

LA CARTE GÉOLOGIQUE NUMÉRIQUE DE LA FRANCE A 1/1.000.000

Par Denis BONNEFOY - Patrick LEBRET - Dominique RABU
Bureau de Recherches Géologiques et Minières - Service Géologique National
BP 6009 Orléans Cedex - France

RÉSUMÉ

A l'occasion de la sortie de la nouvelle édition de la carte géologique à 1/1 000 000 de la France, le Service Géologique National français met en place une Banque de données numériques permettant la production de documents cartographiques personnalisés dans lesquels les éléments de la carte géologique peuvent être combinés avec des éléments d'origine extérieure. La structure de la banque est décrite à travers un modèle conceptuel de données et des lexiques spécialisés permettant de décrire les objets graphiques. Les configurations informatiques, tant matérielles que logicielles, nécessaires à cette banque sont présentées.

1 La 6^{ème} édition de la Carte de la France à 1/1.000.000: la mise en place de nouveaux concepts

Éditée pour la première fois en 1889, la carte géologique de la France à 1/1.000.000 verra sa sixième édition publiée en 1995. Cette nouvelle édition qui bénéficie des connaissances acquises depuis 15 ans au cours des levés à 1/50 000 du territoire national, privilégie la représentation de l'âge des terrains et des événements magmatiques, métamorphiques ou orogéniques (Chantraine et al., 1995) ainsi que les contextes géodynamiques de mise en place du magmatisme.

Parallèlement à la réalisation de cette carte, une réflexion est menée depuis deux années au Service Géologique National du BRGM sur le transfert des cartes géologiques de leur forme traditionnelle « papier » vers une forme numérique. A terme, les données de la carte géologique de France seront disponibles dans une banque de données cartographiques. La carte géologique de la France à 1/1 000 000 étant un document de synthèse largement consulté par de nombreux utilisateurs (chercheurs, enseignants, bureaux d'étude, etc.), il est apparu naturel que le premier élément de cette banque soit construit à partir de la nouvelle édition de cette carte. Le choix des technologies qui ont présidé à la fabrication du document-papier final, à savoir la numérisation des contours et des éléments d'habillage de la carte, sur une station Intergraph afin de produire directement des films pour l'impression, permet de disposer directement de données graphiques prêtes à la constitution d'une telle banque de données.

L'objectif de la banque de données numériques issue de la carte géologique à 1/1 000 000 (BDM) est de répondre aux besoins de l'utilisateur, du chercheur à l'aménageur, qui souhaite disposer de documents modulables, en terme d'échelle ou de contenu (tri, modification, calcul sur les éléments de la base), pouvant être complétés par des données autres dont il dispose (croisement de données). Intégrée dans un Système d'Information Géographique, la BDM doit être un moyen simple et rapide de disposer de cartes personnalisées et se traduire par un gain majeur dans l'utilisation d'une information géoréférencée sur le sous-sol qui était, jusqu'à présent, figée sur le papier le temps de vie d'une édition de la carte.

2 Les concepts de la banque de données numériques

2.1 Définition de la base de données

Dérivée de l'édition papier de la carte géologique de la France, la BDM doit être un reflet fidèle de la carte éditée (carte et notice explicative) sans ajout ni occultation de données. L'homologation de la banque en fonction de ce critère suppose aussi une identité parfaite des vecteurs décrits dans les fichiers graphiques de la banque et les contours imprimés sur la carte. Enfin, il est indispensable qu'une indépendance totale existe entre les données elles-mêmes et les logiciels permettant leur visualisation et/ou leur manipulation afin de permettre l'exploitation de la banque sur un maximum de configuration sans être tributaire de tel ou tel développeur de logiciels.

