

Bulletin d'information annuel Projet CASPAR N° 1

Les eaux souterraines dans les roches de socle

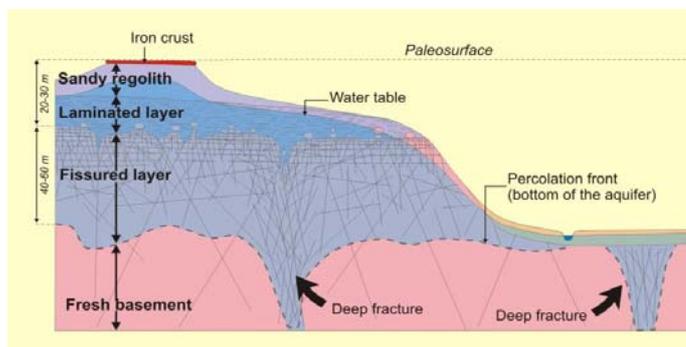
Les régions de socle (granite et roches métamorphiques) sont caractérisées en général par des ressources en eaux souterraines modestes et circonscrites à la sub-surface au sein du profil d'altération stratiforme. Les débits des forages y sont en général relativement faibles, de quelques m³/h en moyenne.

des problèmes aigus de qualité des eaux souterraines peu profondes et superficielles, comme la pollution par les nitrates. A cause de l'inertie des systèmes aquifères la situation est très lentement réversible même si des solutions drastiques de réduction des intrants sont prises, ce qui conduit parfois, à

Au cours des 15 à 20 dernières années, quelques rares forages « semi-profonds », jusqu'à 300 m, ont été réalisés en Bretagne. Certains de ces forages ont rencontré des structures perméables significatives au-delà des horizons de sub-surface avec des débits supérieurs à 80 m³/h. L'objectif du projet CASPAR est de préciser la nature de ces zones aquifères ainsi que leurs relations avec les eaux souterraines moins profondes.

Sommaire :

- Les eaux souterraines dans les roches de socle
- Les objectifs de CASPAR
- Les sites d'étude
- Les premiers résultats : structures géologique et hydrogéologique, l'âge des eaux



Gauche : modèle conceptuel des aquifères au sein des formations de socle (BRGM-Wyns et al., 1999)

Ci-dessus : forage de Saint-Brice-en-Coglès caractérisé par des venues d'eau importantes en profondeur

En Bretagne, la profondeur moyenne des forages varie entre 50 et 60 m. Par ailleurs, certaines régions de socle dotées d'une agriculture intensive, comme en Bretagne, subissent

l'abandon de certains captages destinés à l'alimentation en eau potable ou à la mise en œuvre de procédés de traitements lourds et coûteux.

Les objectifs du projet CASPAR

Le projet CASPAR s'inscrit dans le Contrat de Projet Etat-Région 2007-2013 sur une durée de 3.5 ans, de 2010 à 2013. Mené en collaboration entre le BRGM et le CAREN-OSUR (Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes), le projet vise à améliorer les connaissances scientifiques sur l'origine des eaux « profondes ».

Les principales questions auxquelles le projet souhaite apporter des réponses sont :

(1) Quels sont les liens entre les structures géologiques et hydrogéologiques et la compartimentation verticale de l'aquifère ?

(2) Y-a-t-il des phénomènes de mélange entre les compartiments ? Les flux, lors des pompages, vont-ils influencer la réactivité biogéochimique du système ?

(3) Quels sont les temps de résidence de ces eaux, quel est l'origine de leur minéralisation ?

Outre la connaissance scientifique qu'amènera ce projet R&D sur ces aquifères complexes, les résultats contribueront à déterminer si ces structures sont favorables vis-à-vis d'une exploitation durable, tant du point de vue quantitatif que de la qualité des eaux produites sur le long terme.

Editorial

Le projet CASPAR a démarré début 2010. Au cours de cette première année de projet plusieurs réunions entre le CAREN-OSUR et le BRGM ainsi qu'une réunion d'avancement à Rennes en juin dernier avec les partenaires du projet ont eu lieu.

Déjà de premiers résultats sont arrivés : structure géologique du sous-sol, géochimie, etc., et deux nouveaux forages ont été réalisés à l'automne 2010 sur le site de Saint-Brice-en-Coglès. De plus, un ingénieur recruté par le CAREN-OSUR a intégré l'équipe du projet en fin d'année.

