



Activités de
**Service
Public**

R A P P O R T

2011

Activité de Service Public - Rapport - 2011

Risques naturels
géologiques

Accès à
la connaissance
géologique

Eaux
souterraines

Littoral

Ressources
minérales

Après-mine

Systèmes
d'information

Sites, sols pollués
et déchets

Géothermie



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Editorial	03
L'activité de Service Public du BRGM	04 à 06
L'activité 2011 en quelques chiffres	05
Accès à la connaissance géologique	07 à 13
Eaux souterraines	15 à 22
Risques naturels géologiques	23 à 32
Sites, sols pollués et déchets	33 à 39
Géothermie	41 à 47
Littoral	49 à 54
Systèmes et diffusion de l'information	55 à 60
Ressources minérales	61 à 64
Après-mine	65 à 68

Le 11 mars 2011 à 14h46, un séisme de magnitude 9,0 survenait au large des côtes nord-est de Honshu, la plus grande île de l'archipel située au Nord du Japon.

L'énergie colossale libérée par de très forts déplacements sur le plan de subduction a généré un séisme de classe majeure, mais 90% des pertes humaines ont été causées par un effet induit : un tsunami. Celui-ci est aussi à l'origine d'effets destructeurs sur les infrastructures et les bâtiments, déjà affectés par le séisme, dont l'accident nucléaire majeur de Fukushima. Il a impliqué l'évacuation de près de 215 000 personnes.

Ainsi cette catastrophe ayant touché un pays connu pour son exemplarité en matière de gestion du risque sismique a dramatiquement révélé l'importance des effets dominos (phénomènes induits) que des approches systémiques permettront seules d'appréhender efficacement.

Les impacts physiques, environnementaux, économiques et sociaux de cette catastrophe ont eu un tel retentissement planétaire que la nécessité de mieux connaître, prévoir, alerter, apprendre à réagir, ... semble être désormais partagée par tous. Cela souligne l'impérieuse nécessité de renforcer les efforts d'ores et déjà engagés par la France pour prévenir ces risques et se préparer à gérer de telles crises composites.

Certes, la France Métropolitaine reste caractérisée par une sismicité modérée typique des régions intra-contininentales à faible taux de déformation. Cependant, la croissance de la population et l'essor associé des activités économiques augmentent irrémédiablement, sans une réelle prise en compte du risque sismique, la vulnérabilité des populations et des biens. L'enjeu est important car un séisme même modeste pourrait générer d'importants dommages. Les exemples de l'Aquila en Italie (2009) et de Lorca en Espagne (2011) illustrent malheureusement cette sombre réalité.



Philippe Dutartre,
*Directeur de l'Appui
aux Politiques Publiques*

Aux Antilles, à une croissance très forte de la population et à un développement relativement anarchique du bâti, augmentant de fait sa vulnérabilité, s'ajoute ainsi désormais la crainte d'un méga-séisme de type japonais (supérieur aux magnitudes maximales jusqu'ici estimées), dans la zone de subduction de l'arc antillais, et surtout de ses incidences en termes de secousses sismiques et de tsunamis sur la Martinique et la Guadeloupe.

Si le « Plan Séisme », conduit par l'Etat entre 2005 et 2010, et auquel le BRGM a fortement contribué, a permis de nombreuses avancées notamment en termes d'actualisation de la connaissance de l'aléa, d'information des collectivités territoriales et des particuliers et de mobilisation des services de l'Etat, les efforts engagés doivent être maintenus. Ils doivent viser d'une part, à poursuivre les recherches sur la connaissance de l'aléa sismique et d'autre part, à renforcer la sensibilisation de tous les publics, à accroître les réalisations opérationnelles en matière de réduction de la vulnérabilité et enfin, à améliorer la gouvernance de la politique de prévention du risque sismique.

Fukushima : un événement mobilisateur

Cette volonté de réduction globale et systémique de la vulnérabilité des établissements humains doit se décliner par une approche multi-risque. Outre la prise en compte du bâti (en intégrant les contraintes liées aux autres risques naturels et technologiques), des actions de sensibilisation à la sismicité (notamment là où elle est faible ou modérée) doivent être poursuivies pour conduire à des solutions d'aménagement des territoires qui incluent la gestion de crises composites.

Pour appuyer l'action publique, le BRGM s'appuie sur une équipe, qui a montré sa capacité à se mobiliser dans l'urgence, d'une centaine d'ingénieurs spécialisés en risques naturels dont une quarantaine sur les risques sismiques et tsunamis.

L'activité de Service Public du BRGM

Les activités de Service Public regroupent l'ensemble des missions d'appui aux politiques publiques réalisées au profit de l'Etat, d'établissements publics et de collectivités locales.

Selon les termes du contrat Etat-BRGM 2009-2012 « Elles concernent notamment la mise au point d'outils et de méthodes, la collecte, le traitement et la mise à disposition de l'information ainsi que l'expertise au service des pouvoirs publics. Elles sont mises en œuvre dans le cadre et le périmètre discutés au sein du Comité national d'Orientations du Service Public (CNO-SP), qui réunit les représentants des principales administrations concernées et rend compte au Conseil d'Administration ».

Ce comité propose annuellement les orientations générales des actions de Service Public à partir notamment des demandes des Comités régionaux de programmation réunis par les préfets de région. Ce dispositif, mis en place depuis 2000, garantit, au travers des orientations nationales, la conformité des actions retenues aux missions du BRGM et au contenu de son contrat quadriennal avec l'Etat, ainsi que leur adéquation aux besoins des acteurs locaux.

Les activités de Service Public du BRGM sont financées par :

- une subvention pour charge de service public du ministère chargé de la Recherche (programme 187) ;
- des subventions attribuées sur programme par les autres ministères ;
- des conventions de partenariat avec, en particulier, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), les Agences de l'eau - et les Offices de l'eau dans les DROM, l'ADEME, les Collectivités territoriales et l'Union européenne (FEDER).

L'activité est localisée dans les 27 services géologiques régionaux (métropolitains et ultramarins), dans les services et départements thématiques d'Orléans (géologie, eaux souterraines, environnement et procédés innovants, ressources minérales, risques naturels et sécurité du stockage géologique du CO₂, géothermie, systèmes d'information, monitoring-météologie-analyses) et leurs implantations à Montpellier (eaux souterraines) et à Marseille (risques naturels). Le thème de l'après-mine est développé à partir des pôles GEODERIS de Nancy, d'Alès et de Caen.

Les domaines d'activités

L'accès à la connaissance géologique pour l'aménagement : référentiel géologique, référentiel géophysique, banque de données du sous-sol, accueil du public et mise à disposition des connaissances sur le sous-sol, gestion des données de sismique pétrolière et de forages pétroliers, patrimoine géologique, géothèque et géologie urbaine ;

Les eaux souterraines : réseau national de suivi quantitatif de l'état des nappes, bilans et diffusion des connaissances sur les eaux souter-




L'activité en quelques chiffres

raines (banque de données sur les eaux souterraines (ADES), référentiel hydrogéologique, synthèses et systèmes d'information hydrogéologiques, bulletins de situation hydrologique), appui à la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau et au développement du Système d'Information sur l'eau (SIE), appui au Service central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prédiction des Inondations (SCHAPI), exploitabilité et protection de la ressource (modélisation, volumes prélevables, aires d'alimentation de captages, etc.), vulnérabilité des nappes aux pollutions, ressources en eaux thermales et minérales, appui aux services en charge de la police de l'eau, participation au réseau de laboratoires référents AQUAREF ;

Les risques naturels géologiques : amélioration de la connaissance des phénomènes géologiques (bases de données historiques), de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque, appui à la politique d'information préventive de l'Etat, cartographie des aléas et des risques en vue de la mise en place des plans de prévention, préparation à la crise, appui à la maîtrise d'ouvrage (services centraux, services déconcentrés) pour la mise en œuvre des politiques de prévention (en particulier « plan séisme »), expertise publique sur l'impact environnemental et les critères de sécurité d'exploitations potentielles d'hydrocarbures non conventionnels, sécurité du stockage géologique du CO₂ ;

Les sites, sols pollués et les déchets : outils de gestion des sites pollués, inventaire des anciens sites industriels et activités de service, investigations sur les lieux d'accueil recevant des populations sensibles situés sur des anciens sites industriels, suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des installations classées, inventaire et cartographie des sites aptes à la réalisation de

Globalement, l'activité de service public a augmenté de 4,3 % en 2011. En faisant abstraction du très important programme d'identification des risques potentiels liés à l'implantation d'établissements sensibles (crèches, écoles, etc.) sur d'anciens sites industriels, elle augmente de 0,2 %.

+4,3 % 
d'augmentation d'activité du Service public

La dotation affectée à l'action 6 « Diffusion, valorisation et transfert des connaissances et des technologies » du programme 187 de la LOLF s'est élevée en 2011 à 20,59 M€ TTC, montant en légère hausse par rapport à 2010 (20,30 M€).

Le niveau des ressources externes produites en 2011, soit 39,48 M€ TTC, est quant à lui en progression de 5,9 % par rapport à celui de 2010. Il a représenté près de 66 % de la production totale du programme.

Répartition de la production 2011 (60,07 M€ TTC)

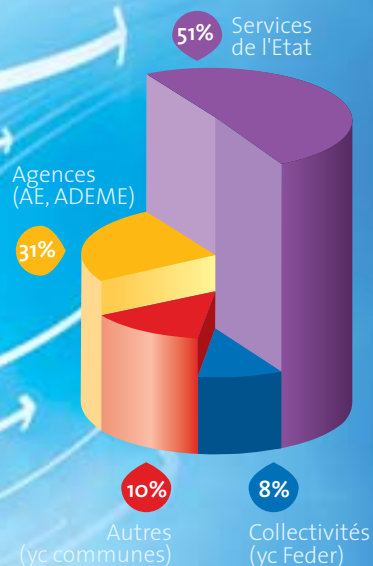
39,48 M€
de ressources contractuelles
66 %

20,59 M€
de dotation
34 %

Cette progression provient essentiellement d'une croissance des sollicitations de l'Etat liée à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement et du Plan National Santé Environnement 2, ainsi qu'au développement important des partenariats avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), les Agences de l'eau et l'ADEME.

Cette croissance de la production sur ressources externes a notamment concerné les eaux souterraines (partenariat avec l'ONEMA et les Agences de l'eau, mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau), les sols pollués et déchets (programme « Etablissements sensibles », inventaire des anciens sites industriels et activités de service, etc.), les systèmes d'information (développement des infrastructures spatiales interoperables à destination des acteurs publics, appui à la mise en œuvre de la directive INSPIRE), le littoral (mise en œuvre du Grenelle de la Mer, Directive Cadre sur l'Eau, Directive Cadre Inondation, Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, etc.), la géothermie (feuille de route conjointe avec l'ADEME) et les ressources minérales (activités sur l'intelligence économique et les substances stratégiques, etc.).

La répartition de l'activité par domaines et par nature de partenaires est représentée respectivement par les graphiques.



centres de stockage de déchets, aide à la conception et à l'évaluation environnementale des filières de gestion des déchets, exposition à des éléments d'origine naturelle ou anthropique dangereux, expertises auprès des services de l'Etat et réalisation de tierces expertises sur des dossiers particuliers ;

L'après-mine : expertise pour la gestion de l'après-mine : systèmes d'information, cartographie du risque, prévention des affaissements, évaluation et réduction de l'impact environnemental (à travers la participation, conjointe avec l'INERIS, au Groupement d'Intérêt Public GEODERIS) ;

Les ressources minérales : observatoire des matières premières minérales, système d'information sur les ressources minérales (SIRM), intelligence économique, substances

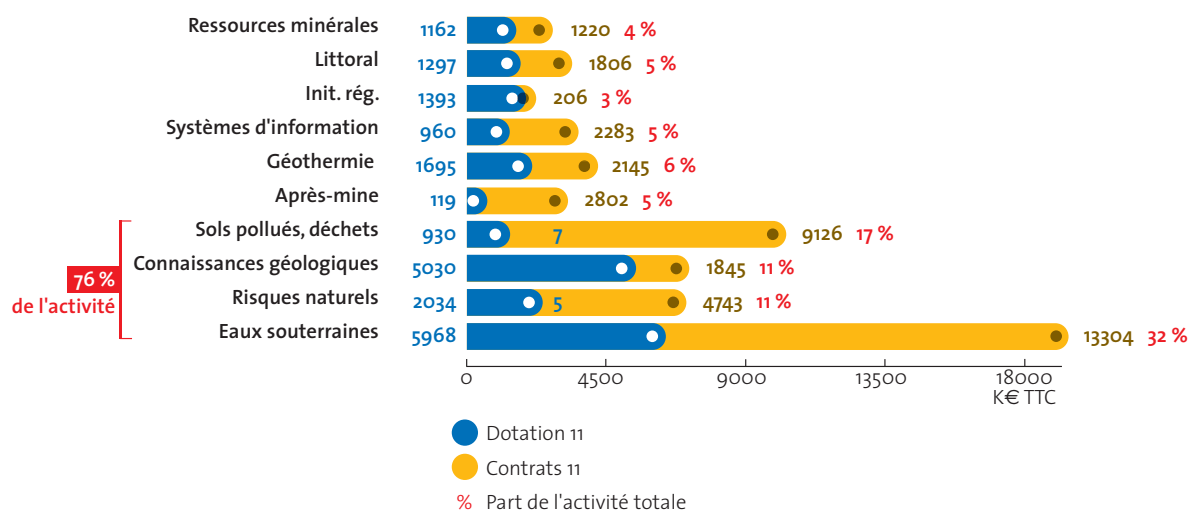
stratégiques, recherche de matériaux de substitution aux granulats alluvionnaires, révision des schémas départementaux des carrières, observatoire national des matériaux, valorisation des ressources minérales locales pour l'artisanat, impact des exploitations sur l'environnement ;

La géothermie, en partenariat avec l'ADEME : diffusion de l'information concernant la géothermie, promotion, participation à l'animation de la filière pompes à chaleur, gestion de la charte « qualité foreurs » et participation à l'instauration d'un système qualité spécifique en géothermie, évaluation de l'impact de la géothermie sur les systèmes aquifères, identification des potentiels géothermiques régionaux, modélisation et systèmes d'aide à la décision pour la gestion durable des ressources géothermiques ;

Le littoral : mise en place et gestion de réseaux d'observation de l'évolution du trait de côte face aux marées, aux tempêtes et aux tsunamis, cartographie des risques, expertise et prévision d'évolution, hydromorphologie côtière, recherche de sites aptes au stockage intermédiaire d'hydrocarbures (plans POLMAR) ;

Les systèmes d'information : développement du géoportail français (géocatalogue), participation à la mise en place du portail de l'Environnement, mise en œuvre de la directive européenne INSPIRE, hébergement et diffusion de nombreux systèmes d'information environnementaux pour le MEDDTL, développement d'applications de consultation de données géologiques sur Smartphone.

Répartition de la production 2011 par domaines (k€ TTC)





Accès à la connaissance géologique

La plupart des questions environnementales ne peut trouver de solutions pertinentes sans une bonne connaissance de la nature géologique du proche sous-sol.

Cela suppose la constitution d'un Référentiel Géologique (RGF) incluant l'acquisition de connaissances sur le sous-sol, leur actualisation et leur mise à disposition dans des formats adaptés aux besoins. Ce Référentiel Géologique constitue le socle de la connaissance dans de nombreux domaines thématiques : eaux souterraines, risques naturels, aménagement, énergie géothermique, stockage du CO₂, sites et sols pollués, ressources minérales, déprise minière, sous-sol urbain, formation, patrimoine architectural, etc.

En 2011, l'effort de constitution du Référentiel Géologique s'est traduit par la poursuite de la collecte et de la numérisation des données, leur validation scientifique et leur diffusion améliorée. Des liens étroits ont été tissés et renforcés avec la communauté de chercheurs en charge de la collecte de données géoscientifiques sur les « chantiers RGF ».

Epais profil d'altération développé sur les roches volcaniques de Mayotte.

Banque de données du sous-sol

Guichet H

Validation des forages et cartes d'isovaleur

Régolithe

Banque nationale de données de gravimétrie

Base nationale de données géophysiques aéroportées

Patrimoine Géologique et Géothèque

Accueil et mise à disposition des connaissances

Les projets remarquables



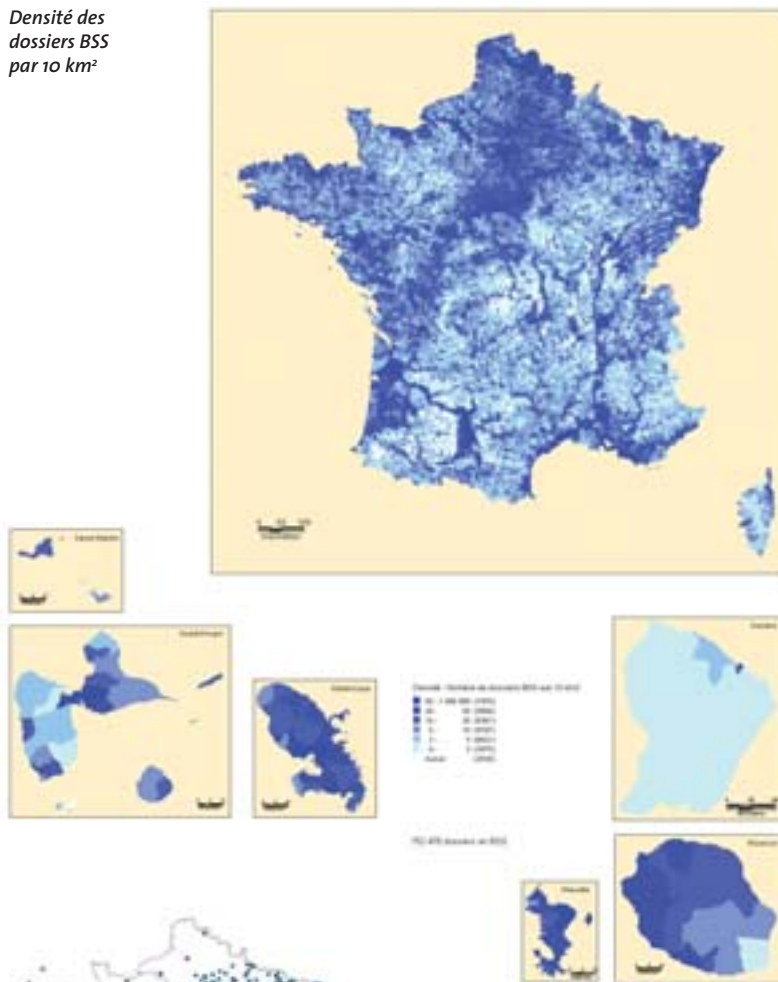
► Banque de données du sous-sol

La collecte des données de forage s'est poursuivie et, fin 2011, le nombre total des ouvrages archivés dans la BSS est de 751 372. En un an, la production a été de 26 519 équivalents dossiers. Le nombre de déclarations de travaux (cf. article 131 du Code Minier) reçues au BRGM atteignait 7 835 fin 2011.

Le total de documents numérisés s'élève à 2 314 261, soit une moyenne de 3 documents par dossier. Tous ces documents sont accessibles sur le site internet du BRGM sous forme de Géor@pports et gratuitement sur InfoTerre™.

En parallèle, les 1 500 000 microfiches réalisées dans les années 1980 à 1995, puis numérisées de 2006 à 2009, sont progressivement intégrées dans l'ensemble des documents numérisés de la BSS. On en compte 390 000 qui sont maintenant intégrées, soit 25%.

Densité des dossiers BSS par 10 km²



► Guichet H

La mission de gestion des données publiques de forages pétroliers et des données sismiques s'est poursuivie en 2011, collectant les données originales et les mettant à disposition sous format et support modernes. Démarrée en 2006, et confirmée en 2008 par le MEDDTL, cette mission appelée « Guichet Hydrocarbures » a permis de sauvegarder à ce jour environ 36 % des données sismiques acquises en France depuis les années 1970, soit plus de 75 000 km. Le taux de mise à disposition des données de sismique à de nouveaux opérateurs est resté élevé en 2011 avec plus de 7 000 km de données, chiffre similaire à celui de 2010. De même, concernant les forages pétroliers, les demandes de données scannées se sont maintenues à un niveau élevé avec un chiffre de 2 070 (2 200 en 2010) forages mis à disposition du monde industriel et universitaire.



Localisation des 2 070 forages mis à disposition en 2011 pour des demandes venant du monde industriel et universitaire

Un site internet spécifique aux données du « Guichet H » (www.beph.net), a été mis en ligne en Septembre 2011, et connaît déjà un franc succès. Ce site permet en effet d'identifier facilement les puits pétroliers et les documents disponibles, et facilite grandement les démarches de mise à disposition de ces documents.

► Validation des forages et cartes d'isovaleur

Au sein du programme Référentiel Géologique de la France (RGF), le projet Validation des forages et cartes d'isovaleur (LOGISO) est plus particulièrement en charge de l'homogénéisation du découpage géologique et stratigraphique des forages et de la production de cartes d'isovaleurs (isohypses des interfaces lithologiques et stratigraphiques), afin de fournir aux utilisateurs une information homogène et à forte valeur ajoutée sur l'ensemble du territoire.

En 2011, le projet LOGISO a vu ses activités se diversifier, d'une part d'un point de vue de l'acquisition et de la validation de nouvelles données mais également dans l'optique de

l'amélioration de la base de données des logs vérifiés. Les axes majeurs du projet sont décrits ci-dessous :

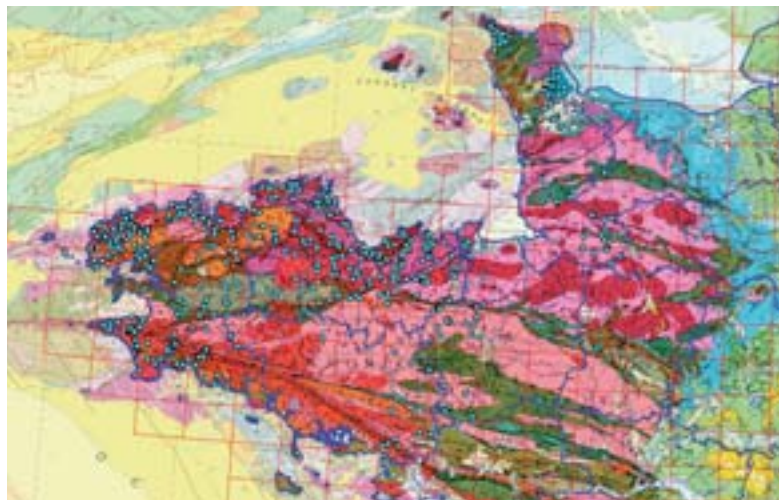
Alimentation de la base de données des Logs de Référence

Le projet est riche d'une base de données de plus de 80 000 ouvrages dits vérifiés. En 2011, une grande partie des efforts a porté sur l'alimentation de la base de données de forages de référence, à partir des forages profonds qui disposent de l'information géologique la plus complète. Ces forages sont des points de contraintes incontournables pour les modélisations en isovaleurs.

Mise à disposition des grilles isovaleurs

En 2011, Logiso a fourni au projet de fournitures de données géoscientifiques sur téléphones portables les grilles isovaleurs disponibles sur le Bassin de Paris, le Bassin d'Aquitaine et le fossé de la Bresse. LOGISO accompagne ainsi, en partenariat avec le service informatique du BRGM, les mises à jour et les compléments nécessaires à l'application smartphone dédiée (Sud-Est, Alsace, Limagnes...).

Carte de localisation des forages LOGISO contrôlés.



545 forages de référence ont été produits ainsi qu'une méthodologie de travail spécifique pour une montée en puissance de ce programme.

Retraitements sismiques

En 2011, le projet Logiso a lancé un retraitement complémentaire de profils sismiques sur le Bassin d'Aquitaine qui sera finalisé en 2012. Une première interprétation des profils sera produite. Cette phase aboutira à la mise à jour in fine des cartes isohypses existantes.

Interprétations sismiques

En 2011, l'ensemble des profils sismiques de l'Étude Non-Exclusive du Bassin de Paris a été pointé sous station d'interprétation. Les grandes coupures stratigraphiques ont été ainsi corrélées.

➤ Régolithe

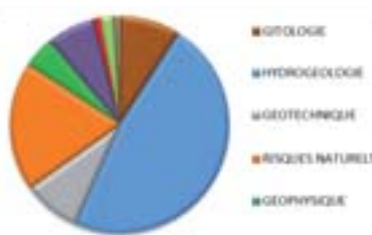
La réalisation d'un inventaire et d'un archivage des données publiques (issus des rapports BRGM) sur les formations du régolithe a été entreprise ces dernières années.

En parallèle, une carte de synthèse à l'échelle du million des formations du régolithe a été produite. Les données issues de ces travaux ont été capitalisées et structurées. Ainsi, un ensemble de couches numériques dédiées aux formations géologiques de surface est disponible depuis 2010 via le portail InfoTerre™.

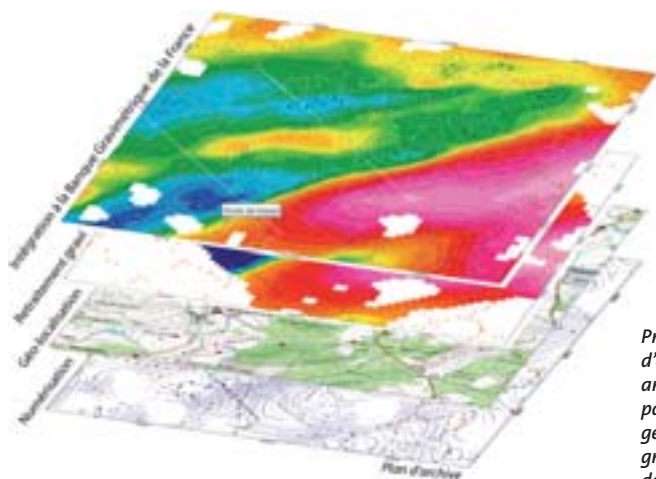
En 2011, l'inventaire et l'archivage des données disponibles dans la documentation rassemblée par le BRGM ont été poursuivis. Plus des deux tiers des données issues des

rapports publics concernant les formations du régolithe sont aujourd'hui mises à disposition, couvrant plus de 68 départements. Au total, 1 125 fiches ont été créées.

Les entités administratives (région, département, commune) sont interrogeables via InfoTerre et l'utilisateur accède à toutes les fiches de métadonnées contenues dans leur emprise. Sont détaillés le titre du rapport et le domaine d'intérêt principal de l'étude (hydrogéologie, géotechnique, gîtologie...). Une fois ouverte, une fiche permet de cibler rapidement la nature de la donnée disponible dans chaque rapport (lithologie, âge, documents, etc...). Elle comprend également un lien permettant à l'utilisateur de télécharger directement le rapport concerné au format PDF. La distribution thématique des rapports montre une large prédominance pour l'hydrogéologie des formations du régolithe. Les études concernant les risques naturels sont également nombreuses. Ensuite viennent, en ordre décroissant de fréquence, les rapports traitant majoritairement de gîtologie, de géotechnique, de géologie régionale, de géophysique et de sites et sols pollués. Enfin, très peu de rapports traitent de géothermie ou d'agronomie.



Répartition des rapports sur le régolithe, en fonction de leur domaine d'intérêt



Processus d'intégration d'études gravimétriques anciennes sous forme de cartes papier : numérisation, géo-localisation, retraitement gravimétrique et intégration dans la Banque Gravimétrique de la France.