Pour répondre à ces concepts de base, la BDM est constituée de deux ensembles, utilisables séparément, avec des outils différents : une *image* de la carte papier qui fournit des données en mode point, et un ensemble d'*objets géologiques* représentés en mode vecteur. Ces objets sont porteurs de tables d'attributs permettant leur description à l'aide de lexiques; ces deux éléments, objets géologiques et tables attributaires, forment le noyau de la banque de données. Les relations entre ces deux ensembles est décrit dans un protocole, ou modèle conceptuel de données, complété des lexiques intégrés pour chaque thème.

2.2 image de la carte papier

Le fichier image est un fichier en mode «point» (*raster map*) obtenu à partir de la scannérisation des documents. Lors de la scannérisation, le document est transformé en point unitaire, ou pixel, dont la taille est une des caractéristiques de l'opération (cf. §3) et fonction de la précision recherchée. Chaque pixel renferme trois teintes de base, bleu, vert et rouge, qui déterminent la couleur visible à l'écran. Ces données en mode point correspondent à une photographie du document qui peut alors être visualisé à l'écran.

Dans le cas de la BDM, deux fichiers sont constitués, l'un à partir de la carte, le second à partir de la légende de celle-ci. Ces deux fichiers peuvent être affichés indépendamment l'un de l'autre à l'écran. La scannérisation est réalisée par un procédé de photographie numérique avec une résolution de 300 points par pouce; cependant, des distorsions de l'image peuvent apparaître lors de cette opération. Aussi, afin de produire des documents parfaitement superposables à des documents géoréférencés externes à la base, une correction géographique est réalisée selon la demande de l'utilisateur pour caler l'image dans le système de projection de son choix (Lambert 2, UTM, etc.).

Les images obtenues sont, par définition, strictement identiques aux documents de départ. Elles forment des blocs uniques, non interrogeables, pouvant servir de fonds cartographiques dont l'échelle est modulable à volonté.

2.3 Objets géologiques, modèle conceptuel de données et lexiques intégrés

Les objets géologiques sont décrits par leur géométrie et leur thématiques (attributs) associées qui autorisent l'interrogation, la sélection et le tri des objets selon différents critères. La création de ces objets nécessite d'une part une phase de digitalisation (création de fichiers dessin) puis par un codage des objets (création et renseignement des tables d'attributs). Le modèle conceptuel de données régit les relations entre les objets géologiques et les tables d'attributs. Il décrit aussi l'organisation de ces tables (définition de chaque table, contenu, nature et longueur des champs, type de lexique nécessaire).

A chaque classe d'objet géologique est attachée une table formée de 1 à n attributs selon la complexité de l'objet à caractériser. Ainsi, en conformité avec les concepts appliqués pour la réalisation de la carte papier, les *Unités géologiques* sont caractérisées par leur âge stratigraphique (exemple : Paléozoïque, Cambrien, Ordovicien, Ordovicien inférieur...), leur âge radiochronologique (couple de valeurs numériques), leur position dans le domaine émergé ou immergé afin de tenir compte du Plateau continental, et enfin par un commentaire libre. Les *Zonations métamorphiques* sont caractérisées par le faciès métamorphique (Schiste vert, amphibolite, granulite, schiste bleu, ...), le cycle orogénique responsable (Icartien, Varisque, ...), les conditions barométriques (BP-MP, HP-BT, ...) et un

commentaire libre. Le *Magmatisme* est caractérisé par le contexte géodynamique de mise en place (Marge active, extension crustale, collision, accretion océanique), la lithologie (exemple : roches plutoniques, acide, granitoïde, granitoïde peralumineux, leucogranite, granite et granodiorite...), la pétrographie (exemple : magmatique, plutonique, volcanique, filonien; métamorphique; sédimentaire) et la nature géochimique des magmas (exemple : acide ou différencié, basique ou indifférencié) ainsi que leur âge (cycle orogénique). Les *éléments structuraux* ont pour attributs leur dénomination (faille, filon, ...), et leur type (détachement, chevauchement, ...). Les *informations ponctuelles* sont en nombre faible et signalent des points particuliers d'observation (lithologie ou faciès métamorphique spécifique, par exemple faciès à coésite, péridotites mantelliques, ...) ou des sondages remarquables (sondages ayant atteint le socle au travers des grands bassins par exemple). Les ensembles géologiques régionaux permettent des extractions rapides des données concernant les grandes régions naturelles comme le Massif armoricain, les Alpes, le Jura, les Pyrénées, etc.

