



Carte géologique harmonisée du département du Tarn-et-Garonne

Notice technique

Rapport final

BRGM/RP-61974-FR
janvier 2013

Cette carte géologique numérique est cofinancée par l'Union Européenne.
L'Europe s'engage en Midi-Pyrénées avec le Fond européen de
développement régional.



Carte géologique harmonisée du département du Tarn-et-Garonne

Notice technique

Rapport final

BRGM/RP-61974-FR
janvier 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de recherche scientifique du BRGM 2010 GEOR23

I. Bouroullec

Approbateur :

Nom : **Thierry Baudin**

Original signé le 31/01/2014

Approbateur :

Nom : **Philippe Roubichou**

Original signé le 13/02/2014

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots clés : Carte géologique, harmonisation, Bassin Aquitain, molasses, marnes, argiles, calcaires, sables, Miocène, Tarn-et-Garonne

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Bouroullec I. (2013) – Carte géologique harmonisée du département du Tarn-et-Garonne. **BRGM/RP-61974-FR**, 38 p., 6 fig., 2 tab., 2 pl. hors-texte.

Synthèse

La connaissance de la géologie est un besoin de base pour de nombreuses activités économiques de la région Midi-Pyrénées. Le document de référence en la matière est la carte géologique.

La Région Midi-Pyrénées est couverte par un peu plus d'une centaine de cartes géologiques à 1/50 000. L'ensemble des cartes a été vectorisé et un programme national concernant la cartographie de l'aléa retrait-gonflement a permis de réaliser l'harmonisation de quatre départements de la région Midi-Pyrénées : Lot, Ariège, Hautes-Pyrénées et Aveyron. Le projet GARVEMIP (**G**éologie **h**armonisée et **v**ectorisée de **M**idi-**P**yrénées) permet de réaliser l'harmonisation des quatre derniers départements dont celui du Tarn-et-Garonne, présentée dans ce rapport. Les cartes produites sont numériques, dans un format vectoriel.

La mobilisation de subventions d'Etat et de l'Europe, par le biais des fonds Feder, pour la réalisation de cette carte numérique et harmonisée permet de mettre à disposition des acteurs publics régionaux des licences d'utilisation gratuites mais dont le BRGM reste propriétaire intellectuel.

Le programme de cartographie géologique à 1/50 000 de la France métropolitaine, aujourd'hui en voie d'achèvement, définit 1060 coupures, chacune d'une superficie voisine de 500 km². Ce programme ambitieux aura été réalisé par plusieurs générations de géologues sur une période d'une soixantaine d'années. Ce long délai de réalisation explique, au moins en première analyse, le manque d'homogénéité pouvant parfois être constaté entre deux cartes voisines, surtout quand elles ont été éditées avec plusieurs dizaines d'années d'écart : la représentation des cartes géologiques a évolué au cours du temps en fonction de l'évolution des connaissances, des concepts et des choix des auteurs et des priorités sociétales.

Le travail d'harmonisation à l'échelle départementale consiste à rendre cohérentes entre elles les cartes géologiques à 1/50 000 qui couvrent un département (une vingtaine environ) et donc de fournir une cartographie géologique homogène et continue sur l'ensemble du département avec le même degré de précision que les originaux, même si l'échelle de restitution sur papier y est plus petite. Ce travail se fait uniquement à partir des cartes existantes sans intervention nouvelle sur le terrain.

Ce travail d'harmonisation consiste à corréliser et regrouper les formations géologiques équivalentes et à harmoniser les contours au niveau des limites de coupures à 1/50 000. Un tableau d'harmonisation liste les corrélations et regroupements et une légende générale de la carte harmonisée est établie en respectant les normes actuelles établies pour la carte géologique de France.

La description (les attributs) de chaque formation (chaque caisson) distinguée sur la carte harmonisée est stockée au sein de la base de données des cartes numériques

du BRGM. Cette base de données permet d'établir la légende détaillée de la carte harmonisée numérique.

Après une présentation méthodologique détaillée, ce rapport décrit plus précisément le travail d'harmonisation appliqué au département du Tarn-et-Garonne. Une synthèse géologique du département, est également proposée.

Quatorze cartes géologiques à 1/50 000 concernent le département du Tarn-et-Garonne, parfois pour une zone de très petite superficie. Les premières cartes ont été publiées dans les années 60 puis se sont échelonnées jusqu'en 2004.

Le département du Tarn-et-Garonne est situé dans la partie orientale du Bassin d'Aquitaine faisant partie du bassin d'avant pays nord pyrénéen. Le substratum mésozoïque du bassin affleure au nord-est, essentiellement sur les feuilles de Caussade (905) et Najac (906).

Les formations géologiques affleurant principalement sur le territoire du département du Tarn-et-Garonne sont les formations alluviales et les formations molassiques provenant du démantèlement des reliefs pyrénéens. Le département étant situé à la confluence de trois grandes rivières (la Garonne descendant des Pyrénées, le Tarn et l'Aveyron descendant du Massif Central), les formations alluviales y sont très développées en son centre. Les molasses correspondent à une succession de dépôts de séquences argileuses grano-croissantes identifiables grâce aux bancs de calcaires lacustres présents, en général, en sommet de séquence. Les colluvions provenant des molasses et formés durant le quaternaire constituent des formations superficielles couvrant également une large surface d'affleurement.

Le relief actuel du département a été acquis au cours du Quaternaire, façonné par toutes les rivières se jetant dans la Garonne. Elles sont en effet responsables de l'incision des molasses et du dépôt des terrasses alluviales encaissées, en réponse aux cycles glaciaires/interglaciaires du Quaternaire.

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| 1. Réalisation d'une carte géologique harmonisée : principes et méthodes | 9 |
| 1.1. PRINCIPE GENERAL | 9 |
| 1.2. METHODOLOGIE | 10 |
| 1.2.1. Corrélation des formations : le tableau d'harmonisation | 10 |
| 1.2.2. La légende harmonisée et les notations | 11 |
| 1.2.3. Harmonisation des contours | 12 |
| 1.3. ECHELLE ET PRECISION DE LA CARTE GEOLOGIQUE HARMONISEE | 13 |
| 1.4. CONVENTION POUR LES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES | 13 |
| 2. Descriptif des données | 15 |
| 2.1. DESCRIPTION DES TABLES ATTRIBUTAIRES | 15 |
| 2.2. LE DOMAINE « METADONNEES » | 16 |
| 2.3. LE DOMAINE « GEOLOGIE » | 17 |
| 2.3.1. Sous-domaine « Formations géologiques » | 17 |
| 2.3.2. Sous-domaine « Objets linéaires structuraux » | 24 |
| 2.3.3. Sous-domaine « Lithologie » | 26 |
| 2.3.4. Sous-domaine « Matériaux » | 27 |
| 2.3.5. Sous-domaine « Minéralogie » | 28 |
| 2.3.6. Sous-domaine « Déformation et métamorphisme » | 28 |
| 2.3.7. Sous-domaine « Altération » | 31 |
| 2.3.8. Sous-domaine « Traits ou contours » | 32 |
| 2.3.9. Sous-domaine « Informations ponctuelles » | 33 |
| 3. La carte géologique harmonisée du département du Tarn-et-Garonne | 35 |
| 3.1. CADRE ADMINISTRATIF ET GEOGRAPHIQUE | 35 |
| 3.2. LES CARTES GEOLOGIQUES A 1/50 000 DU DEPARTEMENT DU TARN-ET-GARONNE | 37 |
| 3.3. REGROUPEMENT DE FORMATIONS ET HARMONISATION DES CONTOURS..... | 41 |
| 3.4. LA LEGENDE GENERALE..... | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5. LES COUCHES NUMERIQUES DE LA CARTE HARMONISEE | 42 |
| 3.6. SYNTHESE LITHOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES TERRAINS AFFLEURANTS..... | 43 |
| 3.6.1. Résumé de l'histoire géologique du bassin d'Aquitaine | 43 |
| 3.6.2. Synthèse lithologique et structurale du Tarn-et-Garonne..... | 45 |
| 3.6.3. Tectonique | 49 |
| 4. Bibliographie | 53 |