➤ Banque nationale de données de gravimétrie

La mise à jour de la banque de données gravimétriques de la France s'est poursuivie en 2011, au travers des bases de données diffusées sur le site Infoterre du BRGM. Suite à l'inventaire réalisé en 2010 de façon détaillée dans les archives Code Minier, 37 dossiers d'études régionales anciennes (>200 stations et plus de 10 km d'extension), représentant potentiellement plus de 52 000 nouvelles stations ont été identifiés.

En 2011, l'une de ces études anciennes, archivée sous forme papier, a fait l'objet d'un test d'intégration à la Banque Gravimétrique de la France (BGF). L'étude CM177, réalisée en 1950 pour les Houillères de Blanzay a été numérisée, précisément repositionnée et retraitée suivant les standards de qualité actuels. Les 2 307 stations qui la constituent, ainsi retraitées, montrent une parfaite adéquation avec les autres données gravimétriques de la BGF. Elles viennent désormais s'ajouter aux près de 180 études gravimétriques (totalisant près de 420 000 stations) figurant

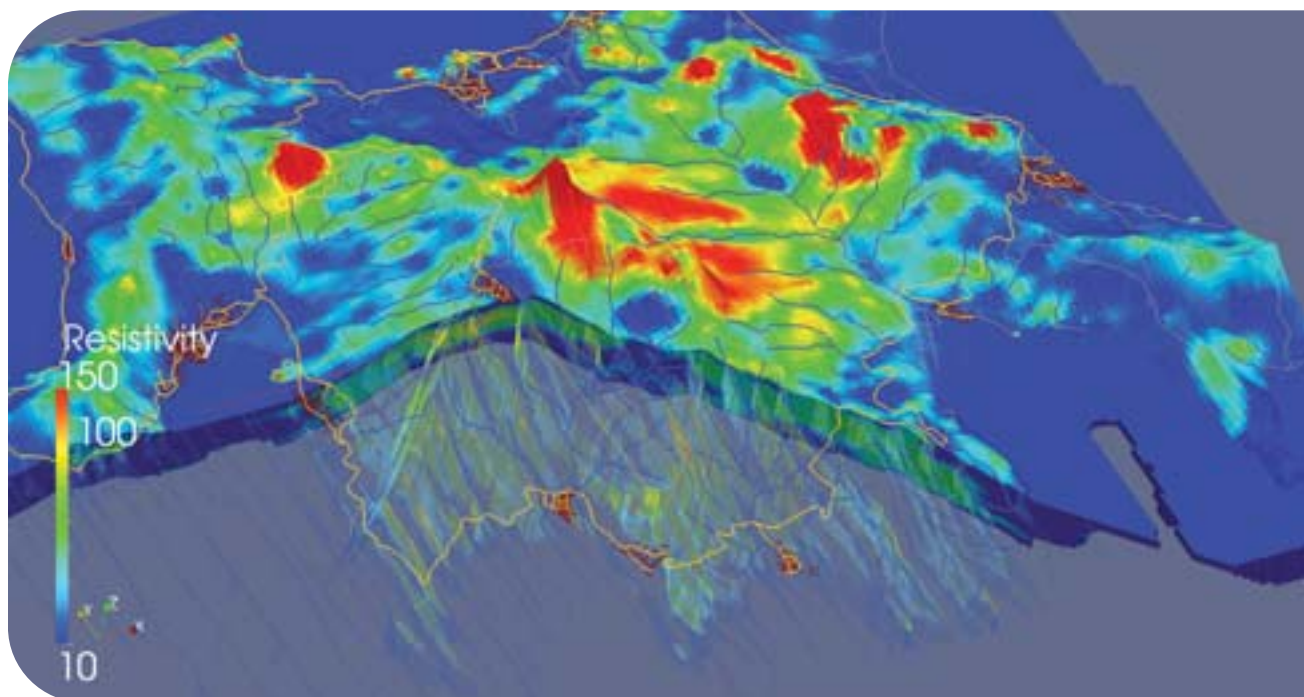
déjà dans la base de données. 35 autres études de ce type restent à numériser et 62 autres études et 21 rapports BRGM ont été recensés, qui devront être recherchés en SGR et, le cas échéant, être numérisés suivant la méthodologie mise en place en 2011.

➤ Base nationale de données géophysiques aéroportées

Afin de remplir sa mission d'inventaire et mise à disposition de l'information concernant les levés géophysiques aéroportés réalisés sur le territoire national, et également pour donner une visibilité accrue à ces données, le BRGM constitue une base de métadonnées et d'images des campagnes de géophysique aéroportée et le service d'interrogation via Internet associé.

Pour intégrer de façon optimale les anciennes données de géophysique aéroportée dans les bases de données, une opération d'inventaire, aussi exhaustive que possible, a été menée dans les archives du BRGM à Orléans.

Visualisation des données de résistivité et des couches SIG



Cet inventaire a permis d'intégrer 17 études avec des documents numériques et 80 études anciennes, dont les cartes ont été scannées et géoréférencées entre 2009 et 2011.

Le système d'archivage interne du BRGM a aussi évolué avec la mise à jour du client-serveur. En 2011, le BRGM a aussi développé un système de mise à disposition des données.

📍 Patrimoine Géologique et Géothèque

Les actions d'appui aux inventaires du patrimoine géologique démarrées en 2007 se sont poursuivies en 2011. Le nouvel outil de saisie et de validation en ligne des données de l'inventaire (i-Géotope) a fait l'objet de nombreux tests et a été présenté officiellement à l'ensemble des DREAL dans le courant de l'année ; il sera pleinement opérationnel en 2012. La plupart des inventaires validés en région par les CSRPN ont été intégrés à la Base Nationale (Auvergne, Limousin, Nord-Pas-de-Calais, Pays-de-Loire, départements des Bouches-du-Rhône, du Calvados et de l'Orne). D'autres sont en attente pour des raisons techniques (Bretagne, La Réunion). Ces travaux se sont accompagnés d'une participation à certaines Commissions Régionales du Patrimoine Géologique (Bretagne, Limousin) ainsi qu'au Comité National de Validation.

L'enjeu de l'action Géothèque est la conservation et la valorisation des collections géoscientifiques industrielles. En 2007, le BRGM a été mandaté par le MEDDTL pour être le Maître d'Ouvrage de la Géothèque Nationale. Un comité de Pilotage a été mis en place et un projet de financement a été élaboré avec les collectivités territoriales et les détenteurs de forages. En 2011, les discussions se sont poursuivies afin de faire aboutir ce projet.

Le BRGM participe aussi à l'action de plusieurs comités nationaux (Confé-

rence permanente du Patrimoine Géologique, Comité National du Patrimoine Souterrain, Coordination Scientifique du Système d'Information Nature et Paysage et de l'Observatoire National de la Biodiversité,...) et Associations (Société Géologique de France,...).

📍 Accueil et mise à disposition des connaissances

Dans le cadre des missions de service public de diffusion de l'information, le dispositif d'accueil du public est basé à la fois au Centre National de Consultation (CNC - Maison de la Géologie à Paris) et auprès des 27 Services Géologiques Régionaux.

Ces points d'accès offrent aux usagers la possibilité de consulter les données et informations disponibles sur chaque région administrative et les données numérisées sur la totalité du territoire national pour l'ensemble des thématiques couvertes par le BRGM : connaissance géologique, énergie, eaux souterraines, risques géologiques, sols pollués, ressources naturelles. Les visiteurs peuvent ainsi être guidés dans leurs recherches et l'exploitation de bases de données, comme la BSS (Banque des données du Sous-Sol), la base mouvements de terrain, la base carrières et cavités souterraines, entre autres.

En 2011, le nombre de consultations dans les SGR a été de 3 532 visiteurs et de 1 586 au Centre National de Consultation, en régression de 13 % sur tout le territoire, mais en augmentation de 15 % au CNC, par rapport à l'année précédente. A noter que, depuis la mise en place du site InfoTerre, les questions posées par téléphone sont de plus en plus ciblées et complexes.

La demande des visiteurs reste majoritairement orientée sur l'eau (irrigation), les projets de construction de maisons individuelles (risques d'instabilité du sous-sol liés à la pré-



*Profil d'altération développé sur la Craie et Sables du Perche (Crétacé supérieur).
Carrière de la Ventrouze (Perche ornaise,
au Sud de Verneuil-sur-Avre),
environ 20 m de hauteur totale.*

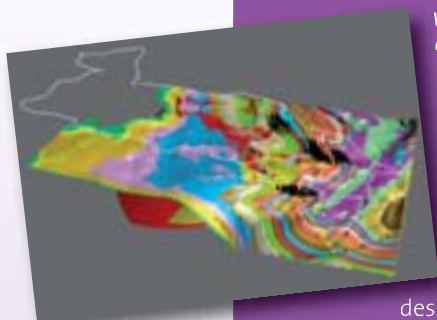
sence de carrières ou de vides souterrains, d'argiles gonflantes, etc) et l'installation de pompes à chaleur individuelles.

Le CNC assure également le suivi de la distribution de produits numériques cartographiques.



Les projets remarquables

Modélisation 3D de la géologie de la Pointe de Givet



Vue oblique du modèle géologique 3D, depuis l'Est sur la Pointe de Givet

Ce projet a pour ambition de disposer d'un niveau de connaissance approfondi de la géologie et de l'hydrogéologie de la pointe de Givet, afin de permettre la caractérisation des potentialités d'exploitation des eaux souterraines.

La modélisation géologique tridimensionnelle du secteur constitue le socle de la réflexion, sur lequel seront construites des hypothèses de travail qui permettront de proposer des investigations complémentaires pour parfaire le modèle géologique et hydrogéologique du secteur. Elle a permis de participer à l'identification de zones cibles qui feront l'objet d'investigations complémentaires lors de la phase 2 du projet.

Valorisation et diffusion de la donnée géologique

La qualité inconstante de la donnée géologique a conduit le BRGM à faire un bilan de l'état des données cartographiques stockées dans ses bases nationales, corriger et compléter l'existant (notices ou cartes manquantes), et structurer et insérer les données dans un nouveau serveur dédié aux données géologiques. Ces travaux ont ainsi permis de mettre à disposition une donnée géologique validée, formatée et respectueuse des formats informatiques actuels.

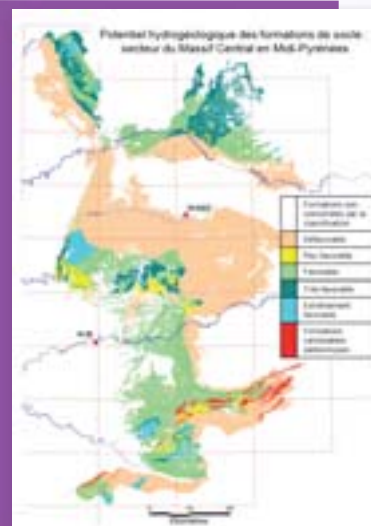


Carte géologique de Tahaa et Raiatea (Polynésie française)

Potentialités aquifères des formations de socle en Région Midi-Pyrénées

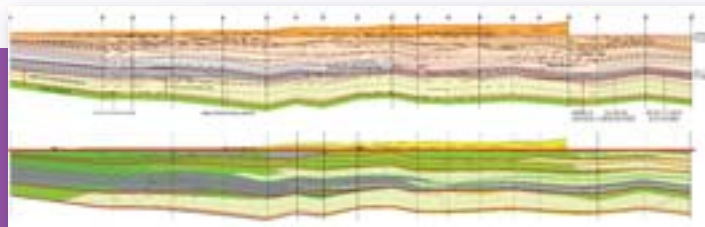
L'objectif principal de l'étude est d'établir une typologie des formations de socle en termes de potentialités aquifères et de hiérarchiser ces formations en fonction de leur intérêt hydrogéologique, afin de rationaliser la diminution du nombre de captages, optimiser le traitement et la reconquête des milieux, identifier des ressources

alternatives et améliorer la connaissance des potentialités aquifères des formations de socle pour permettre aux décideurs de mieux guider leurs actions locales dans le cadre de programmes complémentaires. Les premiers résultats confirment la présence de secteurs favorables sur le plan hydrogéologique qui doivent être considérés comme stratégiques vis-à-vis de l'alimentation en eau potable de ces espaces ruraux à habitat dispersé.



RGF : Etude du Tertiaire du Bassin de Paris Compréhension du système sédimentaire

Le Tertiaire du bassin de Paris correspond à une période de très faible subsidence (comblement) dans un contexte compressif. Ces systèmes sédimentaires complexes sont caractérisés par de faibles taux de préservation, d'importants transits sédimentaires et de grandes phases d'altérations. Les travaux entrepris depuis 2011 ont pour objectif une compréhension générale et intégrée du Tertiaire du Bassin de Paris. Ils s'inscrivent dans les chantiers du Référentiel Géologique de la France (RGF) et, à ce titre, illustrent les aspects fédérateurs de ce programme, au sein du BRGM et à la faveur des partenariats universitaires qui sont mis en place.



Transect de corrélation de la région d'Épernay à la région de Soissons

Un géologue sur le Tour de France

Afin de permettre à chacun de mieux appréhender son environnement, le BRGM a décidé de s'associer au Tour de France cycliste, grande manifestation populaire, et de donner chaque jour des explications géologiques liées au parcours de l'étape. Il s'agit de faire passer auprès d'un large public des messages simples montrant l'importance de la géologie dans la vie quotidienne. Des séquences filmées ont ainsi été diffusées sur différents médias, dont la télévision. Cette contribution à l'appréhension du patrimoine environnemental sera reconduite en 2012.



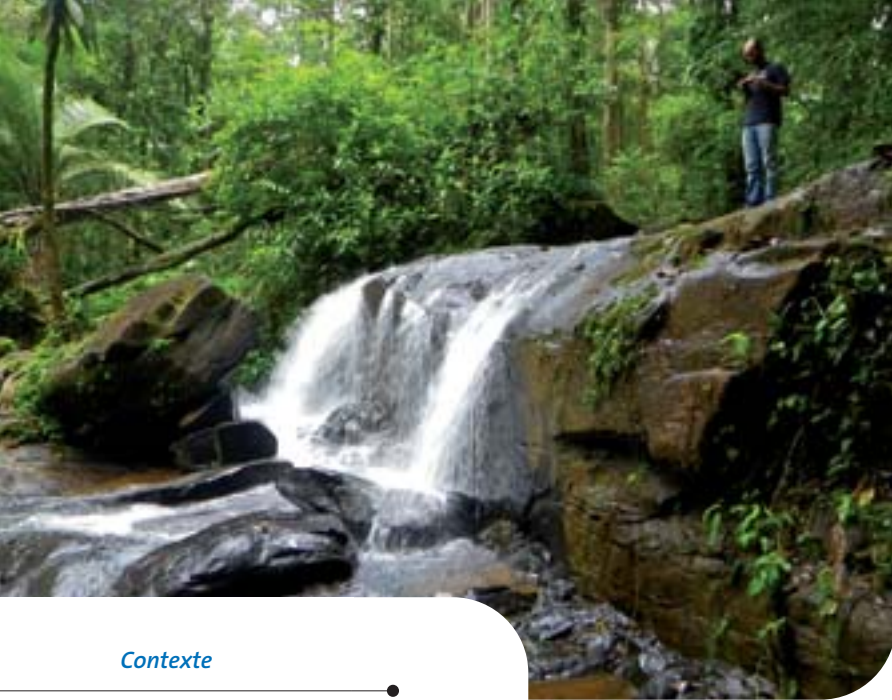
17 juillet, tracé de la 15ème étape du Tour de France 2011 sur la carte géologique de la France.

Mise à disposition des données géologiques - Application nomade InfoGéol pour iPhone et iPad



Les nouvelles applications, dites « nomades », basées sur la géolocalisation et l'accès à internet en tout lieu, ouvrent au BRGM de nouvelles possibilités de diffusion de l'information géologique pour le grand public. Les données géométriques des principaux

bassins sédimentaires français mises en ligne sur InfoTerre autorisent la réalisation de coupes géologiques. Une application gratuite exploitant et valorisant les données issues des cartes géologiques, de la banque de données du sous-sol et de grilles isovaleurs, est désormais téléchargeable sur iPhone et iPad et permet à un large public de connaître la nature du sous-sol en un endroit donné.



Eaux souterraines

Contexte

Partenariats

Gestion quantitative des eaux souterraines

Meilleure connaissance des polluants présents dans les eaux souterraines et leur devenir

Amélioration de la qualité des données de surveillance

Acquisition, diffusion et valorisation des données

Une organisation et des projets par "bassins"

Eaux thermo-minérales

Analyse économique

Les projets remarquables

Contexte

Le calendrier de mise en œuvre de la **Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE** prévoit une mise à jour de l'état des lieux des connaissances des masses d'eau à l'horizon 2013. Pour préparer cette échéance, l'année 2011 aura été marquée :

- au niveau national, par un retour d'expérience et la mise à jour de guides méthodologiques visant à aider les DREAL et les agences de l'eau dans les différentes étapes de ce processus (évaluation de l'état des masses d'eau souterraine, analyses coûts - bénéfiques des mesures, etc) ;

- au niveau régional, par l'étude du fonctionnement hydrodynamique et chimique des aquifères. Beaucoup de zones d'ombre persistent en effet sur le fonctionnement de certaines nappes. C'est pourquoi de nouvelles études ont été menées afin de progresser dans la mise en œuvre de la DCE.

L'ensemble des nouvelles données ainsi acquises continue d'alimenter le **Système d'Information sur l'Eau (SIE)** dont le BRGM est partenaire en contribuant à l'acquisition, à la diffusion et à la valorisation des données sur l'eau.

Comme les années précédentes, les engagements du **Grenelle de l'Environnement et du deuxième Plan**

National Santé Environnement (PNSE2) restent une préoccupation importante des partenaires du BRGM, au niveau national comme au niveau régional, puisqu'ils prévoient notamment :

- l'atteinte du bon état de 2/3 des masses d'eau en 2015 et de 90 % en 2021 ;
- la protection des 500 captages prioritaires ;
- la réduction des pollutions diffuses ;
- la maîtrise des risques liés aux résidus médicamenteux ;
- l'adaptation des prélèvements aux ressources.

Ces engagements sont renforcés d'une part par le **plan d'actions contre la pollution des milieux aquatiques par les micropolluants** publié par le MEDDTL, et par le **plan national sur les résidus de médicaments dans les eaux** d'autre part. Ces textes renforcent la nécessité de surveiller et de comprendre les mécanismes de transfert des contaminants vers les eaux souterraines, tout en s'intéressant à la présence de nouveaux polluants.

Enfin, l'année 2011 aura vu la publication du **Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC)**. Ce document prévoit notamment le renforcement de la connaissance des effets du changement climatique sur les nappes et la mise en place de mesures d'adaptation aux effets



d'un tel changement. Ces mesures devront d'ailleurs être présentées en 2015 par les Agences de l'eau à la Commission Européenne, dans les prochains plans de gestion de la directive cadre sur l'eau. Si la prise en compte du changement climatique dans la gestion quantitative des ressources en eau est essentielle pour les futures décennies, les besoins en connaissance et en outils pour une gestion annuelle et saisonnière des eaux souterraines restent prégnants. Les conditions hydrologiques et climatiques exceptionnelles de l'année 2011 l'ont rappelé.

Partenariats

En 2011 encore, l'**Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA)** est, au niveau national, le principal partenaire du BRGM dans le domaine de l'eau. Le soutien de l'ONEMA porte plus particulièrement sur des actions relatives à la définition et à la mise en œuvre du SIE, à la réalisation d'études méthodologiques et à des actions de soutien dans les départements d'outre-mer (pour la surveillance de l'état des eaux souterraines, l'acquisition de connaissances nouvelles utiles à la mise en œuvre de la DCE et l'adaptation des méthodes nationales qui accompagnent les gestionnaires dans la mise en œuvre de cette dernière). L'assistance technique à la **Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB)** du MEEDDTL et aux services déconcentrés (**DREAL**) pour la mise en œuvre de la DCE et la police de l'eau reste également un axe partenarial fort pour le BRGM.

En régions, les actions d'appui aux **Agences de l'eau** s'inscrivent essentiellement dans les accords-cadres passés avec celles-ci (Loire-Bretagne, Seine-Normandie, Rhône-Méditerranée et Corse, Rhin-Meuse et Adour-Garonne). En 2011, ce type de partenariat s'étend à l'outre-mer avec la signature de deux nouveaux accords-cadres (**Offices de l'eau de la Guadeloupe et de la Réunion**).

Les DREAL/DEAL et les collectivités locales restent également d'importants partenaires, notamment sur les questions de surveillance de la qualité des eaux souterraines, de gestion quantitative et de protection des captages contre les pollutions diffuses.

En 2011, les projets de service public dans le domaine de l'eau voient également le renforcement du partenariat avec les autres établissements scientifiques (IRSTEA, INERIS, LNE, IFREMER, Météo-France, INRA) à travers le démarrage d'actions conjointes.

Gestion quantitative des eaux souterraines

Les conditions météorologiques et hydrologiques exceptionnelles de l'année 2011 (précocité du printemps, automne tardif, températures élevées, déficits pluviométriques) ont largement mobilisé les hydrogéologues du BRGM. En régions, comme au niveau national, ils ont assisté les services de l'Etat (MEDDTL/DEB et DREAL) dans le suivi mensuel de l'état des nappes. Ils ont également participé à des actions de communication auprès du grand public pour expliquer le fonctionnement des

nappes et les conséquences d'une telle année sur la recharge des aquifères.

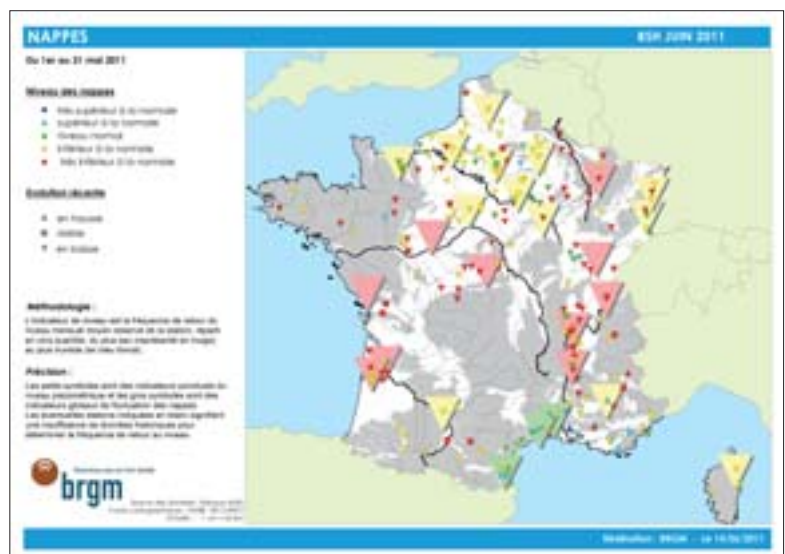
C'est dans ce contexte, et pour accompagner la gestion quantitative des nappes, qu'en 2011, le BRGM a continué de mener des études sur :

- **une meilleure connaissance du fonctionnement hydrodynamique des nappes**, en utilisant notamment des modèles numériques (exemples : Craie et nappe du Carbonifère du Nord, nappes alluviales et nappes profondes en Aquitaine). Ces modèles permettent in fine d'estimer les volumes prélevables dans les eaux souterraines sans impact sur le renouvellement de la ressource et sur les cours d'eau et zones humides associés ;

- **le suivi et la compréhension des effets du changement climatique sur les eaux souterraines.**

La vulnérabilité des aquifères côtiers à la remontée du niveau marin qu'induirait le changement climatique a pu ainsi être évaluée en métropole et dans les DOM (sauf à Mayotte et en Guyane, faute de connaissances suffisantes sur le trait de côte et les aquifères littoraux).

Bulletin de situation hydrologique des nappes du 1^{er} juin 2011



Meilleure connaissance des polluants présents dans les eaux souterraines et leur devenir

Afin de soutenir les Offices de l'eau dans la mise en œuvre de la DCE, le BRGM continue d'assurer le suivi de l'état chimique des masses d'eau souterraine en Guyane, en Martinique, en Guadeloupe et à Mayotte. En métropole, à la demande de certaines collectivités, le BRGM organise le suivi et l'évaluation de la qualité des nappes (exemples : Hérault, Aquitaine, Poitou-Charentes,...).

L'année 2011 aura également été marquée par la préparation d'une campagne d'analyses des résidus de médicaments dans les eaux souterraines des départements d'outre-mer. Avec le soutien de l'ONEMA et en lien avec le MEDDTL, les Offices de l'eau et les DEAL, le BRGM a sélectionné des molécules à analyser ainsi que les sites de prélèvements. Ces derniers s'effectueront en 2012 pour une publication des résultats début 2013. Ils permettront de mieux cerner les nouveaux polluants présents dans les eaux souterraines des DOM, d'identifier d'éventuelles spécificités et éventuellement de réviser la surveillance « en routine » de la qualité des aquifères.

Amélioration de la qualité des données de surveillance

Depuis 2007, le BRGM est un des 5 partenaires d'AQUAREF, Laboratoire National de Référence pour la Surveillance des Milieux Aquatiques, avec l'INERIS, l'IFREMER, le LNE et l'IRSTEA.

AQUAREF assiste les pouvoirs publics dans la mise en place d'une surveillance harmonisée et fiable des

milieux aquatiques en France métropolitaine et dans les DOM, principalement en ce qui concerne la qualité des données. Le BRGM participe activement à la mise en place des programmes de travail d'AQUAREF et à leur réalisation.

En 2011, le BRGM s'est particulièrement impliqué sur l'échantillonnage et l'amélioration des pratiques, en organisant une première formation sur l'échantillonnage en eau souterraine dans le cadre des programmes de surveillance DCE et en réalisant quelques actions techniques destinées à évaluer l'impact de pratiques d'échantillonnage sur les résultats de mesure.

Le BRGM a également travaillé sur différents aspects de la surveillance des futures substances prioritaires, des substances dites « émergentes » et notamment des résidus de médicaments (organisation d'un essai national inter laboratoires par exemple). Un état des lieux des estimations d'incertitude de mesure dans les programmes de surveillance a été réalisé, afin d'en déduire l'impact des nouvelles exigences européennes sur le sujet.

Enfin, des actions techniques ont été entamées concernant les DOM afin de tenir compte de la spécificité de la surveillance dans ces territoires. Ces actions devraient se poursuivre dans les prochaines années.

Acquisition, diffusion et valorisation des données

Avec le soutien de l'ONEMA, et en concertation avec la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du MEDDTL, le BRGM continue d'assurer la gestion opérationnelle de ces réseaux de surveillance (maintenance des stations), l'acquisition, la validation et le chargement des données dans la banque nationale ADES. En 2011, un document d'assurance qualité visant à encadrer les conditions d'acquisition et de diffusion des données a vu



Action de formation dans le cadre de la participation du BRGM au laboratoire national de référence AQUAREF

le jour. Ce document est la garantie de la fiabilité des données acquises par le BRGM.

Dans le cadre de la mise en œuvre du Système d'Information sur l'Eau, et afin d'améliorer la gestion quantitative des eaux, la DEB et l'ONEMA ont décidé de mettre en place une banque nationale sur les prélèvements d'eau. Pour accompagner ce projet, le BRGM a initié, en 2011, un travail de mise en cohérence des données sur les ouvrages de prélèvements en eau souterraine.

A l'issue de ce travail pluriannuel, un référentiel national sur les ouvrages de prélèvements en eau souterraine verra le jour. Il permettra le partage d'une donnée fiable sur les volumes prélevés dans les nappes.

