

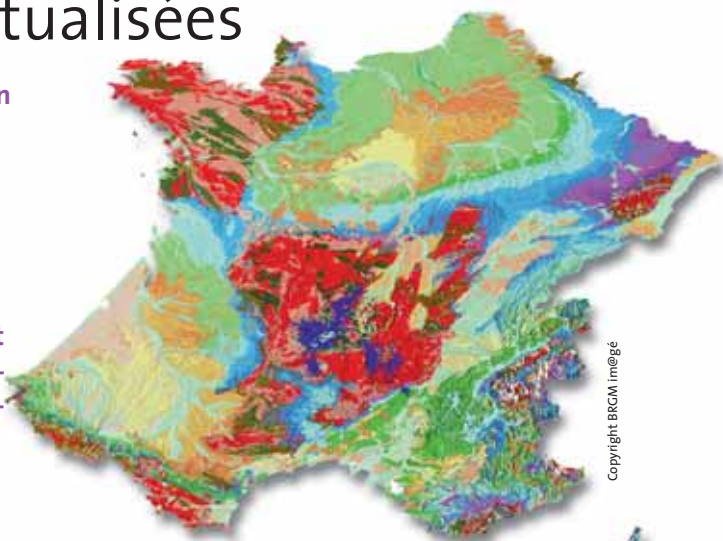
# LES Enjeux DES Géo sciences

FICHE DE SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE  
N° 15 - septembre 2006

## La “nouvelle” carte géologique : une banque de données référencées harmonisées, actualisées

La carte du sol et du sous-sol est désormais bien plus qu'une carte : elle intègre de nombreuses données de différentes disciplines, fait appel à la numérisation et à des techniques de plus en plus sophistiquées de modélisation pour représenter les trois dimensions de l'espace souterrain. Elle s'affiche désormais en 3D avec la profondeur et même en 4D en intégrant l'évolution dans le temps, notamment pour élaborer des modèles prédictifs. Document scientifique à part entière, la carte géologique est devenue un outil d'aménagement du territoire, de développement durable et d'aide à la décision. Pour cela l'information géologique qu'elle contient doit sans cesse être actualisée, harmonisée et complétée.

Récemment encore, chaque classe, chaque école de France possédait sa carte géologique où les écoliers apprenaient la géographie et des rudiments de géologie. Ces cartes colorées et pédagogiques n'ont pas disparu mais elles se sont considérablement transformées et enrichies. Depuis la première carte à 1/500 000 publiée en 1842 et les 59 premières cartes départementales achevées en 1859, des progrès scientifiques considérables ont été enregistrés dans la connaissance du sol et du sous-sol. La carte géologique est donc le réceptacle de ces évolutions : elle intègre en permanence les nouvelles connaissances scientifiques et se décline désormais dans différentes échelles et surtout dans de nombreuses thématiques. La cartographie géologique de la France est un programme national dont la maîtrise d'œuvre est confiée au BRGM depuis 1968.



Vue oblique d'après la carte  
géologique de la France à 1/1 000 000

Copyright BRGM Im@gé

### ACTUALISÉE EN PERMANENCE

En intégrant des milliers de données obtenues dans des disciplines scientifiques diverses, la carte géologique est un document scientifique à part entière, un témoin et un modèle obtenu à un instant donné et donc plus ou moins « périssable ». « L'évolution des concepts, des connaissances, des outils et des méthodes d'appréhension est telle, explique Denis Vaslet, chef du service Connaissance et Diffusion de l'information Géologique au BRGM qu'après une dizaine d'années, une carte est en partie périmée, il faut la retravailler, la compléter et la préciser. C'est un travail sans fin ». Il faut en effet intégrer de nouvelles connaissances et concepts scientifiques comme la tectonique des plaques ou la stratigraphie séquentielle et prendre en compte des affleurements nouveaux souvent issus de travaux (forages, autoroutes, tunnels). L'un des grands chantiers menés par le BRGM pour le compte de l'Etat porte sur la réalisation



