



Rapport technique

MISSION BASSIN MINIER NORD-PAS DE CALAIS



Sensibilité des terrains aux remontées de nappes phréatiques

Cas de la nappe de la craie
dans le Bassin minier Nord-Pas de Calais

*Caractérisation par cartographie de l'épaisseur des terrains
non saturés par les eaux souterraines en situation de très hautes eaux*



Introduction

La Mission Bassin Minier a lancé en mars 2002 une étude dont l'objectif est de permettre aux acteurs de l'aménagement du territoire de disposer d'une base de connaissance pertinente d'un phénomène naturel : les remontées de nappes phréatiques, qui peuvent localement être aggravées par des facteurs anthropiques.

Le présent document est une synthèse de l'étude réalisée par le BRGM pour la Mission Bassin Minier. Il traite exclusivement des secteurs sensibles aux remontées de la nappe de la craie dans le bassin minier Nord-Pas de Calais. Il ne s'agit pas d'un document prenant en compte l'ensemble des zones sensibles aux inondations sur le territoire : aucune information sur les secteurs sensibles à d'autres types d'inondations n'est mentionnée (remontées de nappe liées à d'autres aquifères, ruissellement, débordement de cours d'eau,...).

Sont présents dans ce document : une cartographie de la sensibilité aux remontées de la nappe de la craie ainsi qu'un CD-Rom contenant un outil de visualisation des résultats fonctionnant selon le principe des Systèmes d'Information Géographique (SIG).

La cartographie réalisée dans le cadre de cette étude ne constitue en aucun cas une carte du risque d'inondation par remontée de nappe puisque la notion de risque est subordonnée à la prise en compte de l'usage qui est fait du sol, ce qui n'a pas été considéré ici.



Agir pour l'avenir d'un territoire !

Mission Bassin Minier Nord – Pas de Calais
Fosse du 9/9bis – Rue du Tordoir – BP 16 - F – 62590 Oignies
accueil@missionbassinminier.org

L'étude de sensibilité : pourquoi et comment ?

■ L'objectif

Les inondations et leur cortège de conséquences constituent, en France, l'aléa dont la manifestation est la plus fréquente et sont donc devenues un sujet de préoccupation majeure pour les collectivités locales. Les inondations relèvent d'une multiplicité d'acteurs, mais se traduisent toujours par une problématique d'aménagement du territoire. Si la région Nord-Pas de Calais connaît des phénomènes hydrologiques moins marqués que d'autres parties du territoire national, ils peuvent cependant générer des dommages pour les biens et les activités.

Trois causes peuvent être à l'origine des inondations : le ruissellement, les débordements de cours d'eau, et les remontées de nappes phréatiques. Les actions anthropiques (manque d'entretien des réseaux hydrographiques, développement de l'urbanisation, de l'agriculture...) aggravent ces phénomènes naturels. Le bassin minier Nord-Pas de Calais, périmètre de l'étude, a de plus été le siège d'une extraction charbonnière.

L'objectif de l'étude de caractérisation des zones sensibles aux remontées de nappes phréatiques lancée par la Mission Bassin Minier, et synthétisée ici, est de permettre aux acteurs de l'aménagement du territoire de disposer d'une connaissance pertinente de ce phénomène.

■ Un outil de connaissance

Cette étude s'inscrit dans les objectifs du Schéma D'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) en participant à l'amélioration de la connaissance de la situation globale et de la maîtrise des décisions relatives à l'occupation des sols et leurs conséquences sur ce territoire.

La carte réalisée doit constituer une première base de réflexion à différentes échelles (territoires du bassin minier, communes,...) sur les actions de suivi et de prévention à mettre en place, comme un réseau de suivi des niveaux piézométriques, un système d'alerte, une meilleure information du public et des partenaires du domaine de l'aménagement, une prise en compte dans les différents documents de planification...

■ La démarche

Un Comité Technique, co-animé par la Mission Bassin Minier et le BRGM, associant les services de l'Etat et de la Région, ainsi que Charbonnages de France, l'Agence de l'Eau Artois Picardie et les Territoires du bassin minier a été constitué. Son rôle était le suivi de l'étude et l'organisation de la diffusion des résultats.