En 2011, la diffusion des données et des informations sur les eaux souterraines via des portails web reste une activité majeure du BRGM. En région Centre, un nouveau portail d'information sur les eaux souterraines a ainsi vu le jour (SIGES Centre).

¹ <http://sigescen.brgm.fr/>



► Une organisation et des projets “par bassin”

La mise en œuvre de la DCE s'effectue à l'échelle du « bassin hydrographique » sous l'égide des Agences de l'eau et des DREAL de bassin. C'est pourquoi, comme les années précédentes, certains projets s'intéressent aux eaux souterraines d'un « bassin » dans sa globalité (exemples : évaluation des tendances d'évolution des polluants à l'échelle des bassins Seine-Normandie et Rhin-Meuse).

Afin d'accompagner de tels projets, d'assurer une meilleure visibilité des actions du BRGM au sein d'un même bassin et de coordonner l'action menée avec les DREAL et les Agences de l'eau d'une part, avec la DEB et l'ONEMA d'autre part, le BRGM a consolidé, en 2011, le rôle de six correspondants de bassins situés en région. Interlocuteurs privilégiés des DREAL de bassin et des agences de l'eau, ces correspondants permettent de mieux répondre aux besoins et assurent un lien avec les actions nationales.

Sous l'impulsion du partenariat qui lie le BRGM à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, des actions « bassin » ont vu le jour dès 2011 (tournage de vidéos sur les eaux souterraines, par exemple).

► Eaux thermo-minérales

En 2011, les activités du BRGM dans le domaine des eaux thermo-minérales ont été marquées par des actions visant à sensibiliser les exploitants et les gestionnaires de l'eau à la logique "qualité" de la ressource. C'est dans ce cadre qu'un programme sur les ressources thermo-minérales de la Région Languedoc-Roussillon a démarré. Son objectif est de mettre en place une démarche qualité sur les ressources en eaux thermales pour les 13 stations de la région.

► Analyse économique

Afin d'aider les Agences de l'eau, la DEB et l'ONEMA à préparer la révision de l'état des lieux des masses d'eau en 2013 et plus précisément à son volet consacré à l'analyse économique des mesures, le BRGM a achevé, en 2011, deux actions, soutenues par l'ONEMA, visant, d'une part, à faire le bilan de l'utilisation de l'analyse coût-efficacité (ACE) pour l'élaboration des programmes de mesures en France et en Europe, et, d'autre part, à élaborer un guide de bonnes pratiques sur l'évaluation des bénéfices environnementaux associés à l'atteinte du bon état des eaux souterraines.

Les projets remarquables

Vulnérabilité des aquifères côtiers au changement climatique

Parmi les impacts du changement climatique, la modification des températures et des précipitations, l'augmentation du niveau de la mer et des étiages sévères et plus longs, favoriseront l'invasion marine dans les fleuves. Ce projet a permis de réaliser une cartographie de la vulnérabilité des aquifères côtiers, accompagnée de recommandations concernant leur suivi et leur gestion.



Carte des zones de vulnérabilité des aquifères littoraux de la Réunion.

Pollution des aquifères du bassin Seine-Normandie par les nitrates et les produits phytosanitaires

Carte de tendances d'évolution des concentrations en nitrate



Dans le cadre de l'atteinte des objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau, le but de la présente étude est de mieux caractériser les pollutions diffuses (nitrates et produits phytosanitaires) à l'échelle du bassin Seine-Normandie. Les approches proposées visent à expliquer la variabilité spatiale et temporelle de la contamination des eaux souterraines vis-à-vis des paramètres nitrates et phytosanitaires et à aider à prévoir l'évolution de leur état chimique. A l'échelle du bassin, l'évolution des pluies efficaces, l'occupation des sols, les concentrations en nitrate et la pression phytosanitaire sont clairement corrélées.



Exemple de page de l'outil d'aide à l'initialisation du référentiel des ouvrages de prélèvement

Banque Nationale des Prélèvements en Eau

L'État a besoin d'outils afin de répondre aux exigences de la DCE et pour exercer son rôle de police de l'eau. L'objectif de la BNPE est double : d'une part constituer un outil de collecte, de validation et de conservation des données des prélèvements (quantitatifs) en eau, accessible à un large ensemble de partenaires et, d'autre part, fournir un cadre de référence pour rationaliser et mutualiser les développements réalisés ou en cours concernant les prélèvements en eau. L'année 2011 a vu les premiers travaux d'initialisation des référentiels « prélèvements », facilités par la mise à disposition d'un outil d'aide sur 5 départements tests.

Gestion des eaux souterraines en Aquitaine - SIGES Aquitaine

SIGES Aquitaine - extrait de la page d'accueil



Le SIGES Aquitaine - Système d'Information de Gestion des Eaux Souterraines, créé en 1996 pour rendre accessible les bases de données hydrogéologiques du BRGM, ne correspondait plus aux standards actuels d'Internet. Le SIGES Aquitaine 2.0 a été mis en ligne au 1er juin 2011 : <http://sigesaqi.brgm.fr>. En sus des précédentes fonctionnalités, du contenu rédactionnel pourra être intégré et mis à jour par les thématiciens. Ce site autorise trois niveaux de consultation : expert, grand public et scolaire.



Les projets remarquables

Le projet européen Water and Territories – WAT

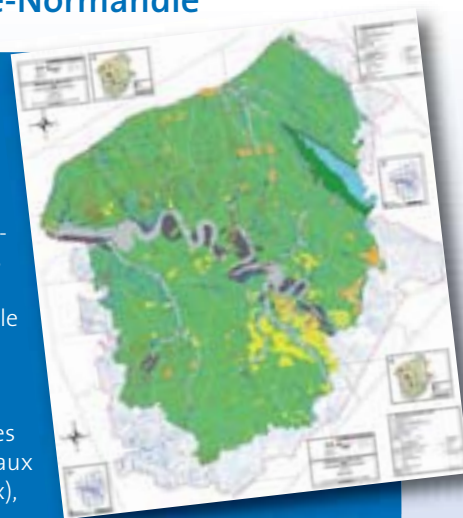


Localisation des bassins versants tests du projet WAT

Le projet européen Water and Territories (WAT) avait pour objectif de mutualiser les connaissances en matière de gestion intégrée de la ressource en eau et d'aménagement du territoire. Le volet confié au Service

Géologique Régional Aquitaine visait à évaluer la pertinence de la récupération de l'eau de pluie pour tous les types d'usages et son impact sur la ressource en eau sur le bassin versant de la Pimpine situé dans l'Entre-Deux-Mers en Gironde (33). Il a permis de montrer que la récupération de l'eau de pluie est à favoriser mais ne peut, à elle seule, permettre de réduire la demande en eau à un seuil correspondant au bon état quantitatif.

Atlas hydrogéologique régional de Haute-Normandie



La DREAL Haute-Normandie et le BRGM se sont associés pour la réalisation d'un atlas hydrogéologique à l'échelle régionale, afin de valoriser 2 campagnes piézométriques (très hautes eaux et basses eaux), de mettre en cohérence hydrogéologique les cartes au niveau de l'axe Seine et d'intégrer la totalité des bassins hydrogéologiques transrégionaux. Ces données seront intégrées au SIGES Seine-Normandie.

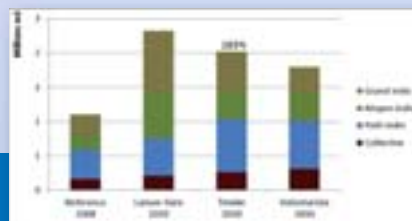
Carte piézométrique de Haute-Normandie.

Caractérisation géochimique des eaux de la presqu'île de Balaruc-Les-Bains

Source de la Vise dans l'étang de Thau



L'aquifère karstique et thermal de la presqu'île de Balaruc subit parfois des phénomènes d'intrusion d'eau saumâtre. Ce phénomène, dit « d'inversac », a pour conséquence une modification des paramètres physico-chimiques sur les ouvrages des thermes de Balaruc et sur la source AEP de Cauvy. L'étude vise à améliorer le schéma conceptuel de fonctionnement de cet hydrosystème complexe correspondant au lieu de convergence d'eau thermale, d'eau karstique froide et d'eau d'origine marine. Elle a permis d'appréhender l'impact de l'inversac sur l'organisation des écoulements et des masses d'eau souterraines de la presqu'île de Balaruc-les-Bains.



Evolution des besoins en eau potable des 77 communes du Pays Cœur d'Hérault (différents scénarios d'urbanisme et même croissance démographique)

Demande en eau potable et urbanisme dans l'Hérault

L'étude, réalisée dans le cadre du programme européen SUDOE, vise principalement à améliorer la connaissance de la demande en eau potable, à identifier les actions à promouvoir pour réaliser des économies d'eau et à calculer la demande en eau potable associée à différents scénarios de développement urbain pour évaluer les économies d'eau permises par une maîtrise de l'urbanisme. Le niveau de consommation en eau potable est très variable, en raison en particulier des écarts de prix de l'eau, des écarts de revenu moyen des ménages, des différences de climat local mais de la possibilité de réaliser un forage ou non. Les résultats de l'étude mettent également en évidence que la maîtrise de l'urbanisme est un levier important pour réduire la demande en eau potable.

Résidus médicamenteux et perturbateurs endocriniens dans les eaux souterraines



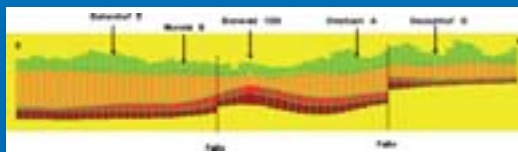
Exemple d'appareil de mesure

(source : M. Brach, S. Guignat – BRGM - campagne juillet 2010)

Face à l'évidence de la présence et la persistance de résidus de médicaments dans les milieux aquatiques et les préoccupations concernant l'exposition aux substances chimiques actives sur le système hormonal, un projet pilote sur les eaux souterraines à l'échelle d'un territoire urbain a été initié par la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS). Sur les 32 molécules analysées, 20 ont été quantifiées. Les concentrations mesurées sont globalement faibles.

Exploitation transfrontalière d'un aquifère profond

Afin de mieux comprendre le fonctionnement de l'aquifère multicouche Pliocène du Bienwald, transfrontalier entre le Palatinat-Sud et l'Alsace, pour assurer l'approvisionnement en eau potable en période de pointe, dans le contexte des scénarios climatiques jusqu'à 2030, un modèle hydrodynamique affiné de l'aquifère a été réalisé, à partir du logiciel « MARTHE » développé par le BRGM. Ces simulations permettent de conclure que des prélèvements de 300.000 m³/a sont possibles d'une manière durable dans l'aquifère intermédiaire et l'aquifère profond.



Coupe schématique des aquifères de la zone d'étude



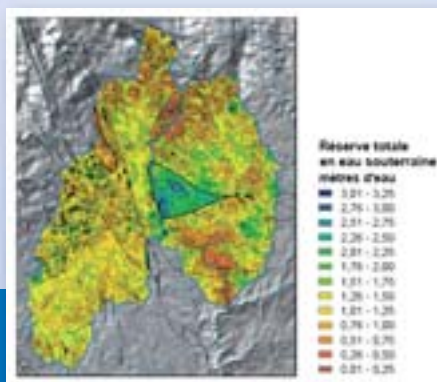
Suivi du front salé remontant de la mer dans les fleuves Mana et Maroni (Ouest Guyanais)

Campagne de mesure pour le suivi du front salé (photo SGR GUY)



En Guyane, les prises d'eau en rivière pour l'alimentation en eau potable peuvent être soumises, à des degrés divers et selon les années, à des intrusions salines depuis l'océan. Afin de gérer le plus tôt possible la menace de contaminations des prises d'eau en rivière, il est nécessaire de pouvoir anticiper l'évolution du front salé au cours d'une année. Le projet a permis de suivre l'évolution annuelle du front salé au cours des

saisons, sur la Mana et le Maroni (Ouest Guyanais), en aval des prises d'eau. Un travail de modélisation des données a également abouti à une meilleure compréhension du front salé en fonction des facteurs influençant son comportement.



Réserve en eau souterraine contenue dans l'aquifère d'altération.

Cartographie de la réserve en eau souterraine - Bassins versants de la Montane et du Doustre (Corrèze)

La connaissance des caractéristiques intrinsèques des eaux souterraines et de leurs relations, tant en terme quantitatif que qualitatif, avec les hydrosystèmes de surface (cours d'eau, étangs, lacs, etc.) sont primordiales pour parvenir à une gestion durable et raisonnée des ressources en eau. Le module 2 du programme SILURES Limousin (Système d'Information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eaux Souterraines) a pour objet de caractériser les aquifères à l'échelle de bassins-versants en modélisant leur géométrie et en quantifiant leur réserve en eaux souterraines. Les bassins-versants étudiés contiendraient des réserves en eaux souterraines importantes et devraient pouvoir offrir de bonnes potentialités d'exploitation, pour peu que les forages soient implantés correctement.



Les projets remarquables

Préservation de la qualité des ressources en eau souterraine

Le projet PRESCRIRE mène une réflexion sur la préservation de la qualité des ressources en eau souterraine de sites sélectionnés, afin d'apporter des éléments d'appréciation quant aux actions à engager pour maintenir leur bon état. Au terme de sa deuxième année, le projet a établi un partenariat avec plus de la moitié des sites visés. De nombreuses techniques d'investigations ont été mobilisées. A titre d'exemple, il a été montré que la signature isotopique de l'eau de Châteldon est très proche de l'eau de pluie moyenne du Massif Central, confirmant ainsi son origine météorique. Ces résultats confirment la nécessité pour ce site de protéger les secteurs d'infiltration d'eau météorique.



Retrouvez les projets remarquables
dans leur intégralité
à l'adresse internet suivante
www.brgm.fr/SP2011



Morne-aux-fous : Glissement de terrain consécutif à l'ouragan Marilyn en 1995 sur la côte au sud de la ville de Deshaies (île de Basse-Terre).

Bases de données, mouvements de terrain et cavités

Risque sécheresse

Risques engendrés par cavités et mouvements de terrain

Risque sismique

Risque inondation

Multi-risques

Les projets remarquables

Les missions de Service Public menées par le BRGM dans le domaine des risques naturels visent à répondre de manière efficace et pertinente aux préoccupations de l'État et des collectivités locales et territoriales dans le cadre :

- **de la loi du 30 juillet 2003** relative à la prévention des risques technologiques et naturels ;
- **de la poursuite de la dynamique initiée par le « plan séisme »** mis en œuvre de 2005 à 2011 à l'initiative du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et du Logement et dont l'importance avait été rappelée par le Grenelle de l'Environnement ;
- **du Grenelle de l'environnement**, qui :
 - > rappelle la nécessité de bonne conduite de ce plan aux Antilles,

Risques naturels géologiques

ainsi que la mise en œuvre d'une politique globale de prévention des risques naturels outre-mer d'ici à 2015 ;

> place les collectivités territoriales comme les acteurs essentiels de la définition et de la mise en œuvre des politiques de développement durable avec en particulier une meilleure prise en compte de l'environnement (dont les risques) dans les documents d'urbanisme en précisant les critères d'évaluation ;

- **de la directive européenne n°2007/60/CE** du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondation ;
- **du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC).**

➤ **Bases de données, mouvements de terrain et cavités**

Le BRGM est chargé depuis 2000, par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL), de coordonner le développement des bases de données nationales relatives



aux mouvements de terrain et aux cavités. Une large diffusion des informations contenues dans ces bases est assurée au travers de sites Internet (<http://www.bdmvt.net> et <http://www.bdcavite.net>). La quasi-totalité des inventaires départementaux a été engagée et, pour la très grande majorité, ils ont été saisis dans les deux bases de données nationales. Des travaux d'actualisation des inventaires les plus anciens ont été initiés.

La collaboration avec la Fédération Française de Spéléologie (FFS) se poursuit, afin d'enrichir les bases de données des cavités karstiques inventoriées par les spéléologues.

Suite aux évaluations effectuées en 2009 de ces bases de données, des travaux pour l'amélioration de la qualité des informations mises à disposition ont été poursuivis : ils visent particulièrement à proposer à terme deux niveaux de résolutions de la base, l'une publique, l'autre professionnelle et à mettre à la disposition d'autres organismes (DDT, associations, agglomérations...) l'outil de saisie dans la base nationale.

Ces sites dédiés prendront valeur de référence en matière de prévention des risques de mouvements de terrain et des cavités.

➤ Risque sécheresse

La cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles permet de délimiter les secteurs a priori sensibles dans lesquels l'application de certaines règles de prévention permettrait de diminuer significativement le nombre de futurs sinistres. L'ensemble de ces cartes d'aléa est en accès libre sur un site internet spécifique dédié (<http://www.argiles.fr/>). A la fin 2010, tous les départements métropolitains ont été publiés. Les cartes d'aléa ainsi élaborées peuvent servir de base à la réalisation de zonages réglemen-

taires à l'échelle communale, dans le cadre de l'établissement de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) initiés par le MEDDTL.

Pour ce faire, dans le Cantal, l'Ille et Vilaine, les Hautes Alpes, les Ardennes, les Pyrénées Orientales, les Côtes d'Armor, la Creuse, la Somme, la Haute Loire, le Morbihan, le Finistère, la Haute Corse et la Corse du Sud, les cartes départementales d'aléa ont été transposées en propositions de zonages réglementaires communaux, afin de préparer la réalisation éventuelle de Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) concernant ce phénomène. Le BRGM a aussi été chargé de proposer des documents types susceptibles de servir de base à l'élaboration des notes de présentation et règlement pour l'établissement de ces PPRN.

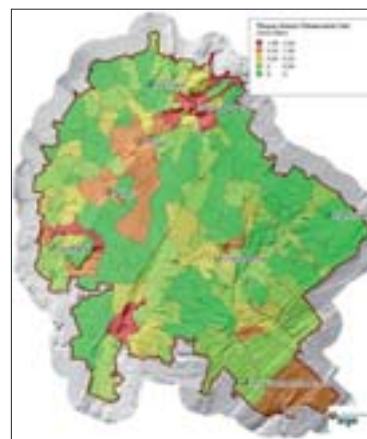
En parallèle, en 2011, le BRGM a poursuivi les investigations destinées à mieux comprendre les phénomènes physiques participant au déclenchement des sinistres pour aider à la redéfinition du critère de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, en particulier, sur le site expérimental de Mormoiron (Vaucluse), équipé depuis décembre 2004.

➤ Risques engendrés par cavités et mouvements de terrain

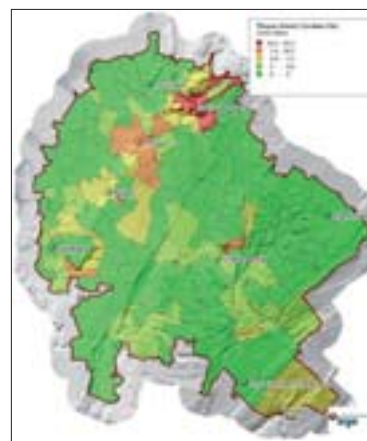
Les développements méthodologiques de ces dernières années, visant à fiabiliser les cartes d'aléas cavités et/ou mouvements de terrain et à croiser avec les enjeux exposés, sont appliqués en région à différentes échelles. Ils donnent lieu dans un second temps à un porter à connaissance auprès d'un large public. Citons par exemple :

- **Les scénarios départementaux de risques mouvements de terrain (SDRMVT) :** afin d'optimiser la programmation des PPR et, plus largement, de disposer d'une vision homogène du risque mouvements

Carte de risque absolu des zones bâties par commune



Glissements de terrain



Coulées de boue

de terrain au niveau national, le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a demandé au BRGM une méthode d'évaluation du risque à l'échelle départementale.

La méthodologie SDR-MVT a été construite avec le souci de proposer un processus aux règles clairement définies et de s'appuyer sur des données faciles d'accès, disponibles en tous lieux, cohérentes avec l'échelle 1/50 000.

L'effort méthodologique engagé a donc porté plus particulièrement sur une évaluation quantitative de l'aléa, prenant en compte la probabilité d'occurrence du phénomène, la propagation des phénomènes (glissements, chutes de pierre, éboulements et coulées de boue)



Chutes de « petits » blocs



Chutes de « gros » blocs

et la gestion des incertitudes. Le croisement avec les enjeux (zones bâties ou urbanisées, voies de communications routières) et de leur vulnérabilité afférente permet de calculer un risque par exemple au niveau communal suivant une échelle de valeurs absolues (nombre d'hectares affectés) ou relatives (pourcentage affecté). Il est à noter que la méthodologie développée autorise une comparaison interdépartementale, tant au niveau des cartes d'aléa que des cartes de risque. Un pilote a été développé sur une partie du département du Jura.

• **La hiérarchisation des risques liés aux mouvements de terrain dans le Cirque de Mafate (La Réunion) :** cette étude a porté sur les principaux îlets habités de la commune

de Saint-Paul (Roche Plate, Les Orangers et les Lataniers) et a conduit à la réalisation de cartographies à l'échelle 1/2 000 :

> des aléas, à « dire d'expert », précisant un zonage antérieur effectué dans le cadre de l'élaboration du PPR de Mafate en matière d'intensité d'une part et de fréquence (ou l'imminence) prévisible d'autre part ;

> des enjeux, en distinguant notamment les structures à occupation humaine permanente (habitation) ou semi-permanente (gites, écoles, etc.) et permettant la quantification par zone d'aléa homogène des enjeux menacés ;

> des risques, par croisement des documents cartographiques précédents afin d'identifier et de hiérarchiser les « poches » d'enjeux les plus exposées.

• **Cartographie du risque de chutes de blocs sur le réseau routier départemental du Gard :** le Conseil Général du Gard a confié au BRGM un programme de hiérarchisation du risque « chute de blocs » sur le réseau routier départemental. Il s'est agi d'établir, à l'échelle départementale et sur une base d'itinéraires, les priorités d'interventions en termes de planification des investissements publics pour la mise en sécurité progressive (travaux de prévention et de protection) du réseau contre les phénomènes de chutes de blocs. La hiérarchisation du risque est basée sur l'évaluation de l'aléa (en fonction de son intensité et de sa probabilité d'occurrence) et sur l'appréhension, en parallèle, de la vulnérabilité du réseau routier vis-à-vis des phénomènes considérés. Cette hiérarchisation permet au final d'identifier les itinéraires ou les zones ponctuelles les plus exposés vis-à-vis de dommages fonctionnels éventuels ou aux personnes sur l'ensemble du réseau départemental.

• **L'évaluation du risque cavité :** le BRGM a développé un outil d'aide à la décision dédié pour hiérarchiser d'éventuelles prescriptions de Plans de Prévention des Risques liés aux cavités naturelles. La méthode consiste à quantifier, sur le territoire étudié, l'exposition de la population au risque d'effondrement d'une cavité naturelle, la loi d'endommagement étant considérée binaire : soit la personne est exposée totalement, soit elle ne l'est pas.

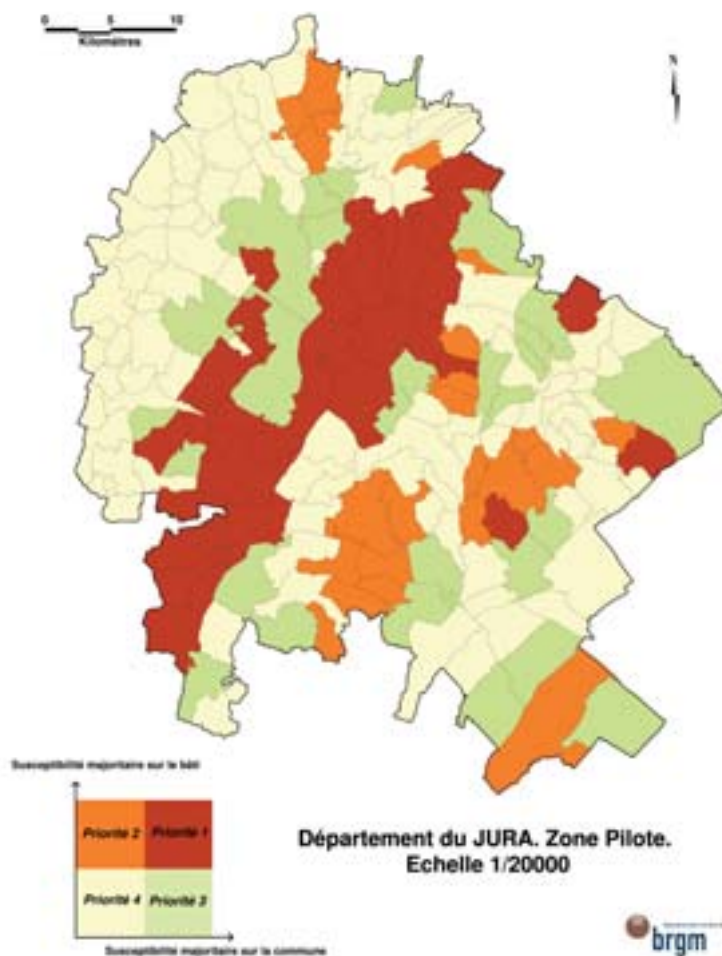
La connaissance du phénomène naturel peut s'approcher à partir du concept de « susceptibilité » (abusivement assimilé à un « aléa »), évalué ici de manière quantitative. La susceptibilité qu'un désordre apparaisse en surface, est définie comme le croisement de deux valeurs indépendantes : la susceptibilité de présence de cavités et la susceptibilité d'effondrement des terrains au droit de cette cavité jusqu'à engendrer des instabilités en surface.

In fine, deux éclairages sont donnés aux décideurs :

> la connaissance du phénomène naturel permettant de quantifier le niveau de susceptibilité en tout point du territoire, sans donner plus de poids aux endroits où l'information existe. Ces cartes sont couplées à une valeur de qualité du diagnostic ;

> l'exposition au risque, qui permet de confronter l'aléa aux enjeux concernés. Cette information est donnée au moyen d'un tableau de synthèse précisant pour chaque commune, la proportion de sa surface et le nombre d'habitants concernés par chaque niveau de susceptibilité.

À l'aide des résultats départementaux ainsi établis, les gestionnaires territoriaux peuvent hiérarchiser les secteurs susceptibles d'être affectés par l'effondrement de cavités naturelles et ainsi décider



Hiérarchisation des communes vis à vis de leur exposition au risque lié aux cavités naturelles

les risques qu'ils peuvent accepter ou doivent réduire. Un pilote a été développé sur une partie du département du Jura.

- **La cartographie de l'aléa lié aux exploitations de l'ardoise en Mayenne** : l'objectif visé était d'aboutir à une cartographie de l'aléa associé à la présence de ces anciennes exploitations ardoisières à partir d'une compilation des documents et plans existants et d'une campagne de terrain. In fine, ont été retenus et cartographiés l'aléa effondrement localisé, l'aléa affaissement et les aléas tassements / glissements / éboulements (qui ont été regroupés). L'exactitude de la cartographie restituée dans le cadre de l'étude est dépendante de la qualité des plans.

- **La détection de cavités par radar géologique à Clermont-Ferrand (63)** : le BRGM a développé une méthodologie afin de détecter par radar géologique des cavités sous un stade. Trois anomalies pouvant correspondre à des vides ont été identifiées. Le BRGM a préconisé un contrôle de chaque anomalie par sondage.

Au cours de l'année 2011, le BRGM a réalisé de multiples expertises (plus d'une centaine) sur des mouvements de terrain, des éboulements et des affaissements, souvent dans l'urgence, dans le cadre de ses « Appuis aux administrations ».

