES PLATES-FORMES EXPÉRIMENTALES DE STRASBOURG

Responsable : P. Ackerer (IMFS Strasbourg).

SCERES (Site Contrôlé Expérimental de Recherche pour la réhabilitation des Eaux et des Sols)



SCERES est un bassin enterré construit en béton armé de dimensions 25m x 12m x 3m, instrumenté de différents capteurs d'eau et de gaz et reconstituant un aquifère alluvial de près de 1000 m³.

SCERES permet de mettre en œuvre des concepts et outils techniques qui sont difficilement accessibles sur modèles physiques réduits de laboratoire (par exemple le rôle de la frange capillaire ou les échanges entre zone non saturée et zone saturée), mais aussi de constituer une étape indispensable pour la validation et le développement des modèles de simulation numérique.

MARCEAUS (Modèle d'Analyse et de Recherche sur la Contamination des EAUX Souterraines)

est un dispositif expérimental permettant d'imager et de quantifier les transferts de masse dans des milieux poreux tri-dimensionnels en laboratoire (<http://www-imfs.u-strasbg.fr/marceau/>).

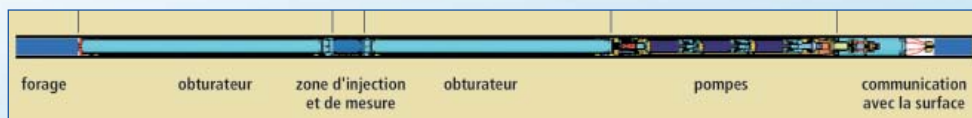


OUTILS D'OBSERVATION, DE MESURES ET D'EXPÉRIMENTATION

Les moyens de l'observatoire H⁺, distribués dans les principales équipes (Rennes, Montpellier, Poitiers, Strasbourg) comprennent des outils d'imagerie et de mesures en forage, des moyens de stimulation et d'expérimentation du milieu, et des moyens analytiques de mesure des paramètres physico-chimiques.

CoFIS : sonde d'expérimentation

La sonde CoFIS, développée à Géosciences Montpellier, permet la réalisation d'essais de traçage sous obturateurs hydrauliques en puit ou entre puits. L'objectif est de pouvoir caractériser les propriétés transmissives et dispersives du milieu à différentes échelles.



Sondes CoFis destinée à effectuer des traçages localisés dans les forages

MuSET: débimètre électrique radial

La sonde MuSET (Géosciences Montpellier, ALT) permet de mesurer avec grande précision (de l'ordre du μV), à l'aide d'une électrode non-polarisable, les courants électriques naturels qui circulent dans le sous-sol, et ainsi de décrire les écoulements de fluide associés.

Sonde MuSET



La mesure des vitesses d'écoulement en forage

À partir de profils verticaux de vitesse d'écoulement en forage, il est possible de localiser et de caractériser les principaux chemins d'écoulement entre forages ou au voisinage d'un ouvrage. La méthode utilise des sondes de vitesse de haute résolution comme le heat-pulse ou la sonde PIVET développée par l'UMR Géosciences Rennes (CAREN) et la division technique de l'INSU.



Prototype de la sonde PIVET pour la mesure des vitesses d'écoulement en forage

La mesure des temps de résidence

La mesure des temps de résidence constitue l'un des objectifs prioritaires de l'observatoire H⁺. L'objectif des travaux développés est de définir une distribution des temps de transfert, à l'instar des distributions de vitesses, grâce à de nouvelles techniques comme celles basées sur le traçage du signal de gaz anthropiques injectés dans l'atmosphère (CFC notamment) ou sur des méthodes radiogéniques. Les premières mesures effectuées sur les sites de l'observatoire indiquent des temps caractéristiques de plusieurs dizaines d'années.



Dispositif de mesure de l'âge de l'eau en laboratoire à partir des CFCs



ACTIVITÉ DE L'OBSERVATOIRE H⁺

Quelques projets de recherche associés à H⁺

■ **ANR¹ MOHINI. MOHINI** se propose de développer une approche intégrée visant à estimer les impacts des changements globaux (climatiques, environnementaux et anthropiques) sur la qualité et la quantité des eaux souterraines. Les recherches sont menées dans un cadre socio-économique simple et s'appliqueront aux aquifères de socle de 2 régions climatiques contrastées : le site de Plœmeur en Bretagne et le site de Maheshwaram en Inde.

■ **ANR¹ Hydrogéodésie.** L'objectif du projet est de comprendre l'impact des variations du signal hydrologique sur les variations de signal géodésique. Sur le site de Plœmeur, on analyse la déformation du sol (mesurée par GPS et inclinométrie) et les variations de masse (mesurée par gravimétrie), en réponse aux variations de niveaux de nappe. Le suivi se fait sur le long terme mais aussi à l'occasion d'expériences de pompages où de nombreux instruments de mesure géophysiques et hydrologiques sont rassemblés.

■ **ANR¹ MICAS :** Modélisation et Calcul Intensif pour la Simulation d'Aquifères. MICAS a pour objectifs en premier lieu de développer des méthodes numériques très performantes pour la simulation des écoulements et du transport d'une large gamme d'aquifères très hétérogènes et en second lieu de poser les bases d'une plate-forme de simulation modulable, collaborative et libre.

