

BRGM

Les données géologiques dans le cadre du programme CARHAB

Les tests réalisés au cours de l'année 2019 sur les territoires « preuve de concept » (Loiret, PNR Vanoise, PNR Scarpe-Escaut) ont mis en évidence de manière très significative l'importance des données géologiques pour la modélisation des biotopes (Candolle 1855 ; Braun-Blanquet 1928 ; Nehlig, Egal, 2010, Bellenfant *et al.*, 2021). En effet, certains paramètres édaphiques, notamment l'acidité du sol, sont très étroitement dépendants des caractéristiques géologiques (notamment la nature pétrographique des roches et leur composition chimique, roche cristalline ou sédimentaire, etc.). L'utilisation des données géologiques offre donc la possibilité d'un saut qualitatif significatif pour la modélisation des biotopes. Cependant, il n'est pas possible d'exploiter directement les couches disponibles (notamment les cartes géologiques départementales harmonisées au 1/50 000 telles que disponibles sur infoterre.brgm.fr) car l'information contenue dans ces bases de données cartographiques est distribuée dans un trop grand nombre de classes. Par ailleurs, ces cartes ont été construites pour une finalité « géologie », et contiennent par conséquent un nombre de données d'entrée différent de celui utilisé dans le cadre des objectifs fixés par le projet CARHAB.

Un travail de recodage et d'homogénéisation des données contenues dans les cartes vectorisées au 1/50 000^e a donc été nécessaire pour rendre possible l'utilisation des informations portant sur la géologie dans le cadre du programme CARHAB.

En 2019 et 2020, le BRGM a établi une carte lithologique hiérarchisée du territoire métropolitain, construite à partir de l'information disponible pour chaque département au travers des cartes géologiques dites « harmonisées », réalisées à l'échelle 1/50 000. Cette carte a été déclinée en 4 niveaux de classification : un premier niveau général (grandes familles de roches, niveau 1), un niveau générique (niveau 2), un niveau détaillé (niveau 3) et un niveau qualifiant précisant la nature des roches (niveau 3Q). A titre d'exemple, pour une formation géologique donnée, la classification lithologique simplifiée se décline ainsi : roche sédimentaire (Niveau 1), roche carbonatée (niveau 2), calcaire (niveau 3), calcaire siliceux (niveau 3 qualifiant).

La méthodologie appliquée au territoire métropolitain dans le cadre de la phase « Métropole » du projet CARHAB a bénéficié des résultats préexistants de mise en forme des données géologiques transposées en données lithologiques ; action réalisée à partir des cartes disponibles dites « harmonisées » à l'échelle 1/50 000 sur le territoire métropolitain.

En 2020 et 2021, dans le cadre de CARHAB, l'ensemble des données du territoire métropolitain ont pu être retraitées pour élaborer les couches de données « écologiques ». Ces informations cartographiques vectorisées et recodées ont été transférées pour la mise en œuvre du processus de modélisation Random forest et la poursuite du programme CARHAB.

En 2022, les données traitées ont concerné les territoires des DROM-COM : Mayotte, La Réunion, La Guadeloupe et ses îlets, La Martinique. La Guyane, avec, pour cette dernière, un ciblage restreint aux 50 km de la frange littorale ; travail qui sera finalisé en 2023.

Précautions sur l'usage des cartes géologiques et les cartes recodées pour « CarHab »

1- Méthodologie d'harmonisation des cartes géologiques

L'examen des cartes géologiques à 1/50 000 d'un département montre que la couverture géologique obtenue n'est pas toujours homogène pour ce qui concerne les objets géologiques cartographiés et les légendes correspondantes.