Une cartographie de la sensibilité des terrains naturels aux inondations par remontées de la nappe de la craie a ainsi été établie selon une méthodologie inspirée de celle généralement utilisée pour l'évaluation des risques naturels (voir la rubrique « Pour en savoir plus ... »), et adaptée aux spécificités hydrogéologiques du territoire d'étude.

Il s'agit d'une approche « naturaliste » qui repose sur un croisement de données mesurées que sont le niveau du sol et le niveau de la nappe phréatique (dans le cas de la nappe de la craie) en période de hautes eaux : **le résultat est donc une cartographie de l'épaisseur des terrains non saturés par les eaux souterraines en situation de très hautes eaux.** Il s'agit d'une première approche de la sensibilité des terrains naturels aux remontées de la nappe de la craie.

Hydrogéologie : quelques rappels

Tout réservoir aquifère, quel qu'il soit, peut présenter, indépendamment ou simultanément, les trois régimes hydrauliques suivants: captif, semi-captif, libre,

- dans le premier cas, il est compris entre deux couches imperméables plus ou moins inclinées et est totalement saturé d'eau. La nappe qu'il contient exerce une certaine pression sur ces couches, sans pouvoir toutefois les traverser avec un débit significatif. Ce type de situation ne provoque pas de désordre particulier sur le territoire situé à la verticale de l'aquifère, même lorsque la pression de la nappe augmente,

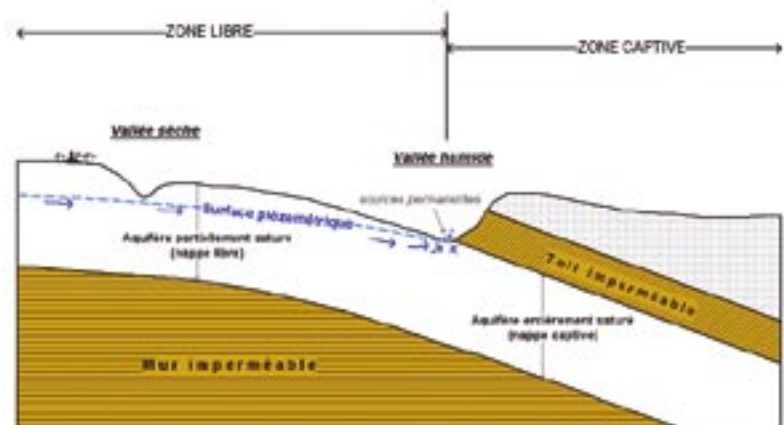
- à l'opposé, dans le troisième cas, l'aquifère affleure en permanence et un espace non saturé d'eau (la «zone non saturée» ou ZNS) existe entre la surface de la nappe et le sol. L'épaisseur de cet espace varie en fonction du volume de précipitations qui s'y infiltre. De ce fait, lorsque l'alimentation naturelle de la nappe s'avère très abondante après une période de fortes précipitations, son niveau peut monter relativement haut, au point de s'approcher sensiblement de celui du sol et même de l'atteindre dans les zones les plus basses de la topographie, y provoquant alors des inondations intempestives prolongées,

- le régime semi-captif, correspond, comme son nom l'indique, à un cas particulier du régime captif dans lequel la couche supérieure de l'aquifère s'avère suffisamment perméable pour permettre l'écoulement d'un débit ascendant significatif en provenance de la nappe. Dans ce cas de figure, des risques de remontée d'eau et d'inondation peuvent également apparaître dans les points bas.

Dans le Bassin Minier, ces trois types de régime hydraulique existent pour l'aquifère crayeux qui renferme la principale nappe de la région:

- le régime libre s'étend à toute la zone affleurante de la craie, sur une très large moitié sud du bassin ainsi que sur le secteur de Carvin/Seclin,

- le régime captif concerne l'autre moitié nord du bassin où la craie s'enfonce sous les premières couches argileuses du Tertiaire,



- quant au régime semi-captif, il affecte les zones basses intermédiaires où la craie n'est encore recouverte que de terrains semi-perméables (alluvions récentes, tuffeaux tertiaires du Valenciennois (formation sablo-argileuse)) avant de devenir franchement captive sous le Tertiaire imperméable.