☉ Risque sismique

Le « plan séisme » a été lancé par le ministre de l'écologie le 21 novembre 2005. Son importance aux Antilles a été rappelée par le Grenelle de l'environnement et par le Président

Sarkozy à la suite du séisme d'Haïti. En 2011, les séismes de Christchurch (Nouvelle Zélande), Tohoku (Japon) et Lorca (Espagne) rappellent que le territoire national est exposé à des séismes et des tsunamis dont l'impact pourrait être catastrophique.

Parmi les actions conduites par le BRGM, on notera :

- la poursuite de la maintenance et de la mise à jour régulière du site internet collaboratif du Plan séisme (www.planseisme.fr), qui vise à assurer une information des citoyens, des professionnels et des collectivités sur les risques encourus et les moyens de les prévenir. Quatre années après sa mise en service, l'année 2011 a mis l'accent sur la pérennisation de la popularité du site internet par la création régulière d'articles de qualité et l'amélioration du contenu déjà existant.

Sa fréquentation a d'ailleurs continué à augmenter ;

- la réalisation d'une cartographie de l'aléa sismique à l'échelle du 1/50 000. Le territoire de la Basse et Moyenne Durance, qui s'étend depuis la région de Château-Arnoux jusqu'à Cavaillon, est traversé par plusieurs failles potentiellement actives mises en évidence ces dernières années. Cette cartographie de l'aléa permet d'identifier les zones les plus exposées, du fait d'effets de site lithologiques associés à certains types de sols, d'effets de site topographique et de la proximité de failles actives ;

- l'analyse des conditions de mise en place de la base de données du bâti pour les bâtiments de catégories d'importances III et IV de Martinique et Guadeloupe et de diffusion des données. Ce travail s'est réalisé en concertation avec les services concernés en Martinique et Guadeloupe et la Cellule Centrale Interministérielle au Plan Séisme Antilles (CCIAPSA) ;

- la réalisation d'un scénario de dommages préliminaires reproduisant des séismes historiques régionaux sur le territoire des communes de Saint-Flour (Cantal) et du Puy-en-Velay (Haute-Loire). Une gradation des dommages aux biens et aux personnes a été modélisée pour les différents quartiers des communes.

L'influence respective des effets de site d'une part et de la vulnérabilité des structures d'autre part a pu être estimée ;

- la participation du BRGM à l'élaboration et à l'animation de deux exercices de crise sismique au cours de l'année 2011 :

- > le premier s'est déroulé en Isère en avril 2011 et avait pour objectifs principaux de tester :

- le déplacement du Centre Opérationnel Départemental,
- la capacité de réponse des opérateurs de réseaux,
- l'implication des communes dans leur rôle de sauvegarde,
- et, en cas de crise, la gestion d'un grand nombre de sans-abris. Le BRGM a été impliqué dans l'élaboration, l'animation et l'évaluation de l'exercice et dans la réalisation de simulations avec le logiciel Armagedom® ;

- > le second exercice a été réalisé le 17 janvier 2012 à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement PACA. Il s'agissait d'un exercice de crise composite séisme-nucléaire affectant le centre de recherche nucléaire du CEA Cadarache et les communes environnantes ;

- la simulation de l'impact d'un tsunami sur le site pilote d'Antibes, en s'appuyant sur le cas historique du tsunami survenu suite au glissement de terrain de l'aéroport de Nice. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'ALDES (Alerte Descendante) qui constitue un complément à la

mise en place du Centre Régional d'Alerte aux Tsunamis pour l'Atlantique Nord-Est et la Méditerranée Occidentale (CRATANEM). Ce projet, coordonné par le Ministère de l'Intérieur, associe d'autres partenaires : le Ministère de l'Environnement, le BRGM, le CEA, l'IGN et le SHOM. Ses objectifs principaux concernent l'évaluation de l'aléa et du risque de tsunamis au niveau de la côte française méditerranéenne, la modélisation d'événements tsunamigènes (déclenchement / propagation / inondation), l'évaluation des enjeux et de leur vulnérabilité, des dommages, et in fine, la mise en place d'un démonstrateur de système d'alerte descendante.

➤ Risque inondation

Dans le cadre de la convention entre le BRGM et la DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques) pour le compte du SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations), trois axes de travail ont été définis pour l'année 2011 :

- l'application de l'indicateur karst sur deux bassins versants ;
- l'intérêt de la caractérisation du comportement hydrodynamique des BV, basée sur l'Indicateur de persistance des réseaux ;
- le rattachement de l'étude sur les remontées de nappes phréatiques faite pour le compte du Service de prévision des crues Artois - Picardie sur le site expérimental de Warloy Baillon (Hallue) et la modélisation maillée du bassin de l'Hallue.

A cela s'ajoutent les expertises réalisées au cours de l'année 2011 sur les inondations par ruissellement ou remontées de nappes, dans le cadre de l'appui aux administrations.

➤ Multi-risques

Certaines zones géographiques particulières (montagne, littoral, DROM-COM) sont concernées à des degrés divers par plusieurs phénomènes naturels potentiellement dangereux tels que séismes, tsunamis, éruptions volcaniques, éboulements, coulées de boue, inondations, avalanches, houles, raz de marée, etc. Les mesures de préventions pour lutter contre ces différents aléas ne peuvent être prescrites indépendamment les unes des autres et une homogénéité dans le degré de protection doit être assurée. C'est le sens de l'engagement 176 du Grenelle, pour la mise en œuvre duquel le BRGM propose son appui aux services de l'état et aux collectivités.

Citons à titre d'exemples :

- **Le programme ARAI** : à la suite d'instabilités de terrain graves pour lesquelles le BRGM était intervenu en 1998, la Polynésie française a souhaité initier une collaboration pluriannuelle avec le BRGM pour prendre en compte les risques naturels et a déclenché les programmes (2002-2012) ARAI 1, 2 et 3 (Aléa, Risques, Aménagement et Information, sigle qui signifie également « protéger » en langue polynésienne).

Le programme actuel, ARAI 3, vise notamment à apporter les moyens d'affiner la cartographie des aléas, pour renforcer le poids et la crédibilité des mesures réglementaires. Le BRGM apporte donc son concours à la réalisation des 6 volets suivants :

- > étude du rôle de la végétation dans la stabilisation et la déstabilisation des versants polynésiens,
- > détermination quantitative de l'aléa glissement de terrain,
- > évaluation détaillée de l'aléa inondation,



- > problématique du transport solide,
- > étude de l'aléa submersion marine lié aux houles et tsunamis,
- > formation des agents et création de supports pédagogiques ;

• **Cartographie Multirisque sur le pays A3V (Asse, Verdon, Vaire, Var) :**

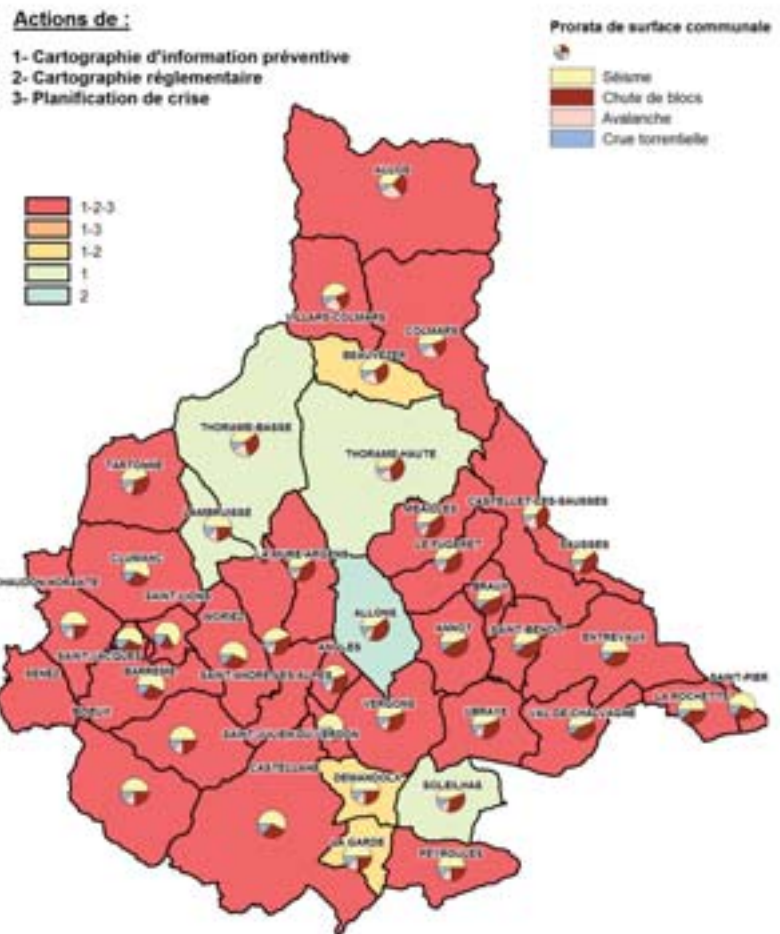
ce pays s'est engagé dans une démarche de développement durable qui vise à maîtriser, en particulier, l'évolution de l'occupation du sol, soumis à des risques naturels majeurs, comme les crues torrentielles, mouvements de terrain, avalanches, séismes et feux de forêt.

Le BRGM s'est attaché :

- > à réaliser une analyse globale des risques à l'échelle du Pays (39 communes) par le biais d'un atlas cartographique, et d'une analyse multi-aléa (jusqu'à 9 aléas superposés) assorties des enjeux concernés (au 1/50 000) ;
- > à conduire, dans un deuxième temps, une analyse multirisque plus fine (au 1/25 000) sur deux communes ;
- > à proposer des actions en matière de gestion de risques afin d'améliorer à l'échelle d'un territoire à la fois l'information préventive, la réglementation et la préparation à la gestion de crise.

• **Le PPR Multi-risque de Saint-Denis de la Réunion :**

dans le cadre de sa contribution à la révision du Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR) « Mouvements de terrain et Inondations » sur la commune, le BRGM a effectué de nombreuses investigations complémentaires, de façon à préciser, sur certains secteurs, le zonage des aléas et le zonage réglementaire.



Propositions d'actions sur le territoire du pays A3V concernant l'ensemble des aléas pouvant générer des impacts forts sur les enjeux humains

Les projets remarquables

Cartographie de l'aléa chute de blocs - Analyse comparative avec la carte de prédisposition aux risques mouvements de terrain



A la suite de la réalisation par la DREAL de Basse-Normandie d'une carte de prédisposition aux risques de manifestation de mouvements de terrain sur l'ensemble du territoire régional, le BRGM a réalisé une étude des niveaux d'aléa, en vue d'une analyse critique de la carte pré-établie de prédisposition à la manifestation de ces phénomènes. Bien qu'elle n'ait pas signification de carte d'aléa, cette carte de prédisposition pourrait être suffisante dans les zones ne présentant pas d'enjeu majeur.

Cartographie du risque mouvement de terrain du Département de l'Aude

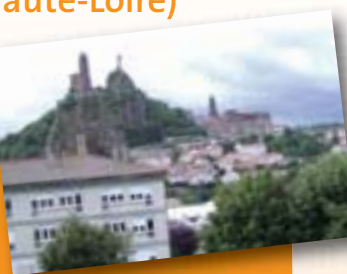
Carte de l'aléa « chute de blocs » (Echelle 1:50 000)



Ce projet vise à obtenir une connaissance continue et homogène du risque associé aux mouvements de terrain du Département de l'Aude, afin de mettre en œuvre des actions de prévention et de communication. Il intègre l'identification des types de mouvements susceptibles d'affecter le territoire départemental, la définition des conditions d'occurrence de ces événements en fonction des contextes lithologique et morphologique, puis la confrontation de qualification aux inventaires événementiels. Les cartes produites présentent la répartition des risques à l'échelle des communes et des zones urbaines, déclinées à partir d'index de risque absolu et de risque relatif.

Scénarios de dommages sismiques Communauté de Communes du Pays de Saint-Flour (Cantal) et Commune du Puy-en-Velay (Haute-Loire)

Dykes surplombant la commune du Puy-en-Velay



La DREAL Auvergne et le BRGM se sont associés pour réaliser une étude de pré-diagnostic de microzonage sismique, suivie d'un scénario de dommages de niveau 0, respectivement pour la Communauté de Communes du Pays de Saint-Flour (Cantal), et la commune du Puy-en-Velay (Haute-Loire). Elle a permis de mieux connaître et appréhender l'aléa et, par-delà de sensibiliser et d'informer les élus, gestionnaires, constructeurs et particuliers aux conséquences d'un événement sismique sur leurs territoires. Il ressort des scénarios de dommages que peu de dégâts seraient observables sur ces territoires.



Effondrement en « pancake » d'un immeuble collectif récent, par rupture des poteaux courts s'adaptant à la pente du terrain

Mission post-sismique à Lorca (Espagne)

Le 11 mai 2011, un séisme a secoué Lorca, une ville espagnole d'environ 60 000 habitants. Ce séisme a induit la mort de 9 personnes et environ 250 blessés. Le BRGM a décidé de se joindre à une mission organisée sur place afin de favoriser les rapprochements interdisciplinaires et enrichir son expérience. L'ensemble de ces observations (dommages ou absence de dommages sur les structures et les équipements), ainsi que les mesures du mouvement sismique, constituent en effet une base de données très intéressante pour la validation des modèles développés pour l'estimation du risque sismique et des estimations de dommages post-sismiques en France.



Les projets remarquables

Connaissance de l'aléa sismique dans le secteur du Canal de Marseille



Canal de Marseille : aqueduc de Roquefavour

L'alimentation en eau potable de Marseille est essentiellement assurée par le Canal de Marseille, qui achemine l'eau depuis la Durance grâce à des ouvrages situés dans une zone présentant un aléa sismique significatif. Le projet a permis l'évaluation de l'aléa sismique au niveau des installations du Canal de Marseille selon différentes méthodes. Cette étude a permis de réaliser une évaluation qualitative des différentes composantes de l'aléa sismique auxquelles sont exposés les ouvrages du Canal de Marseille, et a donné lieu à la réalisation de supports cartographiques de synthèse.

Scénario Départemental de Risque Application au site pilote du Jura



Carte de risque aux glissements des zones bâties - Zone pilote du Jura

L'objectif de cette étude est de proposer une méthode d'évaluation du risque à l'échelle départementale pour optimiser la programmation des PPR et, plus largement, permettre une cartographie cohérente de l'aléa et du risque mouvements de terrain sur l'ensemble du territoire national, indépendante du contexte géographique, et en limitant au mieux les évaluations à « dire d'expert ». Sur la zone pilote située dans le Jura, outre les cartes d'aléa et de risque, une démarche de hiérarchisation globale du risque de mouvements de terrain est proposée, par pondération des résultats de calculs du risque absolu ou relatif suivant le type de phénomène considéré.

Aléa mouvement de terrain Test méthodologique sur la côte Basque

Dans le cadre du projet européen SUDOE, cette étude réalisée sur la côte Basque a permis de tester la méthodologie d'estimation de l'aléa glissement de terrain utilisant le logiciel ALICE, calculant un facteur de sécurité et produisant une carte de probabilité d'occurrence. La comparaison effectuée entre les résultats du logiciel ALICE et la carte d'aléa réalisée en 2005 montre une forte cohérence. Les résultats des calculs sont évidemment tributaires de la qualité des données intégrées en amont (caractéristiques géotechniques, modèle géologique, résolution du MNT, taille des glissements, profondeur de la nappe).



Construction du zonage de l'aléa glissement de terrain à l'aide du logiciel ALICE®.



Présentation de la zone d'étude

Etude de l'aquifère des alluvions de la Vallée de l'Isère en amont de Pontcharra

L'alimentation AEP de la commune d'Albertville est actuellement très vulnérable vis-à-vis des pollutions accidentelles. D'autres zones de production sécurisées sont envisagées, telles que l'exploitation de l'aquifère des alluvions de la vallée de l'Isère en profondeur à proximité immédiate d'Albertville, mais cet aquifère n'est encore que partiellement documenté. Une campagne de géophysique a donc été réalisée, qui a permis de mettre en évidence une succession d'horizons aux caractéristiques différentes. Trois emplacements potentiellement favorables sont proposés pour tester les capacités de production de l'horizon résistant le plus profond.



Risque de chute de blocs – RD713 (Gard)

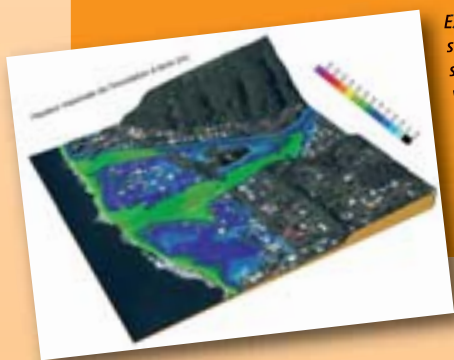
Hiérarchisation du risque de chute de blocs le long du réseau routier départemental du Gard

La hiérarchisation du risque de chute de blocs est basée sur une cartographie de l'aléa, intégrant à la fois expertise, analyse des événements passés et synthèse cartographique par SIG, et sur l'appréhension, en parallèle, de la vulnérabilité du réseau routier vis-à-vis des phénomènes considérés. Elle permet de définir les priorités d'interventions en termes de planification des investissements publics pour la mise en sécurité progressive (travaux de prévention et de protection) du réseau contre les phénomènes de chutes de blocs.

Evaluation de l'aléa submersion marine en Polynésie Française

La Polynésie française est soumise au risque de submersion marine générée par les cyclones, les houles saisonnières et les tsunamis. Dans le cadre de l'élaboration des Plans de Prévention des Risques (PPR) sur les 48 communes, les programmes ARAI (Aléas, Risques naturels, Aménagement et Information) ont notamment permis de réaliser une première évaluation de l'aléa submersion marine. Des documents cartographiques ont été progressivement améliorés, grâce à l'acquisition de nouvelles données et à l'utilisation de méthodes d'études plus élaborées, qui ont été testées sur quatre sites situés sur les îles de Tahiti et de Moorea.

Exemple de modélisation de la submersion avec le modèle SURF-WB pour un scénario de tsunami dans la vallée de la Papeeno (Tahiti)



Exercice de crise sismique à Cadarache



Les sapeurs-pompiers des Bouches-du-Rhône recherchent les victimes prises sous les décombres d'un bâtiment - (sources : 20minutes, Le Monde)

L'exercice de crise sismique à Cadarache s'est basé sur la simulation d'un séisme à proximité du centre de recherche nucléaire du CEA de Cadarache, situé sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance. L'exercice sur le risque normal, c'est-à-dire sur les conséquences du séisme sur les communes environnantes (dommages sur les bâtis et les personnes), a comporté une simulation à l'aide du logiciel Armagedom® du BRGM. Le scénario s'est avéré cohérent et l'animation a été perçue positivement par les acteurs. Ont ainsi pu être testées la maîtrise des conséquences de l'évènement, la coordination interdépartementale, la gestion des sans-abris et les hébergements d'urgence, etc.

Anciennes cavités souterraines à Châlons-en-Champagne

Descente sur corde pour l'exploration d'une crayère pyramidale (photo : Ch.Mathon)

L'existence d'anciennes cavités, plus particulièrement d'anciennes carrières souterraines de craie (crayères ou « catiches »), dans le sous-sol de l'agglomération de Châlons-en-Champagne, induit des risques pour la sécurité des personnes et des biens. Depuis 2006, le BRGM étudie plusieurs réseaux de cavités. Dans un objectif de coordination des actions des divers acteurs locaux afin d'assurer un suivi régulier de l'ensemble des cavités connues sur l'agglomération, un observatoire des cavités souterraines devrait être mis en place en partenariat avec la DDT et les services techniques de la ville.





Les projets remarquables

Champ de bataille du Hartmannswillerkopf (68) Evaluation des risques et recommandations



Chute de toit (dièdre) dans la première chambre du Rorhrburg
(source : C. Mathon)

Le site du Hartmannswillerkopf, datant de la première Guerre mondiale, comprend quarante-cinq kilomètres de tranchées et de sentiers. Dans le cadre des célébrations du centenaire de la Grande Guerre, ce Monument fait l'objet d'un projet de rénovation et de mise en valeur des installations existantes. Afin de diagnostiquer les zones d'instabilité des souterrains militaires, le BRGM est intervenu dans les ouvrages situés sous et à proximité de la crête. Après diagnostics, des solutions de mise en sécurité du site en vue de sa mise en valeur ont été proposées.

Retrouvez les projets remarquables dans leur intégralité à l'adresse internet suivante www.brgm.fr/SP2011

Etude préliminaire de l'impact du changement climatique sur les aléas naturels à La Réunion

Dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), il est nécessaire de disposer des premiers éléments qualitatifs sur les effets possibles du changement climatique sur les aléas et sur les risques naturels à La Réunion. A partir d'un inventaire et d'une synthèse bibliographique des facteurs régissant les aléas naturels, des modifications de ces facteurs selon les projections climatiques et des impacts prévisibles sur les aléas, l'étude montre que les évolutions climatiques estimées amènent à la fois des facteurs d'aggravation et d'atténuation, sans qu'il soit possible à ce stade de les pondérer pour en faire le bilan. Elle recommande le développement des réseaux de suivi à long terme et d'outils de modélisation adaptés au contexte réunionnais.

CHANGEMENT DU FACTEUR CLIMATIQUE ATTENDU	ALÉA POTENTIELLEMENT IMPACTÉ	MODIFICATION DE L'ALÉA ATTENDUE	DEGRÉ DE CONFIDANCE
Augmentation de l'intensité des vents de sud-ouest et de l'altitude des pluies et une augmentation des épisodes convectifs orageux	ÉCARTÈMENT DE TERREAU	Amplification des épisodes convectifs orageux et des vents qui entraînent des écoulements de boue	Faible
	INSTABILITÉ ROCHUEUSE	Amplification des épisodes convectifs orageux et des vents qui entraînent des écoulements de boue	Faible
	ÉROSION DE SOL	Augmentation des épisodes convectifs orageux et des vents qui entraînent des écoulements de boue	Faible
	ÉROSION COÛTÈRE	Augmentation de l'intensité des épisodes de vents qui entraînent des écoulements de boue	Faible
Augmentation des précipitations	ÉCARTÈMENT DE TERREAU	Érosion de la terre - déstabilisation de surfaces des constructions techniques existantes	Moyen
	INSTABILITÉ ROCHUEUSE	Érosion de la terre - déstabilisation de surfaces des constructions techniques existantes	Moyen
	ÉROSION DE SOL	Augmentation de l'intensité des épisodes convectifs orageux et des vents qui entraînent des écoulements de boue	Moyen

Extrait de la synthèse des modifications potentielles induites sur les aléas naturels par le changement climatique



Sites, sols pollués, et déchets

Gestion des sites et sols pollués

BASIAS

Établissements sensibles sur d'anciens sites industriels

Référentiel de certification pour les bureaux d'études et les entreprises de travaux

Opération d'évaluation de procédés de décontamination de sols chargés en chlordécone

Gestion des déchets et des centres de stockage

Travaux liés à la Directive Cadre Eau (DCE)

Filières de valorisation et de réutilisation des déchets

Exposition et risques

Tierce expertise

Les projets remarquables

Les actions dans le domaine des sites, sols pollués et des déchets s'articulent autour de cinq thèmes :

- la gestion des sols et des sites (potentiellement) pollués ;
- les Inventaires Historiques Régionaux (IHR) ou Urbain (IHU) et la mise à disposition pour tout public des données rassemblées à partir du site Web¹ de BASIAS (Base des Sites Industriels et des Activités de Service) ;
- la gestion des déchets et des centres de stockage ;
- les filières de valorisation et de réutilisation des déchets ;
- l'exposition et risques induits par la nature de la géosphère impactée ou non par l'activité anthropique.

L'année 2011 se caractérise en particulier par :

- la poursuite, sur les départements publiés dans BASIAS, du travail d'identification des établissements localisés sur et à proximité d'anciens sites industriels accueillant des enfants et des adolescents (crèches, écoles, collèges, lycées, etc.) susceptibles de faire l'objet d'une démarche de diagnostic des sols. Cette dernière a été mise en place progressivement à l'échelle du territoire national ;
- la fin progressive de la bancarisation des données d'auto-surveillance produites par les industriels sur la qualité des eaux souterraines

au droit des installations classées et des sites pollués.

Elle a permis d'achever le rattrapage du passé, engagé sur l'ensemble du territoire national depuis 2007. Elle est accompagnée par le développement d'un système d'auto-déclaration sur internet (cohérent avec l'outil GIDAF – Gestion Informatisée des Données d'Auto-surveillance Fréquente du MEDDTL²) à l'usage des exploitants. Ce processus d'auto-déclaration sera déployé progressivement dans les deux ans ;

- la poursuite de la mise à jour des IHR de certains départements (régions PACA et Rhône-Alpes) et la poursuite des Inventaires Historiques Urbains (IHU) dont celui du Grand Lyon qui s'achèvera à l'horizon 2014 ;

• la finalisation de la mise en place du processus de certification pour les bureaux d'études et les prestataires dans le domaine des sites et sols pollués. Le BRGM a joué le rôle d'expert auprès du MEDDTL et poursuivra son appui dans le cadre de cette démarche ;

- le lancement de l'action nécessaire à la mise en place d'un site internet TERRASS³ pour assurer la traçabilité des terres excavées réutilisées, la création d'une base de données pérenne et la mise en place d'une bourse aux matériaux associés ;

¹ <http://basias.brgm.fr/>

² Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

³ Terres Excavées Réutilisées de façon Raisonnée dans des Aménagements en Sous Structures

- la finalisation de la phase d'évaluation de procédés biochimiques de décontamination des sols chargés en chlordécone pour le compte du MEDDTL qui débouche sur des essais in situ aux Antilles ;

- la poursuite de l'établissement de cartes départementales sur l'aléa d'exposition à l'amiante environnemental naturel, sur deux départements et une région : les Hautes-Alpes, l'Isère et le Massif Armoricain.

➤ Gestion des sites et sols pollués

Le BRGM collabore à de nombreux groupes d'experts et apporte son appui technique à diverses instances et institutions nationales (le MEDDTL et l'AFNOR, notamment), européennes et internationales, sur les aspects réglementaires, techniques, scientifiques et normatifs.

En matière de sites et sols pollués, le BRGM poursuit sa participation aux travaux sur la gestion des terres excavées et la transposition de la directive-cadre sur les déchets 2008/98/CE. Il prend aussi part aux travaux du groupe de travail sur la gestion des pollutions au mercure mis en place au MEDDTL. En 2008, à la demande du MEDDTL, il a pris en charge le secrétariat du Common Forum on Contaminated Land in Europe (www.commonforum.eu-commonforum-secretariat@brgm.fr), plate-forme d'échanges sur la connaissance des sols contaminés à l'échelle européenne et internationale, dont il assure désormais l'animation jusqu'en 2014.

Les réunions programmées montrent le caractère international de cette plateforme : octobre 2011, Washington (USA) en parallèle de la réunion de l'ICCL ; avril 2012, Bâle (Suisse) ; automne 2012, Allemagne.