Bonne lecture,

B. Dewandel & L. Aquilina

Le choix des sites d'études

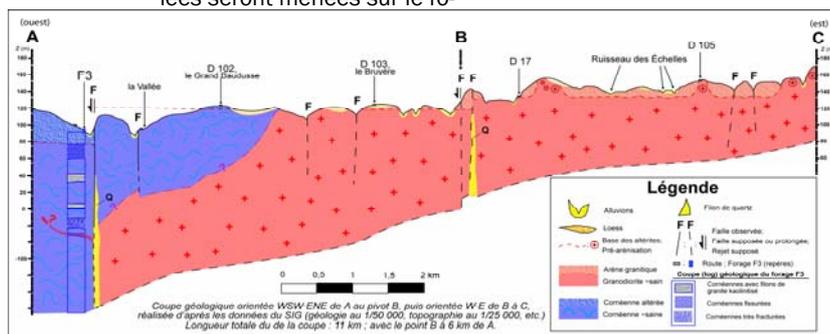
des venues d'eaux importantes accèss sur un filon de granite à 110 mètres de profondeur, et sur des fractures entre 160 et 210 mètres de profondeur

Afin de répondre aux objectifs du projet trois sites ont été choisis pour mener à bien le programme de recherche. Suite aux résultats du projet RAPSODI (Recherche d'Aquifères Profonds dans le SOcle du Département de l'Ille-et-Vilaine), le site de Saint-Brice-en-Coglès, a été retenu pour mener des investigations détaillées dans le cadre du projet CASPAR, notamment avec la réalisation de forages et de pompages. Ce site a été sélectionné en raison de la présence d'importantes venues d'eau en profondeur (entre 110 et 210 m de profondeur pour un débit de l'ordre 80 m³/h). Le site est implanté dans des schistes à proximité du massif du granite de Fougères.

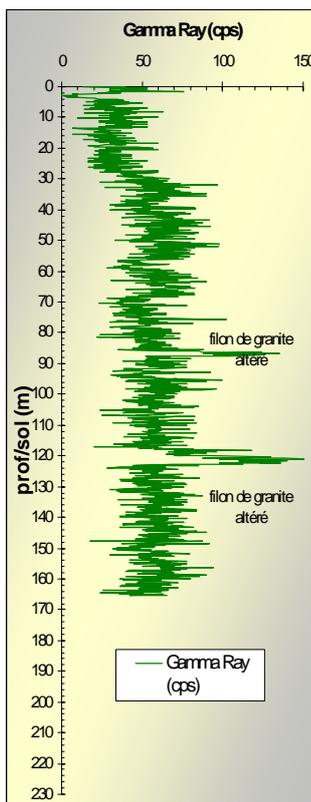
Des investigations moins détaillées seront menées sur le forage F6 implanté en forêt de Rennes (Liffré), afin notamment de disposer d'un référentiel sur un forage très faiblement productif, et sur le forage F1 (Chapelle Janson), afin de confirmer la présence de structures perméables profondes au-delà du profil d'altération stratiforme.

Des investigations moins détaillées seront menées sur le fo-

rage F6 implanté en forêt de Rennes (Liffré), afin notamment de disposer d'un référentiel sur un forage très faiblement productif, et sur le forage F1 (Chapelle Janson), afin de confirmer la présence de structures perméables profondes au-delà du profil d'altération stratiforme.



Coupe géologique : site de Saint-Brice-Coglès (F3)



La localisation des zones d'altération : utilisation de la diagraphie « rayon gamma »

Animation du projet

Plusieurs réunions ont eu lieu en mars 2010 entre le BRGM et le CAREN-OSUR afin de discuter de la planification des phases du projet et des choix techniques concernant notamment l'implantation et la réalisation des ouvrages de reconnaissance et des tests par pompage sur le site de Saint-Brice-en-Coglès.

Une réunion d'avancement du projet s'est tenue au Conseil Régional de Bretagne à Rennes le 29 juin 2010. Cette réunion, première réunion d'inter-visibilité entre les partenaires scientifiques et les co-financeurs du projet a eu pour but de présenter le projet et son programme technique, de montrer les premiers résultats des Tâches 1 et 2, et de faire un point sur les conventions.