Remarque : *d'autres aquifères que celui de la craie existent également dans les limites du bassin, principalement celui des sables tertiaires dénommés «Sables d'Ostricourt», mais ils n'ont pas été pris en compte dans la présente étude.*

Pour déterminer et cartographier le degré de sensibilité des territoires situés en zone libre et en zone semi-captive de l'aquifère crayeux vis-à-vis des fortes remontées de la nappe, il a été nécessaire d'évaluer, en tout point des secteurs concernés, l'épaisseur de la «zone non saturée» (ZNS) au cours d'une période de très hautes eaux, en confrontant une carte piézométrique de cette période à celle de la topographie.

L'étude de sensibilité : les réalisations

■ Carte piézométrique de la nappe de la craie

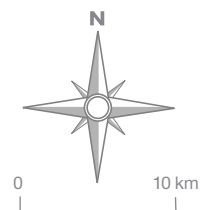
Cette nappe a fait l'objet d'une campagne de mesures par le BRGM en avril 2002, période de hautes eaux de la nappe, et année de niveaux relativement importants. C'est ainsi que plus de 600 points d'observation ont été mesurés sur le Bassin Minier lui-même et ses bordures, ce qui a permis de dresser une carte piézométrique d'une bonne précision.

Cependant, en règle générale, les niveaux piézométriques atteints en 2002 sont restés inférieurs à ceux de 2001 considérés comme exceptionnels dans la région. L'amplitude de variation est en moyenne de 3 mètres. Ces variations apparaissent, compte tenu des données disponibles, plus importantes à l'ouest du bassin minier, au sein du bassin versant de la Lys. Les bassins versants de la Deûle et de la Scarpe présentent un écart moyen de piézométrie de 1 à 3 mètres.



Courbes piézométriques de la nappe de la craie
équidistance : 5 m
Hautes eaux du printemps 2002

- points mesurés
- courbes piézométriques (équ. 5m)
- ➔ sens d'écoulement de la nappe
- Zone de craie sous recouvrement
- Zone de craie libre
- ⋯ Failles
- Canaux
- Cours d'eau