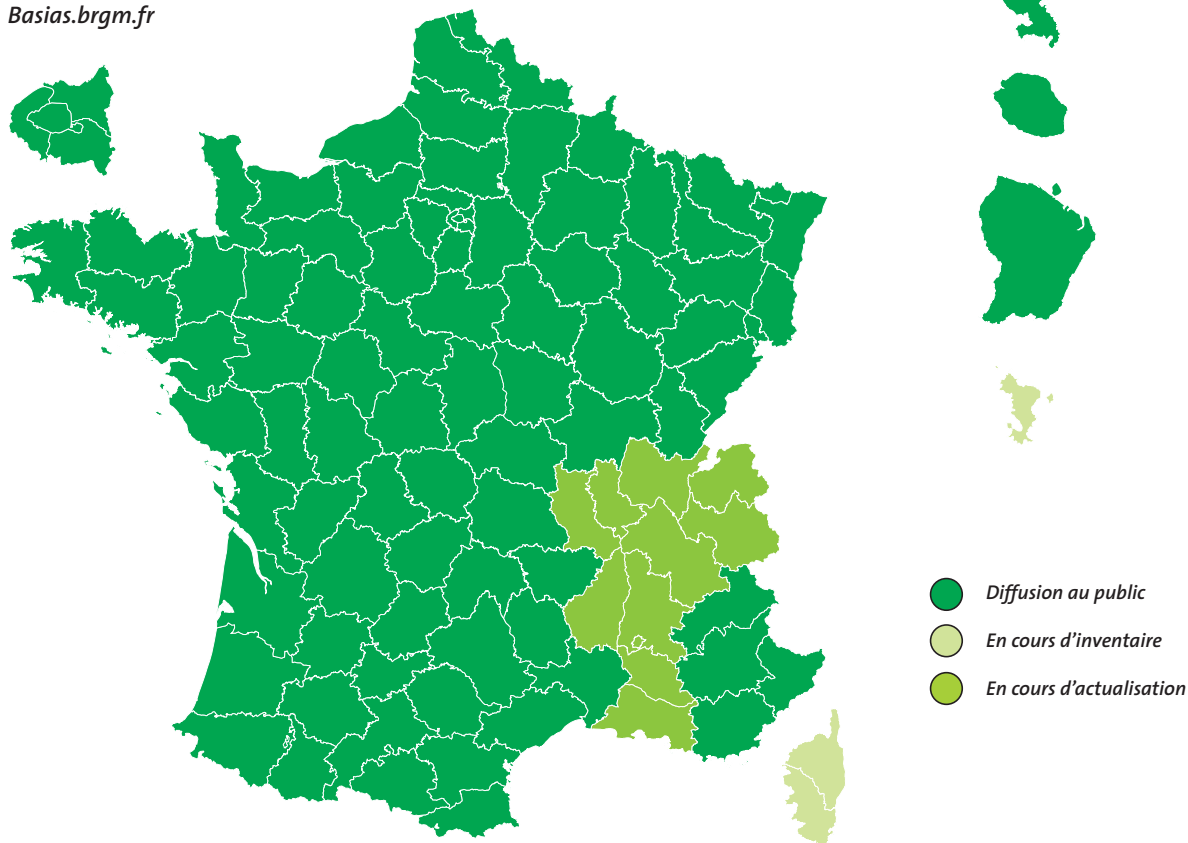
La veille documentaire, la formation et l'information poursuivent leur développement. La diffusion de la connaissance qui concerne la gestion des sites et sols pollués est maintenant assurée par le portail www.developpement-durable.gouv.fr/Sites-et-sols-pollues.html dont le BRGM est contributeur et assure le suivi.

A la demande du MEDDTL, le BRGM travaille aussi sur le bilan de la mise en œuvre de l'article 30 de l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002 sur la surveillance de l'impact environnemental des Usines d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM).

Ce bilan, qui est applicable aux installations existantes depuis décembre 2005, sert de base pour la rédaction, en collaboration avec INERIS, d'un guide sur la surveillance.

Carte d'avancement des inventaires de sites industriels sur le territoire français au 31 décembre 2011.

Basias.brgm.fr



☛ BASIAS

A fin 2011, tous les départements français ont fait ou font l'objet d'un inventaire historique d'anciens sites industriels. Sur 100 départements et une collectivité d'outre-mer (Mayotte), 98 inventaires historiques sont terminés et 97 sont consultables sur <http://basias.brgm.fr/>.

Pour accélérer la mise en application du Grenelle de l'environnement (article 43), l'IHR de la Corse a été réalisé en 2010 et 2011 grâce à une forte implication du MEDDTL. Une convention passée avec ce dernier a aussi permis de lancer le rattrapage des années manquantes pour deux départements de la région PACA (13 et 84) et la reprise de 4 départements en région Rhône-Alpes (01, 38, 42 et 74). L'affichage de la Corse (2A et 2B) et du Vaucluse (84) sera fait en 2012. L'inventaire sur le département des Bouches du Rhône se poursuit en 2012.

L'effort se poursuit aussi sur la mise en place, en collaboration avec les entités territoriales, de l'Inventaire Historique Urbain (IHU), déclinaison à l'échelle cadastrale (agglomération, communauté urbaine) de l'IHR, pour une réappropriation raisonnée de l'espace urbain tenant compte du passé industriel. Les données obtenues sont aussi versées dans BASIAS. Ainsi, à l'exemple du Grand Lyon, des agglomérations importantes font l'objet d'un IHU.

Ce dernier a été réalisé sur Graulhet (81) en Midi-Pyrénées, sur l'agglomération d'Amiens (80) et sur Saint-Nazaire et Trignac (44).

☛ Etablissements sensibles sur d'anciens sites industriels

Toujours dans le cadre de l'article 43 de la loi relative au Grenelle de l'environnement, le chantier d'identification des risques potentiels liés à la présence d'établissements

Projections de la position de l'emprise de l'établissement scolaire actuel sur une vue aérienne de 1964.

accueillant des enfants et des adolescents (crèches, écoles,...) sur et à proximité immédiate d'anciens sites industriels (recensés dans la base BASIAS), commandé par le MEDDTL, s'est activement poursuivi. **Dans le cadre de ce projet à fort enjeu**, l'organisation technique des diagnostics est confiée par le MEDDTL, au BRGM, en tant que maître d'ouvrage délégué. L'étape d'identification et de repérage à l'échelle des emprises des sites (étapes 1 et 2), menée sur 70 départements, a abouti à une première liste de 900 établissements, qui devront faire, ou ont fait l'objet de l'étape suivante de diagnostic des sols (étape 3). Une seconde liste sera publiée au second semestre 2012, à fin 2011, 17 nouveaux ont fait l'objet des étapes 1 et 2. A fin 2011, 600 établissements étaient engagés dans l'étape 3, qui se poursuit pour traiter au final plus de 1 800 établissements. 200 sites faisaient déjà l'objet d'une classification définitive.

☛ Référentiel de certification pour les bureaux d'études et les entreprises de travaux

Justifié par le besoin des maîtres d'œuvres d'identifier les prestataires pouvant offrir des services de qualité conformes à l'état de l'art et aux réglementations en vigueur dans le domaine des sols pollués, le Ministère en charge de l'écologie a finalisé à partir de la norme NFX31-620 un référentiel de certification à l'aide d'un groupe d'experts et a mis en place des procédures de certification. Le BRGM en tant que maître d'ouvrage délégué et expert assiste le Ministère dans cette démarche.

Cette dernière sera accompagnée d'un porté à connaissance sous forme de guides et de formations dédiées.



☛ Opération d'évaluation de procédés de décontamination de sols chargés en chlordécone

A la demande du Ministère, le BRGM a évalué deux procédés de décontamination de sols chargés en chlordécone : seul le procédé Daramend® apparaît performant (90 à 95% de réduction de la pollution) pour deux types de sols, le nitisol et le ferrasol. L'andosol, du fait d'une particularité minéralogique, paraît plus réfractaire au procédé de dépollution (40% de réduction de la pollution). Aux vus des résultats, des essais de dépollution in situ sont programmés aux Antilles à l'horizon 2012 - 2013.



Commune de Rassuen, terril de résidus de procédés thermiques dans une friche industrielle.

➤ Gestion des déchets et des centres de stockage

En appui au Ministère en charge de l'écologie et du développement durable, l'Etablissement contribue aux groupes de travaux européens et aux groupes miroirs⁴ AFNOR, pour lesquels il assure la présidence et l'animation ainsi que des participations thématiques :

- essais géotechniques et mesures sur la perméabilité concernant des centres de stockage ;
- expertise sur les travaux de mise en application au niveau européen de la directive cadre européenne sur les déchets 2008/98/CE ;
- gestion des déchets de l'industrie extractive en appui à la mise en place de la directive européenne 2006/21/CE.

⁴ Groupe de travail franco-français travaillant sur le même thème que le groupe de normalisation européen et comprenant des membres français de ce même groupe.

➤ Travaux liés à la Directive Cadre Eau (DCE)

Le BRGM collabore au développement de réseaux de contrôle et à la gestion coordonnée des grands sites industriels. Dans ce contexte, il poursuit la collecte des données relatives au suivi de la qualité des eaux souterraines au droit d'environ 4 000 installations classées et sites pollués (BASOL), soit environ 20 000 ouvrages de suivi et 3,5 millions d'analyses.

A la fin de 2011, 19 régions (et un DOM-La Réunion) sont achevées pour les données disponibles collectées entre 2006 et 2010. Les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées achèveront en 2012 leurs dernières phases de rattrapage de l'historique de surveillance.

Les 3 régions du Nord-est de la France sont en cours d'actualisation partielle et complément de rattrapage des données d'auto-surveillance. Cette action est financée par

le MEDDTL, les Agences de l'Eau et des DREAL. Le BRGM participe avec le MEDDTL à la réalisation d'un outil de saisie à l'intention des Industriels, disponible sur le WEB et intégré dans l'outil GIDAF du Ministère en charge de l'écologie. Son initialisation et son déploiement progressif dans les régions sont programmés pour 2012 et 2013.

► Filières de valorisation et de réutilisation des déchets

Le BRGM apporte de manière assez constante une assistance technique aux collectivités locales et à l'ADEME pour la gestion des ordures ménagères. Cette assistance s'appuie sur l'outil AWAST® d'aide à la décision pour la gestion des déchets et la démarche d'ACV⁵. L'outil permet par une analyse des filières, de simuler des scénarios, d'évaluer leurs coûts, en particulier approcher l'évolution du tri sélectif domestique, ou de s'adapter à l'évaluation environnementale de plans départementaux d'élimination des déchets.

La collecte des données nécessaires à l'adaptation et la pertinence de l'outil se poursuit en collaboration avec l'ADEME. Une nouvelle demande se fait jour à travers la mise en place d'analyses de filières pour évaluer la pertinence d'un choix par l'établissement d'indicateurs environnementaux et économiques. C'est dans ce cadre que se poursuit pour le MEDDTL une étude intitulée « Analyse multicritère de la performance et de la durabilité des différentes modalités de gestion de la part organique des ordures ménagères ».

► Exposition et risques

Le travail sur ce thème porte surtout sur l'aléa amiante naturel avec une forte demande exprimée concernant les préconisations de mesures de travaux pour réduire le risque d'exposition des populations dans les zones où l'inventaire met en évidence des zones aménagées directement sur des roches amiantifères.

C'est en Corse que le problème est le plus saillant, région où le BRGM poursuit sa collaboration sur ce thème avec le CETE⁶ et avec l'OEC⁷. En parallèle, le BRGM, à la demande du MEDDTL, poursuit des travaux sur l'établissement des cartes départementales au 1/125 000^{ème} et cantonales au 1/30 000^{ème} sur l'aléa « amiante environnemental naturel ». Après avoir finalisé trois départements (Savoie, Loire-Atlantique et Corse), le travail se poursuit sur deux nouveaux départements (Hautes-Alpes, l'Isère) et une région (Massif armoricain). Dans ce thème, une nouvelle problématique est mise en lumière à la demande des administrations décentralisées, celle de la détermination des fonds géochimiques naturels.

► Tierce expertise

Le BRGM a travaillé sur dix-sept dossiers qui touchent surtout le domaine du stockage des déchets et la réhabilitation de sites.

Une tendance à réaliser de nouvelles expertises sur la gestion de sites industriels pollués se dessine.



© Im@gé

Chaîne de de tri sélectif de la Région Parisienne.

⁵ Analyse de cycle de vie.

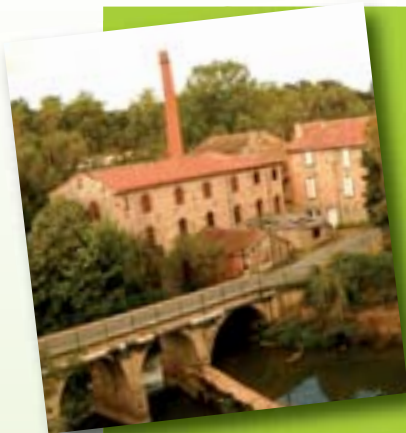
⁶ Centre d'Études Techniques de l'Équipement

⁷ Office de l'Environnement Corse



Les projets remarquables

Inventaire Historique Urbain de Graulhet (tarn)



Mégisserie le long du Tarn

La commune de Graulhet, avec le soutien de l'ADEME et du Conseil Régional Midi-Pyrénées, s'est engagée dans un programme de redynamisation urbaine axé sur la

requalification des friches industrielles « mégissières ». A ce jour, grâce à l'IHU, la commune de Graulhet possède un outil dimensionné aux objectifs de l'optimisation de la gestion de l'espace urbain, utilisable dans le cadre de projets de reconversion de friches urbaines.

Mise en place d'une méthodologie de gestion hors site des terres excavées

Les terres excavées polluées qui sont extraites d'un site lors des projets de réaménagement (terrassements liés aux fondations, voies d'accès, fondations) constituent des déchets qu'il convient alors de gérer en cohérence avec les dispositions du titre IV du livre V du Code de l'Environnement. En ce qui concerne les excédents de terres excavées faiblement polluées et même non polluées, leur gestion est plus délicate. Le guide méthodologique de réutilisation hors site des terres excavées expose les règles de l'art et les modalités sous lesquelles certaines terres peuvent être réutilisées dans une optique de développement durable, de protection des populations et de l'environnement.



Aménagement paysager à base de terres excavées (© C. Blanc)

Libération de contaminants présents dans les sédiments de la Sélune (50)



Aperçu du barrage de Vezens (I. Girardeau)

L'Etat a décidé de procéder à l'effacement des barrages de Vezens sur la Sélune et de la Roche-Qui-Boit (Manche). Mais l'exondation de sédiments chargés par endroits en métaux lourds et cyanures, peut constituer une source potentielle de pollution. Douze carottes de sédiments ont été prélevées pour analyse. Les résultats permettent de conclure que les eaux d'égouttage ne seront pas une source majeure de contaminants dissous pour la rivière dans les jours qui suivront l'exondation des sédiments. Toutefois, une fois émergés, ces derniers pourraient libérer par effet d'oxydation une grande quantité de contaminants dans la rivière en un laps de temps très court (quelques semaines).

Gestion des pollutions mercurielles associées aux sites à électrolyse au mercure

En France, au moins dix anciens sites de production de chlore avec la technologie d'électrolyse à mercure seraient concernés par une pollution. Les travaux menés ont pour objectifs de présenter l'état de l'Art en matière de dépollution des sols, d'exposer les pratiques actuelles, d'identifier les meilleures perspectives pour gérer les sites pollués par le mercure et de guider et d'appuyer les DREAL dans ce domaine. On constate cependant l'absence de technologies matures, des lacunes sur la connaissance du comportement actuel et à long terme des pollutions au mercure et l'absence d'outils de diagnostic appropriés.



Gouttes de Mercure sur un site historique de productions de chlore par électrolyse dans des cellules à mercure (D. Hube)



Bananaïe en Guadeloupe

Décontamination de sols pollués à la chlordécone

Afin de traiter le problème très spécifique de la pollution des sols antillais par la chlordécone, insecticide utilisé pour lutter contre le charançon du bananier, l'efficacité de procédés de dépollution des sols, utilisables à court terme, a été testée et quantifiée. L'efficacité des deux procédés a été comparée en laboratoire pour les 3 principaux types pédologiques de sols antillais (andosol, nitisol, ferrasol). Seul le procédé Daramend® s'est avéré efficace, réduisant considérablement la pollution du nitisol et du ferrasol, mais moins clairement pour l'andosol.

Correction des cartes d'aléa Application à l'amiante naturelle

La réalisation (en Haute-Corse et en Savoie) de cartes de l'aléa de présence d'amiante dans les terrains est basée sur les cartes géologiques. Mais pour les éboulis et les cônes de déjection, qui sont des formations géologiques de nature très hétérogène, cet aléa était identifié comme « variable ». La présente étude a permis de préciser la valeur des aléas en reconstituant les trajectoires théoriques suivies par les éléments rocheux constitutifs des éboulis et des cônes de déjection.



Carte des roches potentiellement porteuses d'amiante de la Corse du Nord.

→
Retrouvez les projets remarquables dans leur intégralité à l'adresse internet suivante www.brgm.fr/SP2011

Réhabilitation des anciennes décharges communales de Maine-et-Loire

Dans les anciennes « décharges municipales », mises en place afin d'accueillir les déchets ménagers, d'autres déchets (déchets de l'activité artisanale, dépôts sauvages, etc.) ont pu également être déposés. De plus, la plupart de ces décharges ont été mises en place sans prendre en compte leur impact sur l'environnement. Pour chacun des 27 sites sélectionnés dans le Maine-et-Loire, un constat a été dressé sur 4 points essentiels de réhabilitation. A partir de ces constats, des solutions ont été proposées.



Réhabilitation d'anciennes décharges. Volume estimé des déchets entreposés.

Recherche d'anciennes carrières abandonnées aptes au stockage de déchets inertes

Déchets inertes en décharge (© BRGM)

Certains déchets du BTP ne peuvent être réutilisés ou recyclés en raison des conditions techniques et économiques locales. Ces déchets sont normalement destinés à être éliminés dans des Installations de Stockage de Déchets inertes (ISDI). L'utilisation éventuelle de sites d'anciennes carrières pour ce stockage peut être envisagée sous réserve de satisfaire à un certain nombre de règles d'aménagement. Le recueil d'informations et la sélection multicritère à l'aide du logiciel ELDORADO ont permis de proposer des sites dans les Ardennes et en Haute-Marne.





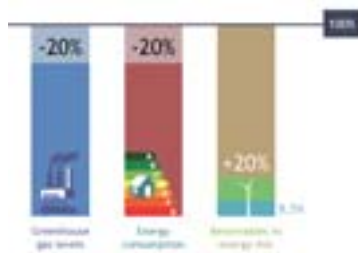
Géothermie



Les projets remarquables

La stratégie du BRGM pour le développement de la géothermie est intimement liée au **contexte politique, environnemental et énergétique**.

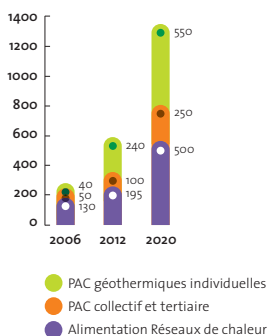
The 20-20-20 EU Policy by 2020



Ses principaux fils conducteurs sont:

- **la directive 2009/28/CE relative à la promotion des énergies renouvelables**, qui fixe des objectifs contraignants de développement de ces énergies à l'horizon 2020, avec un objectif, pour la France, de 23 % d'énergies renouvelables et, pour les DROM, de 20 % d'électricité géothermique ;

Objectifs de production de chaleur géothermale en Ktep



- **la loi « Grenelle I »** qui reprend les engagements du Grenelle de l'environnement et notamment les éléments du Plan National pour le développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale ;

- **la loi « Grenelle II »** qui met en place les **Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE)**. Elle rend par ailleurs obli-

gatoires, avant le 31/12/2012, les **Plans Climat Energie Territoriaux (PCET)** pour les Conseils régionaux, généraux et les EPCI de plus de 50 000 habitants ;

- les deux chantiers du **Plan Bâtiment du Grenelle de l'environnement** qui concernent directement la géothermie :

> le **Groupe de travail "Innovations"** vise à créer des « plateformes d'innovation » spécialisées dans le bâtiment et regroupant la formation, le transfert de R&D, la démonstration et le développement d'entreprises. Cette proposition est illustrée par la plateforme « Géothermie et bâtiments intelligents » du site du BRGM d'Orléans,

> le **Groupe de travail "Energies renouvelables appliquées au bâtiment"** souligne la nécessité de développer la **cartographie des ressources** renouvelables et cite l'exemple des **S.I.G. des atlas des ressources** sur aquifères réalisés par le BRGM.

Concernant le développement des réseaux de chaleur géothermique, une proposition vise à mettre en place des « **démonstrateurs** » permettant de valider le bon fonctionnement des installations géothermiques hors Ile-de-France ;

> la reconnaissance de la géothermie comme **une filière**



verte dans le cadre de l'identification et l'analyse des forces et faiblesses de **18 filières industrielles stratégiques de l'économie verte**, réalisée à la demande du MEDDTL par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD). Ce rapport définissait deux axes prioritaires d'actions, dont l'exploitation du potentiel géothermique superficiel et le lever des freins financiers au développement de la géothermie haute énergie.

- **le crédit d'impôt pour les particuliers, mis en place dès 2005** pour faciliter la mise en place des pompes à chaleur (matériel) à un taux originel de 50 %, étendu aux échangeurs enterrés en 2010, mais réduit à un taux de 36 % en 2011 ;

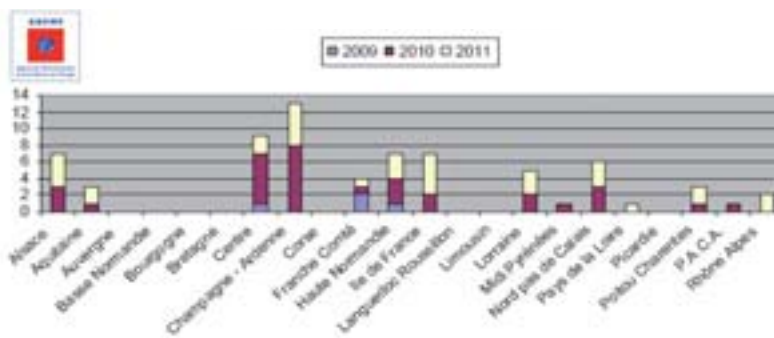
- **le Fonds Chaleur renouvelable (2009-2013)** qui a pour vocation de participer au financement de projets dans les secteurs de l'habitat collectif, du tertiaire et de l'industrie ;

- **le Comité National de la Géothermie (CNG)**, mis en place en 2010 par le MEDDTL, qui a poursuivi son activité en 2011, notamment dans le domaine de la simplification de la réglementation, identifiée comme frein important au développement de la géothermie ;

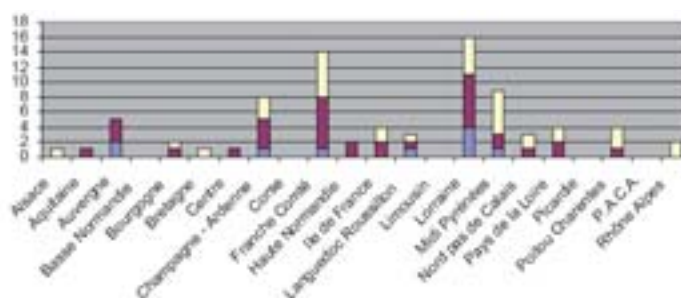
- **l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG)**, créée en 2010 à l'initiative de l'ADEME et du BRGM, parfaitement reconnue à ce jour dans son rôle d'information auprès des professionnels et d'accompagnement des pouvoirs publics (qualité, réglementation).

Malgré un accompagnement politique encore fort grâce à la pérennité des outils financiers mis en place (**crédit d'impôt pour les particuliers, Fonds chaleur**), le contexte économique lié à la crise de 2008 a fortement impacté le marché des pompes à chaleur individuelles.

Nombre d'installations Aquif. superficiel



Nombre d'installations PAC sur sondes



Ce contexte est encore marqué en 2011 par une **forte décroissance du marché des Pompes à Chaleur (PAC) individuelles (-13%)** atteignant les valeurs de 2002 (7 762 installations, source AFPAC), malgré la persistance du crédit d'impôt et un coût toujours croissant des énergies non renouvelables. Cette baisse est directement liée à la très forte diminution de la mise en chantier de maisons individuelles.

Contrairement aux pompes à chaleur individuelles, les autres segments de la géothermie sont stabilisés, voire croissants :

- le nombre d'opérations de géothermie exploitant l'énergie des aquifères superficiels aidés par le Fonds Chaleur renouvelable (2009-2013) est resté stable avec 75 opérations ;
- le nombre de champs de sondes aidés en 2011 est resté constant avec 34 opérations ;
- le nombre d'opérations PAC sur eaux usées aidées a explosé en 2011, passant de 5 à 22 unités ;

- enfin, 3 nouvelles opérations de Géothermie profonde pour alimenter par usage direct des réseaux de chaleur ont été financées en 2011, ce qui porte à 8 le nombre d'opérations réalisées depuis le début de la mise en place du fonds chaleur en 2009.

Concernant la géothermie profonde, l'intérêt énergétique et économique de ces opérations pour les maîtres d'ouvrages est évident : un rythme annuel projeté de 3 à 4 nouvelles réalisations sur les 3 prochaines années ; la réhabilitation de doublets géothermiques de première génération (Orly, Sucy-en-Brie, La Courneuve, Coulommiers, etc.) ; la prise en considération de nouveaux aquifères cibles comme l'Albien et le Néocomien en Île-de-France.

Pour 2011, les appuis aux politiques publiques du BRGM dans le domaine de la géothermie sont marqués par deux partenariats :

- **le partenariat national spécifique à la géothermie avec l'ADEME**, mis en place dès 2001, formalisé en 2008 par la signature d'un accord-

cadre spécifique sur la géothermie. Ce dernier n'a pas été reconduit, la géothermie restant dans l'accord cadre général ADEME-BRGM ;

- des **partenariats régionaux**, faisant généralement intervenir les directions régionales de l'ADEME, les Collectivités territoriales et les services de l'état et concernant les inventaires géothermiques régionaux, les schémas climat air énergie, et diverses actions de communication ou d'animation.

En 2011, le développement du domaine de la Géothermie au BRGM s'est poursuivi avec une croissance supérieure à 40 %.

Les actions du domaine Géothermie, développées selon 4 axes, sont menées par le département Géothermie pour les actions nationales, et par les Services Géologiques Régionaux avec l'appui du Département pour les actions territoriales :

- communication et promotion de la filière géothermie ;
- contribution au développement et à la structuration de la filière ;
- centre de ressources techniques d'appui aux maîtres d'ouvrages de la géothermie ;
- développement des dynamiques régionales.

La convention cadre ADEME-BRGM Service Public qui couvre les 3 premiers axes, ainsi que les développements méthodologiques concernant des actions régionales, a été renouvelée en 2011. Elle regroupe 22 projets dans les domaines de l'information-communication, de la structuration de la filière et du Centre technique.

Par ailleurs, d'autres projets d'appuis aux politiques publiques se sont déroulés en 2011 dans 11 régions différentes.

Parmi les faits marquants de l'année 2011, on relèvera :

- **la contribution à la « structuration de la filière »** avec trois actions distinctes : l'animation de la filière, la mise au point d'outils permettant son développement et enfin la mise en place de mécanismes permettant de maîtriser cet essor ;

L'organisation de la filière géothermique en général et de celle des PAC géothermiques en particulier, nécessite d'établir des liens avec les organisations concernées à un titre ou à un autre par le développement de la géothermie. C'est pourquoi le BRGM est membre de diverses instances dont :

- > l'AFPAC (Association Française pour les Pompes à Chaleur), comme administrateur ;
- > l'AFPG (Association Française des Professionnels de la Géothermie), qu'il a contribué à créer en 2010 ;
- > le SER (Syndicat des Energies Renouvelables) ;
- > la présidence de la Commission Géothermie.