Liste des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Localisation du département du Tarn-et-Garonne (image extraite du site internet http://fr.wikipedia.org)..... | 35 |
| Figure 2 : Carte d'altitude (extrait du MNT au pas de 50m de l'IGN) présentant la géographie du département du Tarn-et-Garonne..... | 36 |
| Figure 3 : Mosaïque des 14 cartes géologiques à 1/50 000 vectorisées non harmonisées couvrant le territoire du département du Tarn-et-Garonne. | 38 |
| Figure 4 (page suivante) – Carte géologique simplifiée du bassin d'Aquitaine, d'après la carte géologique de la France à 1/1 000 000 6 éd. Révisée (BRGM Editeur)..... | 43 |
| Figure 5 : (page précédente et ci-dessus) – Carte géologique harmonisée du département et sa légende associée | 51 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Exemple de tableau d'harmonisation (simplifié)..... | 10 |
| Tableau 2 : Liste des tables attributaires disponibles..... | 15 |
| Tableau 3 : Caractéristiques de la table « Metadonnees » | 17 |
| Tableau 4 : Caractéristiques de la rubrique « Légende de la carte » | 18 |
| Tableau 5 : Caractéristiques de la rubrique « Contexte régional » | 19 |
| Tableau 6 : Caractéristiques de la rubrique « Stratigraphie » | 22 |
| Tableau 7 : Caractéristiques de la rubrique « Lithologie » | 24 |
| Tableau 8 : Caractéristiques de la table « L_struct » | 26 |
| Tableau 9 : Caractéristiques de la table « cgh_litho » | 27 |
| Tableau 10 : Caractéristiques de la table « cgh_matériau » | 28 |
| Tableau 11 : Caractéristiques de la table « cgh_mineralo » | 28 |

| | |
|--|----|
| Tableau 12 : Caractéristiques de la rubrique « Déformation » | 30 |
| Tableau 13 : Caractéristiques de la rubrique « Métamorphisme » | 31 |
| Tableau 14 : Caractéristiques de la rubrique « Altération » | 32 |
| Tableau 15 : Caractéristiques de la table « l_fgeol » | 33 |
| Tableau 16 : Caractéristiques de la table « p_struct » | 34 |
| Tableau 17 : Caractéristiques de la sous-table « p_divers » | 34 |
| Tableau 18 : Nom, numéro, année de publication et auteurs des 14 cartes géologiques à 1/50 000 partiellement ou totalement incluses dans le département du Tarn-et-Garonne | 39 |

Planches hors texte

Planche 1 – Légende de la carte géologique harmonisée

Planche 2 – Carte géologique harmonisée du département du Tarn-et-Garonne

Planche 3 – Tableau d'harmonisation des formations géologiques

1. Réalisation d'une carte géologique harmonisée : principes et méthodes

1.1. PRINCIPE GENERAL

Initié à la fin de la dernière guerre, le programme de cartographie géologique à 1/50 000 de la France métropolitaine est aujourd'hui pratiquement achevé. S'appuyant sur le découpage à 1/50 000 de la France établi par l'Institut Géographique National, ce programme définit 1060 coupures, chacune d'une superficie voisine de 500 km², distinguées par un numéro et le nom de la principale localité qui s'inscrit dans son espace.

Étalé sur une soixantaine d'années, ce programme ambitieux aura été réalisé par plusieurs générations de géologues. Ce long délai de réalisation explique, au moins en première analyse, le manque d'homogénéité que l'on peut parfois constater entre deux cartes voisines, surtout quand elles ont été éditées avec plusieurs dizaines d'années d'écart, et alors que, dans le même temps, les connaissances géologiques et les concepts n'ont pas cessé d'évoluer.

Pour ces mêmes raisons et du fait de l'émergence de thématiques nouvelles, la représentation des cartes géologiques a aussi évolué au cours du temps : alors que les premiers auteurs ont privilégié la représentation des formations du substratum, occultant partiellement ou simplifiant fortement les formations superficielles récentes qui auraient pu masquer les premières, plus récemment, d'autres ont promotionné la représentation des formations superficielles et choisi d'en donner une image plus complète et plus diversifiée, parfois au risque de réduire la lisibilité de la carte et en tous cas d'introduire une hétérogénéité avec les cartes voisines.

Même si elle s'inscrit dans un cadre géologique régional, dont elle s'inspire, chaque carte géologique à 1/50 000 constitue de fait une synthèse autonome où la densité et la qualité des observations collectées déterminent, *in fine*, les entités cartographiques distinguées et le choix des regroupements proposés.

La surface de chaque département français est recouverte par environ une vingtaine de cartes géologiques à 1/50 000. Le travail d'harmonisation à l'échelle départementale consiste à rendre cohérentes entre elles ces coupures et donc de fournir une cartographie géologique homogène et continue sur l'ensemble du département avec le même degré de précision que les originaux, même si l'échelle de restitution sur papier y est plus petite (1/150000, planche hors-texte). Ce travail se fait uniquement à partir des cartes existantes sans intervention nouvelle sur le terrain. La carte géologique harmonisée se base donc sur la cartographie régulière à 1/50 000 de la France et en constitue ainsi un produit dérivé. Toutefois, des données bibliographiques récentes (notamment sur l'âge des formations) ou la connaissance régionale de l'auteur de la carte harmonisée, sont intégrées au travail d'harmonisation.

Au final, il est nécessaire de garder à l'esprit que le travail d'harmonisation : 1 - rend compte de l'état actuel de la cartographie dans le département considéré et n'a pas de caractère figé et définitif (toute cartographie géologique est évolutive) ; 2 - se fait à partir de cartes à 1/50 000 hétérogènes et que l'harmonisation entre deux cartes notamment pour ce qui est des contours, se fait en partie de manière interprétative en l'absence de contrôles sur le terrain.

1.2. METHODOLOGIE

1.2.1. Corrélation des formations : le tableau d'harmonisation

Le travail d'harmonisation consiste notamment à corrélér, à partir des intitulés et des descriptions des notices, les entités cartographiques (*formations*) équivalentes d'une carte à 1/50 000 à l'autre, mais notées ou nommées différemment sur chacune des cartes. Il peut être également nécessaire de regrouper plusieurs formations d'une même carte afin d'assurer la cohérence et la continuité avec la carte voisine (une entité distinguée sur une carte peut correspondre à plusieurs formations sur une carte contiguë).

Ces corrélations et regroupements sont effectués par le géologue qui réalise la carte harmonisée et sont consignés dans un tableau de corrélation ou tableau d'harmonisation qui est conservé au BRGM (Tableau 1) et au sein duquel les notations et attributions d'origine des différents terrains sont indiquées. Base de la démarche d'harmonisation, le tableau permet en outre une traçabilité des modifications réalisées.