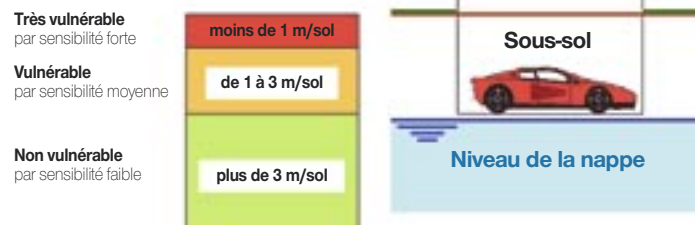


■ Carte de sensibilité aux remontées de la nappe de la craie

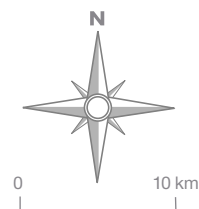
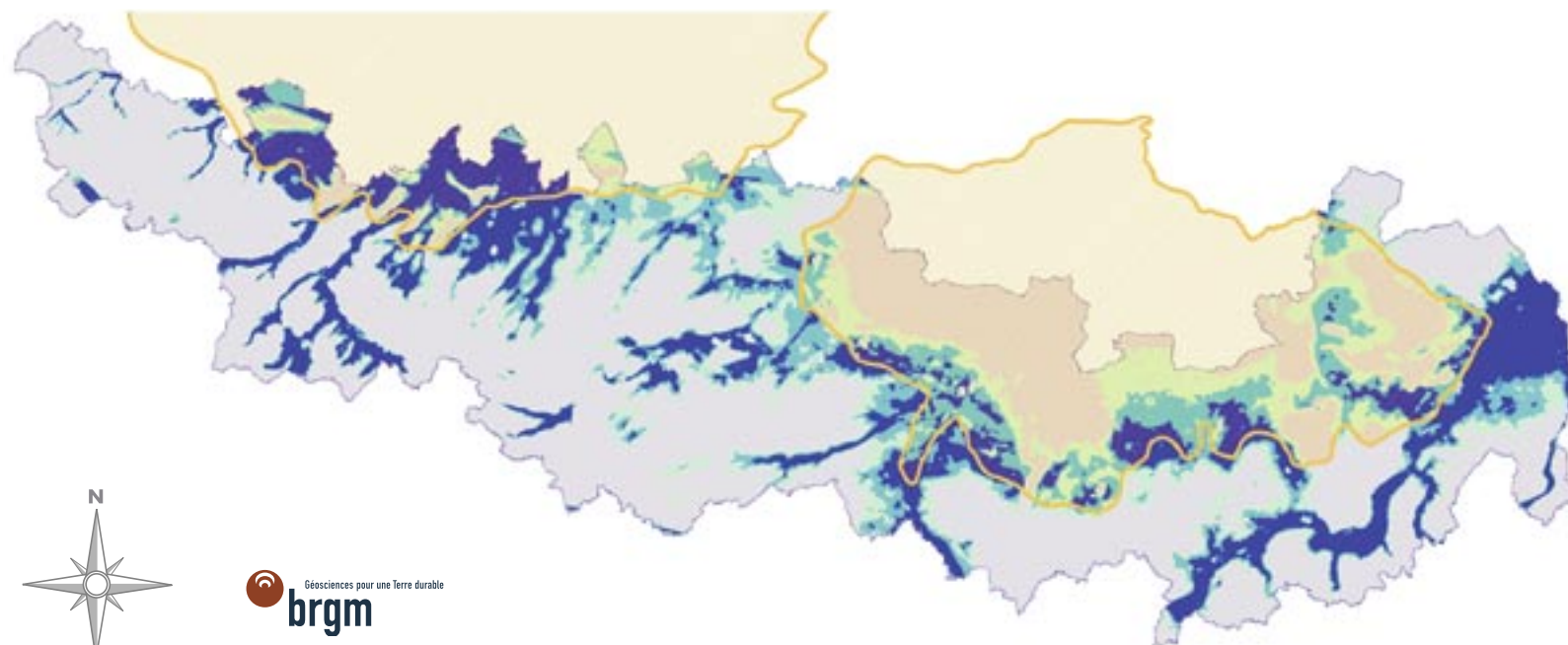
Le croisement de la piézométrie précédente avec le Modèle Numérique de Terrain (MNT) illustrant la topographie permet d'établir la carte de sensibilité aux remontées de la nappe de la craie. Comme expliqué précédemment, **la sensibilité observée en 2002 ne peut être exploitée qu'au sein des aires où la nappe de la craie est libre.** Cependant, lorsque la nappe de la craie n'est protégée que par une couverture imperméable de faible épaisseur (secteur de semi-captivité), l'intégrité de cette dernière peut localement être altérée par diverses interventions (pose de réseaux, création d'un parking, de fondations,...) ou par des discontinuités géologiques. Des remontées de nappe sont alors possibles.

Les niveaux de la nappe de la craie en 2001, considérés comme exceptionnels, ont été pris en compte pour l'élaboration de la carte pour évaluer la « marge » restante en cas de très fortes crues de la nappe.

Echelle de Sensibilité



La sensibilité est approchée sous forme de classes de valeur dont les bornes ont été fixées au regard des dégâts qui peuvent être générés. Cependant, les épaisseurs de zone non saturée considérées pour la cartographie tiennent compte des imprécisions liées aux mesures de niveau de sol et de la nappe. Aussi, les classes de valeurs sont majorées de +/- 1m.