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

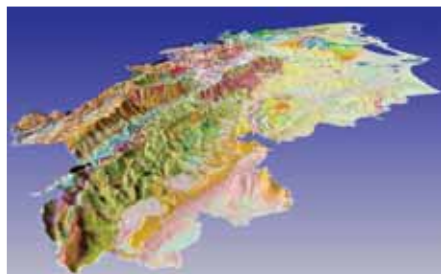


Carte géologique à 1/50 000 de St Brieuc

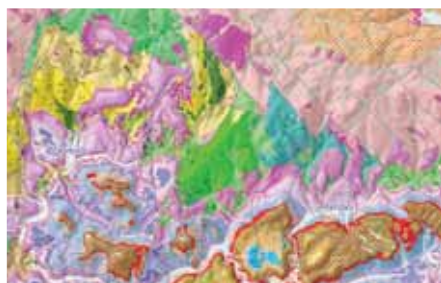
de 1060 cartes géologiques couvrant la France à l'échelle 1/50 000, dont plus de 1000 sont déjà achevées et publiées. D'après Philippe Rossi, responsable de ce programme, les dernières cartes seront livrées au public en 2009. Cependant de nombreuses cartes géologiques datent de plusieurs dizaines d'années et certaines d'entre elles ont déjà été révisées en fonction de l'évolution des connaissances et des concepts géologiques. Environ deux cents autres vont devoir être révisées à court et moyen terme. Le programme en cours consiste également à harmoniser l'information géologique contenue dans différentes cartes afin qu'elles soient parfaitement cohérentes et sans aucune frontière. Des collaborations existent par ailleurs avec nos voisins européens pour harmoniser la géologie au-delà de l'hexagone.

## DES CARTES NUMÉRIQUES, HARMONISÉES ET INTEROPÉRABLES

La numérisation des cartes géologiques ouvre de nouvelles perspectives en facilitant l'harmonisation des données et leur interopérabilité. L'harmonisation des données géologiques permet de les valider et de leur faire partager le même langage. Ce langage commun les rend interopérables entre elles mais aussi avec les informations provenant d'autres bases de données géoréférencées : géophysiques, hydrogéologiques, géochimiques, environnementales, socio-économiques, météorologiques, démographiques... Cet afflux de données se traduit par la capacité de réaliser des « cartes à la carte » et de répondre à des besoins spécifiques : ressources minières et énergétiques, eaux sou-



Vue oblique (S-W) de la carte géologique harmonisée à 1/50 000 du département de l'Hérault drapée sur un MNT



Extrait de la carte géologique harmonisée (précision : 1/50 000) du département de la Lozère

terraines, aménagement, risques sismiques, cavités souterraines, glissements de terrain... Ainsi, les départements les plus concernés par le retrait-gonflement des argiles provoquant des fissurations dans les habitations - un des risques les plus coûteux consécutifs aux sécheresses - sont en cours de cartographie pour cet aléa.

Les possibilités offertes par la numérisation et l'interopérabilité des données répondent aux attentes sociétales et aux besoins des élus, aménageurs ou bureaux d'études. En ce sens, la carte géologique constitue un outil d'aide à la décision et à l'aménagement du territoire, le socle de toute politique d'aménagement et de gestion des ressources. C'est également un outil de développement durable pour

## La carte de France en trois échelles

Trois échelles de représentation sont principalement utilisées :

- échelle du 1/50 000 (1 cm = 0,5 km) (plus de 1 000 cartes), échelle de détail qui restitue des informations très précises et constitue le niveau de connaissance indispensable à la définition et conduite des politiques d'aménagement du territoire. Prix de vente : 35 €

- échelle du 1/250 000 (1 cm = 2,5 km) (14 cartes), échelle de synthèse qui permet la représentation des entités géologiques cohérentes. Cette échelle présente un intérêt régional et pédagogique. Prix de vente : 35 €

- échelle du 1/1 000 000 (1 cm = 10 km) (1 carte) échelle de synthèse qui permet une vision globale du sous-sol y compris dans les zones marines. C'est une échelle de vulgarisation des connaissances à des fins pédagogiques à l'image de la 6ème édition de la France géologique révisée et publiée en 2003. Prix de vente : 35 €.

Également disponible avec le carroyage des cartes à 1/50 000.

une meilleure gestion du milieu physique dans l'utilisation et la protection de l'environnement.