Ce travail de synthèse débouche sur la définition d'une légende départementale harmonisée caractérisée, notamment, par une notation révisée, car établie selon les normes actuelles (Andreieff ed., 1997).

| LEGENDE HARMONISEE | BEAUMONT-DE- LOMAGNE | GRENADE-SUR- GARONNE | VILLEMUR-SUR-TARN |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| S | FS | Fs | FgS, FS |
| Fz | Fz | Fz | Fz2 |
| g2-m2 | m1c | m1 | --- |
| m2aC | m1ac | m3-1C | --- |

Tableau 1 : Exemple de tableau d'harmonisation (simplifié)

Dans la mesure du possible, le géologue responsable de l'harmonisation veille à limiter les regroupements de plusieurs formations d'une même carte à 1/50 000 : l'objectif est de demeurer le plus fidèle possible aux levés cartographiques réalisés à l'échelle du

1/50 000, et d'essayer de conserver le maximum de données cartographiques fournies par ces documents. De ce fait, les regroupements ne concernent parfois que les entités (*polygones*) d'une formation localisés sur la frontière entre deux cartes : ces regroupements sont faits localement lors de l'harmonisation graphique des contours et n'apparaissent pas dans le tableau d'harmonisation.

1.2.2. La légende harmonisée et les notations

Une légende générale est établie par le géologue cartographe responsable de l'harmonisation. Elle est le résultat de la synthèse des légendes des différentes cartes à 1/50 000 utilisées et des regroupements effectués.

Chaque formation de la carte harmonisée se différencie par un numéro de formation, un numéro de légende, une notation harmonisée et un intitulé ou descriptif de la formation.

Seuls le numéro de légende et l'intitulé apparaissent sur la légende fournie avec la « carte papier ».

L'intitulé d'une formation vise notamment à indiquer les principales lithologies rencontrées et leur âge en évitant les termes obsolètes rencontrés sur les cartes anciennes. Le nom local d'une formation est mentionné lorsque son usage est reconnu et généralisé. S'il y a lieu, l'unité d'appartenance d'une formation est également indiquée dans l'intitulé.

Les notations harmonisées sont adaptées aux normes actuelles établies par le Comité de la Carte Géologique de la France (Andreieff éd., 1997) et sont donc souvent différentes de celles figurant sur les anciennes cartes géologiques à 1/50 000 et généralement obsolètes.

Pour les formations magmatiques ou métamorphiques de socle, les notations reprennent les lettres grecques selon les normes de la carte géologique de la France à 1/50 000.

Les formations sédimentaires ante-quaternaires peu métamorphiques sont le plus souvent notées en rapport à leur âge stratigraphique. La première lettre d'une notation (m, g, e, etc.) fait alors référence à la série (**m** = **Miocène**, g = Oligocène, e = Eocène, etc.), et le chiffre qui suit se rapporte à l'étage dans la série (ex : **m1** = **Aquitani**en, étage du Miocène). Lorsque l'étage est subdivisé en inférieur, moyen et supérieur, la notation est agrémentée d'une lettre minuscule, traditionnellement a pour inférieur, b pour moyen et c pour supérieur (ex : **m1a** = série : Miocène, étage : Aquitanien, sous-étage : **Aquitani**en inférieur).

La présence de plusieurs formations de même âge ou de même lithologie conduit à rajouter aux notations, afin de les différencier, une ou plusieurs lettres dont la première est en majuscule, pour caractériser une dominante pétrographique de la formation (par ex., **m1aC** = bancs **calcaires** dans les molasses de l'Aquitanien inférieur.) ou en référence au nom de la formation ou du massif (par ex., **m2cCL** = formation des

Calcaires supérieurs de **Lectoure** du Burdigalien supérieur). Les formations d'âge incertain ont une notation purement lithologique. Enfin, dans certains cas, une suite de numéros entre parenthèses permet également de distinguer plusieurs formations d'âge identique.

Pour les formations superficielles quaternaires, des notations spécifiques et variées sont utilisées en fonction du type de formation (dépôts de moraine, alluvions fluviales, dépôts résiduels, colluvions, etc...) et de leur âge relatif. Le découpage lithostratigraphique des formations superficielles pose souvent problème, le degré de détail et la typologie des unités cartographiées variant souvent fortement d'une carte à l'autre. Afin d'en proposer une harmonisation, il est souvent nécessaire de le simplifier.

En plus d'une notation, chaque formation est caractérisée par un numéro spécifique dans la légende (« code Légende » du tableau d'harmonisation) qui est reporté sur la carte géologique départementale.

Dans la légende, les formations distinguées sont classées, au sein de chaque unité lithostratigraphique, depuis la plus récente en haut à la plus ancienne en bas comme il est d'usage.

1.2.3. Harmonisation des contours

Le travail d'harmonisation reprend pour l'essentiel les contours édités avec les cartes à 1/50 000 qui sont maintenant quasiment toutes disponibles au BRGM sous forme vectorisée.

Dans un certain nombre de cas, ces contours doivent cependant être adaptés au niveau des bordures des cartes du fait d'incohérences entre cartes contiguës. Plusieurs types de modifications par rapport à la carte originale peuvent être introduits, notamment :

- la **modification** du tracé de certains contours géologiques décalés au niveau de la limite de deux cartes voisines ; dans ce cas le travail d'harmonisation consiste à proposer un nouveau contour continu en adoptant une position intermédiaire ou en se calant celui des deux qui apparaît le plus fiable : il est généralement préférable de trancher dans le sens des travaux les plus récents ;
- la **suppression** de certains contours en raison du regroupement de plusieurs unités lithostratigraphiques en une seule unité afin de permettre une continuité latérale des entités cartographiques aux limites de deux cartes différemment découpées ;
- la **création**, en dehors de tout contrôle de terrain, de contours nouveaux : lorsqu'un contour s'interrompt en limite de carte et ne se poursuit pas sur la carte voisine, si on veut conserver le contour existant pour ne pas appauvrir l'information géologique (pas de regroupement), il s'agit généralement de boucler le contour à proximité de la limite entre les deux cartes (sur le territoire de l'une ou de l'autre) ; dans ce cas, les contours doivent être redessinés en s'appuyant sur la géométrie des contours du secteur et sur les données topographiques du fond cartographique à 1/50 000. Les discontinuités

naturelles (failles, rivières) peuvent aussi servir, un peu artificiellement, de limite cartographique entre plages différemment subdivisées.

Tout à fait exceptionnellement, certaines hétérogénéités en limite de cartes peuvent être conservées afin de ne pas perdre l'information géologique, grâce au procédé de « l'arrêt-couleur ». Ce procédé n'a pas été utilisé sur la carte harmonisée du Tarn-et-Garonne.

1.3. ECHELLE ET PRECISION DE LA CARTE GEOLOGIQUE HARMONISEE

Une carte géologique départementale harmonisée est réalisée à partir des cartes géologiques existantes à 1/50 000. Cette échelle constitue par conséquent *l'échelle de référence* de cette synthèse. Si la version numérique issue de ces cartes permet effectivement de « zoomer » et de visualiser un secteur précis à une échelle beaucoup plus fine que celle du 1/50 000 (jusqu'à la limite de lisibilité sur un écran d'ordinateur), il est important de garder à l'esprit qu'il s'agira toujours d'une *carte à 1/50 000 agrandie* et que le tracé des contours sera d'autant moins précis que le zoom sera important, la restitution des limites géologiques observées sur le terrain est en effet au mieux de 25 m soit 0,5 mm sur la carte à 1/50 000, et ceci dans les meilleures conditions d'affleurement. Quant à la carte « papier » fournie avec ce rapport (planche hors-texte), elle est ramenée à l'échelle de 1/120 000 pour des raisons d'encombrement.

1.4. CONVENTION POUR LES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES

Toutes les coordonnées concourant à la description géométrique des données répondent aux caractéristiques suivantes :

- système géodésique : NTF ;
- ellipsoïde : Clarke 1880 IGN ;
- méridien origine : Paris ;
- projection : Lambert II étendu ;
- unité : mètre.

La projection des vecteurs est ensuite modifiée en projection Lambert 93, conforme avec le nouveau système géodésique français RGF93.