Classes de sensibilité des terrains naturels* aux remontées de nappes phréatiques : Cas de la nappe de la craie

- Sensibilité faible (zone non saturée comprise entre 6 et 9 mètres de profondeur)
- Sensibilité moyenne (zone non saturée comprise entre 3 et 6 mètres de profondeur)
- Sensibilité forte (zone non saturée comprise entre 0 et 3 mètres de profondeur)
- Aire de captivité de l'aquifère de la craie (source BRGM - 1990 - 1/50 000)
- Extension de la zone d'étude (Bassin minier Nord-Pas de Calais)

* NB : les informations figurant ici ne sont valables que pour la nappe de la craie et ne sont pas interprétables dans les zones où l'aquifère de la craie est captif

Les limites d'interprétation

■ « Franges » du modèle

Le croisement de données nécessaire à la réalisation de la carte s'est basé sur un Modèle Numérique de Terrain disponible pour le territoire du bassin minier. Comme pour tout modèle, les zones « de bordure » sont toujours délicates à interpréter car des artefacts peuvent se produire. C'est particulièrement le cas ici pour la frange nord ouest (au nord de Béthune). Notons que dans ce secteur, la nappe de la craie est de toute façon captive.

■ Aires de captivité de la nappe de la craie

La limite de mise en captivité de la nappe de la craie sous les argiles tertiaires n'est qu'indicative. Elle est issue d'un travail réalisé en 1990 par le BRGM à l'échelle du 1/50.000. Cette limite varie, en fait, très peu dans l'espace et dans le temps sauf à proximité de pompages importants (champs captants).

Dans la partie est du bassin minier, l'argile se transforme progressivement en tuffeau, formation géologique semi-perméable. Les aires de captivité de la nappe de la craie restent donc à affiner localement par des investigations complémentaires à une échelle adaptée.

De la même façon, localement sous les alluvions, la nappe de la craie peut être mise en captivité. Ces zones n'ont pas été cartographiées ici.



Crédit photo : EPF Nord-Pas de Calais - M. Lerouge

■ Les informations relatives aux inondations

Cette cartographie ne traite que de la sensibilité des terrains naturels aux remontées de nappes phréatiques dans le cas de la nappe de la craie. Il ne s'agit pas d'un document prenant en compte l'ensemble des zones sensibles aux inondations : aucune information sur les secteurs sensibles à d'autres types d'inondations n'est indiquée (remontées de nappe liées à d'autres aquifères, ruissellement, débordement de cours d'eau,...). En effet, les aires au sein desquelles la nappe de la craie est captive peuvent être sujettes à des remontées de nappes liées à d'autres aquifères, tel celui des sables tertiaires du Landénien, également bien représenté dans le bassin minier. De la même façon, les secteurs situés en plaine alluviale et donc sensibles aux débordements de rivières et aux fluctuations des nappes alluviales associées ne sont pas indiqués ici.

Pour en savoir plus...

■ Qu'est-ce qu'une inondation par remontée de nappe ?

Une inondation est une submersion plus ou moins rapide d'une zone, avec des hauteurs d'eau variables, dont le facteur déclenchant est la pluie.

Si cette définition illustre le phénomène d'inondation, les mécanismes qui en sont responsables sont de différents types :

- débordements de cours d'eau,
- ruissellement,
- inondation de plaine,
- remontée de nappes phréatiques

Leurs manifestations peuvent être différentes.

Les inondations par remontée de nappe phréatique se produisent dans les secteurs où il existe une nappe phréatique (de *phréas* : puits, c'est à dire la première nappe libre exploitée par les puits). L'inondation est alors liée à une remontée du niveau de cette nappe. Le niveau des nappes varie naturellement chaque année en fonction des apports pluviométriques.

Les remontées de nappe participent aux crues de rivière par une alimentation des cours d'eau.

Ces remontées peuvent se traduire par une reprise des écoulements dans les vallées habituellement sèches, des résurgences de sources anciennes, une augmentation du débit des sources et du niveau d'eau dans les zones humides (marais, étangs, prairies humides,...), ainsi que par un débit des cours d'eau plus important. Mais, elle se traduit également par l'inondation de zones en dépression, naturelles ou influencées par l'activité minière.

■ Le mécanisme d'inondation par remontée de nappe

Le facteur déclenchant de la remontée d'une nappe est bien sûr la pluie. Mais, le suivi de la pluie ne permet pas d'appréhender ce phénomène : c'est le phénomène de saturation en masse de la zone non saturée (ZNS) (terrains séparant la nappe d'eau souterraine de la surface naturelle) qui intervient.

