

# Energie

## **CONNAISSANCE ET UTILISATION DE LA CHALEUR RENOUVELABLE SUR LE SOL FRANÇAIS GEOOTHERMIE 2030 – ENER13 – chef de projet : Albert Genter**

A l'heure où il faut réduire les émissions de gaz à effet de serre et la consommation de combustibles fossiles, la géothermie est appelée à jouer un rôle déterminant dans le paysage énergétique. Dans ce contexte, le projet cadre GEOTHERMIE 2030 s'articule autour de quatre objectifs majeurs : une meilleure connaissance des ressources géothermales, le développement de systèmes d'exploitation des réservoirs, les méthodes d'utilisation et de conversion de l'énergie géothermique et enfin sa promotion.

En ce qui concerne les ressources, il s'agit notamment d'évaluer celles des réservoirs argilo-gréseux des bassins sédimentaires français (projet cible Clastiq) et de piloter le projet de réseau ENGINE (*ENhanced Geothermal Innovative Network for Europe*). Quant aux systèmes d'exploitation, ils font notamment l'objet du projet cible EGS Pilot Plant, qui concerne des expérimentations à grandes profondeurs dans les trois forages de Soultz-sous-Forêts. Il s'agit là de tests de circulation entre forage d'injection et forages de production. De son côté, le projet GEFrac-2 vise à améliorer les modèles conceptuels EGS décrivant le comportement thermo-hydro-mécanique des milieux fracturés.

Pour l'utilisation de l'énergie géothermique, un état des lieux est réalisé sur les possibilités d'intégration de la géothermie dans les systèmes de polygénération d'électricité, de chaleur et de froid (projet Camelia). Le BRGM contribue également à la mise en place d'une "feuille de route" de l'hydrogène en Europe (projet HyWays2). Par ailleurs, il étudie les possibilités de développement de la géothermie dans une optique de développement de l'hydrogène (projet Protech H2).

Enfin, la diffusion de la géothermie est suspendue à l'amélioration des rapports coût-efficacité de cette énergie. Cela concerne les pompes à chaleur géothermales (projet cible GroundHit) et les systèmes de production d'électricité géothermique par des dispositifs fonctionnant à basse température (projet Low Bin), ainsi que les dispositifs de sondes géothermiques associés à des pompes à chaleur (projet Ground-Reach).

## **ELECTRICITE GEOTHERMIQUE DANS LES DOM ELEGEDOM – ENER14 – chef de projet : Bernard Sanjuan**

En Guadeloupe, la production d'énergie électrique pourrait être couverte à hauteur de 20 % par la géothermie haute température dans un avenir proche, grâce à l'extension du champ de Bouillante. Le projet cadre ELEGEDOM se fixe pour objectif de poursuivre les études en la matière : développement de méthodes d'exploration et d'estimation du potentiel géothermique en milieu insulaire, optimisation des méthodes de surveillance, d'exploitation et de gestion des sites concernés, et sécurisation de la production d'électricité. Il améliorera ainsi le positionnement des opérateurs français dans les développements internationaux (Caraïbes, La Réunion, îles méditerranéennes ou polynésiennes, îles Kouriles, Indonésie).

Plus précisément, le projet cible GHEDOM-ADEME, financé partiellement par l'ADEME, doit permettre de perfectionner le modèle conceptuel du champ géothermique de Bouillante, d'estimer les caractéristiques hydrodynamiques du réservoir, et de mieux connaître sa géométrie et sa profondeur (expérimentations géophysiques, analyses minéralogiques et isotopiques, etc.). Dans le cadre du suivi et de la surveillance de l'exploitation de ce champ, il s'attache, en outre, à réaliser des travaux de géophysique et de géochimie sur site, ainsi que des simulations numériques en hydrodynamique et en géochimie du comportement de ce champ, à l'échelle des forages de production et du champ. Afin de mieux préparer l'avenir, une étude bibliographique sur la problématique de la réinjection des fluides produits est également envisagée.

Par ailleurs, dans le cadre du projet cible I-GET, une nouvelle approche d'exploration des ressources doit être mise au point, sur la base de méthodes géophysiques : sismique active et passive, magnétotellurique. L'idée est d'améliorer la détection des cibles, préalablement à la réalisation des forages.

## **STOCKAGE GEOLOGIQUE DE CO<sub>2</sub> EN FRANCE**

### **STOCK CO<sub>2</sub> – ENER15 – chef de projet : Didier Bonijoly**

Quel type de site choisir pour stocker le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) ? Comment évaluer l'intégrité d'un tel stockage et en garantir la sûreté à l'échelle de plusieurs siècles ? Autant de questions qui structurent le projet cadre GEOCARBONE, dont le but est de réaliser à l'horizon 2009 un pilote semi-industriel de stockage de CO<sub>2</sub> dans le bassin de Paris. Deux types de stockage sont envisagés, tous deux localisés dans le quart Sud-est du bassin parisien : dans un gisement d'hydrocarbure mature (Saint-Martin-de-Bossenay) et dans un aquifère salin profond (du Dogger et/ou du Keuper).