Les cartes à 1/50 000 ont souvent été réalisées par plusieurs géologues et à des époques variables (jusqu'à plusieurs dizaines d'années d'écart entre deux cartes voisines). Il en ressort que, du fait de l'évolution des connaissances et des concepts géologiques, des compétences plus ou moins spécialisées des géologues, de la variabilité de la quantité et de la qualité des observations disponibles et parfois des choix faits par les experts, la continuité géologique n'est pas toujours assurée entre deux cartes contiguës. Les limites des objets géologiques représentés peuvent ainsi ne pas se prolonger d'une carte à l'autre ou être décalées. De même, la désignation et la notation d'un même objet géologique peuvent différer d'une carte à l'autre.

Le travail d'harmonisation géologique à l'échelle départementale, travail préalable à la déclinaison lithologique des cartes pour CARHAB, a consisté à rendre cohérentes entre elles toutes les coupures à 1/50 000 qui couvrent un département et donc à fournir une cartographie géologique homogène et continue sur l'ensemble de celui-ci. Une légende générale actualisée accompagne le document cartographique. Ce travail a été fait uniquement à partir des cartes existantes, sans prospection nouvelle sur le terrain. La carte géologique harmonisée obtenue se base donc sur la cartographie régulière à 1/50 000 de la France mais en constitue un produit dérivé. A l'échelle d'un territoire (département par exemple), le travail d'harmonisation conduit donc à corriger les hétérogénéités cartographiques constatées aux limites des cartes, mais ces incertitudes cartographiques demeurent et ne sauraient être réellement corrigées sans l'acquisition de données complémentaires sur le terrain.

Pour les territoires des DROM-COM, la résolution et la qualité des données disponibles sont bien différentes de celles de la métropole et d'un DROM à l'autre. Aucune carte géologique harmonisée n'existe pour ces territoires et les dates de réalisation des cartes géologiques disponibles vont de 1956 (la plus ancienne carte de Guyane) à 2019 (Mayotte), avec des échelles de restitution très différentes, 1/100 000 à 1/25 000 respectivement. Chaque territoire est unique dans la typologie des données géologiques disponibles, avec de grandes disparités dans les caractéristiques des cartes, à la fois au niveau de l'échelle de la donnée cartographique, dans la disponibilité des formats numériques, dans l'état de la vectorisation des données cartographiques ainsi que dans le contenu des bases de données associées.

2- Obsolescence des cartes

Certaines cartes disponibles à 1/50 000 ont été produites dans les années 1960 à 1970. Depuis, l'état des connaissances, les concepts en géosciences et les outils d'acquisition, les méthodes de datation ont beaucoup évolué, notamment en matière de caractérisation de la proche surface, par le couplage d'acquisition aérogéophysique et de terrain, rendant le contenu des cartes historiques parfois obsolète selon les experts, conduisant à une sous-représentation des terrains du régolithe regroupant les formations autochtones (*i.e.* altérites et formations de pente *pro parte*) et allochtones (alluvions, colluvions, éboulis, ...), dont la connaissance (composition, chimie) est pourtant essentielle aux activités humaines et au développement des espèces végétales présentes.

3- Absence de données numériques

Pour le territoire de la Guyane française en particulier, certaines cartes ne sont pas disponibles au format vecteur mais uniquement au format raster, nécessitant un travail préliminaire de vectorisation des contours géologiques avec la création de la base de données associée reprenant les informations attributaires de la carte (*i.e.* les qualificatifs géologiques). Ce travail de vectorisation est plus ou moins compliqué en fonction de la complexité géologique et du degré de détail des cartes disponibles (1/100 000 à 1/500 000).

4- Échelle de restitution

L'échelle de restitution du projet CarHab2 étant celle du 1/25 000, il a été considéré acceptable d'utiliser des données à 1/50 000 en métropole, faute de données plus précises. Pour les cartes de la métropole, les géologues en charge des harmonisations départementales ont essayé, dans la mesure du possible, de rester fidèle aux levés cartographiques réalisés à l'échelle du 1/50 000 et de conserver le maximum des données géologiques fournies par ces documents.