Quand cette zone se sature en eau, une pluie, même relativement modeste, peut entraîner une saturation qui se traduit par la mise en continuité hydraulique de la zone non saturée avec la nappe sous-jacente, et une mise en charge de l'eau contenue dans cette frange.

Ce type d'inondation est caractérisé par des durées de submersion importantes liées à la lente décroissance de la nappe relative à son inertie.

■ Notion de risque naturel

Quelle que soit sa nature, le risque est caractérisé par deux composantes : l'aléa et l'enjeu.

L'aléa correspond au caractère aléatoire du phénomène naturel.

Le ou les enjeux sont définis par la vulnérabilité du (des) lieu(x) touché(s), elle-même fonction de l'utilisation actuelle ou prévue.

Le risque est donc une notion spatialisée.

La réalisation d'une carte de risque n'entre pas dans l'objet de la présente étude.

Ici, l'approche de la sensibilité est proche de celle de l'aléa, l'aléa n'ayant pas pu être défini par manque de données permettant d'estimer une période de retour du phénomène.

Echelle de représentation et sources

■ Les sources de données

Source de données : Modèle Numérique de Terrain SACOMI 1994 – pas de 30 mètres

Carte piézométrique : tracée d'après report des altitudes piézométriques calculées sur fond IGN au 1/100.000.

■ La portée du document

La présente cartographie constitue un **document informatif qui n'a pas de valeur réglementaire**. Elle constitue un document d'aide à la planification de l'aménagement du territoire. Pour toute déclinaison à une échelle compatible avec celle des Plans Locaux d'Urbanisme, des études complémentaires restent nécessaires.

■ Les partenaires

La **Région Nord Pas de Calais** qui a financé ce projet et qui en a confié la maîtrise d'ouvrage à la Mission Bassin Minier afin de mettre en place une méthodologie expérimentale et originale

Le **BRGM** en charge de la réalisation de la carte piézométrique, de la carte de sensibilité et de la conception de l'outil de visualisation, et qui a participé au financement de l'étude dans le cadre de sa mission de Service Public

Charbonnages de France pour la mise à disposition de nombreuses données et mesures

CGE, SEN, SEF, SESEA pour la mise à disposition de mesures

Les **Etablissements Publics de Coopération Intercommunale** du bassin minier

Le **Parc naturel régional Scarpe-Escaut** pour la mise à disposition de mesures et la participation à la réalisation de la carte des zones potentiellement inondables par remontée de nappe phréatique sur la basse vallée de l'Escaut

La **Direction Régionale de l'Environnement**

Les **Directions Départementales de l'Équipement** du Nord et du Pas de Calais

CARTE

Outil de consultation

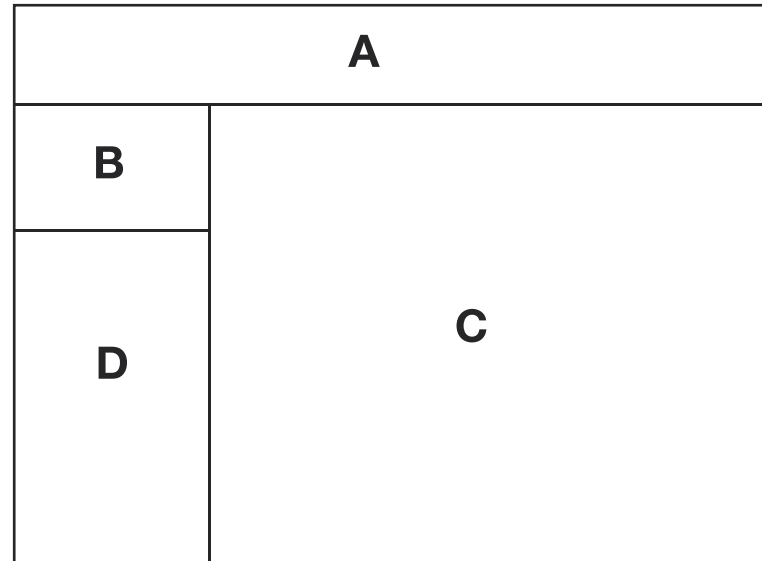
■ Présentation

Afin de permettre une utilisation souple des résultats, un outil de consultation a été créé. Il fonctionne selon le principe d'un Système d'Information Géographique : il permet de superposer plusieurs couches d'information (le contenu de celles-ci est détaillé ci-après). Il est de plus possible de se déplacer géographiquement, de réaliser des zooms, ou encore d'exécuter des requêtes sur les données.