## VERS LA CARTE DU FUTUR

Aujourd'hui, une bonne partie des demandes des utilisateurs concerne la cartographie du sous-sol peu profond entre 0 et 100 mètres, pour des besoins d'aménagement, de pollutions, de matériaux ou d'eaux souterraines. Alors que les connaissances dans ce domaine de la géologie de surface ont beaucoup évolué, les données sont souvent anciennes (la moitié au moins date d'avant 1980) et vont devoir être réexaminées. A contrario, d'autres besoins apparaissent sur le sous-sol profond entre 1000 et 3000 mètres, voire au-delà. À grande profondeur, les connaissances géologiques actuelles sont faibles, car leur acquisition s'effectue de manière le plus souvent indirecte. En revanche, les besoins en ressources stratégiques, énergétiques (géothermie, gaz, pétrole...) ou en eau souterraine, voire des projets de stockage géologique du CO<sub>2</sub>, vont imposer de mieux connaître le sous-sol profond. Cette évolution nécessitera des



techniques sophistiquées d'investigations en sismique, en géophysique aéroportée et quelques forages. À l'heure où le pétrole et les ressources naturelles constituent des intérêts stratégiques pour de nombreux pays, la géologie demeure une discipline fondamentale pour de nouvelles découvertes.

## DES TECHNIQUES DE PLUS EN PLUS SOPHISTIQUÉES

Entre le lever de la carte et sa publication, la fabrication suppose de nombreux intervenants et l'utilisation de technologies pointues, notamment aéroportées et satellitaires. La base de toute carte reste le lever géologique assuré par les géologues de terrain qui acquièrent les données, analysent les

échantillons et mettent en forme les informations.

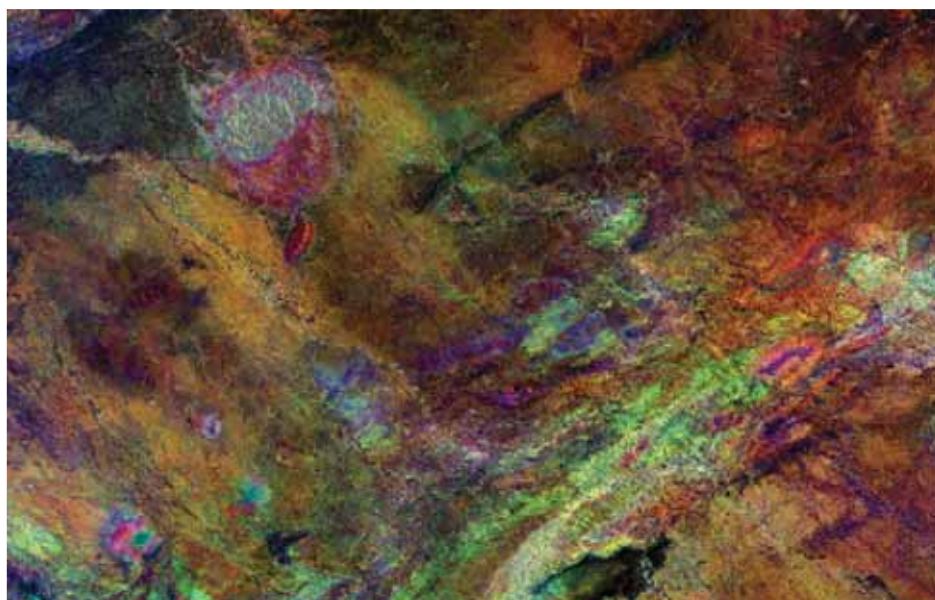
Mais les roches qui constituent le sous-sol peuvent être inaccessibles, couvertes de végétation, profondes, voire peu connues dans certains pays. C'est pourquoi de nouvelles techniques ont fait leur apparition comme la géophysique aéroportée qui consiste à réaliser la cartographie géophysique à l'aide de magnétomètres et spectromètres. Ces capteurs installés à bord d'un avion mesurent notamment les variations d'intensité du champ magnétique transmises par les roches rencontrées et renseignent donc de façon indirecte sur la nature géologique du terrain. De son côté, la radiométrie spectrale mesure les rayonnements gamma qui témoignent de la présence de radioéléments dans les roches. L'imagerie satellitaire est devenue un allié indispensable des géologues. Les images optiques et radar fournies par les satellites avec une résolution de plus en plus fine permettent en particulier d'établir une cartographie précise, notamment dans le domaine des