Le BRGM attire spécialement l'attention sur l'utilisation qui pourrait être faite d'extraits agrandis des cartes géologiques à 1/50 000, notamment pour ce qui concerne la précision des limites géologiques représentées sur ces cartes. Ces limites constituent des éléments linéaires dont la précision est directement liée à la qualité et à la densité des informations géologiques disponibles à la surface.

La précision peut varier pour une même limite de quelques mètres (secteurs avec affleurements nombreux) à plusieurs centaines de mètres (zones avec affleurements peu nombreux et/ou substratum masqué par des dépôts superficiels ou par des constructions anthropiques). En tout état de cause, lors de l'établissement d'une carte à 1/50 000, le pas d'échantillonnage, cohérent avec cette échelle, est de l'ordre de la cinquantaine à la centaine de mètres. Une limite contenue dans une bande de 50 m de largeur (soit 1 mm sur la carte géologique à 1/50 000) peut être considérée comme une limite précise. Dans la plupart des cas, cette bande sera cependant plus large (entre 100 et 200 m, soit 2 à 4 mm sur la carte géologique à 1/50 000). Une limite géologique contenue dans une bande de 4 mm sur la carte géologique à 1/50 000 sera contenue dans une bande de 4 cm dans le cas d'un document agrandi au 1/5 000 et de 20 cm dans le cas d'un agrandissement au 1/1 000.

Par ailleurs, la cartographie à l'échelle 1/50 000 ne permet pas, en théorie, de représenter les objets géologiques d'épaisseur et de longueur respectivement inférieures à 50 et 100 m (correspondant sur la carte à une enveloppe de 1 x 2 mm). Dans la pratique, un tel objet géologique est parfois représenté quand les auteurs de la carte estiment qu'il présente un intérêt particulier et/ou quand il permet une meilleure compréhension du document. Mais dans le cas général, les petits objets sans intérêt particulier ne sont pas représentés.

Pour certains DROM-COM, des efforts récents de cartographies plus détaillées (1/10 000 par exemple pour Mayotte, 1/25 000 pour les cirques de la Réunion et localement en Guyane) ont été menés par le BRGM entre 2011 et 2021, permettant de préciser les contours et attributs géologiques du bâti et des formations de surface (*i.e.* le « régolithe »).

5- Caractérisation des formations de surface

Ces cartographies plus détaillées s'appuient sur l'acquisition de terrain et le traitement combiné de données aérogéophysiques favorisant une meilleure caractérisation et délimitation des formations géologiques dites « de surface », issues des processus d'érosion et d'altération plus marqués, compte tenu du contexte de climat tropical affectant les DROM-COM ciblés. À titre de comparaison, seule 20 % de la surface totale du territoire métropolitain est couverte et

caractérisée par ce type de dépôts, dont les caractéristiques impactent directement les activités humaines et l'aménagement du territoire.

Ainsi, pour les DROM-COM concernés, ces cartes récentes ont été levées à une échelle très précise (1/10 000 à 1/25 000) avec une restitution des levés cartographiques à 1/25 000. Réalisées par le BRGM pour répondre aux enjeux des risques « aléa mouvement de terrain », ces données mettent en lumière le degré d'altération des roches et des dépôts, proche d'un comportement géomécanique, dont il convient de traduire leurs caractéristiques lithologiques. Ces cartes très détaillées ciblées sur la description des formations géologiques de surface n'ont pas été intégrées dans l'analyse lithologique des données produites par le BRGM pour le programme CarHab.

Enfin, dans les contextes insulaires des DROM-COM sélectionnés, soumis à un régime climatique tropical à subtropical, la végétation est très diversifiée et fortement contrôlée, à la fois par l'altitude, l'exposition aux précipitations, mais également par des contextes géomorphologiques singuliers, héritiers de l'histoire géologique de ces territoires. La caractérisation de l'état en surface des formations géologiques (alluvions, colluvions, altérites, formations géologiques affleurant), cartographiées à 1/10 000 ou 1/25 000 sur certaines zones, est par conséquent de première importance pour préciser les contours et définir les attributs géologiques dès l'entrée dans le processus de traitement CarHab2.