2. Descriptif des données

2.1. DESCRIPTION DES TABLES ATTRIBUTAIRES

| Nom de la table | Domaine | Sous-domaine | Couverture géométrique + données sémantiques |
|-----------------------|-------------|------------------------------|--|
| Metadonnees | Métadonnées | | Non |
| S_fgeol | Géologie | Formations géologiques | Oui |
| L_struct | Géologie | Objets linéaires structuraux | Oui |
| cgh_litho | Géologie | Lithologie | Non |
| cgh_materiau | Géologie | Matériaux | Non |
| cgh_mineralo | Géologie | Minéralogie | Non |
| cgh_defor_meta | Géologie | Déformation et métamorphisme | Non |
| cgh_alteration | Géologie | Altération | Non |
| L_fgeol | Géologie | Traits | Oui |
| P_divers | Géologie | Inf. ponctuelles | Oui |
| P_struct | Géologie | Inf. ponctuelles | Oui |

Tableau 2 : Liste des tables attributaires disponibles

2.2. LE DOMAINE « METADONNEES »

Ce domaine est décrit avec la table : **Metadonnees** qui contient les attributs suivants (Tableau 3) :

Nom : il s'agit d'un champ de type caractère qui indique le nom de la carte harmonisée. Ce champ est systématiquement renseigné.

Origine : il s'agit d'un champ de type caractère qui indique l'origine des données cartographiques utilisées pour la réalisation de la carte harmonisée. Ce champ est systématiquement renseigné.

Echelle : il s'agit d'un champ de type caractère qui indique l'échelle à laquelle les documents cartographiques ont été harmonisés. Ce champ est systématiquement renseigné.

Auteur(s) : il s'agit d'un champ de type caractère qui identifie le ou les auteurs de la carte harmonisée. Ce champ est systématiquement renseigné.

Cartes 1/50.000 : il s'agit d'un champ de type caractère qui contient la liste des cartes à 1/50.000 utilisées pour le projet d'harmonisation. Ce champ est systématiquement renseigné.

Cartes 1/80.000 : il s'agit d'un champ de type caractère qui contient la liste des cartes à 1/80.000 utilisées pour le projet d'harmonisation. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|------------------|-----------|---|---------------|-----------------|
| NOM | Caractère | Nom de(s) département(s) contenus complètement ou partiellement dans l'emprise géographique de la carte | Terme lexical | Tarn-et-Garonne |
| ORIGINE | Caractère | Origine des données cartographiques | Texte libre | BRGM |
| ECHELLE | Caractère | Echelle de compilation des données cartographiques | Terme lexical | 1/50.000 |
| AUTEURS | Caractère | Nom de(s) l'auteur(s) de la carte harmonisée | Texte libre | I. Bouroullec |
| CARTES 50 | Caractère | Nom de(s) cartes(s) à 1/50.000 utilisée(s) pour réaliser la carte harmonisée | Terme lexical | Caussade |
| CARTES 80 | Caractère | Nom de(s) cartes(s) à | Terme lexical | Sans objet |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | 1/80 000 utilisée(s) pour réaliser la carte harmonisée | | |
|--|--|--|--|--|

Tableau 3 : Caractéristiques de la table « Metadonnees »

2.3. LE DOMAINE « GEOLOGIE »

2.3.1. Sous-domaine « Formations géologiques »

Ce sous-domaine décrit sous forme de polygones les plages visibles sur la carte qui sont énumérées dans la légende générale. Il s'agit de plusieurs milliers d'objets décrits par plusieurs dizaines de champs attributaires.

La table **S_fgeol** couvre plusieurs rubriques, qui sont :

Légende de la carte (Tableau 4)

Code : ce champ de type numérique permet de coder chaque polygone en fonction du caisson de la légende qui lui correspond. A chaque polygone ne peut correspondre qu'un seul caisson ; à l'inverse à chaque caisson correspondent de nombreux polygones. Ce champ est toujours renseigné.

Notation : ce sont des suites de lettres symboliques qui désignent la formation sur la carte papier, suivant les normes de notation stratigraphique utilisée au Service Géologique National (les caractères de la notation doivent être visualisés avec la police True Type BRGM_NOT). Ce champ est toujours renseigné.

Code légende : ce champ de type numérique permet de présenter une légende de la carte suivant un ordre stratigraphique établi par l'auteur de la carte. Ce champ est toujours renseigné.

Description légende : ce champ contient le texte très court qui donne une description de la formation correspondante. Il permet d'afficher une légende type qui a été préétablie par le géologue auteur de la carte géologique harmonisée. Ce champ est toujours renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|-----------------|-----------|---|--------------------|---------------|
| CODE | Entier | Code identifiant de chaque objet par rapport aux caissons de la légende | Calculé séquentiel | 1,2,32,45,... |
| NOTATION | Caractère | Groupe de lettres symboliques | Libre | m1aC |

| | | | | |
|-----------------|-----------|---|-------|--|
| | | désignant la formation sur la carte papier (découpage stratigraphique). Cette notation sera codée avec le caractère de la police True-Type BRGM.NOT | | |
| CODE_LEG | Entier | Code identifiant de chaque objet par rapport aux caissons de la légende, afin de pouvoir afficher une légende suivant un ordre préétabli, il permet aussi d'afficher des chiffres à la place de la notation stratigraphique | Libre | 32 = Calcaire blanc de l'Agenais |
| DESC_LEG | Caractère | Texte court utilisé pour la réalisation d'une légende de carte géologique | Libre | Calcaire blanc de l'Agenais : calcaires lacustres blancs |

Tableau 4 : Caractéristiques de la rubrique « Légende de la carte »

Le contexte régional (Tableau 5)

Type géologique : ce champ de type caractère renseigne sur l'appartenance de l'objet à tel ou type géologique, il s'agit par exemple de « couverture sédimentaire mésozoïque » ou de « formations superficielles ». Ce champ est systématiquement renseigné.

Appellation locale : ce champ contient l'appellation locale de l'unité lithostratigraphique (par exemple : Calcaires supérieurs de Lectoure, Limons des plateaux...). Ce texte correspond exactement à la dénomination utilisée par l'auteur pour nommer les terrains dans la légende générale. Ce champ est toujours renseigné.

Nature ou type d'appellation locale : ce champ renseigne sur l'appartenance à une catégorie d'unité géologique : un groupe, une formation, un massif, une série etc. Le terme formation est utilisé dans son sens lithostratigraphique, sous-ensemble du groupe. Des ensembles lithologiques équivalents, voire identiques, du point de vue stratigraphique peuvent ainsi porter des dénominations différentes. A l'inverse une formation lithostratigraphique particulière peut correspondre à des intervalles d'âge différents d'un point à l'autre d'une région; on dit que cette formation est diachrone. Ce champ est systématiquement renseigné.

Entité géologique naturelle: ce champ renseigne sur l'appartenance d'un objet à un grand ensemble géologique régional, comme par exemple le Bassin d'Aquitaine, le Massif central, etc. Ce champ est systématiquement renseigné.