Tâche 1 : Caractérisation de la structure de l'aquifère « semi-profond »

En mars 2010, une reconnaissance géologique et hydrogéologique de terrain a été réalisée sur les trois sites.

Afin d'avoir une vision plus détaillée du sous-sol des investigations géophysiques, des coupes électriques longues de 1 km sur 200 à 300 m de profondeur, ont été réalisées sur le site de Saint-Brice-en-Coglès (voir image en page 3). Cette technique a pour but d'« éclairer » les structures géologiques en s'appuyant sur le contraste de propriétés électriques entre les différentes couches géologiques. L'interprétation des données géologiques et géophysiques

montrent que seuls les 60 premiers mètres sont affectés par l'altération (zone fissurée). Plus en profondeur, la géophysique a mis en évidence une structuration importante au sein des schistes : des jeux de failles décalent les niveaux de schistes entre eux sur au moins 50-80 mètres. Il en résulte une structure compartimentée en forme de « grabben ».

Les données de diagraphie — mesures physiques en forage — réalisées dans le cadre du projet RAPSODI ont commencé à être traitées (cf. rayon gamma à gauche).

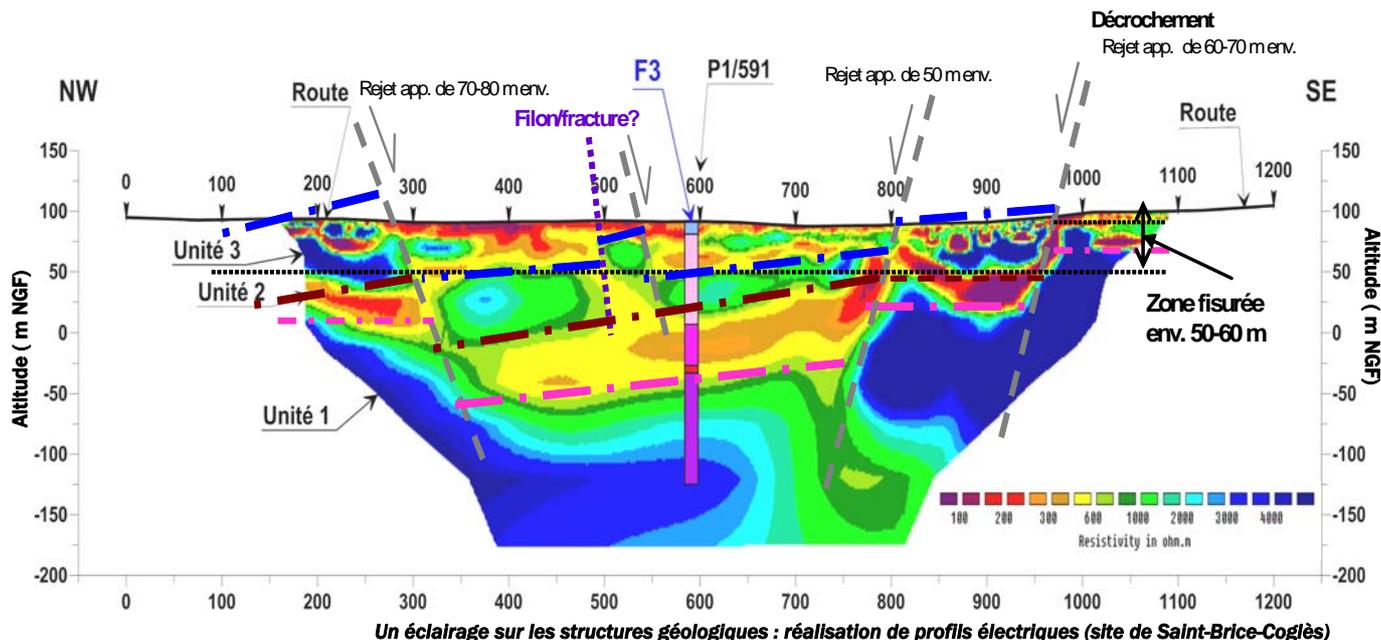


Zone de fractures sur F3 à 165.8 m de profondeur

Des capteurs automatiques de surveillance des niveaux d'eau sont installés dans les forages depuis avril 2010.

Cette tâche est quasi-achevée.