6- Absence de lithologie hiérarchisée

A l'inverse du territoire métropolitain, la carte lithologique hiérarchisée n'est pas disponible sur les territoires d'Outre-Mer. Par ailleurs, il n'existe pas de carte harmonisée, ni de base de données complète contenant l'information lithologique. Cette information essentielle n'est actuellement pas disponible pour permettre une rapidité de lecture et de traitement ; tâches qui avaient permis d'adapter rapidement les codages sur la métropole pour les besoins du projet CarHab. Une étape d'harmonisation et de traduction de la carte géologique en carte lithologique a donc été indispensable à l'appui de toutes les cartes et données disponibles, avant de procéder à la transcription en code CarHab.

7- Cas particulier de la Guyane française

La Guyane française est un Département-Région d'Outre-Mer atypique par comparaison aux autres DROM-COM en raison de son héritage géologique et de sa grande superficie de près de 84 000 km² où la forêt tropicale humide guyanaise est pour presque toute sa surface une forêt primaire à très haut niveau de biodiversité, protégée par un parc national, créé en 2007, et six réserves naturelles. Outre la partie continentale, le département comprend également plusieurs îles côtières, telles que les îles du Salut, du Connétable et de Rémire.

Concernant ce vaste territoire, le BRGM dispose d'une couverture cartographique sur l'ensemble du territoire mais hétérogène, sous la forme de fichiers vecteurs et de fichiers raster à différentes échelles (1/100 000, 1/200 000 et 1/500 000). La carte géologique de synthèse à 1/500 000, publiée en 2001, constitue ainsi un document cartographique homogène à l'échelle du territoire guyanais mais de faible résolution au vu des besoins du projet CarHab et il a semblé judicieux de privilégier dans le processus de traitement CarHab les données cartographiques à 1/100 000 dont seules certaines coupures existent au format numérique. Cependant, les données cartographiques disponibles pour couvrir la bande côtière des 50 km duont nécessité la numérisation de deux cartes complémentaires au Nord de la Guyane à l'échelle 1/100 000 et l'harmonisation des données attributaires et géométriques sur l'ensemble des 8 cartes numériques existantes auxquelles s'ajoutent les 2 cartes complémentaires. Quelques cartes à l'échelle 1/25 000 sont disponibles et pourraient faire l'objet d'un traitement complémentaire localement pour les besoins de la caractérisation des biotopes. Par ailleurs, des investigations indirectes plus poussées devraient être envisagées

sur la frange littorale, par une cartographie détaillée des différents environnements géomorphologiques et sédimentaires à l'appui de données LIDAR HR ; méthode qui a montré son intérêt pour établir des produits cartographiques détaillées à l'échelle 1/50 000 et 1/25 000.

Références bibliographiques :

Bellenfant S., Paradis A.-H., Causse G., Berrod L., Conord C., Sacca, C. (2021). Catalogue et cartographie des séries et petites géoséries du département du Cher, notice : https://www.researchgate.net/publication/348266234_CATALOGUE_ET_CARTOGRAPHIE_DES_SERIES_ET_GEOSERIES_DU_CHER.zip

Braun-Blanquet J. 1928. Pflanzensoziologie. Springer (Biol. Studienbucher VII), 330p.

Candolle A. de 1855. Géographie botanique raisonnée ou exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. Librairie de Victor Masson, 2 vol. 1365p.

Nehlig P., Egal E. 2010 Géobiodiversité: l'influence de la géologie sur la biodiversité. Geosciences, 2010, p. 10-19. <hal-00520896>

Rédacteur : Anne Bialkowski

Relecteurs : Yannick Callec, Didier Lahondère, Hélène Tissoux