Domaine/Zone isopique : ce champ renseigne sur l'appartenance d'une formation géologique à un ensemble de séries sédimentaires contemporaines dont les faciès sont identiques ou très voisins, et qui appartiennent à un même domaine paléogéographique. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Unité lithotectonique : ce champ de type caractère renseigne sur l'appartenance d'un objet géologique à un ensemble de terrains que l'on peut individualiser pour des raisons tectoniques, ces terrains sont encadrés par des contacts anormaux (nappes, écaillés), ils sont désignés par un nom géographique. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Emergé : ce champ renseigne sur la position de l'objet vis à vis du domaine maritime. Ce champ est systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|-----------|-----------|--|---------------|----------------------------------|
| TYPE_GEOL | Caractère | Famille géologique à laquelle se rapporte le terrain concerné | Terme lexical | Couverture sédimentaire |
| AP_LOCALE | Caractère | Nom de la formation | Libre | Calcaires supérieurs de Lectoure |
| TYPE_AP | Caractère | Nom de la catégorie à laquelle correspondent les terrains considérés | Terme lexical | Formation |
| GEOL_NAT | Caractère | Nom de l'entité géologique à laquelle se rapporte la formation | Terme lexical | Massif Central |
| ISOPIQUE | Caractère | Nom de l'ensemble de terrains sédimentaire auquel appartient la formation considérée (domaine paléogéographique) | Libre | Quercy |
| LITHOTEC | Caractère | Nom de l'unité litho tectonique à laquelle appartient la formation considérée | Libre | Unité Supérieure des Gneiss |
| EMERGE | Caractère | Position par rapport au domaine maritime | Terme lexical | Emergé |

Tableau 5 : Caractéristiques de la rubrique « Contexte régional »

La stratigraphie (Tableau 6)

L'âge des terrains est décrit de deux manières possibles, soit uniquement en terme de stratigraphie relative par l'utilisation de nom d'étage (ce qui est le cas le plus fréquent), soit en terme d'âge absolu c'est à dire en millions d'années lorsque la nature des terrains permet une datation par les méthodes géochronologiques. Généralement l'âge d'un terrain correspond à une période de temps, pour cette raison il est souvent proposé un âge « début » (le plus ancien) et un âge « fin » (le plus récent). Dans la base de données du Référentiel géologique le lexique âge est organisé hiérarchiquement depuis les termes les plus généraux Erathème (ex. Cénozoïque), jusqu'au sous étage (ex. Lutétien supérieur), on distingue ainsi les niveaux suivant du plus général au plus précis : ératème, système, série (AGE 1), étage (AGE 2), sous-étage (AGE 3).

Age début : ce champ de type caractère indique l'âge stratigraphique le plus ancien correspondant au terrain concerné. Ce champ est systématiquement renseigné.

Erathème début : ce champ de type caractère indique le premier niveau hiérarchique auquel se rapporte l'âge du terrain concerné, si le terrain s'est mis en place sur une longue période il correspond à la partie la plus ancienne de l'intervalle de temps considéré. Ce champ est systématiquement renseigné.

Système début : ce champ de type caractère indique le système le plus ancien auquel se réfère l'âge du terrain concerné. Ce champ est systématiquement renseigné.

Age 1 début, Age 2 début, Age 3 début : lorsqu'ils sont renseignés ces champs de type caractère permettent de réaliser des sélections stratigraphiques par niveau hiérarchique, ces périodes d'âge sont classées de la plus large à la plus étroite (**série/époque, étage, sous-étage**). Dans l'intervalle d'âge considéré, ils se rapportent aux termes les plus anciens de la formation considérée. Ces champs ne sont pas tous systématiquement renseignés.

Age fin : ce champ de type caractère indique l'âge stratigraphique le plus récent correspondant pour le terrain concerné. Ce champ est systématiquement renseigné.

Erathème fin : ce champ de type caractère indique le premier niveau hiérarchique auquel se rapporte l'âge du terrain concerné, si le terrain s'est mis en place sur une longue période, il correspond à la partie la plus récente de l'intervalle de temps considéré. Ce champ est systématiquement renseigné.

Système fin : ce champ de type caractère indique le système le plus récent auquel se réfère l'âge du terrain concerné. Ce champ est systématiquement renseigné.

Age 1 fin, Age 2 fin, Age 3 fin : lorsqu'ils sont renseignés ces champs de type caractère permettent de réaliser des sélections stratigraphiques par niveau hiérarchique, ces périodes d'âge sont classées de la plus large à la plus étroite (**série/époque, étage, sous-étage**). Dans l'intervalle d'âge considéré, ils se rapportent aux termes les plus récents de la formation considérée. Ces champs ne sont pas tous systématiquement renseignés.

Age minimum: ce champ de type numérique renseigne sur la borne inférieure (le plus récent) de l'âge mesuré. Ce champ n'est pas toujours renseigné.

Age maximum : ce champ de type numérique renseigne sur la borne supérieure (le plus ancien) de l'âge mesuré. Ce champ n'est pas toujours renseigné.

Age absolu : ce champ de type numérique donne l'âge mesuré. Ce champ libre n'est pas toujours renseigné.

Tolérance âge absolu : ce champ de type numérique renseigne sur l'intervalle d'erreur lié à la méthode de mesure. Ce champ n'est pas toujours renseigné.

Technique de datation : ce champ de type caractère indique la technique utilisée pour dater la formation soit directement, soit relativement, soit déduite. Ce champ fait appel à un lexique, il est systématiquement renseigné.

Catégorie technique de datation : ce champ de type caractère indique la catégorie ou méthode utilisée pour dater le terrain. Ce champ fait appel à un lexique, il n'est pas systématiquement renseigné.

Commentaire âge : c'est un commentaire libre qui accompagne l'âge de la formation, ou les références bibliographiques concernant les résultats de la datation absolue. Ce champ n'est pas toujours renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|--------------------------------|-----------|--|---------------|---|
| AGE_DEB | Caractère | Age stratigraphique le plus ancien | Terme lexical | Pliensbachien |
| ERA_DEB | Caractère | Nom de l'érathème le plus ancien dans lequel est inclus l'âge du terrain concerné | Terme lexical | Mésozoïque |
| SYS_DEB | Caractère | Nom du système le plus ancien dans lequel est inclus l'âge du terrain concerné | Terme lexical | Jurassique |
| AGE1_DEB, AGE2_DEB, AGE3_DEB : | Caractère | Liste hiérarchisée des découpages stratigraphiques pour l'âge le plus ancien de la formation | Terme lexical | Jurassique inférieur, Pliensbachien, Carixien |
| AGE_FIN | Caractère | Age stratigraphique le plus ancien | Terme lexical | Callovien inférieur |

| | | | | |
|---|-----------|--|---------------|--|
| ERA_FIN | Caractère | Nom de l'érathème le plus récent dans lequel est inclus l'âge le plus récent du terrain concerné | Terme lexical | Mésozoïque |
| SYS_FIN | Caractère | Nom du système le plus récent dans lequel est inclus l'âge du terrain concerné | Terme lexical | Jurassique |
| AGE1_FIN, AGE2_FI N AGE3_FIN | Caractère | Liste hiérarchisée des découpages stratigraphiques pour l'âge le plus récent de la formation | Terme lexical | Jurassique moyen, Callovien, Callovien inférieur |
| AGE_MIN | Flottant | Age absolu le plus récent obtenu pour les terrains considérés en millions d'années | Libre | 95 |
| AGE_MAX | Flottant | Age absolu le plus ancien obtenu pour les terrains considérés en millions d'années | Libre | 100 |
| AGE_ABSOLU | Flottant | Age absolu en millions d'années retenu par l'auteur de la datation | Libre | 97 |
| TOLER_AGE | Flottant | Valeur de l'incertitude sur la mesure de l'âge absolu en millions d'années | Libre | 5,5 |
| TECH_DAT | Caractère | Méthode utilisée pour dater le terrain | Terme lexical | Stratigraphie |
| CAT_DAT | Caractère | Technique dans la méthode de datation utilisée | Terme lexical | Biostratigraphie |
| AGE_COM | Caractère | Commentaire relatif à la méthode de datation, référence bibliographique en cas de datation absolue | Libre | Texte libre |

Tableau 6 : Caractéristiques de la rubrique « Stratigraphie »

La lithologie (Tableau 7)

Lithologie principale : ce champ décrit la lithologie attachée aux différents polygones de la carte. On y trouve, en termes géologiques, la roche qui constitue l'essentiel du terrain considéré. Ce champ est systématiquement renseigné.