Bulletin d'information annuel Projet CASPAR N° 1 BRGM-CAREN



Tâche 2 : Caractérisation à l'état naturel : état « 0 » du système

Cette tâche constitue la première caractérisation hydrodynamique et hydrogéochimique du forage F3. Son principal objectif est de disposer d'informations suffisantes, en lien avec les résultats de la tâche 1, pour implanter et dimensionner un dispositif expérimental efficace (forages en particulier).

Les données au micro-moulinet, test destiné à repérer et quantifier les zones productives d'un forage, issues des forages F1 et F3

ont commencé à être interprétées. Sur F3, elles montrent que l'ouvrage est recoupé par de nombreuses fractures conductrices, notamment au niveau du filon de granite entre 110 et 120 m de profondeur, mais aussi dans les schistes sous-jacents entre 160 et 210 m de profondeur.

des eaux profondes vieilles de plus d'un demi-siècle

Les premières datations à l'aide des CFC

(chlorofluorocarbones) renseignent sur l'âge des eaux des trois forages. Les données montrent que sur F6 les eaux météoriques sont celles infiltrées, il y a environ 25-30 ans et que sur les forages F1 et F3 ces dernières se seraient infiltrées dans le sous-sol il y a environ 50-60 ans. Les premières analyses chimiques montrent qu'à partir de 30 mètres de profondeur ces eaux relativement anciennes sont exemptes de nitrates.

Tâche 3 : Forages complémentaires sur le site F3

Afin de pouvoir procéder à une caractérisation détaillée des structures perméables semi-profondes du site F3, tant sur le plan de la géologie, de l'hydrogéologie, de l'hydrogéochimie et des processus de transfert, il est prévu la réalisation de 3 sondages complémentaires sur ce site : deux ouvrages au marteau-fond-de-trou (MFT) et un forage carotté de 250 m de profondeur.

Cette tâche initialement prévue pour 2011 a été avancée et a démarré mi-2010. En octobre dernier, les deux ou-

vrages MFT ont été réalisés sur le site à proximité de l'ouvrage F3. Le forage le moins

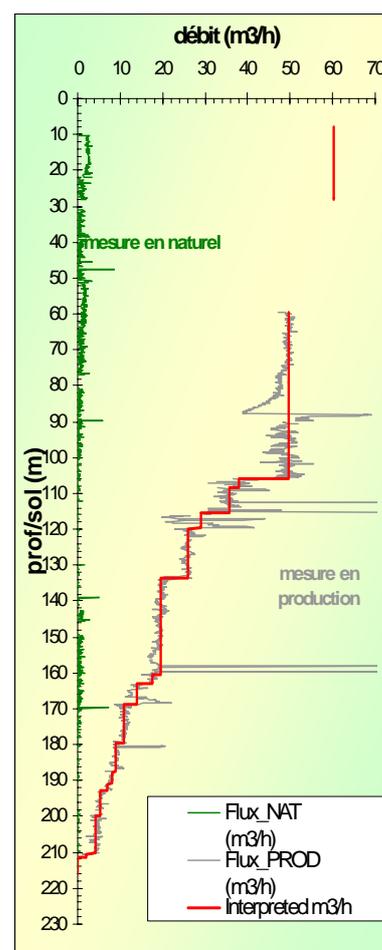


Réalisation du forage de 80 m

profond, 20 m, a recoupé le début du profil d'altération (altérite et zone fissurée). Le débit de l'ouvrage est modeste

de l'ordre de 2 à 3 m³/h. Le second, profond de 80 m a recoupé l'ensemble du profil d'altération et un corps granitique de 55 à 78 m de profondeur. Le débit de l'ouvrage est assez important, de l'ordre de 15 à 20 m³/h.

Les investigations qui seront menées en 2011 devraient permettre de savoir s'il s'agit du même granite que celui rencontré sur F3 et de définir les relations entre les zones productives des différents ouvrages.