Néanmoins, avant toute interprétation des résultats, il est nécessaire de lire les informations qui précèdent.

Les principales fonctionnalités sont :

- la représentation des couches d'informations
- les fonctions de zoom,
- l'identification des attributs de chaque objet cartographié.



L'écran est divisé en quatre parties :

- A – Bandeau d'accueil
- B – Logos des principaux partenaires
- C – Représentation de la carte
- D – Liste des couches représentées sur la carte



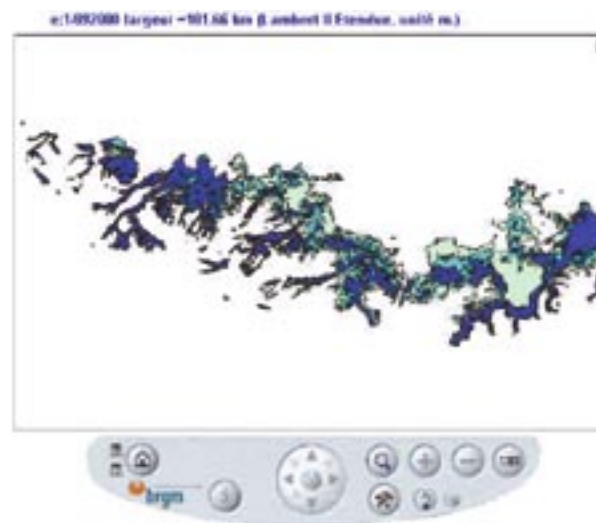
Une fenêtre indépendante est ouverte afin de localiser en permanence la zone d'étude et le facteur d'agrandissement utilisé.

■ Fonctions liées à l'écran de la liste des couches (D)



	Couches	Supprime toutes les couches géographiques représentées à l'exception du contour de la zone d'étude
		Supprime la couche géographique associée
		Eteint ou active l'affichage de la couche associée
		Place immédiatement au-dessus de la couche précédente
		Place immédiatement au-dessous de la couche suivante
Classes_sensibil		Nom de la couche associée
		Présence d'une légende
		Présence d'informations associées aux objets de la couche géographique
		Présence d'une contrainte de représentation en fonction de l'échelle d'affichage
		Outils de sélection complexes
		Affichage d'une fenêtre d'identification des attributs associés aux objets graphiques
Couches thématiques		Affichage d'une couche géographique parmi la liste des informations disponibles

■ Fonctions liées à la représentation de la carte (C)



		Diminue ou augmente les dimensions de la fenêtre carte
		Annule tout effet de zoom et affiche la carte à l'échelle du territoire d'étude
		Identifie un objet de la carte
		Permet, à l'aide de la souris de dessiner un rectangle utilisé ensuite pour agrandir la carte au dimensions de celui-ci
		Zoom d'un facteur 2 la carte (agrandissement)
		Zoom d'un facteur -2 la carte (réduction)
		Sélectionne un objet de la carte en cliquant dessus
		Affiche l'écran des fonctions spécialisées (sélection, export,...)
		Déplacement au travers de la fenêtre de la carte

Listing des couvertures géographiques

■ Habillage

Zone_étude : Emprise géographique de la zone d'étude

Fournisseur des données : Mission Bassin Minier

Contenu : Rappel des limites d'extension de la zone étudiée

Attributs : aucun

Echelle de restitution : 1/25.000

Occupation_sol : Occupation des sols (1998)

Fournisseur des données : SIGALE®

Contenu : description de l'occupation des sols

Attributs : Classe

Libelle

Codification nationale

Echelle de restitution 1/25.000

Communes : Limites communale (extrait BD Carto)