Dureté : ce champ renseigne de manière empirique sur le caractère plus ou moins dur et ou cohérent de la roche dominante. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Epaisseur de la formation : ce champ renseigne sur la puissance mesurée ou estimée de la formation. Des commentaires peuvent accompagner la notion d'épaisseur (ex. : *environ 200 m, quelques dizaines de mètres*). Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Environnement de mise en place : ce champ décrit, selon le type de roche auquel on s'adresse, soit le milieu de dépôt (sédimentaire continental), soit le type de mise en place (effusif). Un second niveau de précision est renseigné en fonction du choix entré dans le premier niveau (niveau 1 = *sédimentaire continental*, niveau 2 = *alluvial*). Ce champ est systématiquement renseigné.

Contexte géodynamique : ce champ décrit sommairement l'environnement géodynamique au moment du dépôt ou de la mise en place des terrains. Ce champ est systématiquement renseigné.

Commentaire lithologie : ce champ correspond à une zone libre dans laquelle on peut faire figurer des commentaires concernant la lithologie, comme par exemple les variations de faciès ou l'organisation verticale des différentes roches qui constituent la formation. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Géochimie dominante : ce champ indique la composition chimique globale du terrain. Ce champ est systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|------------|-----------|---|---------------|------------------------------------|
| LITHOLOGIE | Caractère | Nom de la roche principale (hiérarchique) | Terme lexical | Sédimentaire-calcaire bioclastique |
| DURETE | Caractère | Indication relative à la cohérence ou la dureté de la formation | Terme lexical | Consolidée |
| EPAISSEUR | Caractère | Valeur ou texte relatif à la | Texte libre | De 5 à 15 m |

| | | | | |
|------------------|-----------|---|---------------|--|
| | | notion d'épaisseur | | |
| ENVIRONMT | Caractère | Environnement de dépôt ou de mise en place (hiérarchique) | Terme lexical | Sédimentaire marin-lagunaire |
| C_GEODYN | Caractère | Contexte géodynamique de mise en place des terrains concernés | Terme lexical | Bassin intra-continental |
| LITHO_COM | Caractère | Information relative à la lithologie de la formation | Texte libre | Alternance bancs métriques de grès et passées argileuses |
| GEOCHIMIE | Caractère | Composition chimique globale | Terme lexical | Carbonaté |

Tableau 7 : Caractéristiques de la rubrique « Lithologie »

2.3.2. Sous-domaine « Objets linéaires structuraux »

Ce sous-domaine décrit, sous forme de lignes, les objets géologiques linéaires liés aux structures d'origine tectonique et visibles sur la carte. Ce sous-domaine est décrit par la table **L_struct** qui contient 12 champs attributaires (Tableau 8).

Code : il s'agit d'un champ numérique qui identifie de façon unique chaque objet ou type d'objet linéaire de nature structurale. Ce champ est systématiquement renseigné.

Condition d'observation : ce champ de type caractère renseigne sur les conditions d'observation de l'objet géologique concerné, il indique s'il est visible sur le terrain ou déduit de la cartographie. Ce champ est systématiquement renseigné

Nom géographique : ce champ de type caractère renseigne sur le nom géographique des structures linéaires d'importance régionale. Ce champ est systématiquement renseigné.

Catégorie: ce champ renseigne sur la catégorie de la structure considérée (s'il s'agit d'une faille, d'un filon, d'une trajectoire...). Ce champ est systématiquement renseigné.

Nature de la faille : ce champ renseigne sur la nature de la structure lorsque l'attribut catégorie est renseigné par le terme faille, cette dernière pouvant être de diverses natures (normale, inverse, etc.). Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Mouvement relatif /sens : ce champ de type caractère renseigne sur le sens de mouvement relatif entre les deux compartiments situés de part et d'autre d'une faille. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Rhéologie : ce champ renseigne sur les conditions mécaniques de la déformation subie par les roches, c'est aussi le type de milieu mécanique qui a généré la structure. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Direction moyenne : ce champ renseigne sur l'orientation moyenne de la structure considérée (nord sud, est ouest, etc.). Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Commentaire : il s'agit d'un commentaire d'ordre général sur la structure considérée. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Lithologie : lorsque l'attribut catégorie de la table « objets linéaires structuraux » est renseigné par un terme tel que filon, veine, dyke, ce champ renseigne sur la nature lithologique de la roche qui constitue l'objet considéré. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Plongement /pendage : ce champ renseigne sur la valeur en degrés du plongement d'une structure linéaire, ou sur la valeur en degrés de l'inclinaison de la ligne de plus grande pente d'un plan. Cette valeur est comprise entre 0 et 90°. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Azimut : ce champ renseigne sur la valeur en degrés de l'azimut du plan vertical qui porte la linéation ou la trace d'une structure. Il renseigne aussi sur la valeur en degrés de l'azimut de la ligne de plus grande pente d'un plan donné. Cette valeur est comprise entre 0 et 360°. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLE |
|-----------|-----------|---|---------------|------------------------|
| CODE | Entier | Identifiant de chaque objet ou type d'objet linéaire | Libre | 1,2,3 |
| OBSERV | Caractère | Conditions d'observation de l'objet linéaire | Terme lexical | Observé |
| NOM_GEO | Caractère | Nom géographique ou local de la structure | Libre | Faïlle Nord Pyrénéenne |
| CATEGORIE | Caractère | Catégorie à laquelle appartient la structure considérée | Terme lexical | Faïlle |
| NATURE | Caractère | Qualificatif indiquant la nature de la faille | Terme lexical | Normale |
| SENS_MVT | Caractère | Indication du mouvement relatif entre deux compartiments limités par une faille | Terme lexical | Dextre |

| | | | | |
|------------------|-----------|--|---------------|--------------------|
| RHEOLOGIE | Caractère | Conditions mécaniques de la déformation | Terme lexical | Ductile |
| DIR_MOY | Caractère | Orientation moyenne de la structure considérée | Terme lexical | Nord Ouest-Sud Est |
| COMMENT | Caractère | Texte relatif à la structure | Libre | |
| LITHO | Caractère | Nom de la roche qui constitue le remplissage de la structure | Terme lexical | Dolérite |
| PLON_PEND | Entier | Valeur en degrés du plongement de la linéation ou du pendage du plan (de 0 à 90°) | Libre | 45° |
| AZIMUT | Entier | Valeur en degrés de la direction de la linéation ou de la ligne de plus grande pente du plan (de 0 à 360°) | Libre | 110° |

Tableau 8 : Caractéristiques de la table « L_struct »

2.3.3. Sous-domaine « Lithologie »

Dans ce sous-domaine sont présentées toutes les informations relatives à la lithologie, avec en particulier des précisions relatives à la notion de lithologie principale ou secondaire, ces données sont stockées dans la table **cgh_litho**, qui contient les attributs suivants (Tableau 9) :

Code : il s'agit d'un champ numérique qui permet de réaliser la jointure avec la table « S_fgeol ». Ce champ est systématiquement renseigné.

Nom : ce champ décrit les lithologies attachées aux polygones de la carte. On y trouve, en termes géologiques, les différentes roches qui sont présentes dans la formation considérée. Il peut ainsi exister plusieurs noms de roches pour une même formation. Ce champ est systématiquement renseigné.

Famille de la roche : ce champ décrit le type de roche auquel se rapporte la lithologie proposée, il correspond au premier niveau hiérarchique dans la classification des roches (*sédimentaire, métamorphique, anthropique, etc.*).

Importance relative : ce champ renseigne sur l'importance relative d'une roche donnée par rapport à la composition lithologique totale de la formation. Il est représenté par un code qui indique à la fois le caractère principal ou secondaire de la roche et l'ordre dans lequel elle est citée parmi l'une ou l'autre de ces deux catégories.

Exemple (P1= lithologie principale la plus représentée, S2= lithologie secondaire citée en seconde position etc.).