Tous ces éléments graphiques sont, via les tables d'attributs, interrogeables, sélectionnables et extractibles pour être combinés à des données extérieures à la BDM (carte de pente, carte d'occupation des sols, cartes d'indices miniers ou de la qualité des eaux, etc.

3 Les normes informatiques

Les données regroupées dans la BDM sont indépendantes des logiciels de visualisation et chaque utilisateur restera maître de l'outil de traitement dans la mesure où celui-ci acceptera en entrée des données aux normes du marché.

3.1 Fichier en mode point

Les formats de mise à disposition des fichiers en mode point sont très variés et permettent l'utilisation des principaux logiciels de dessin *bit map* présents sur le marché (formats TIF, PCX, BMP, EPS, TARGA, JPEG, GIF). Les tailles des fichiers en mode point varient de 5 à 40 Mo en fonction de la richesse du document original. La résolution de l'image est de 200 à 300 dpi pour 256 couleurs.

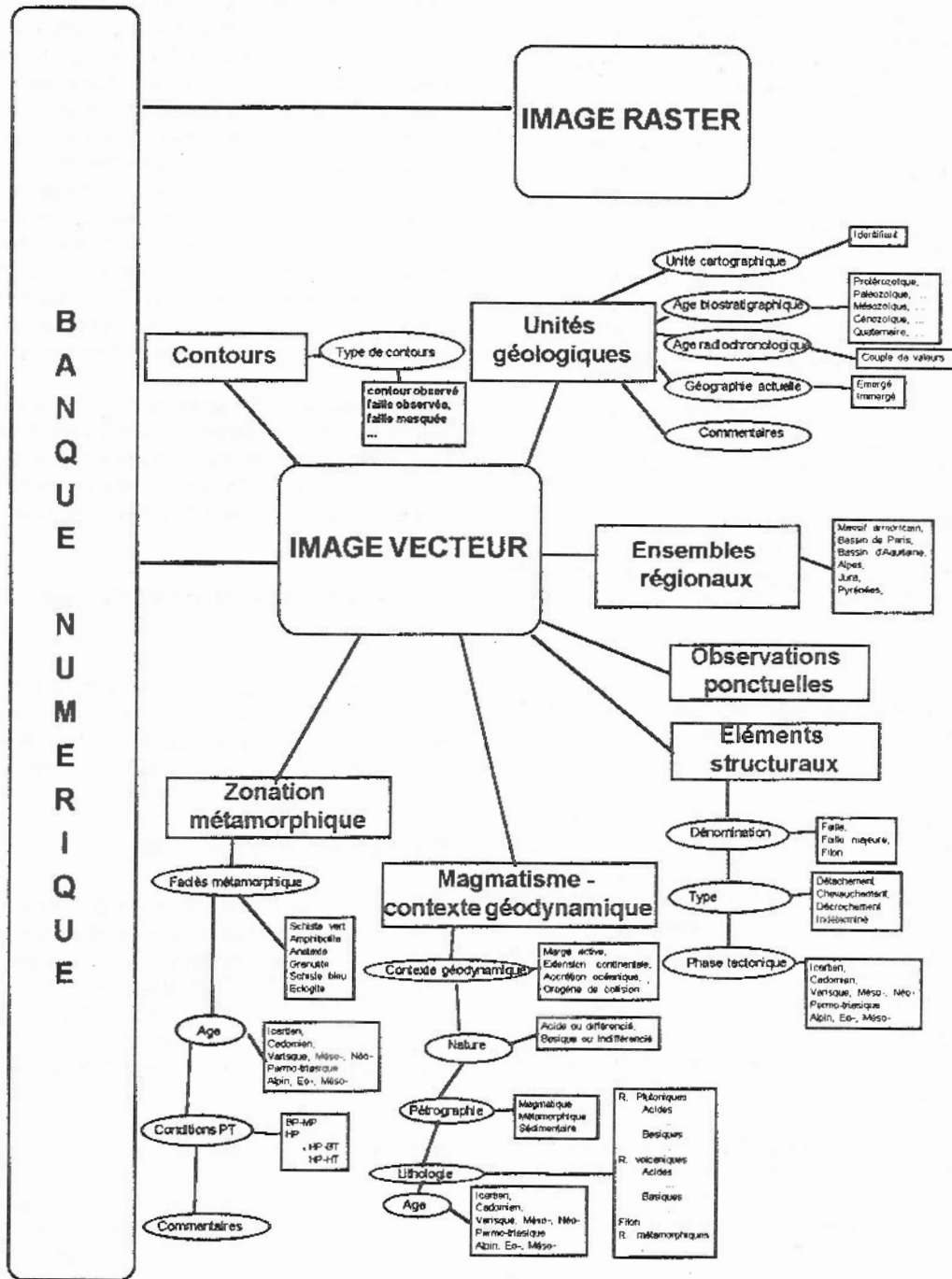
3.2 Objets géologiques

Il n'existe pas actuellement de standard de référence concernant les données graphiques et les tables attributaires. Les formats de fichiers en mode vecteur sont tributaires des logiciels du marché. Les données de type dessin issues de la BDM seront disponibles aux formats Autocad (.DXF) et Microstation (.IDGS). Les données de type vecteur seront aux formats Arc Info (.E00) et MapInfo (.MID et .MIF). Une ouverture vers la norme EDIGEO pourra être envisagée à terme.

Le fichier en mode vecteur est composé de 60 000 polygones labellisés et 80 000 arcs organisés en 10

BANQUE NUMERIQUE DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE FRANCE A 1/1 000 000