Le BRGM participe aussi au Comité de la charte du SFE (Syndicat des Foreurs d'Eau et de géothermie) et anime le secrétariat du CNG (Comité National de Géothermie).

Au niveau européen, le BRGM est également membre de l'EGEC (European Geothermal Energy Council), ce qui lui permet de faire le lien entre les actions développées aux niveaux européen et français ; au niveau international, il est membre de l'AIE (Association Internationale de l'Energie). Grâce à ces positions stratégiques, le BRGM joue un rôle clé en ce qui concerne la filière géothermie en France.

Cette animation de la filière doit être complétée par des actions concrètes, visant à mettre en place un contexte favorable au développement, telles que :

- > la diffusion de données sur les ressources géothermales disponibles à l'échelle locale ;
- > la définition du potentiel géothermique des territoires, afin de permettre aux décideurs de prendre position par rapport au développement de la géothermie ;
- > la mise en œuvre de dispositifs d'encadrement du développement, afin d'éviter toute pratique inappropriée ;
- > l'apport de la connaissance pour éviter toute image négative non fondée.

Forages géothermiques : démarche qualité.





Concernant les bonnes pratiques, des actions marquantes ont été entreprises pour les normaliser, par le suivi des travaux de normalisation et certification français et européens sur les pompes à chaleur (i.e. révisions des normes AFNOR NF X 10-970 Sonde géothermique verticale et AFNOR NF X 10-999 sur les forages d'eau et de géothermie, rédaction de normes sur le tube de sonde, sur la qualité du ciment de scellage des tubes de sonde).

Au sujet de l'apport de la connaissance, l'étude sur l'évaluation des impacts thermiques et environnementaux menée sur le site de l'agglomération lyonnaise, comportant une opération de production de froid par géothermie sur aquifère (type d'exploitation conduisant à un réchauffement des aquifères) conclut à l'absence de conséquence sur la microbiologie du sous-sol. Elle a été complétée par une étude bibliographique (France et Europe) réalisée pour le MEDDTL, en partenariat avec l'ONEMA et l'ADEME, sur les impacts environnementaux négatifs provenant de la réalisation ou de l'exploitation d'opérations de géothermie par pompes à chaleur. Cette étude conclut à un faible nombre d'impacts négatifs sur la microbiologie du sous-sol, proportionnellement au nombre d'opérations existantes.

- **le développement des dynamiques régionales** avec trois types d'actions :

> la poursuite et l'accentuation de la mise en place des outils de développement de la géothermie en région, inventaires des ressources géothermales et définition des potentiels de développement de la géothermie à travers les SRCAE ;

> dans le domaine de l'information/formation, la mise en place de journées régionales de sensibilisation, dans le domaine du développement de la géothermie ;

Etat d'avancement des Atlas Géothermiques



> la définition du potentiel géothermique au niveau d'agglomérations, de territoires d'établissements publics et l'appui aux collectivités dans les DROM-COM.

Les Atlas géothermiques couvrent les informations indispensables à la réalisation d'opérations géothermiques à partir de l'énergie des aquifères superficiels et/ou profonds. Les résultats des travaux sont diffusés via des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) mis en ligne sur le site www.geothermie-perspectives.fr.

Cinq SIG ont été terminés et mis en ligne en 2011 : ceux d'Aquitaine, de Champagne-Ardenne, du Nord-Pas-de-Calais, de Rhône-Alpes et de Provence-Alpes-Côte-D'azur. La France métropolitaine bénéficie donc, fin 2011, d'une couverture importante, puisque, si l'on excepte les régions Alsace, Bourgogne et Pays-de-Loire ne sont pas couvertes ; la couverture des régions

Languedoc-Roussillon et Poitou-Charentes n'est pas complète.

En parallèle avec cette opération, le BRGM a, dès 2009, mis en place une méthodologie apte à répondre à la réalisation du volet géothermique du SRCAE, basée sur le croisement des ressources géothermales avec les besoins thermiques de surface (actuels ou futurs), afin de définir des schémas régionaux du potentiel géothermique. Cette évaluation du potentiel concerne aussi bien les ressources superficielles que les ressources profondes (quand elles existent), ce qui a nécessité dans certains cas de compléter le travail d'inventaire fait sur les aquifères superficiels. En 2011, les schémas régionaux ont été terminés pour les régions Ile-de-France, Midi-Pyrénées, Centre et Rhône-Alpes.

Le BRGM a contribué au montage de Journées de sensibilisation qui sont spécifiques à chaque région. Le concept a été mis au point dans le cadre du partenariat ADEME, BRGM, AFPG, et expérimenté dans la région

Bourgogne. La manifestation, tenue le 29 septembre 2011 à Dijon et réunissant plus d'une centaine de personnes, est considérée comme un franc succès dans une région où la géothermie connaît un développement très récent. A l'issue de cette journée, le format de réunion retenu a été validé, et des outils de communication adaptés ont vu le jour suite aux retours des participants.



Les journées de la Géothermie du 13 au 15 décembre 2011 – Parc Floral de Paris

Parallèlement au développement de prospectives à l'échelle régionale, la détermination du potentiel géothermique peut être menée à des échelles infrarégionales pour la mise en place de plans d'actions concrets en faveur du développement de la géothermie :

- à l'échelle (inter)communale, dans l'objectif de donner des éléments sur l'évaluation du potentiel géothermique pour la réalisation de PCET (Plan Climat Energie Territoriaux), obligatoires pour les communes ou EPCI (Etablissements Publics de Coopération Intercommunale) de plus de 50 000 habitants, pour leur prise en compte dans les documents d'urbanisme ;
- à l'échelle de zones d'aménagement, dans l'objectif de proposer des stratégies locales de valorisation de la ressource géothermale, en caractérisant les impacts thermiques des opérations tout en évaluant la possibilité de mutualisation des systèmes énergétiques (création de micro-réseaux de chaleur alimentés par des pompes à chaleur).

Dans ce cadre, l'action du département géothermie se développe aux différentes échelles, de l'action territoriale à la réflexion sur le projet urbain, en passant par la planification communale.

En 2011, un nouveau projet de développement de la géothermie en Martinique fixe les conditions d'un démarrage de forages d'explorations pour la géothermie de Haute-Energie (production d'électricité) et de Basse-Energie (climatisation durable dans la zone d'activité du Lamentin). Il s'agit tout à la fois de préciser les zones d'implantation des forages, d'identifier les conditions réglementaires et juridiques à remplir, de prendre en compte les aspects environnementaux, très sensibles sur l'île, et de mener des compléments d'exploration de surface.



Dépôt de source thermique (silice), Source de Petite Anse – Martinique

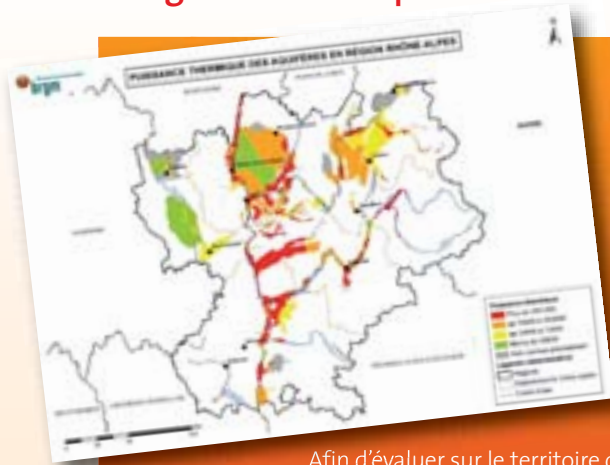
Géothermie sur nappe, du particulier au réseau de chaleur.
© Vertigo 3D/BRGM





Les projets remarquables

Atlas géothermique en Région Rhône-Alpes



Afin d'évaluer sur le territoire de Rhône-Alpes les potentialités que représentent les ressources géothermiques superficielles contenues soit dans les aquifères, soit directement dans le sous-sol dans le cas des aquifères karstiques et des terrains non aquifères, le BRGM a réalisé un atlas disponible via le site :

www.geothermie-perspectives.fr. Cet atlas s'inscrit comme un outil d'aide à la décision destiné au grand public, aux maîtres d'œuvres (bureaux d'études, architectes) et aux maîtres d'ouvrages.

Impact de l'injection d'eau réchauffée dans la nappe

Il s'agissait d'évaluer les conséquences sur la qualité des eaux souterraines des variations de températures liées à l'exploitation géothermique pour la production de froid. Le site sélectionné et équipé est la Mairie du 8ème arrondissement de Lyon. Neuf campagnes de prélèvement et d'analyses ont été menées. Le suivi des paramètres physico-chimiques du site ne fait pas apparaître de perturbations significatives. Une influence des rejets

thermiques a en revanche été décelée au niveau des paramètres microbiologiques, mais les phénomènes observés ne semblent pas entraver le bon fonctionnement de l'écosystème.



Dispositif expérimental pour l'approche biochimique (photo F. Garnier)

Géothermie pour l'Ecocité de Montpellier

Le projet d'Ecocité souhaite mobiliser la géothermie superficielle (aquifères superficiels et champs de sondes géothermiques verticales) dans le cadre d'une stratégie de développement durable partagé et de mise en œuvre des énergies renouvelables. En ce qui concerne l'îlot immobilier La Mantilla, l'exploitation par pompe à chaleur de la ressource aquifère contenue dans les calcaires jurassiques présente de multiples atouts. Pour l'îlot immobilier ZAC Aéroport, les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques de la nappe des sables de l'Astien permettent d'envisager une ressource géothermique sur champ de sondes. Enfin, la situation d'implantation des bâtiments de la ZAC Sablassou permet d'imaginer chacun des bâtiments principaux disposant de son propre ensemble des Sondes Géothermiques verticales (SGV).

ZAC Aéroport (Pérols), forage d'essai pour test de réponse thermique



Eco-conception de centrales géothermiques EGS par la méthodologie ACV

La centrale géothermique de Soultz-Sous-Forêts
(photo : GEIE Exploitation Minière de la Chaleur)



Dans le cadre des objectifs fixés par le Grenelle de l'Environnement concernant le développement de la géothermie, l'enjeu est de déployer une filière vertueuse, impliquant notamment des centrales géothermiques à hautes valeurs environnementales. L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) permet d'évaluer les impacts environnementaux, depuis la construction de la centrale jusqu'à sa fin de vie (puits rebouchés), en passant par sa phase de production. Le forage est le processus ayant le plus d'impact, en raison principalement de l'utilisation de ressources fossiles pendant sa réalisation. Cette étude ouvre la voie vers l'évaluation environnementale des différentes technologies de géothermie.

Géothermie à échelle des territoires



Les collectivités territoriales ont un rôle clé à jouer dans la gestion de l'énergie et la promotion de la géothermie. En 2011, les SRCAE (Schémas Régionaux Climat Air Energie) ont été lancés et 2012 devrait voir la mise en place de nombreux PCET (Plan Climat Energie Territoriaux). Dans ce cadre, le BRGM a poursuivi en 2011 des études technico-économiques, en menant une réflexion sur l'articulation à différentes échelles des documents de planifications intégrant l'appréhension du potentiel géothermique.

Journée régionale de sensibilisation à la géothermie

Une des opérations régionales de géothermie présentée lors de la première Journée de Sensibilisation



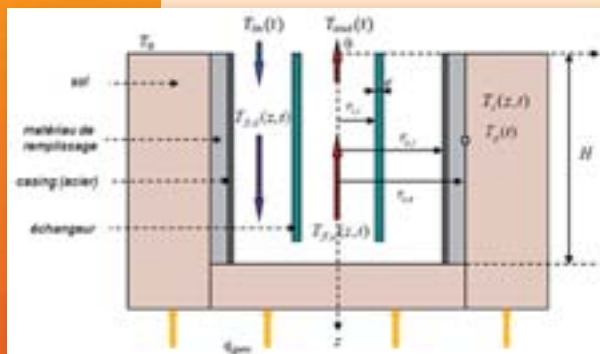
Pour mieux faire connaître l'énergie géothermale et encourager le recours à cette énergie dans le but d'assurer les besoins de chauffage et de rafraîchissement ainsi que pour contribuer à développer et structurer la filière, l'ADEME, le BRGM et l'AFPG ont souhaité organiser, dans chaque région, une journée de sensibilisation à la géothermie. Ces journées s'adressent à l'ensemble des acteurs potentiels de la géothermie. La première journée de ce type s'est tenue le 29 Septembre 2011 en Bourgogne avec plus d'une centaine de participants.

Reconversion de forages profonds en échangeurs géothermiques

Vue en coupe d'un échangeur géothermique profond

Pour estimer la performance énergétique et la rentabilité de l'utilisation de forages profonds comme échangeurs géothermiques en boucle fermée, un modèle énergétique a été développé pour le calcul des performances énergétiques d'une pompe à chaleur sur échangeur géothermique profond.

Il intègre le calcul des performances du système pour différents scénarios de profondeur du forage et de quantité annuelle d'énergie prélevée. La rentabilité de l'opération de géothermie est dépendante de l'augmentation de prix de l'énergie fossile. Cependant, même lorsque cette augmentation est faible, pour des quantités annuelles d'énergie extraite élevées, les coûts de production de la chaleur par échangeur géothermique profond ou chaudière au gaz sont proches.





Antifer (Haute-Normandie)

Observation de l'évolution du trait de côte

Réseaux d'observatoire du trait de côte

Impact des tempêtes

Impact du changement climatique sur les risques côtiers

Qualité du milieu littoral

Les projets remarquables

Les missions de Service Public du BRGM dans le domaine du littoral s'inscrivent dans un cadre national et européen :

- **le Grenelle de l'Environnement**, en particulier au niveau des COMOP 6 (« Aménagement, protection et gestion des espaces littoraux »), COMOP 7 (« Etude d'Impact – Evaluation ») et COMOP 12 (« Gestion intégrée de la mer et du littoral »), qui se décline dans l'article 35 de la Loi « Grenelle 1 » et l'article 60 de la Loi « Grenelle 2 » (politique pour les milieux marins, gestion intégrée de la mer et du littoral) ;
- **le Grenelle de la mer** et en particulier les travaux du Groupe 1 sur « la délicate rencontre entre la terre et la mer », qui ont conduit au Livre Bleu sur la « Stratégie Nationale pour la mer et les océans », décliné en 2011 au sein du groupe de travail « Stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de la défense contre la mer » ;
- **la Directive Cadre « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM)** (DG Environnement 2007/C242 E/02) et sa transposition dans la Loi « Grenelle 2 » ;
- **la Directive Cadre « Eau » (DCE)** (2000/60/CE du 23/10/2000), en particulier pour l'identification du bon état hydro-morphologique des masses d'eau côtières ;

Littoral



- **la Directive Cadre « Inondation » (DCI)**, qui comporte un volet submersion marine et changement climatique, et sa transcription dans la Loi « Grenelle 2 » ;
- **le « Livre Bleu »** : communication sur une politique marine intégrée pour l'Union européenne (DG Pêche et affaires maritimes, 2007) ;
- **le « Livre Vert »** : adaptation au changement climatique en Europe : les possibilités d'action de l'Union Européenne (2007) et le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique ;
- **les décisions gouvernementales faisant suite à la tempête Xynthia**, qui traduisent une meilleure prise en compte des risques littoraux dans l'aménagement du territoire ;
- **l'élaboration du programme que la Mission prospective du MEDDTL mène, depuis 2009, sur le thème « Territoires durables 2030 »**, qui vise à s'interroger sur la « durabilité » ou la « non durabilité » des évolutions du territoire français et de ses composantes à l'horizon 2030, en portant un regard spécifique sur l'impact du changement climatique sur quelques enjeux majeurs du développement durable territorial, tels que la ville, les écosystèmes aquatiques, la biodiversité et le littoral.



Les activités du BRGM se placent dans le contexte de la gestion intégrée des zones côtières et de la menace du changement climatique, qui a pour conséquences :

- l'élévation du niveau de la mer (induisant des submersions permanentes de zones basses et la salinisation des aquifères côtiers) ;
- la modification possible des régimes de tempêtes (érosions plus intenses et submersions marines plus fréquentes, pouvant atteindre des zones actuellement en sécurité).

En France, 10 % de la population réside dans des communes et départements littoraux, où la densité moyenne de population est trois fois supérieure à la moyenne nationale et pour lesquels les études prospectives montrent un fort accroissement de la population attendu. A cette population résidente s'ajoute l'afflux de touristes en période estivale.

La bande des 500 premiers mètres est la plus convoitée et les enjeux y sont multiples (infrastructures routières ou portuaires, industries, tourisme, etc.). Plus on se rapproche de la mer et plus les territoires artificialisés occupent une part importante. Ces évolutions de l'occupation des territoires littoraux n'ont cessé d'accroître le niveau d'exposition des populations et des biens aux risques naturels côtiers, et parfois modifié le trait de côte ou son fonctionnement, rendant le littoral encore plus sensible aux phénomènes naturels. La connaissance des aléas et des enjeux est donc essentielle et le souci du BRGM en la matière est de répondre de manière efficace et pertinente aux préoccupations de l'État et des collectivités locales sur ces secteurs à forts enjeux.

L'acquisition de données constitue le socle de connaissances indispensables pour la compréhension des phénomènes et leur évolution. Les observations de terrain réalisées périodiquement et sur des périodes de temps les plus longues possibles,

au travers d'observatoires ou de réseaux d'observation de l'évolution du trait de côte, sont d'une grande utilité pour la compréhension du fonctionnement de cette interface terre-mer.

Les actions du BRGM se diversifient et se développent depuis plusieurs années dans les domaines suivants :

- la modélisation numérique hydrodynamique et morphodynamique (houle, courants, marée, transport des sédiments), en particulier pour connaître l'impact de tsunamis ou des tempêtes et des cyclones sur les côtes en termes d'érosion et de submersion marine. La modélisation permet d'établir des scénarios de situations possibles, en particulier liées aux événements extrêmes, afin d'en estimer l'impact, notamment en termes de recul du trait de côte ou d'extension/ hauteur de la submersion ;
- l'évaluation de la vulnérabilité du littoral, face à l'érosion des côtes et à la submersion marine actuelle (lors de tempêtes ou de tsunamis) et aussi face au changement climatique ;
- la vulgarisation des résultats auprès d'un large public, afin de le sensibiliser aux problèmes des risques côtiers ;
- les expertises, pour aider les gestionnaires du littoral dans leurs choix de gestion et d'aménagement ;

Photo aérienne du Courant de Contis (Landes) - Copyright Michel Le Collen (avril 2011) pour l'Observatoire de la Côte Aquitaine



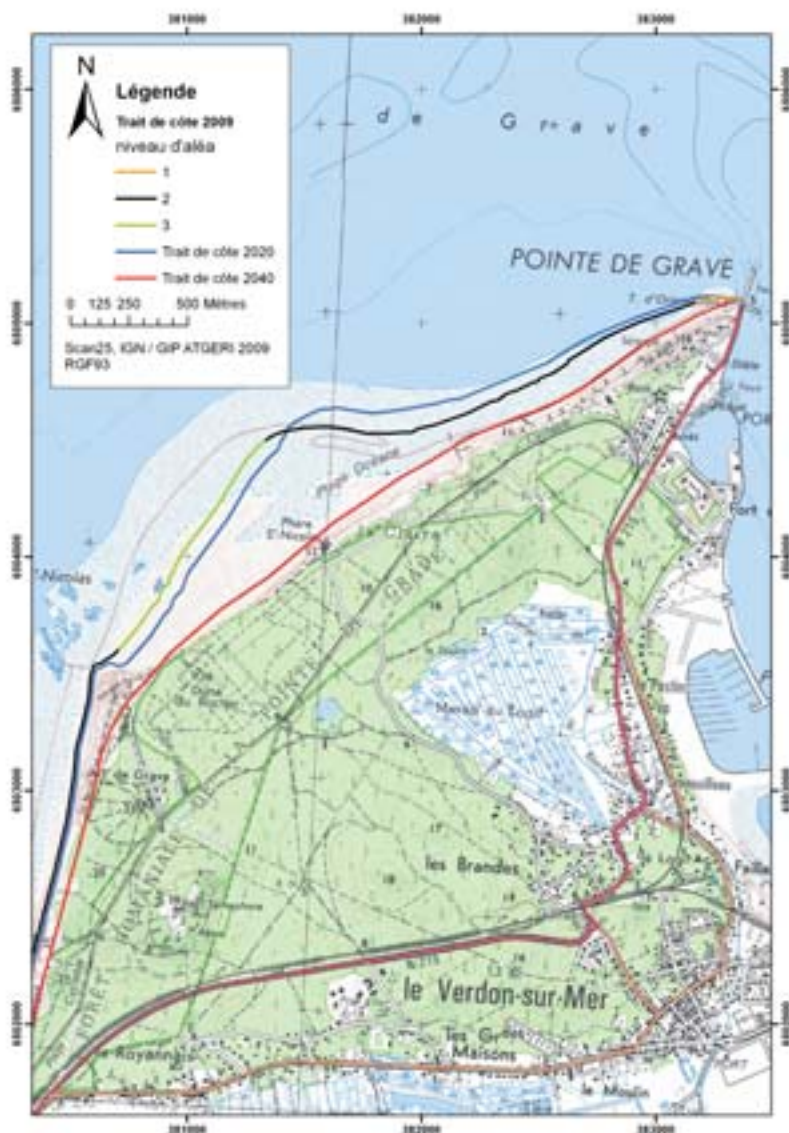
- l'appui à différentes directions du MEDDTL, notamment sur la mise en place des directives européennes : identification du bon état hydro-morphologique des masses d'eaux côtières et de transition pour la DCE, identification du bon état écologique des fonds marins pour la DCSMM, cartographie des Territoires à Risque important d'Inondation en termes de submersion marine pour la DCI.

Par ailleurs, le BRGM assure depuis 2009 le secrétariat du comité d'utilisateurs de Litto3D (COUTIL3D) présidé par l'IFREMER. Le programme Litto3D, mené par l'IGN et le SHOM, a pour objectif la cartographie précise de la topographie continue terre-mer de la bande littorale, par levés LIDAR aéroportés.

Observation de l'évolution du trait de côte

Les réseaux de suivi et les contrôles de terrain réguliers, réalisés au niveau régional, apportent une connaissance approfondie et conduisent à des expertises et diagnostics sur l'état de santé du littoral, l'impact de tempêtes et la capacité de ce littoral à résister à ces événements. Cette connaissance permet de proposer des solutions possibles à des échelles adaptées aux phénomènes étudiés (érosion, submersion marine, tsunami).

De tels suivis se font généralement dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA), du Réseau d'Observation du Littoral en Corse, à La Réunion, et, depuis 2010, en



Guadeloupe et dans le Pays de Monts en Vendée. Le GIP Littoral Aquitain a notamment confié au BRGM et à l'ONF, les deux opérateurs principaux de l'OCA, une mission d'étude du phénomène d'érosion côtière aux horizons 2020 et 2040, dans le cadre de son étude stratégique de gestion du trait de côte. Une cartographie de l'aléa érosion de la côte aquitaine (hors estuaire de la Gironde et Bassin d'Arcachon) a ainsi été réalisée aux horizons 2020 et 2040 et pour les trois sites de Lacanau, Contis et Ciboure.

En Guyane, la DEAL a demandé au BRGM de dresser un état des lieux de la connaissance physique des côtes, des processus et mécanismes

Aléa érosion de la côte aquitaine aux horizons 2020 et 2040 : position des traits de côtes 2009, 2020, 2040 sur le secteur du banc de St Nicolas (Le Verdon-sur-Mer).

Légende :
 1- aléa faible
 2- aléa moyen
 3- aléa fort.

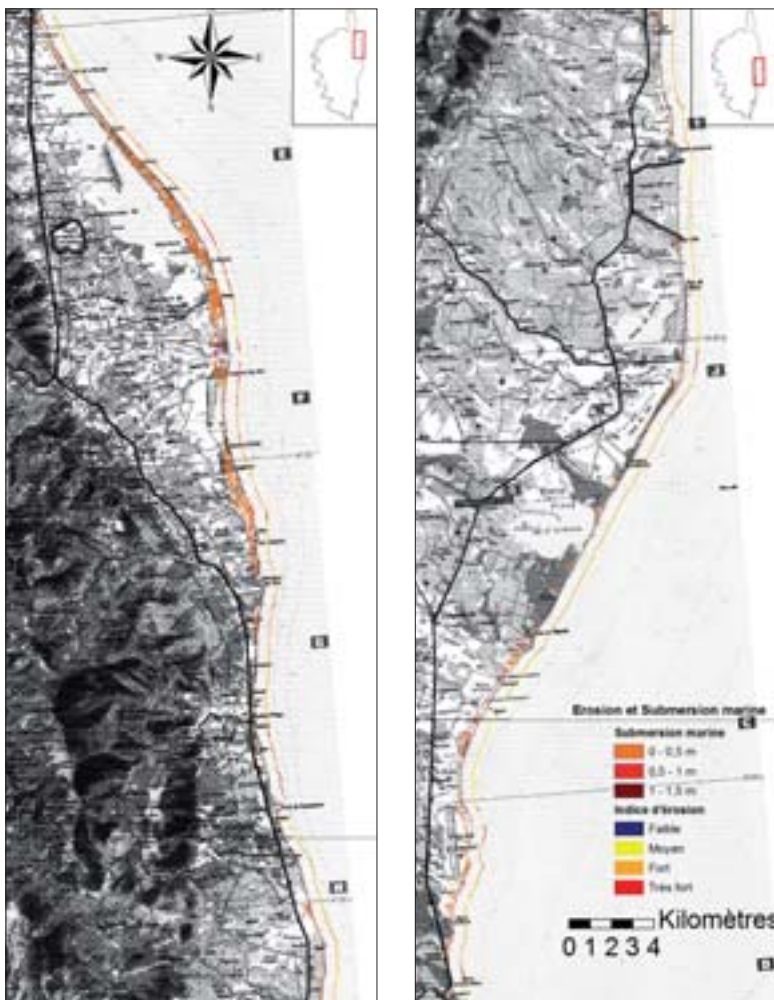
mis en jeu, des contraintes exercées par la dynamique côtière sur l'aménagement du littoral, et enfin des pressions anthropiques et impacts générés. En effet, la bande côtière, qui ne représente que 6 % du territoire, concentre la grande majorité de la population et des activités économiques.

De par leur situation géographique au centre des grands systèmes de

circulation équatoriaux et de par leur proximité avec l'embouchure de l'Amazone, les côtes de Guyane sont soumises à une dynamique côtière très active, se traduisant par une importante sédimentation d'origine amazonienne, qui prend la forme de vastes bancs de vase migrants d'Est en Ouest le long des côtes sous l'effet des houles générées par les alizées et les courants marins. Cette migration génère une importante instabilité littorale, avec des secteurs en progradation, rapidement colonisés par la mangrove, et des secteurs en phase d'érosion. La compréhension de la dynamique côtière constitue donc un enjeu régional fort, car elle peut avoir des conséquences multiples au niveau économique : envasement des accès portuaires, risque d'érosion-submersion, mise en péril des infrastructures, frein au développement agricole et touristique,...