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|------------|-----------|--|---------------|--------------------------------|
| CODE | Entier | Identifiant F-geol | Libre | 1,2,3 |
| LITHOLOGIE | Caractère | Nom de la (les) roches | Terme lexical | Calcaire bioclastique |
| FAMILLE | Caractère | Nom de la famille de roche (hiérarchique) | Terme lexical | Sédimentaire |
| IMPORTANCE | Caractère | Indication de l'importance relative de la roche dans la composition totale de la formation | Terme lexical | P2 (deuxième roche principale) |

Tableau 9 : Caractéristiques de la table « cgh_litho »

2.3.4. Sous-domaine « Matériaux »

Ce sous-domaine renseigne sur la présence des matériaux qui peuvent éventuellement être extraits de chacune des formations, il correspond à la table **cgh_materiau** qui contient les attributs suivants (Tableau 10) :

Code : il s'agit d'un champ numérique qui permet de réaliser la jointure avec la table **S_fgeol**. Ce champ est systématiquement renseigné.

Matériau : ce champ indique le type de matériaux ou de minéraux d'intérêt industriel éventuellement disponibles au sein de la formation concernée. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Utilisation : ce champ indique les différents types d'utilisations industrielles possibles ou effectives du matériau considéré. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|-------|--------|------------------------|-----------|----------|
| CODE | Entier | Identifiant de S_fgeol | Libre | 5 |

| | | | | |
|-----------------|-----------|---|---------------|---------------------------------|
| MATERIAU | Caractère | Liste des matériaux présents dans la formation considérée | Terme lexical | Argile pour produit réfractaire |
| UTILISAT | Caractère | Nom de l'utilisation possible ou effective dans l'industrie du matériau considéré | Terme lexical | Abrasifs |

Tableau 10 : Caractéristiques de la table « cgh_matériau »

2.3.5. Sous-domaine « Minéralogie »

Le sous-domaine « **minéralogie** » renseigne sur le nom des principaux minéraux constitutifs des roches qui composent la formation géologique. Il correspond à la table **cgh_mineralo**, qui contient les attributs suivants (Tableau 11) :

Code : il s'agit d'un champ numérique qui permet de réaliser la jointure avec la table **S_fgeol**. Ce champ est systématiquement renseigné.

Minéraux : ce champ donne la liste des principaux minéraux constitutifs des roches correspondant au terrain considéré. Il contient deux niveaux de précision, le premier indique la famille minéralogique, le second le minéral proprement dit (Niveau 1 = *Argile*, niveau 2 = *Attapulgate*). Seuls les minéraux principaux ou significatifs du point de vue économique ou géologique sont indiqués. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|-----------------|-----------|--|---------------|-----------------|
| CODE | Entier | Identifiant de S_fgeol | Calculé | 5 |
| MINERAUX | Caractère | Liste des minéraux présents (hiérarchique) | Terme lexical | Argile-smectite |

Tableau 11 : Caractéristiques de la table « cgh_mineralo »

2.3.6. Sous-domaine « Déformation et métamorphisme »

Ce sous-domaine renseigne sur les déformations et les événements métamorphiques qui ont affecté les roches de la formation. Il correspond à la table **cgh_defor_meta** qui comprend :

Code : il s'agit d'un champ numérique qui permet de réaliser la jointure avec la table **S_fgeol**. Ce champ est systématiquement renseigné.

La déformation avec les attributs suivants (Tableau 12):

Intensité de la déformation : ce champ renseigne de manière empirique sur l'intensité de la déformation subie par les terrains considérés. Ce champ est systématiquement renseigné.

Type de déformation : ce champ renseigne sur les conditions mécaniques de la déformation subie par la roche, c'est aussi le type de milieu mécanique qui a généré la structure. Ce champ est systématiquement renseigné.

Nature de la surface principale : ce champ renseigne sur la nature de la surface principale qui est affectée par la déformation. Ce champ est systématiquement renseigné.

Etat de la surface principale : ce champ renseigne sur la position ou la géométrie de la surface principale. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Nature de la surface transverse : ce champ renseigne sur la nature de la surface transverse qui recoupe la surface principale. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Etat de la surface transverse : ce champ renseigne sur la position ou la géométrie de la surface transverse. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|-------------------|-----------|---|---------------|----------------|
| CODE | Entier | Identifiant de S_fgeol | Libre | 1,2,3 |
| IN_DEFORM | Caractère | Intensité de la déformation, définie à partir de critères observés sur le terrain | Terme lexical | Très déformé |
| TY_DEFORM | Caractère | Conditions mécaniques de la déformation | Terme lexical | Ductile |
| NAT_S_PLE | Caractère | Nom de la surface la mieux conservée lors de la déformation | Terme lexical | Stratification |
| ETAT_S_PLE | Caractère | Position ou géométrie de la surface principale (ou la mieux conservée) | Terme lexical | Plissée |

| | | | | |
|-------------------|-----------|--|---------------|-------------|
| NAT_S_TRV | Caractère | Nom de la surface secondaire (la moins bien conservée) | Terme lexical | Schistosité |
| ETAT_S_TRV | Caractère | Position ou géométrie de la surface transverse | Terme lexical | Inclinée |

Tableau 12 : Caractéristiques de la rubrique « Déformation »

Le métamorphisme avec les attributs suivants (Tableau 13)

Notation d'origine : ce champ indique la notation des terrains équivalents présents sur la feuille mais situés hors du domaine affecté par le métamorphisme, par ce biais il renvoie à l'ensemble des attributs qui décrivent la roche d'origine. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné

Lithologie du protolite : ce champ de type caractère indique la nature lithologique du protolite. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné

Métamorphique : ce champ de type caractère indique par oui ou par non si le terrain est métamorphique. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné

Faciès métamorphique : ce champ donne la description du faciès métamorphique de la roche considérée (le métamorphisme présente différents degrés définis par les conditions de température et de pression, il est caractérisé par des faciès minéraux, avec apparition et disparition de certains minéraux compte tenu de la composition chimique des roches d'origine). En cas de métamorphisme, ce champ est systématiquement renseigné.

Type de métamorphisme : ce champ indique le type de métamorphisme observé indépendamment de l'histoire antérieure de la zone considérée. En cas de métamorphisme, ce champ est systématiquement renseigné.

Age du métamorphisme : c'est l'âge de la dernière phase de métamorphisme observée indépendamment de l'histoire antérieure de la zone considérée. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|-----------------|-----------|--|-------------|----------|
| NOT_ORIG | Caractère | Notation de la formation équivalente non affectée par le métamorphisme | Texte libre | Tr2 |

| | | | | |
|------------------|-----------|---|---------------|----------------|
| PROTOLITE | Caractère | Nature de la roche d'origine « protolite » | Terme lexical | Grès |
| METAMORPH | Caractère | Le terrain est-il métamorphique | Terme lexical | oui |
| FACIES | Caractère | Nom du faciès métamorphique | Terme lexical | Amphibolite |
| TYPE_META | Caractère | Nom du type de métamorphisme (dernière phase) | Terme lexical | Haute pression |
| AGE | Caractère | Age de la dernière phase de métamorphisme | Terme lexical | Alpin |

Tableau 13 : Caractéristiques de la rubrique « Métamorphisme »

2.3.7. Sous-domaine « Altération »

Le sous-domaine « **altération** », renseigne sur les processus d'altération qui ont pu affecter les roches d'une formation il correspond à la table **cgh_altération**, qui contient les champs suivants (Tableau 14).

Code : il s'agit d'un champ numérique qui permet de réaliser la jointure avec la table **S_fgeol**. Ce champ est systématiquement renseigné.

Notation de la roche d'origine : ce champ de type caractère renseigne sur la notation de la formation géologique non altérée qui a subi ensuite le processus d'altération.