D. Bonnefoy, P. Lebret, and D. Rabu
BRGM-SGN - BP 6009 - Orléans Cédex 2 - FRANCE



La banque numérique de la carte géologique de la France à 1/1 000 000 est composée d'une image raster et d'une image vecteur. La base de données qui décrit l'image vecteur se compose d'objets qualifiés par des attributs qui sont eux-mêmes décrits par des mots-clés intégrés dans un lexique.

couches d'informations graphiques. Il occupe une place d'environ 15 Mo.

3.3 Matériel

L'exploitation de la banque numérique de la carte géologique de la France à 1/1 000 000 requiert soit un compatible PC Pentium avec 16 Mo de RAM et une carte graphique 8-bit, un écran 17" ayant une résolution de 1024x800 en 256 couleurs, et un disque dur de 30 à 50 Mo, soit une station de travail avec une RAM de 24 Mo minimum.

3.4 Logiciels de traitement

Sur PC, les logiciels les plus utilisés sont Arcview, Arcinfo et Mapinfo. Sur station de travail, on dispose de logiciels comme Arcinfo, Smallworld, Apic, Synergis.

Les tests effectués à ce jour ont permis de montrer que la banque de données numérique issue de la carte géologique de France à 1/1 000 000 fonctionnait de façon satisfaisante avec les logiciels Arc Info et MapInfo.

4 Conclusions

La mise en place de la banque de données numériques issue de la carte géologique de la France sera diffusée en même temps que l'édition papier. La mise au point de cette banque sert de support à une réflexion plus large concernant la réalisation d'une banque cartographique rassemblant l'ensemble de la couverture nationale à 1/50 000.

Références

Chantraine, J., (1995) - 1:1,000,000 geological map of France : demonstration document (pre-print) French Geological Survey; EUGB, Strasbourg, p. 30.