## Utilisation de la carte en génie civil

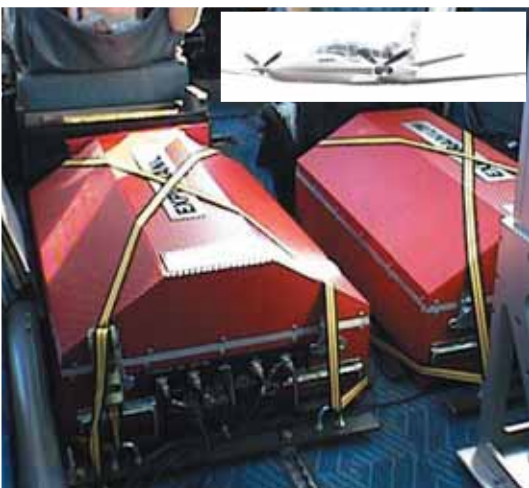
La carte géologique est un document de base. Ce n'est pas une carte de risques ni une carte directement utilisable pour connaître les ressources en eau ou la capacité des terrains à être constructibles. Mais entre le géologue qui a fait la carte et celui qui désire connaître le sous-sol de sa propriété, rechercher de l'eau ou bien encore extraire des matériaux, il y a des spécialistes, soit dans le domaine de l'hydrogéologie soit dans celui des risques naturels. Ce sont ces spécialistes qui, en utilisant les données de base de la carte et en y ajoutant d'autres données, propres à leur domaine de compétence, fournissent un avis sur la question qui leur est posée.



Géologues de terrain



Fusion d'images satellites Landsat et de données de radiométrie spectrale aéroportées (Namibie)