📍 Réseaux d'observatoires du trait de côte

L'engagement 14f du Grenelle de la Mer recommande de « développer et mettre en place une stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de la défense contre la mer ». Suite à l'état des lieux concernant le suivi de l'évolution du trait de côte (réseaux et observatoires) à une échelle régionale et infrarégionale sur le territoire métropolitain et infra-marin, réalisé en 2010 par le BRGM à la demande du MEDDTL, des propositions d'organisation et d'articulation entre les réseaux/observatoires à l'échelle nationale ont été formulées. Les premières « journées des observatoires du trait de côte », co-organisées par le MEDDTL et le BRGM à Paris (22&23 novembre 2011), ont ainsi permis de faire un point sur l'observation de l'évolution du trait de côte en France, avec les acteurs concernés (MEDDTL, services de l'Etat, collectivités, établissements publics, universités, bureaux d'études). Ces journées ont été l'occasion pour les différents acteurs d'échanger et de partager les connaissances et les



Cartographie de la submersion marine (hauteur d'eau) et de la sensibilité à l'érosion pour un évènement d'ordre centennal sur la Plaine Orientale de Corse.

savoirs, ainsi que de débattre sur la constitution d'un réseau national des observatoires du trait de côte.

📍 Impact des tempêtes

Au-delà des aspects d'observation, un certain nombre de projets visent à améliorer la connaissance sur le rôle des tempêtes ou des cyclones, pour comprendre l'évolution du trait de côte, la destruction des plages et leur capacité naturelle à se reconstruire. Il s'agit également d'acquérir une connaissance de l'extension possible de la submersion marine et de la hauteur d'eau, afin de définir, de la façon la plus précise, l'aléa submersion dans un contexte de gestion/protection des enjeux existants sur le littoral.

Depuis 2010, le BRGM, en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse, a engagé une étude à l'échelle régionale au niveau de la

Plaine Orientale de Corse (cordon littoral sableux) pour estimer son exposition aux risques côtiers liés aux tempêtes. Pour ce faire, des travaux d'analyse d'évènements historiques et de levé topo-bathymétrique à haute résolution par Lidar ont été réalisés en 2010.

En 2011, les éléments de forçage lors d'évènements majeurs ont pu être reconstitués par des simulations hydrodynamiques validées par des mesures in situ. Les niveaux d'eau statiques atteints et la submersion marine à terre ont par ailleurs été estimés et cartographiés au niveau régional, pour des évènements historiques d'ordre cinquantennal et pour une tempête fictive d'ordre centennal. Enfin, un indicateur de sensibilité du littoral à l'érosion côtière lors des tempêtes a été défini, qui tient compte du régime d'impact des tempêtes et de la morphologie locale.

📍 Impact du changement climatique sur les risques côtiers

La mise en place de réseaux d'acquisition de données pérennes dans des sites représentatifs dédiés constitue un enjeu fort. En effet, en améliorant la connaissance sur les évolutions possibles des zones littorales (processus d'érosion, etc.) face au changement climatique sur le long terme (de 20 à 100 ans) et en augmentant la capacité actuelle d'observation de l'évolution du trait de côte et des paramètres marins potentiellement modifiés (par exemple le niveau de la mer), il est possible de proposer des scénarios des phénomènes extrêmes, d'établir des prévisions (impact et possibilités d'adaptation) et des scénarios utiles pour gérer les aménagements existants et futurs. Néanmoins, il est indispensable d'évaluer la variabilité des prédictions concernant les aléas érosions et submersion marine futurs.

Les travaux menés en ce sens par le BRGM dans le cadre du sous-groupe

technique Risques côtiers du Groupe de Travail thématique RNACC (« Risques Naturels, Assurance et Changement Climatique ») ont permis de tester différentes méthodes, données et hypothèses d'élévation du niveau de la mer utilisées pour évaluer l'érosion côtière et les inondations potentielles à l'horizon 2100 en Languedoc-Roussillon. Les résultats ont montré notamment la nécessité de disposer de données topographiques de haute résolution (perspective offerte par Litto3D). Cependant, il est recommandé de développer des approches probabilistes ou prenant en compte la variabilité des résultats obtenus selon les différentes méthodes. Enfin, la mise en œuvre d'outils d'aide à la décision ne reposant pas sur des analyses coûts-bénéfices, mais plutôt sur des cartographies de la vulnérabilité physique ou socio-économique des zones littorales, est préconisée à l'échelle nationale pour évaluer les coûts associés aux dommages potentiels et la pertinence d'actions d'adaptation au changement climatique.

📍 Qualité du milieu littoral

Dans le cadre de la mise en œuvre nationale de la DCSMM, pilotée par la sous-direction Littoral et Milieu marin de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) du MEDDTL, l'année 2011 a permis de finaliser l'évaluation initiale (état actuel) du milieu marin et de définir les paramètres caractérisant un bon état écologique, sous la forme de 11 descripteurs.

Dans le cadre de l'évaluation initiale, le BRGM a participé, en tant que référent-expert, pour définir les pressions physiques d'origine anthropique, c'est-à-dire les activités ou occupations humaines, qui provoquent la dégradation de la faune et la flore marine. Au niveau du descripteur 6 (« intégrité des fonds marins »), dont le BRGM est coordinateur, il s'agissait d'évaluer la pertinence et la faisabilité des indicateurs proposés dans la Décision européenne (CE(2010)5956), de proposer de nouveaux indicateurs le cas

échéant et de définir qualitativement ce qu'est le bon état écologique du fond marin. Le travail a impliqué la mise en place et l'animation d'un réseau (établissements publics, universités, etc.) qui a favorisé une étroite collaboration entre des « physiciens » (géologues, sédimentologues, océanographes et hydrodynamiciens) et des « biologistes », ainsi que des « usagers » du milieu marin qui ont été associés notamment pour identifier et fournir les données relatives aux sources de pressions anthropiques.

Falaise soumise à l'érosion de Criel-sur-Mer, Haute-Normandie





Retrouvez les projets remarquables dans leur intégralité à l'adresse internet suivante www.brgm.fr/SP2011

Les projets remarquables

Impact du changement climatique en Guyane - Aléas et vulnérabilités

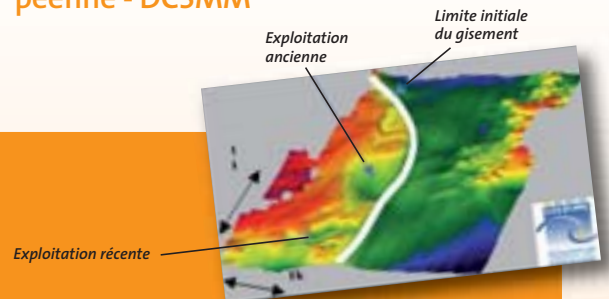


Protection individuelle par empierrement

Les modèles climatiques permettent de prévoir que la Guyane est concernée par de nombreux changements liés à l'évolution du climat, en particulier l'intensification des saisons sèches et l'augmentation du

niveau marin, inéluctables dans les décennies à venir. Les systèmes naturels seront affectés avec des conséquences plus ou moins marquées pour la gestion et l'aménagement du territoire guyanais. L'étude fournit une première vision d'ensemble des vulnérabilités et des aléas que subit la région ainsi qu'une estimation des impacts potentiels en fonction de scénarios raisonnables du changement et des mesures d'adaptation. Le BRGM coordonne les travaux impliquant d'autres organismes de recherche (Météo France, Cirad, Ifremer, etc.)

Stratégie pour le Milieu Marin Mise en œuvre de la Directive Cadre européenne - DCSMM



Le bon état écologique du milieu marin est caractérisé par 11 descripteurs. Le BRGM est le chef de file du descripteur D6 qui porte sur le maintien ou la restauration de l'intégrité du fond marin et plus particulièrement de sa composante benthique au regard des perturbations induites par les activités anthropiques. Une définition qualitative et préliminaire du bon état écologique du fond marin a été proposée, intégrant les pressions exercées sur le fond, les impacts sur la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse des espèces et les impacts biologiques sur l'état de la communauté benthique. Les seuils restent à définir d'ici fin 2013.

Exemple de modification de la bathymétrie par extraction de maërl - Nord des Glénans (Image J. Graal 2004)

Surveillance et gestion de l'érosion côtière à La Réunion



Suivi topo-bathymétrique au moyen d'un GPS différentiel couplé à un échosondeur

Dans un contexte de pression anthropique croissante et d'augmentation

des risques d'érosion côtière, le BRGM conduit depuis 2004 des études sur la morpho-dynamique des littoraux de La Réunion afin de mieux appréhender et suivre le phénomène d'érosion du littoral de l'île et de formuler des recommandations en matière de remédiation des sites sensibles. Le protocole de suivi mis en œuvre dans cette étude s'appuie sur l'analyse de l'évolution historique et récente du trait de côte et de profils topo-bathymétriques. Sur la base des connaissances acquises et des recommandations de gestion formulées pour remédier à l'érosion sur les sites sensibles, un « Guide de gestion du littoral de La Réunion » a été élaboré.

« Réseau Tempête » sur le littoral du Languedoc-Roussillon

Dans un contexte d'érosion importante du littoral de Languedoc-Roussillon et d'une prise en compte accrue des submersions marines, l'information historique sur les événements de tempêtes est une donnée de référence cruciale pour la caractérisation des risques côtiers et la prévision de leurs impacts. Afin de répondre à cette attente, le BRGM coordonne la mise en œuvre d'un « Réseau Tempête » de surveillance des tempêtes et de leurs impacts, opérationnel depuis octobre 2011. Il est constitué d'un réseau partenarial à l'échelle régionale d'organismes volontaires et impliqués sur le suivi des tempêtes.

Franchissements observés pendant la tempête du 24/10/11 (Réseau Tempête, 2011)





Systemes et diffusion de l'Information



InfoTerre et moteur de recherche

Gestion des rapports publics

Banque Nationale des Prélèvements

InfoNappe et InfoGéol sur Smartphone

Gestion Informatisée des Données d'Autosurveillance Fréquente (GIDAF)

Télédéclaration des forages domestiques

Plateforme de diffusion de données environnementales : Carmen

Urbanisation du Système d'Information sur l'Eau (SIE)

Geocatalogue

Plateforme de diffusion de données Risques : Georisques

Portail de l'environnement

SIGES : Système d'Information et de Gestion des Eaux Souterraines

Mise en œuvre de la directive Inspire (directive européenne de réutilisation des données publiques)

Audience des sites Web

Les projets remarquables

Le BRGM a réussi ces dernières années à maîtriser les nouvelles technologies de l'information et à les mettre au service de sa mission de diffusion de données géologiques et environnementales.

Les actions de numérisation massives, avec notamment les rapports publics et l'intégralité des dossiers de la banque du sous-sol, ont sensiblement enrichi son patrimoine numérique.

Après la mise en place de sites internet de diffusion de données et de rapports publics, l'établissement propose maintenant l'accès aux données publiques sur des terminaux mobiles (Smartphone).

Le rôle du BRGM, en tant que diffuseur d'information environnementale, se trouve renforcé et les indicateurs d'audience des sites et services internet continuent de croître et dépassent maintenant les **10 millions de visites annuelles** (10,4 millions en 2011).

➤ InfoTerre et moteur de recherche

Grâce au socle technique souple et robuste mis en place en 2008, InfoTerre s'est enrichi de nombreuses fonctionnalités (téléchargement, recherche...) et de nouvelles données dans les thématiques de l'hydrogéologie, de l'après-mine, de la géologie de surface, etc.

En 2011, le changement des systèmes de projection a été réalisé en conformité avec le décret en vigueur (passage du Lambert 2 étendu au Lambert 93 sur la Métropole et les DROM).

Les améliorations techniques réalisées permettent d'utiliser de nouveaux standards et ouvrent la voie à de nombreuses améliorations fonctionnelles, comme l'utilisation des données cadastrales et les orthophotographies fournies par l'IGN, permettant ainsi la navigation à des seuils d'échelles plus grands. Le support du standard OpenLS devrait permettre de bénéficier d'un service de localisation par l'adresse postale. Notre capacité à mettre en œuvre des couches paramétrables permet maintenant d'envisager la diffusion de données telles que celles de l'Observatoire des Matériaux (ouverture en mars 2012) ou encore du référentiel hydrogéologique BDLISA.

Hormis ces évolutions techniques, l'année 2011 a vu la poursuite de travaux de plus longue haleine, comme l'enrichissement permanent du catalogue (par exemple, la mise à jour de la carte géologique raster grâce à l'ajout de nombreuses coupures) ou encore la mise à niveau du moteur de recherche. Ce dernier point, en particulier, a permis l'ouverture, en octobre 2011, d'un accès simplifié aux rapports publics du BRGM via l'interface de recherche d'InfoTerre.



➤ Gestion des rapports publics

L'année 2011 s'est caractérisée par la poursuite de la numérisation des rapports publics afin d'accroître le volume de documents en texte intégral signalés sur le site web du BRGM. Les études disponibles couvrent les 50 ans d'existence de l'établissement : plus de 22 000 rapports publics sont ainsi décrits et disponibles au téléchargement. La totalité de la production actuelle de Service public du BRGM concernant le territoire français est accessible avec une fréquence de mise à jour hebdomadaire.

Le **moteur de recherche InfoTerre** offre désormais un accès rapide et efficace aux rapports publics du BRGM : la recherche d'information fédère les réponses des différentes ressources informationnelles (dossiers du sous-sol, anciens sites industriels, cavités souterraines, mouvements de terrain, etc.), via une recherche unique.

➤ Banque Nationale des Prélèvements

Après une année 2010 – première année du projet – consacrée aux travaux préliminaires de recensement des besoins et d'élaboration des dictionnaires de données ou autres scénarios d'échanges, l'année 2011 voit la mise en place des premières briques constitutives de la future Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau.

En effet, après la mise en place de l'infrastructure, les travaux se sont portés sur la réalisation de la banque de données (clé de voute du système), traitant à la fois des éléments référentiels (ouvrages et points de prélèvement, points de restitution, intervenants) et des données relatives aux volumes.

En premier temps ont été élaborées les spécifications fonctionnelles détaillées du portail Producteurs



Aperçu de l'outil d'initialisation

(spécifications validées par le groupe projet depuis), pour autoriser le développement et la mise progressive en production (second semestre 2011 – début 2012). La plateforme de services Web permettant de lier tous les composants du système (outils d'alimentation, portails, etc.) a également pu être initiée, les développements se poursuivront sur 2012 avec une mise en production prévue pour le mois d'avril.

➤ InfoNappe et InfoGéol sur Smartphone

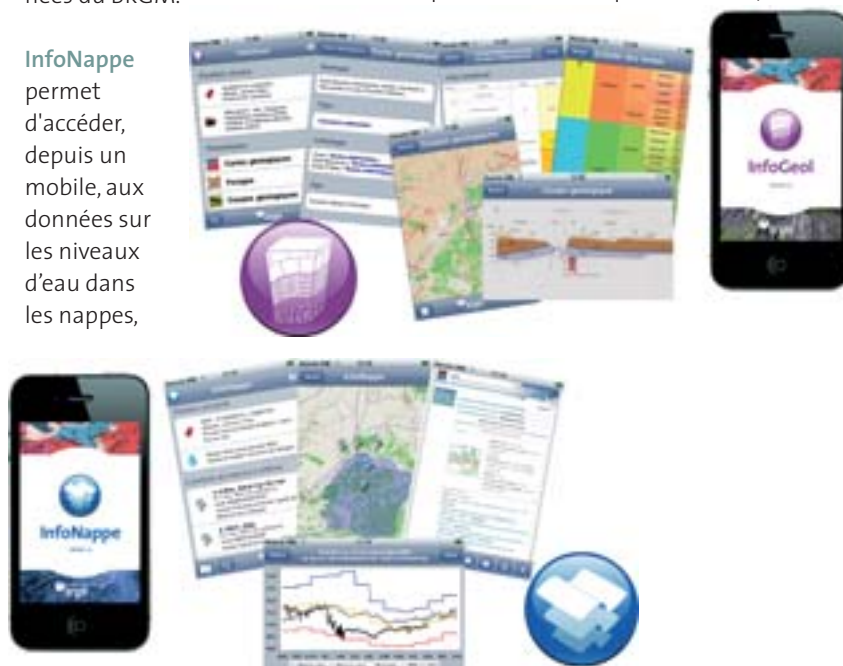
L'année 2011 a vu le développement de 2 nouvelles applications mobiles exploitant le savoir-faire et les données du BRGM.

InfoNappe permet d'accéder, depuis un mobile, aux données sur les niveaux d'eau dans les nappes,

via le portail d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES, <http://ades.eaufrance.fr>) site qui rassemble les données relatives aux niveaux d'eau et à la qualité des eaux souterraines et qui fait partie du Système d'Information sur l'Eau (<http://eaufrance.fr>).

InfoGéol permet d'accéder, en tout point du territoire, aux informations de la carte géologique de la France au 1/1 000 000 et au 1/50 000, ainsi qu'aux logs géologiques issus de la banque de données du sous-sol du BRGM.

L'application permet également de calculer une coupe ou un forage théorique sur les principaux bassins sédimentaires français (Bassin parisien, Bassin aquitain, Bresse).



🔗 Gestion Informatisée des Données d'Autosurveillance Fréquente (GIDAF)

La réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement soumet certains exploitants à une auto surveillance des émissions dans l'eau au regard des caractéristiques de leurs rejets et notamment des flux émis dans l'environnement. Cette réglementation implique également un suivi du milieu ciblé sur la qualité des eaux souterraines.

Le MEDDTL a confié, au BRGM, le déploiement au plan national, l'assistance à maîtrise d'ouvrage et l'hébergement du système d'information GIDAF permettant une autosaisie des données acquises.

L'année 2011 a vu un grand nombre de régions adopter l'auto surveillance à travers l'outil GIDAF. Le BRGM a augmenté considérablement ses moyens pour assurer support, animation et expertise sur le projet. Des outils de suivi de projet et de suivi des déclarations ont été mis en œuvre.

🔗 Télédéclaration des forages domestiques

Dans le cadre de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, le BRGM est opérateur pour le compte du MEDDTL et de l'ONEMA du site de télédéclaration des forages domestiques.

Ce dernier a été mis en ligne en 2009 et renforcé en 2010. Il est pleinement opérationnel aujourd'hui.

L'action 2011 a été menée selon deux axes :

- l'animation, incluant des mises à jour du site, la création des comptes pour les mairies et les services de l'Etat,



Exemple d'écran de géolocalisation du Forage Domestique

- la création d'un tableau de bord à destination du ministère et des services de l'Etat pour connaître en temps réel les comptes créés pour les mairies et l'identité des contacts dans ces mairies.

🔗 Plateforme de diffusion de données environnementales : Carmen

Carmen constitue l'outil de référence pour la publication de données géolocalisées dans le domaine environnemental pour la sphère publique et les partenaires du Système d'Information Nature et Paysage (SINP) avec plus de 3 millions de visites sur l'année. Plus de 150 publicateurs (adhérents) fournissent des cartes réparties sur l'ensemble du territoire français (y compris outre-mer) ; Carmen a poursuivi sa démarche de normalisation OGC (Open Geospatial Consortium) et de mise en conformité des services web à la directive INSPIRE.

Le projet s'inscrit aussi dans la démarche d'urbanisation des systèmes d'information géographique du MEDDTL en constituant le premier projet opérationnel s'appuyant sur les nouveaux outils développés par la Mission d'information géographique du CGDD (projet geo-IDE et Descartes).

Plus d'informations sur : <http://carmen.naturefrance.fr>.

🔗 Urbanisation du Système d'Information sur l'Eau (SIE)

L'appui à la mise en œuvre du SIE poursuit l'engagement du BRGM auprès de l'ONEMA pour urbaniser le système français des données sur l'eau et apporter un soutien opérationnel en mobilisant des architectes techniques et applicatifs, des ressources techniques et informatiques pour la gestion et la diffusion Web de la toile « Eaufrance » et en apportant des outils ad hoc aux partenaires. En 2011, les travaux autour d'un outil sur la gestion des référentiels pour le SIE (en lien avec l'outil Sitouref de l'Agence de l'eau Seine-Normandie) et la mise à disposition de la brique cartographique web GeoSIE pour tous les projets du SIE (OIEau, ONEMA, Agence de l'eau Rhin-Meuse...) ont montré l'importance des actions transverses.

🔗 Geocatalogue

Le Geocatalogue, catalogue référençant l'information géographique publique sous forme de métadonnées, poursuit sa démarche de constitution du catalogue national français pour la directive européenne INSPIRE.

Le BRGM a, en 2011, :

- assuré la fourniture des indicateurs pour le rapportage de la France,
- mis à disposition des services web conformes aux exigences de la commission,



- identifié plus de 6 000 données provenant de 180 organismes publics

L'année 2011 a de plus permis d'apporter une évolution forte de la plateforme technique pour se rapprocher des outils utilisés au sein des autres projets du BRGM (moteur de recherche Exalead, Outil de gestion de contenu, etc.)

Plus d'informations sur : www.geocatalogue.fr

► Plateforme de diffusion de données Risques : Georisques

Le projet GEORISQUES a été lancé en milieu d'année 2011. Son objectif est de proposer un outil de travail Internet fédérant, au niveau national, les données risques naturels et technologiques et respectant les textes réglementaires nationaux, européens et internationaux relatifs au partage de l'information environnementale publique géoréférencée. Cet outil est destiné aux autorités publiques centrales et déconcentrées mais également aux professionnels et au grand public.

Au cours de l'année 2011, un prototype à usage interne de la Direction Générale de la Prévention des Risques du MEDDTL a été mis en œuvre, afin de concrétiser

l'agrégation automatique à l'échelle nationale de sources de données locales et la constitution des services Web interopérables associés.

Ce prototype avait également pour objet de matérialiser les possibles consultations et exploitations de l'information « Risques » à l'échelle nationale. Le prototype constitue la maquette de l'application attendue pour la fin de l'année 2012.

► Portail de l'environnement

Ce portail, porté par le MEDDTL, s'appuie sur un ensemble de partenaires institutionnels pour assurer la réalisation, le fonctionnement et l'animation du projet.

Le BRGM assure l'appui technique du ministère à l'animation, la gestion technique de la plate-forme et à la conduite des évolutions du projet.

Le portail de l'environnement constitue la plate-forme de partage de connaissance de l'information publique environnementale mise en œuvre dans le cadre des actions sur le Grenelle de l'Environnement par le Ministère chargé de l'environnement et dans le respect du premier pilier de la convention internationale d'Aarhus. Le portail de l'environnement est accessible à tout citoyen recherchant une information environnementale publiée par une autorité publique française via l'adresse Internet www.toutsurenvironnement.fr



L'approche métiers « Risques » du prototype GEORISQUES.



Nouvelle interface de recherche du portail de l'environnement

L'activité 2011 a consisté à améliorer l'ergonomie du site : la rénovation des interfaces d'accès aux ressources par le grand public et l'amélioration des outils de saisie et de gestion des ressources pour l'adhérent.

L'objectif est de permettre d'amener un plus grand nombre d'adhérents à déclarer leurs ressources, le public visé étant en particulier celui des collectivités territoriales. Une communication spécifique du Ministère a été faite en direction de ce public.

Aujourd'hui, plus de 120 adhérents sont inscrits et actifs, lesquels ont référencé plus de 55 000 données & informations environnementales accessibles depuis le site Internet. Le BRGM a accompagné plus particulièrement les démarches techniques de référencement, notamment dans le contexte de récupération de bases de données de notices « volumineuses » (Portail SOeS, Irstea, EIDER...).

Plus d'informations sur : <http://www.toutsurlenvironnement.fr/>

☉ SIGES : Système d'Information et de Gestion des Eaux Souterraines

C'est début 2010 que le BRGM a mis en place une démarche d'harmonisation et de mutualisation des outils informatiques utilisés pour la création des sites Internet SIGES.

La création d'une charte graphique spécifique définit la nouvelle identité visuelle et permet de positionner et repérer facilement tout nouveau contenu. Les nouveaux SIGES respectent l'accessibilité du contenu pour les personnes souffrant de handicap.

Les professionnels ne sont plus le seul public visé, le citoyen est aussi ciblé dans son besoin de connaissance sur les eaux souterraines.

Véritables portails thématiques régionaux, les SIGES permettent de consulter de l'information éditoriale (articles de bases sur les grands principes géologiques et hydrogéologiques, actualités basées sur la veille thématique) et d'interroger les bases de données nationales et locales par des recherches ou des interrogations cartographiques.



☉ Mise en œuvre de la directive Inspire (directive européenne de réutilisation des données publiques)

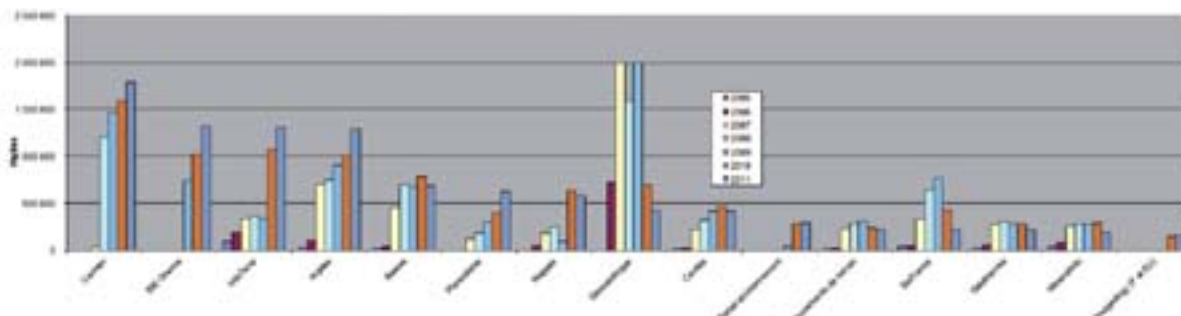
La « task force Inspire » mise en place par la Commission Européenne a poursuivi son travail de développement d'un guide technique de mise en œuvre des services de téléchargement. Ces services devront être disponibles dans les Etats Membres en juin 2012 pour une première version et en fin 2012 pour la version définitive (tenant compte des critères de performance). Ils permettront le téléchargement des données relatives aux annexes 1 et 2 de la directive.

Le BRGM a participé à plusieurs réunions du Groupe de liaison INSPIRE de la Commission Nationale de l'Information Géographique (CNIG) pour échanger l'information avec les acteurs français, ainsi qu'à des présentations pour l'Association Française pour l'Information Géographique (AFIGE) et l'Association des Ingénieurs Territoriaux de France (AITF).

Le groupe thématique « Géologie et Ressources Minérales », coordonné par le BRGM, a proposé une version 2.0 des modèles de données pour chacun des deux thèmes qui ont été revus par les organismes participant à INSPIRE. La version 3.0 prévue pour avril 2012 prend en compte les commentaires et servira de base à l'élaboration des règles de mise en œuvre par la CE.

☉ Audience des sites Web

En 2011, le nombre total de visites sur les sites de diffusion de données du BRGM a atteint 10,4 millions. La plus grande partie des bases de données produites par le BRGM est, en effet, librement accessible sur Internet au travers du site généraliste InfoTerre ou bien au travers de sites dédiés.



Fréquentation des principaux sites SP opérés par le BRGM au 31 12 2011 (en nombre de visites par an, de 2005 à 2011)



Les projets remarquables

InfoNappe et InfoGéol sur Smartphone



L'application InfoGéol sur iPhone délivre de nombreuses informations géologiques

InfoNappe a pour but d'offrir un accès, depuis un téléphone mobile, aux niveaux d'eau dans les nappes à partir du portail d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (**ADES**, <http://ades.eau-france.fr>) qui rassemble des données relatives aux niveaux d'eau et à la qualité des eaux souterraines.

InfoGéol a pour objectif de fournir, en tout point du territoire, un accès à la carte géologique de la France au 1/1000 000 et au 1/50 000, ainsi qu'aux logs géologiques issus de la banque des données du sous-sol du BRGM. L'application permet également, dans les principaux bassins sédimentaires français, de calculer une coupe ou un forage théorique.