Bulletin d'information annuel Projet CASPAR N° 1 BRGM-CAREN



Le projet CASPAR est soutenu par :



Une nouvelle recrue

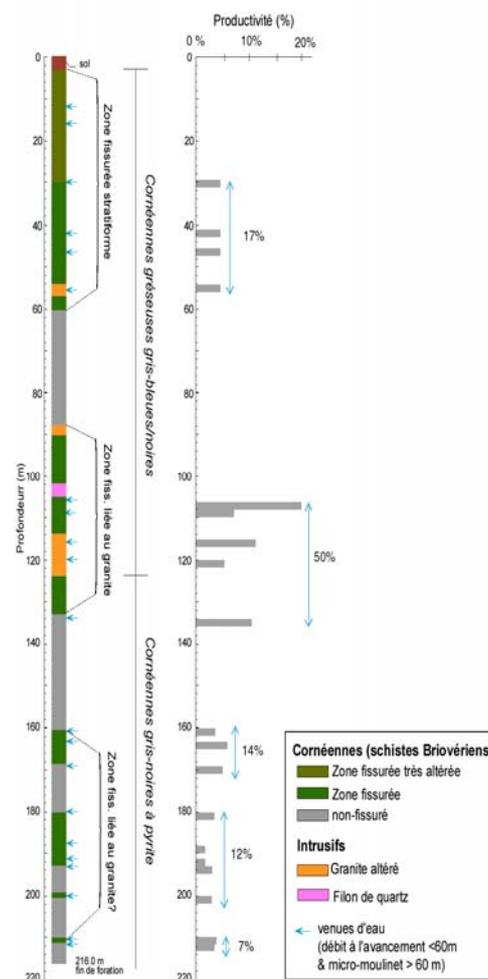
En novembre 2010, Clément Roques, titulaire d'un diplôme d'ingénieur en Géosciences de l'Environnement de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, a été recruté par le CAREN-OSUR sur un poste d'ingénieur dans le cadre du projet CASPAR pour une durée de 3 ans.



C. Roques interviendra notamment lors de la réalisation d'expérimentations de terrain : forage carotté, tests hydrauliques, diagraphies hydrauliques, etc., et sur la caractérisation chimique des eaux souterraines. De plus, il participera à l'interprétation et à la valorisation des données.

C. Roques a été choisi pour son autonomie et ses capacités rédactionnelles et relationnelles, auxquelles viennent s'ajouter ses connaissances sur les milieux fracturés et son intérêt dans le domaine de l'hydrochimie et l'hydrogéologie quantitative. Disciplines qu'il a notamment pu aborder au cours de ces différentes expériences professionnelles au BRGM (services géologiques régionaux de Midi-Pyrénées et de la Guadeloupe) et avec l'ONG « World Geologist ».

Forage F3 Saint-Brice-en-Coglès



Perspectives pour 2011

- Finalisation des tâches 1 & 2 du projet avec notamment la construction d'un modèle géologique du site de Saint-Brice-en-Coglès et l'acquisition de données géochimiques et diagraphiques (diagraphies de fluides, micro-moulinet sur l'ensemble des ouvrages).
- Tâche 3 : acquisition de données complémentaires : réalisation d'un forage carotté de 250 m sur le site de Saint-Brice-en-Coglès. Cette réalisation est prévue pour le premier semestre 2011.
- Tâche 4 : Analyse des échantillons de roche des nouveaux forages. Cette tâche devrait être réalisée en 2011.
- Tâche 5 : Caractérisation détaillée du site de Saint-Brice-en-Coglès.

Fort de ces quatre forages, le site offrira un dispositif expérimental exceptionnel pour entreprendre un examen détaillé du comportement hydrogéologique et géochimique des structures perméables semi-profondes. En automne 2011, il est prévu un programme d'acquisition de données hydrogéologiques, géochimiques et microbiologiques basé sur la réalisation de pompages en interférence sur le site. L'essai le plus long, de 2 à 3 mois de pompage, sera réalisé sur l'ouvrage F3 avec un « packer » -obturateur- à 70 m permettant de capter uniquement les venues d'eaux profondes. Un autre pompage mais d'une durée de 2 jours seulement sera effectué sur le forage de 80 m de profondeur récemment réalisé, il servira à caractériser l'aquifère de surface.

Pour plus d'informations

Benoît Dewandel
BRGM
1039 rue de Pinville
34 000 Montpellier
Tél. : 04.67.15.79.82
b.dewandel@brgm.fr

Luc Aquilina
CAREN-OSUR- Géosciences Rennes Univ.1
Av. du Général Leclercq
35 0424 Rennes
Tél. : 02.23.23.67.79
luc.aquilina@univ-rennes1.fr