L'étude de site (GéoCarbone-Picoref) devra notamment se traduire par la production d'une synthèse sur les caractéristiques d'un tel stockage, mais aussi par l'identification des développements scientifiques et/ou techniques nécessaires. Parmi les questions traitées, celle relative à l'injectivité d'un puits de CO<sub>2</sub>, sa compréhension et son évolution (GéoCarbone-Injectivité). Les mécanismes risquant d'affecter à terme l'intégrité des formations de couverture sont étudiés dans le cadre de GéoCarbone-Intégrité. Le projet GéoCarbone-Monitoring vise à élaborer des méthodes de contrôle et de surveillance du gaz injecté dans le sous-sol. Il doit également permettre d'évaluer la part de CO<sub>2</sub> susceptible d'être réémise dans l'atmosphère. Au final, il s'agit d'achever la caractérisation de sites sur le sol français. Le projet RTPG-PICOREF ira jusqu'à l'élaboration d'un dossier de recevabilité.

Dans une perspective plus globale, le projet ADEME-METSTOR vise à concevoir un outil d'aide à la sélection de sites de stockage efficace. Il s'agira dans un premier temps d'un démonstrateur. Il prendra en compte tous les aspects du stockage, y compris celui de l'acceptabilité par l'opinion publique. Parallèlement, le BRGM continue d'assurer le secrétariat du Club CO<sub>2</sub>, qui regroupe les acteurs industriels et scientifiques de la capture, du transport et du stockage du gaz carbonique.

## **EXPERTISE ET EXCELLENCE EUROPEENNE SUR LE STOCKAGE GEOLOGIQUE DE CO<sub>2</sub>**

### **CO2SEQ – ENER16 – chef de projet : Isabelle Czernichowski-Lauriol**

Pionnier dans le domaine du stockage géologique du CO<sub>2</sub> dès 1993 depuis sa participation au 1er projet de recherche européen Joule 2, le BRGM accentue son effort depuis quelques années. Le projet cadre CO2SEQ vise à développer toujours plus l'excellence du BRGM et de l'Europe sur cette technologie émergente, avec une extension à celle du stockage des gaz acides (CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>S). Il s'articule autour de 7 projets de recherche européens (CO2STORE, CO2NET, CASTOR, CO2GEONET, InCA-CO2, CO2REMOVE, EU GeoCapacity) et de 2 projets de recherche en partenariat industriel avec Total.

L'établissement est ainsi impliqué dans plusieurs collaborations à l'échelle européenne ou internationale. Il est manager adjoint du réseau d'excellence CO<sub>2</sub>GeoNet qui intègre 13 organismes de recherche européens de renommée internationale et y coordonne les activités de recherche conjointes ainsi que le thème « modélisation prédictive ». Il pilote également une action de transfert de technologie en Chine, dans le cadre du projet européen EU GeoCapacity. Destiné à évaluer le potentiel de stockage européen, celui-ci inclut en effet une collaboration avec les membres du *Carbon Sequestration Leadership Forum* (CSLF). Il participe au réseau thématique européen CO2NET facilitant les échanges entre chercheurs, développeurs et utilisateurs de la technologie de capture et le stockage du CO<sub>2</sub> ainsi qu'à InCA-CO2, action de support à la Commission Européenne lors de forums internationaux tels que le CSLF. Il est aussi appelé à donner des avis d'experts dans le cadre de groupes de travail internationaux ou européens (GIEC, CSLF, IEA GHG, Convention de Londres, ...).

Les activités de recherche de ce projet concernent : la modélisation à long terme de la migration et de la réactivité du CO<sub>2</sub>, les critères de sélection des sites, les techniques de *monitoring* et d'évaluation des risques. Elles s'appuient sur des sites pilotes de stockage de CO<sub>2</sub> (Sleipner, Weyburn, In-Salah), des sites potentiels de stockage en Europe, des gisements naturels de CO<sub>2</sub> ou des sites avec des émanations naturelles de CO<sub>2</sub> en surface.

## **CRITERES DE SECURITE POUR LE STOCKAGE GEOLOGIQUE DU CO<sub>2</sub>** **CSCO<sub>2</sub> – ENER17 – chef de projet : Hubert Fabriol**

Le stockage géologique du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) étant désormais considéré comme une solution viable pour réduire les émissions de ce gaz dans l'atmosphère, il est crucial d'en étudier la sécurité et les risques. Le projet CSCO<sub>2</sub> vise à établir un ensemble de recommandations qui puisse servir de canevas à l'administration et aux opérateurs potentiels pour une mise en œuvre sûre des projets de stockage, depuis le choix du site jusqu'à son abandon et la remise à l'Etat. L'objectif est que l'impact sur les personnes, les biens et l'environnement soit négligeable à court, moyen et long terme.

Les critères de sécurité se déclinent autour de quatre grands thèmes, les trois premiers relevant de la phase de certification, le dernier de l'étape de réalisation : choix du site, analyse des performances et des risques, gestion de la sécurité du stockage et mise en œuvre de la surveillance et d'actions correctives en cas de fuite. Le premier thème impose de bien connaître la géologie du site concerné. L'analyse des performances et des risques passe par la conception de scénarios, la modélisation du comportement du CO<sub>2</sub> et l'analyse des incertitudes. Les deux autres thèmes sont relatifs au dimensionnement de la surveillance, aux situations d'urgence, ainsi qu'à la fermeture et à l'abandon de l'installation concernée.

Dans ce contexte, un état de l'art est établi sur la sécurité des stockages géologiques ainsi qu'une méthodologie de construction de scénarios. C'est sur cette base qu'est construit le programme de recherche, qui porte notamment sur des thèmes non encore abordés dans les autres projets cadres, ou insuffisamment traités à ce jour. C'est par exemple le cas de la modélisation couplée géochimique-géomécanique du comportement des ciments, ou encore la prise en compte des failles et de l'aléa sismique et l'approche mathématique du calcul des incertitudes.