Les portails thématiques régionaux sur les eaux souterraines

La multiplication des « Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines » (SIGES) a incité le BRGM à harmoniser les sites internet associés et à repenser, tant aux niveaux fonctionnel que technique, le contenu de ses sites, les outils et services associés et leur mode de développement. Le SIGES est ainsi devenu un outil pratique, accessible à tous (expert, scolaire et grand public) qui permet de trouver, en quelques clics, des données hydrogéologiques locales et nationales actualisées, jusque là disséminées sur de nombreux sites (établissements publics, collectivités, agences d'objectifs,...).

Visualiseur cartographique des SIGES



Patrimoine Géologique : l'outil de saisie de l'Inventaire, i-Géotope

L'Inventaire national du Patrimoine Géologique (InPG) offre une connaissance géo-localisée des principaux sites géologiques remarquables présents en France métropolitaine et ultramarine, tant sur leurs caractéristiques géologiques et pédagogiques que sur leur vulnérabilité. Le remplacement progressif de l'application Geotope par un outil de saisie en ligne, i-Geotope, a permis de rendre le site de l'InPG, igeotope.brgm.fr, pleinement opérationnel techniquement.



Ecran d'accès à la consultation d'un site d'intérêt géologique



Retrouvez les projets remarquables dans leur intégralité à l'adresse internet suivante www.brgm.fr/SP2011



Ressources minérales

Intelligence Economique, support à l'information

Inventaire minier national

Observatoire des matériaux

Schéma des carrières

Pierres des monuments historiques : Monumat

Les projets remarquables

2011 a vu la poursuite du soutien du MEDDTL aux actions relatives aux ressources minérales, montrant son intérêt pour cette thématique. A l'instar des années précédentes, trois axes principaux représentent ce domaine : intelligence économique et gestion des matières premières d'une part, observatoire des matériaux et schémas des carrières d'autre part, et enfin matériaux de restauration des monuments historiques.

🕒 Intelligence Economique, support à l'information

En 2011, le BRGM a notamment poursuivi la réalisation et la diffusion de la revue mensuelle *Ecomine* (www.mineralinfo.org/Ecomine.htm).



Une des couvertures de la revue Ecomine

Le BRGM assure la fonction d'observatoire national de l'industrie minière, au travers d'actions de capitalisation et de diffusion des données ainsi que des études de prospectives, voire d'alerte. Il collabore depuis dix ans à la conception et la réalisation d'un annuaire statistique mondial sur les minerais et métaux, publié avec l'appui du MEDDTL.

En 2011, à la suite des 9 monographies métaux commandées en 2010, le BRGM a réalisé 5 nouvelles monographies : graphite, lithium, tungstène, tantale et antimoine. Une version publique des 9 travaux précédents et une plaquette de 4 pages associée ont été publiées sur Mineralinfo. Enfin, dans la suite des travaux initiés en 2010, le BRGM a été sollicité pour participer à divers groupes de travail sur les approvisionnements en ressources considérées comme stratégiques par le COMES (Comité pour les Métaux Stratégiques).

L'année 2012 verra se poursuivre ces actions de soutien aux diverses activités de veille économique dans le cadre de l'observatoire des ressources minérales en cours de création.

Le portail français d'information sur l'industrie minière www.mineralinfo.org, destiné à favoriser la diffusion des données sur les ressources minérales en France, devra évoluer vers un Système d'information sur les ressources minérales (SIRM), à vocation nationale.



📍 Inventaire minier national

Avec le soutien du MEDDTL, le BRGM a engagé le réexamen des données de l'Inventaire minier. Une zone à métaux stratégiques potentiels a été choisie : il s'agit de l'anomalie zincifère de la bordure cévenole, avec une ancienne mine dans ce périmètre : la Croix de Pallières (Gard, Zn-Pb-Ge).

La prospection géochimique menée sur cette zone dans le cadre de l'Inventaire minier n'avait pas permis de mettre de nouveaux gisements en évidence dans cette région. Aucune évaluation d'anomalies en Ge, Ga et Se n'a alors été effectuée. Un balayage régional pour vérifier la corrélation Zn-Ge-Ga serait à envi-

sager. La documentation existante sur le site de de la Croix de Pallières montre que cette mine a produit 80 000 t Zn, 34 000 t Pb, 30 t Ag, 520 t Cd et 28 t Ge à partir du traitement de plus d'1 Mt de minerai. L'activité minière a cessé en 1971 faute de réserves économiquement rentables, et les teneurs de coupure de l'époque ne sont pas connues.

📍 Observatoire des matériaux

Les travaux réalisés entre 2006 et 2008 ont permis la constitution d'une base de données sur les carrières et d'un site web de publication associé. Un premier cycle de mise à jour, entre 2009 et 2011, a été l'occasion de refaire un point de situation

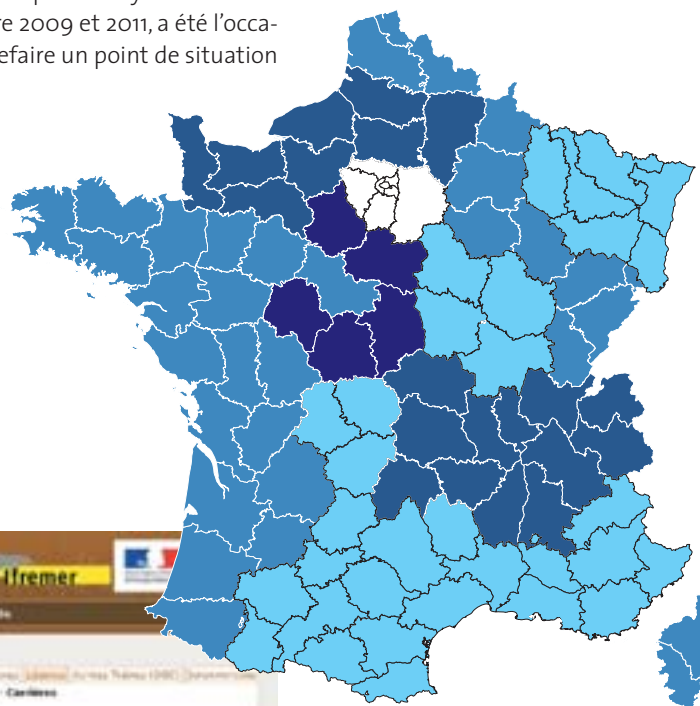
sur les tonnages de granulats autorisés en France.

A fin 2011, sur 101 528 exploitations répertoriées dans cette base de données, il y a 4 690 carrières « actives », 37 000 carrières « fermées » auxquelles s'ajoutent 59 338 sites sous forme de simples points issus de la carte géologique et 13 986 qui proviennent de la BSS. Le tonnage total autorisé, toutes substances confondues, est de 983,8 Mt en 2011. Parmi ces carrières, 2 745 sont identifiées comme productrices de granulats pour un total autorisé de 597,2 Mt en 2011.

Données de carrières dans l'Observatoire des matériaux

État d'avancement par département

- Données valides à fin 2008
- Données valides à fin 2009
- Données valides à fin 2009 (fichiers DREAL)
- Données valides à fin 2010
- Données valides à fin 2010 (fichiers IAURIF en cours)

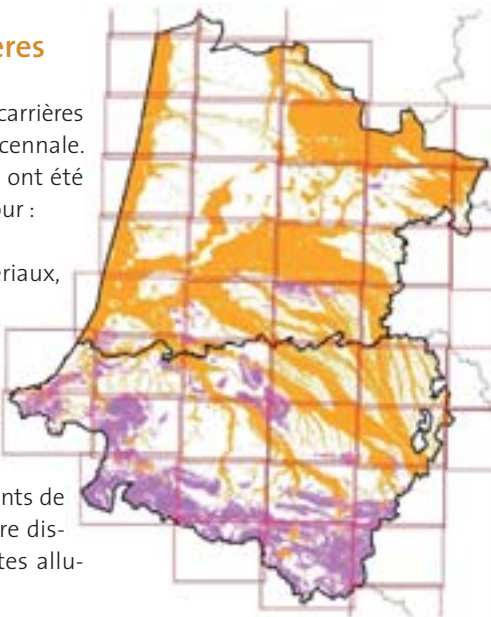


« Façade maritime » page du site web de l'Observatoire des Matériaux

🗺 Schéma des carrières

La plupart des schémas des carrières sont en cours de révision décennale. Pour quelques-uns, les SGR ont été sollicités le plus souvent pour :

- réaliser la carte des matériaux,
- établir la compatibilité des exploitations de carrières avec la loi sur l'eau (SDAGE et SAGE pour la partie eaux souterraines), ou pour fournir des éléments de calculs des volumes encore disponibles pour certains sites alluvionnaires,
- rédiger des documents réglementaires en soutien à la DREAL commanditaire.



Répartition des formations géologiques à potentiel en granulats de roches massives (mauves) et de roches meubles (orange) dans les Landes et Pyrénées-Atlantiques

La phase 5 du projet « granulats marins » a été achevée : elle concerne les ressources terrestres potentielles en granulats dans les 2 départements du Sud Gascogne. Ces données viennent compléter la cartographie déjà réalisée pour les façades Manche et Atlantique, publiée sur la page « Façade maritime » du site web de l'« Observatoire des Matériaux ». Comme pour les phases précédentes, les ressources dites « en terre » restent présumées (classification des Nations Unies), les chiffres fournis ne pouvant être utilisés pour valoriser directement un gisement. En 2012, une nouvelle phase sera consacrée aux DROM afin de fournir la cartographie des gisements potentiels en granulats pour ces territoires, en suivant la même démarche.

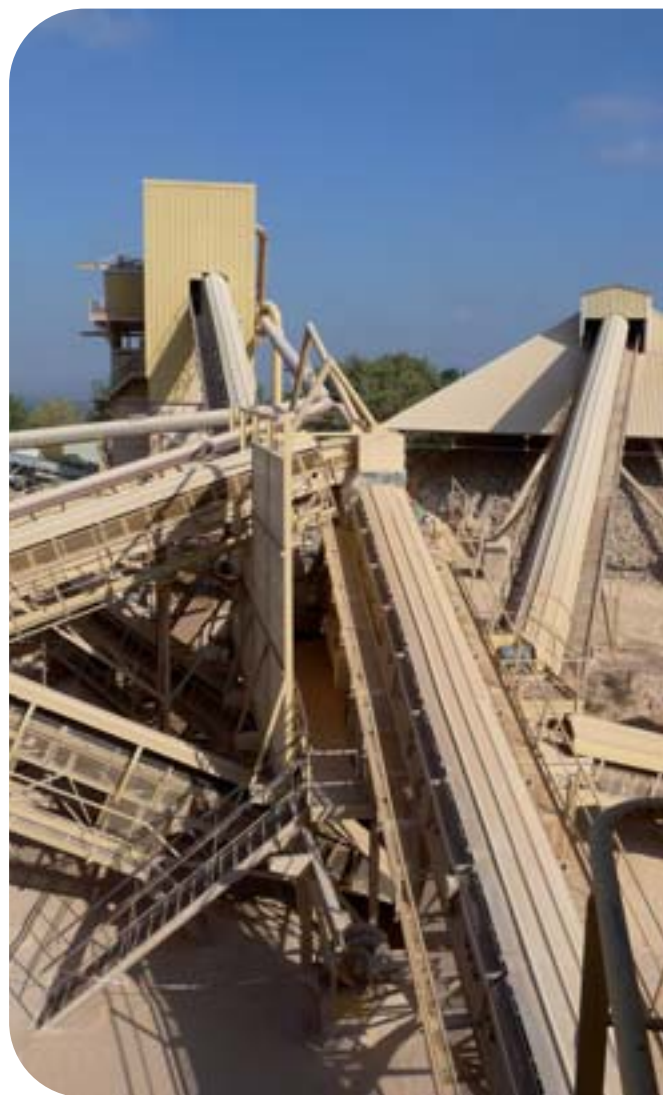
🗺 Pierres des monuments historiques : Monumat

L'édification du patrimoine bâti (monuments historiques et constructions traditionnelles propres à chaque terroir) a nécessité la mise en œuvre de pierres de nature très variée. S'y attachent des valeurs culturelles, sociétales et patrimoniales, ainsi qu'économiques (liées au tourisme

notamment). Cependant, les pouvoirs publics, architectes et particuliers sont confrontés à des difficultés croissantes pour se procurer des pierres de la même origine que celles mises en œuvre initialement ou, au moins, des pierres bien adaptées aux restaurations. Afin de faciliter l'accès à ces pierres, la documentation sur les carrières et les pierres utilisées ou utilisables a été regroupée dans la base de données « Monumat » (<http://monumat.brgm.fr>), réalisée avec la collaboration du Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH) du Ministère de la Culture.

Elle est accessible sur Internet par tous les utilisateurs concernés : maîtres d'ouvrages (architectes des monuments historiques, des bâtiments de France ou des affaires culturelles, collectivités territoriales, etc), entreprises spécialisées dans la rénovation, exploitants, artisans, particuliers,... A ce jour, la base intègre des données sur environ 3 400 monuments, 2 450 carrières et 6 900 pierres.

Un travail sur les pierres du patrimoine régional est actuellement en cours de finalisation en Languedoc-Roussillon.



Bandes transporteuses de l'usine de concassage – Carrière de granulats (Colas) à Thuir (Pyrénées-Orientales)



Les projets remarquables

Accessibilité de la ressource en granulats alluvionnaires en Picardie



Dans le cadre de la révision des schémas départementaux des carrières, des éléments de décision doivent être proposés afin de gérer au mieux l'exploitation des granulats en tenant compte notamment des caractéristiques géologiques des dépôts alluviaux présents en fond de

vallée. Les différentes surfaces pour lesquelles l'exploitation est impossible ont été soustraites, ainsi que les zones techniquement ou économiquement inexploitable. Au final, environ 500 millions de m³ de granulats alluvionnaires seraient potentiellement accessibles dans les principales vallées de Picardie.

Exemple de cartographie de la ressource en granulats disponible dans un tronçon de la vallée de la Somme

Réaménagement des carrières alluviales en Région Picardie



Réaménagement d'une carrière en plan d'eau, Commune d'Hangest-sur-Somme (80)
Photo BRGM

Dans le cadre de la révision des schémas des carrières de la Picardie, l'étude conduite par le BRGM avait pour objectif de dresser un bilan des réaménagements réalisés dans les carrières alluvionnaires en fond de vallée, afin de pouvoir établir à l'avenir des recommandations pour garantir la conformité de ces aménagements par rapport aux réglementations existantes, au SDAGE, aux SAGE et aux zones naturelles existantes. La plupart des réaménagements récents sont visiblement réfléchis et réalisés en respect de la réglementation et de l'environnement du site, favorisant dans plusieurs cas la biodiversité de la faune et de la flore.

Métaux stratégiques potentiels

Le réexamen des données de l'Inventaire minier a été testé sur une zone à métaux stratégiques potentiels, l'anomalie zincifère de la bordure cévenole, et a été complétée des données disponibles sur une ancienne mine de cette région : la Croix-de-Pallières (Gard). L'étude a montré que les éléments comme Ge, Ga et Se, potentiellement associés à ce type de minéralisation, n'ont pas été analysés lors de l'Inventaire.

D'autre part, des études récentes font apparaître la quantité importante de métaux contenus dans les résidus miniers qui pourraient constituer un minerai « anthropique » exploitable, les volumes à évaluer semblant considérables.

Situation géographique des concessions de minerai de zinc de la région de la Croix-de-Pallières (Gard)



Panorama des pierres du patrimoine - Département de l'Aude (11)

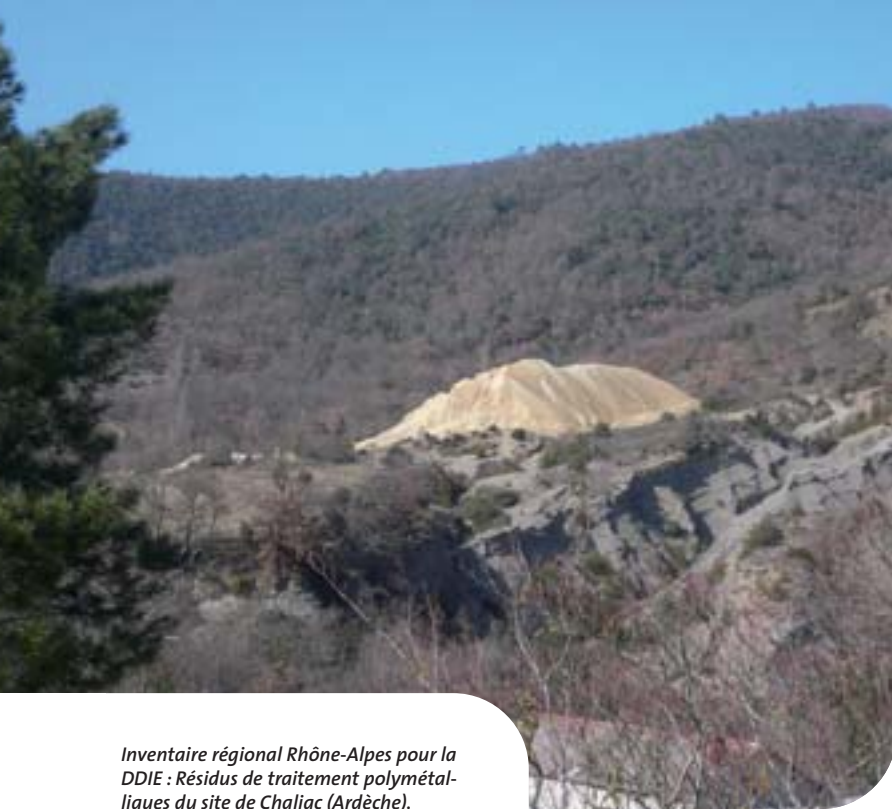
Le BRGM a développé entre 2008 et 2010 une base de données couplée à un système d'information géographique (SIG), portant sur les pierres et carrières du patrimoine bâti de Languedoc-Roussillon. Cet outil de connaissance et de gestion du patrimoine régional est consultable à l'adresse internet pierresud.brgm.fr. La constitution de cette base de données s'était limitée à la compilation des quelques informations existantes sur les pierres constitutives des monuments historiques de la région. Le présent projet a permis de compléter cet état partiel des connaissances, avec, dans un premier temps, l'élaboration d'une méthodologie d'étude testée sur quatre-vingt monuments de l'Aude.



Carrière de brèches du Cap Romarin en activité à Port-la-Nouvelle



Retrouvez les projets remarquables dans leur intégralité à l'adresse internet suivante www.brgm.fr/SP2011



Après-mine

Inventaire régional Rhône-Alpes pour la DDIE : Résidus de traitement polymétalliques du site de Chaliac (Ardèche).

Études et expertises

Études méthodologiques

Le projet remarquable

Au cours de l'année 2011, le BRGM a maintenu son appui à l'État pour la gestion de l'après-mine par une activité d'expertise et d'appui méthodologique réalisée en concertation avec le Groupement d'intérêt public GEODERIS, qui associe le BRGM et l'INERIS.

Études et expertises

L'essentiel des activités s'est porté sur l'évaluation des mouvements de terrain : les études détaillées d'aléas miniers ont concerné 17 sites miniers, répartis sur les régions d'Auvergne, Bourgogne, Corse, Franche-Comté, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Rhône-Alpes.

Des actions ont également été menées pour moderniser des outils et des bases de données informatiques utilisées (audit des principales bases de données utilisées BdSTM¹ et Lorfer² et premiers travaux de restructuration).

Des outils ont également été développés pour l'intégration à la BdSTM des données d'inventaires d'ouvrages débouchant au jour et des couches de données environnementales.

Dans le secteur de Gardanne (13), des bassins miniers de rétention des eaux ont été diagnostiqués pour les aléas inondations.

En Lorraine, des travaux d'expertise ont été réalisés pour essayer de déterminer l'origine géochimique du CO₂ qui émane du sous-sol sur la commune de Cocheren (Moselle).

Concernant la thématique de l'environnement minier et conformément à la démarche de gestion des sites et sols pollués (Circulaire du 08/02/07 relative aux sites et sols pollués), une étude pilote IEM (Interprétation de l'Etat des Milieux) a été réalisée sur la concession de tungstène du Pic de la Fourques (Ariège).

En région Rhône Alpes, dans le cadre de la mise en application de la Directive européenne sur les déchets de l'industrie extractive (DDIE), Article 20, les dernières opérations d'inventaire des anciens dépôts miniers ont été menées sur le terrain. L'application de cette démarche au département de la Guyane (tenant compte de ses spécificités) a été abordée.

¹ Base de données Sites et Titres Miniers

² Bassin ferrifère Lorrain



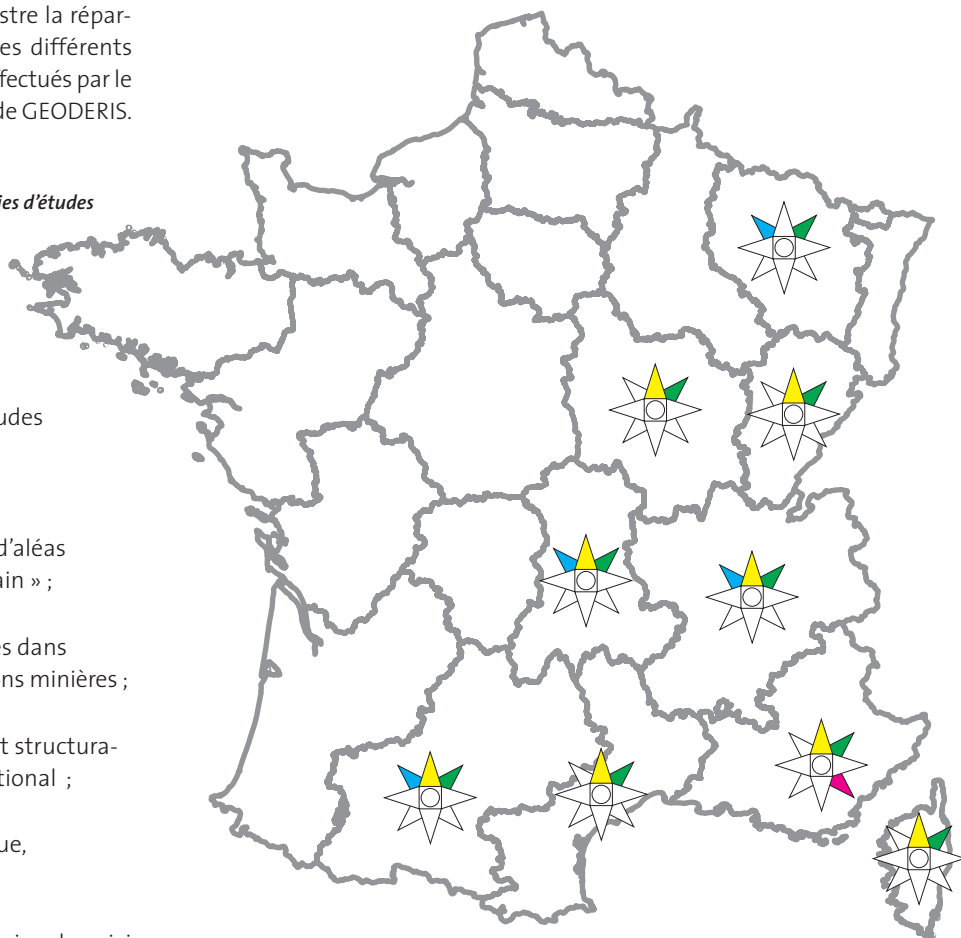
La carte ci-dessous illustre la répartition géographique des différents types d'interventions effectués par le BRGM pour le compte de GEODERIS.

Régionalisation des catégories d'études réalisées pour GEODERIS



La classification des études est explicitée ci après :

- ▶ **Aléas MVT :**
cartes informatives et d'aléas « Mouvements de terrain » ;
- ▶ **Aléas ENV :**
DDIE analyses et études dans le domaine des pollutions minières ;
- ▶ **Informatique :**
analyse, organisation et structuration des BD au plan national ;
- ▶ **Modélisation :**
modélisation géologique, géophysique ;
- **Suivis Risques :**
expertises dans le domaine du suivi des risques miniers ;
- ▶ **Sondages :**
géologie et géotechnique en sondages pour l'évaluation des risques d'instabilité ;
- ▶ **Expert eau :**
expertises de suivi des installations de traitement des eaux de mine ;
- ▶ **ODJ :**
inventaire des ouvrages miniers débouchant au jour et proposition de mise en sécurité ;
- ▶ **Archives :**
exploitation des archives minières.



National



🕒 Études méthodologiques

Une étude méthodologique financée par les actions de Service Public a été engagée dans le cadre de la DDIE.

Elle vient en appui à l'inventaire français des anciens dépôts de déchets miniers pouvant présenter un impact environnemental ou géotechnique (au sens de l'article 20 de la DDIE) qui est en cours de finalisation par GEODERIS (2010-2012).

Le travail, réalisé en concertation par des géologues miniers et des ingénieurs en charge de l'environnement au Département de Prévention et de Sécurité Minière (DPSM) du BRGM, a eu pour objectif, à travers le déroule-

ment des outils dédiés à la gestion des sites et sols pollués (conformément à la note Ministérielle du 8 février 2007), d'établir une démarche adaptée aux anciens sites miniers. Cette approche multicritère qui considère de nombreux paramètres (cadre géologique, nature des altérations des roches, nature des minéralisations et de leur état d'oxydation, historique de l'exploitation, procédés d'extraction et de concentration des minerais mis en œuvre, nature des déchets miniers entreposés, mesures physico-chimiques de terrain) permet de disposer des prérequis nécessaires à l'élaboration d'un schéma conceptuel, puis au dimensionnement des études de caractérisation des pollutions pour aboutir à l'interprétation de l'état des milieux (IEM), et, si

nécessaire, à la réalisation d'un plan de gestion.

Les bases de cette méthode se présentent sous forme de deux checklists, qui déroulent l'ensemble des thèmes à aborder, permettant à toute personne confrontée à la problématique de saisir tous les items nécessaires à la caractérisation des dépôts de résidus miniers qui ont été générés sur un site.

Etude des mines polymétalliques de Villecelle (34) : vaste chambre évidée d'une exploitation minière d'origine médiévale, reconnue sous zone bâtie

Concession de Barbecot (63) : Puits Sainte-Barbe et son dégazage de CO₂





Le projet remarquable

**Inventaire des anciens dépôts
de déchets miniers**
Collecte des informations



*Dépôts de résidus de traitement en aval
de l'usine (Vaulry – 87)*

L'élaboration d'un socle de données géologiques et minières est nécessaire à une bonne compréhension de chaque site minier pour, lors de travaux ultérieurs, réaliser les études environnementales de caractérisation des pollutions. Ce socle consiste en une présentation des données géologiques, géologiques et géochimiques du gisement minéralisé d'une part, des méthodes d'exploitation et des procédés de traitement minier employés d'autre part, lesquels ont généré des dépôts de résidus miniers sur les sites. Le site pilote retenu est celui des anciennes exploitations d'étain, tungstène et arsenic de Vaulry (Haute-Vienne).



Retrouvez les projets remarquables
dans leur intégralité
à l'adresse internet suivante
www.brgm.fr/SP2011

Direction de l'Appui aux Politiques Publiques

BRGM - 3, avenue Claude-Guillemain

BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2

Tél. : 33 (0)2 38 64 38 46

N° ISBN : 978-2-7159-2536-6

Droits de reproduction, textes et illustrations réservés.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

www.brgm.fr