■ **EC2CO² MACH1.** Dans les aquifères carbonatés, la structure des écoulements est majoritairement contrôlée par des hétérogénéités multi-échelles de différente nature (stratification, fracturation, variabilité pétrophysique des carbonates). Selon l'échelle du problème traité, la modélisation de la dynamique des écoulements peut s'envisager selon différentes approches conceptuelles et numériques. L'objectif du projet MACH-1 est d'analyser la pertinence de ces différentes approches en s'appuyant sur un exercice de modélisation comparée du Site Expérimental Hydrogéologique (SEH) de Poitiers.

■ **GDR³ CNRS HTHS** (Hydrodynamique et Transferts dans les Hydrosystèmes Souterrains), coordinateur Fred Delay (2005-2008). Le Groupement De Recherche HTHS regroupe 13 laboratoires affiliés CNRS sur trois thématiques principales : la dissolution des carbonates et la karstogenèse, l'étude du transport des polluants non miscibles et l'hydrodynamique des milieux poreux fracturés.

■ **Projet DICARE** (Diagenèse dans les carbonates récifaux). Nombre de nappes côtières méditerranéennes, telles que le site de Majorque, sont d'origine récifale. Dans ces réservoirs, les écoulements ainsi que d'éventuelles intrusions salines, sont contrôlés par les hétérogénéités multi-échelles ainsi que les processus diagénétiques (dissolution et création de cavités, ou recristallisation mise en place de barrière de perméabilité). DICARE a pour objet d'étudier ces processus diagénétiques en combinant caractérisation du milieu, expérimentation sur carottes et in-situ, observation permanente en forage et modélisation.

1 : ANR : Agence nationale de la Recherche

2 : Programme national du CNRS

«Ecosphère Continentale et Côtière»

3 : GDR : Groupement de Recherche

Quelques chiffres

655 k€ : le budget HT de H⁺ de 2002 à 2007. Il provient de l'INSU (480 k€) et du programme ORE (175 k€).

plusieurs M€ : Le budget investi par nos partenaires sur les 3 sites (mairie de Plœmeur, contrat État-Région pour le site de Poitiers, CEA Cadarache)

11 : Le nombre de doctorants ayant travaillé directement au développement des sites depuis 2002 : O. Audouin, S. Bernard, A. Cartalade, T. Le Borgne, S. Techine, S. Ruelleu, A. Belghoul, Y. Maria-Sube, V. Ayraud, A. Boisson, M. Chatelier



CONTACTS

- **RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :**
Philippe Davy, directeur de recherche CNRS
e-mail : philippe.davy@univ-rennes1.fr
tél. : 02 23 23 65 65
- **COORDINATION :**
Tanguy Le Borgne, physicien adjoint CNAP
e-mail : tanguy.le-borgne@univ-rennes1.fr
tél. : 02 23 23 67 02
- **RESPONSABLES POUR LE SITE DE PLÔMEUR :**
Olivier Bour, maître de conférences
à l'université de Rennes I
e-mail : olivier.bour@univ-rennes1.fr
tél. : 02 23 23 65 10
- **RESPONSABLE POUR LE SITE EXPÉRIMENTAL
HYDROGÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ
DE POITIERS :**
Gilles Porel, maître de conférences
à l'université de Poitiers
e-mail : gilles.porel@univ-poitiers.fr
tél. : 05 49 45 34 07

- **RESPONSABLE POUR LES SITES DU CEEL,
MAJORQUE ET CADARACHE :**
Stéphanie Gautier, maître de conférences
à l'université de Montpellier 2
e-mail : stephanie.gautier@gm.univ-montp2.fr
tél. : 04 67 14 36 48
- **RESPONSABLE POUR LA PLATEFORME
EXPÉRIMENTALE DE STRASBOURG :**
Philippe Ackerer, directeur de recherche CNRS
e-mail : ackerer@imfs.u-strasbg.fr
tél. : 03 90 24 29 09

Nos partenaires

IFR CAREN Rennes, HydrASA Poitiers (UMR 6532)
Géosciences Montpellier (UMR 5243), IMFS Strasbourg

Partenaires institutionnels :

CNRS, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la
Recherche, Université de Rennes I, Université de Poitiers,
Université de Montpellier II, Université Louis Pasteur

Partenaires publics et institutionnels :

Régie municipale de Plômeur, CEA Cadarache, Région
Poitou Charentes, Département de la Vienne (86),
Gouvernement des îles baléares, ITASCA

Partenaires scientifiques associés :

IFP Rueil-Malmaison, IMF Toulouse, IUEM Brest,
UPPA (Pau), ETH Zürich (Suisse), Institut Weizmann (Israël),
université de Birmingham, Edimbourg et Leeds (R.U.),
université polytechnique de Catalogne et d'Oviedo (Espagne),
Université du Maine (Etats Unis) USGS (Etats Unis),
TOTAL (Pau), ESIIP



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