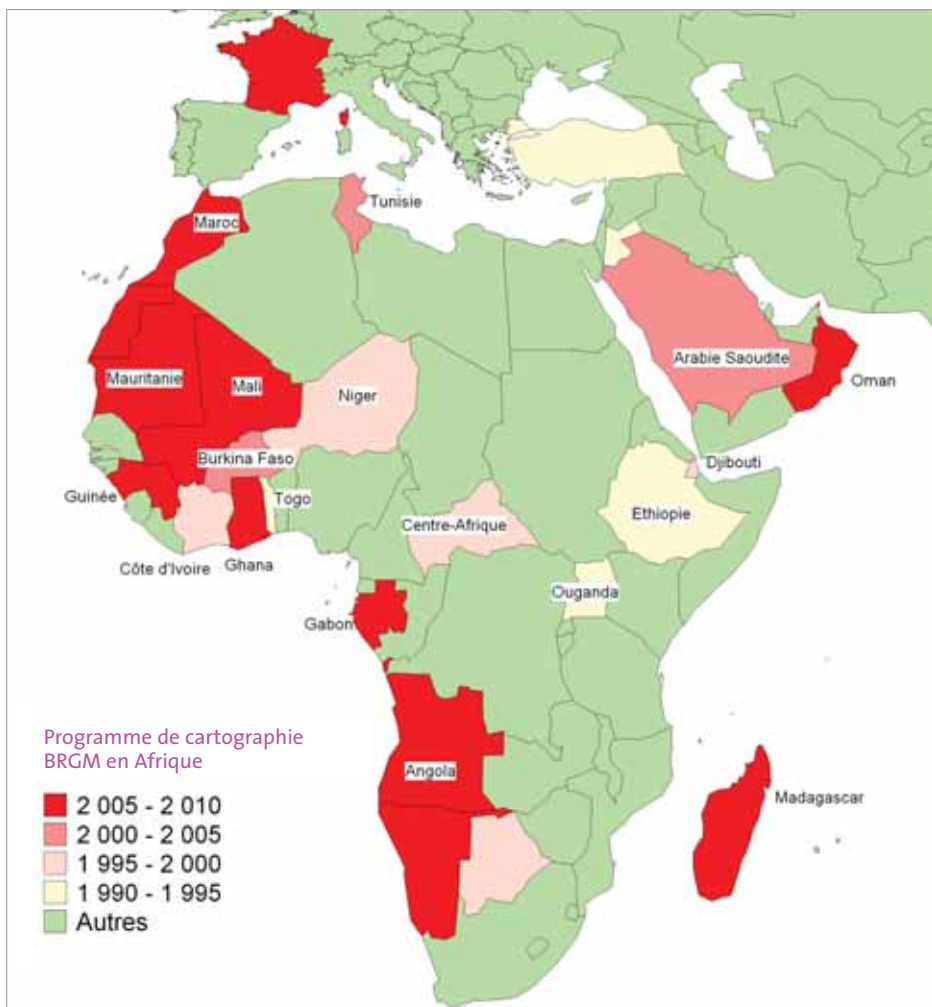


Détecteurs gamma

## Des outils pédagogiques

Outil d'aide à la décision et à l'aménagement pour les élus et les décideurs, la carte géologique se veut également instrument de pédagogie avec une diffusion large dans le grand public, les milieux scolaires et universitaires. Des conventions avec des collectivités locales permettent ainsi de réaliser des cartes locales largement distribuées tandis qu'une carte routière géologique simplifiée vient d'être éditée en partenariat avec l'IGN. Des relations durables sont également développées avec le monde de l'éducation. C'est ainsi qu'une convention vient d'être signée avec le Ministère de l'Education Nationale afin de rendre accessible au monde de l'éducation une grande part des ressources géologiques numériques détenues par le BRGM.

SITE DES CARTES PÉDAGOGIQUES À VALEUR AJOUTÉE :  
<http://www.brgm.fr/brgm//cartesopedago/index.htm>



Copyright BRGM image

## Un savoir-faire reconnu à l'international

L'expertise acquise sur le territoire national par le BRGM a été valorisée à l'international avec la réalisation en 40 ans de plus de 700 cartes pour des pays étrangers. Le BRGM exporte en effet son savoir faire dans de nombreux pays, au Maroc et au Burkina Faso dernièrement mais aussi au Mali, en Mauritanie, à Madagascar ou au

Gabon, pour ne citer que quelques-uns des pays. Très présent sur le continent africain pour le compte d'institutions internationales comme la Banque mondiale ou l'Union Européenne, le BRGM réalise des cartes géologiques notamment pour le développement du secteur minier.

satellites avec une résolution de plus en plus fine permettent en particulier d'établir une cartographie précise, notamment dans le domaine des risques (pollutions, zones d'érosion, mouvements de terrains) mais également des ressources minières.

En France, l'élaboration d'une carte géologique à 1/50 000 nécessite près de deux ans de travail et mobilise souvent de nombreux intervenants de spécialités et de provenance variées (monde académique, industriel...). Elle suppose également

l'intégration de données diverses issues de sondages géologiques, de travaux d'aménagement, bref toutes les informations du sous-sol et notamment celles de la banque du sous-sol gérée par le BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

L'intégration de ces données est ensuite associée à un fond de carte topographique de l'Institut Géographique National (IGN) avant de lancer l'édition sur version papier et numérique. Les cartes géologiques sont toujours accompagnées de notices explicatives. Malgré le développement des supports numériques, la version papier ne semble pas menacée. Ainsi, la carte de la France 1/1 000 000 de 1998 a été rapidement épuisée, ce qui a nécessité sa révision en 2003 et une nouvelle publication à 25 000 exemplaires. Il est vrai que cette carte est devenue un objet attractif, esthétique, avec plus de 400 nuances de couleur, 140 000 éléments graphiques et 7000 symboles...et qu'elle est aussi disponible entièrement sous forme numérique avec bases de données associées. ■

## Pour se procurer les cartes du BRGM :

- [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)
- BRGM Editions à Orléans, 3, rue Claude-Guillemin BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2  
tél. : 02 38 64 34 34
- BRGM Editions à Paris, 77, rue Claude-Bernard – 75005 Paris  
tél. : 0 820 90 27 46 (0,14€/min)



### Pour en savoir plus :

Denis Vaslet : 02 38 64 30 34  
Pierre Nehlig : 02 38 64 32 50

### Centre scientifique et technique

BRGM - 3, avenue Claude-Guillemin - BP 6009  
45060 Orléans Cedex 2 - Tél. 02 38 64 34 34

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**