Fournisseur des données : IGN (licence 103/cugx/2004)

Contenu : Limites des communes du secteur d'étude

Attributs : Région

Departement

Numéro de département

Numéro d'arrondissement

Numéro de canton (1990)

Nom de la commune

Code INSEE de la commune

Longueur total du réseau hydrographique

Echelle de restitution 1/25.000

Topos : Relevé topographique

Fournisseur des données : Mission Bassin Minier/SACOMI

Contenu : Lignes de ruptures d'altitude

Attributs : aucun

Echelle de restitution 1/5.000

Villes : Centroïde des villes principales (extrait SIG BRGM)

Fournisseur des données : BRGM

Contenu : Coordonnées du point central des agglomération principales

Attributs : Code INSEE de la ville

Nom de la ville

Echelle de restitution 1/50.000

Routes : Réseau routier principal (Extrait BD Carto)

Fournisseur des données : IGN (licence 103/cugx/2004)

Contenu : Linéaire principal du réseau routier

Attributs : Type de route

Nombre de chaussées

Position verticale par rapport au terrain naturel

Echelle de restitution 1/50.000

■ Hydrogéologie

Isopièzes_2002 : Lignes isopièzes de 2002

Fournisseur des données : BRGM

Contenu : Lignes d'équipression des eaux souterraines, résultats du premier volet de l'étude

Attributs : Cote altimétrique

Echelle de restitution 1/50.000

BDRHFV1 : Référentiel des entites hydrogéologiques de France

Fournisseur des données : BDRHF V1

Contenu : Contour des entités hydrogéologiques présentes sur le secteur d'étude. La BD RHF® (Base de Données sur le Référentiel hydrogéologique Français) est la cartographie nationale des entités hydrogéologiques françaises à la quelle est associé un ensemble d'informations thématiques.

Attributs : Code

Nom

Type réservoir

Type aquifère

Date de création

Date de mise à jour

Surface
Périmètre
Nombre de polygones
Fiche simplifiée
Carte simplifiée

Echelle de restitution 1/50.000

■ Hydrologie

Hydrologie: Réseau Hydrographique principal (Extrait BD Carto)

Fournisseur des données : IGN (licence 103/cugx/2004)

Contenu : Linéaire principal du réseau hydrographique

Attributs : Toponyme
 Nature du tronçon

Echelle de restitution 1/50.000

■ Résultats

Classes de sensibilité

Fournisseur des données : BRGM

Contenu : Aire de sensibilité homogène

Attributs : Numéro
 Classe de sensibilité

- 3 - La sensibilité est considérée comme élevée ou forte lorsque la zone non saturée est inférieure à 3 mètres
- 2 - La sensibilité est considérée comme moyenne lorsque la zone non saturée est comprise entre 3 et 6 mètres
- 1 - La sensibilité est considérée comme faible lorsque la zone non saturée est comprise entre 6 et 10 mètres

Echelle de restitution 1/50.000

Unité de sensibilité à la remontée de nappe

Unités fonctionnelles

Formations potentiellement imperméables. Le caractère plus ou moins perméable des formations est rendu par l'indice de persistance et développement des réseaux décrit précédemment.

Fournisseur des données : BRGM

Contenu : Aire d'indice homogène

Attributs : Numéro
 Valeur de l'indice IDPR

Echelle de restitution 1/50.000

■ Images

Ces informations sont fournies sous forme d'images raster. Elles ne disposent pas d'information attributaire associée.

Epaisseur de la zone non saturée

Echelle de restitution 1/50.000

Modèle numérique de terrain

Echelle de restitution 1/50.000

Piézométrie 2002

Echelle de restitution 1/50.000

Géologie au million

Echelle de restitution 1/25.0000



CD-Rom PC

Nécessite l'utilisation de Microsoft Explorer version 6.0 ou ultérieure

© IGN
licence Scan 100 : 102/cugx/2004
licence BD Carto : 103/cugx/2004
BRGM
BD RHF®
SIGALE®
Occupation du sol 1998