Lithologie de la roche d'origine : ce champ de type caractère renseigne sur la nature lithologique de la roche qui a subi le processus d'altération.

Type ou produit de l'altération : ce champ renseigne soit sur le type d'altération observé, soit sur le nom de roche résultant de l'altération. En cas d'altération, ce champ est systématiquement renseigné.

Age du profil d'altération : ce champ de type caractère indique la période au cours de laquelle le profil d'altération s'est développé au dépend de la roche d'origine. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Epaisseur du profil : ce champ de type caractère indique l'épaisseur du profil d'altération, c'est-à-dire de l'épaisseur de la tranche de terrain comprise entre la surface du sol et la roche non altérée en profondeur. Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

Commentaire altération : texte libre relatif aux caractéristiques de la zone altérée (extension, observations de terrain, etc.). Ce champ n'est pas systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|------------|-----------|---|---------------|--|
| CODE | Entier | Identifiant de S_fgeol | Libre | 1,2,3 |
| NOT_ORIG | Caractère | Notation de la formation géologique | Texte libre | C1 |
| LITHO_ORIG | Caractère | Nom de la roche qui a subi le processus d'altération | Terme lexical | Granite |
| PRODUIT | Caractère | Type ou nom de la roche résultat de l'altération | Terme lexical | Hydrothermalite |
| AGE | Caractère | Période de la mise en place du profil | Terme lexical | Quaternaire |
| EPAISSEUR | Caractère | Epaisseur de la tranche de terrain altérée | Libre | 10m |
| COMMENT | Caractère | Information spécifique relative au phénomène ou à la localisation de zone altérée | Libre | La zone altérée concerne tous les terrains recoupés par surface d'érosion pliocène |

Tableau 14 : Caractéristiques de la rubrique « Altération »

2.3.8. Sous-domaine « Traits ou contours »

Ce sous-domaine décrit sous forme de lignes tous les traits visibles sur la carte. Il est décrit par la table : **I_fgeol**, qui contient le champ attributaire suivant (Tableau 15) :

Type de contour : ce champ numérique permet de coder chaque objet de ce type en fonction de sa nature géologique (contour géologique, axe de structure, faille...). Ce champ est systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLES |
|---------|-----------|----------------------------|---------------|----------|
| CONTOUR | Caractère | Nature géologique du trait | Terme lexical | Faïlle |

Tableau 15 : Caractéristiques de la table « I_fgeol »

2.3.9 Sous-domaine « Informations ponctuelles »

Ce sous-domaine décrit les objets qui ont un intérêt géologique et qui sont signalées par des points. Seules les informations présentes sur les cartes géologiques à 1/50 000 sont ici prises en compte. Les objets de ce sous-domaine sont décrits dans deux tables (Tableau 16 et Tableau 17) :

Table : P_struct

X : il s'agit d'un champ numérique qui identifie de façon unique la position en X exprimée en mètres dans le système de coordonnées rectangulaires Lambert II Etendu. Ce champ est systématiquement renseigné.

Y : il s'agit d'un champ numérique qui identifie de façon unique la position en Y exprimée en mètres dans le système de coordonnées rectangulaires Lambert II Etendu. Ce champ est systématiquement renseigné.

Nature du point : ce champ de type caractère renseigne sur la nature de la mesure structurale effectuée au niveau du site considéré (mesure de stratification, linéation, ...). Ce champ est systématiquement renseigné.

Azimut de la ligne de plus grande pente : lorsque l'attribut « nature du point » correspond à une mesure de stratification, de schistosité, ou de linéation, ce champ indique, soit l'azimut soit de la ligne de plus grande pente du plan, soit l'azimut de la linéation elle-même. Ce champ est systématiquement renseigné.

Pendage : ce champ renseigne sur la valeur en degrés de l'inclinaison de la ligne de plus grande pente d'un plan, ou l'inclinaison de la linéation. Cette valeur est comprise entre 0 et 90°. Ce champ est systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLE |
|--------|-----------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| X | Réel | Coordonnée X | Valeur calculée | 351998,30 |
| Y | Réel | Coordonnée Y | Valeur calculée | 2478648,25 |
| NATURE | Caractère | Nom du type d'information ponctuelle | Terme lexical | Pendage |

| | | | | |
|----------------|--------|--|--------------|-----|
| AZIMUT | Entier | Valeur en degrés de la direction de la linéation ou de la ligne de plus grande pente du plan (de 0 à 360°) | Valeur libre | 45° |
| PENDAGE | Entier | Valeur en degrés du plongement de la linéation ou du pendage du plan (de 0 à 90°) | Valeur libre | 45° |

Tableau 16 : Caractéristiques de la table « p_struct »

Table : P_divers

Dans cette table est stocké l'ensemble des données ponctuelles de natures diverses mais qui sont, à l'origine, figurés sur la carte papier. Ces informations sont d'origine variée il peut s'agir d'un affleurement remarquable, d'une ancienne carrière, etc.

X : il s'agit d'un champ numérique qui identifie de façon unique la position en X exprimée en mètres dans le système de coordonnées rectangulaires Lambert II Etendu. Ce champ est systématiquement renseigné.

Y : il s'agit d'un champ numérique qui identifie de façon unique la position en Y exprimée en mètres dans le système de coordonnées rectangulaires Lambert II Etendu. Ce champ est systématiquement renseigné.

Nature : ce champ de type caractère indique la nature de l'information attachée au point considéré. Les informations ponctuelles diverses ont été collectées sur les cartes géologiques papier qui pour certaines ont été réalisées dans les années 60, les informations qui y figurent n'ont pas été contrôlées depuis l'époque. Il est donc probables que dans certains cas, les conditions d'observations sur le terrain se seraient dégradées, ainsi des carrières ont pu être comblées ou envahies par la végétation, des affleurements remarquables sont peut-être désormais inaccessibles, etc. Ces informations ponctuelles sont donc mises à disposition sans préjugé de leur état actuel. Ce champ est systématiquement renseigné.

| CHAMP | TYPE | CONTENU | ATTRIBUTS | EXEMPLE |
|---------------|-----------|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| X | Réel | Coordonnée X | Valeur calculée | 351998,30 |
| Y | Réel | Coordonnée Y | Valeur calculée | 2478648,25 |
| NATURE | Caractère | Nature de l'information attachée | Terme lexical | Carrière à ciel ouvert |

Tableau 17 : Caractéristiques de la sous-table « p_divers »

3. La carte géologique harmonisée du département du Tarn-et-Garonne

3.1. CADRE ADMINISTRATIF ET GEOGRAPHIQUE

Le département du Tarn-et-Garonne (82) est situé dans le Sud-Ouest de la France (Figure 1). D'un point de vue administratif, il fait partie de la région Midi-Pyrénées qui comprend également les départements de l'Ariège (09), de l'Aveyron (12), de la Haute-Garonne (31), du Gers (32), du Lot (46), des Hautes-Pyrénées (65), et du Tarn (81).



Figure 1 : Localisation du département du Tarn-et-Garonne (image extraite du site internet <http://fr.wikipedia.org>)

D'une superficie de 3 718 km², il comptait 239 291 habitants, lors du recensement de 2009 (INSEE) : la densité de population y est de 64 hab. /km². Le département du Tarn-et-Garonne est subdivisé en 195 communes. Il est administré par une préfecture, Montauban (environ 72 719 habitants) et une sous-préfecture qui est Castelsarrasin.

Les régions naturelles du département sont les suivantes, d'ouest en est (Figure 2) :

- la Lomagne qui prolonge le Pays Gersois en culminant à 220 m, c'est un pays de coteaux molassiques mollement ondulés, découpés par les rivières de direction SSW-NNE issues du palteau de Lannemezan ;

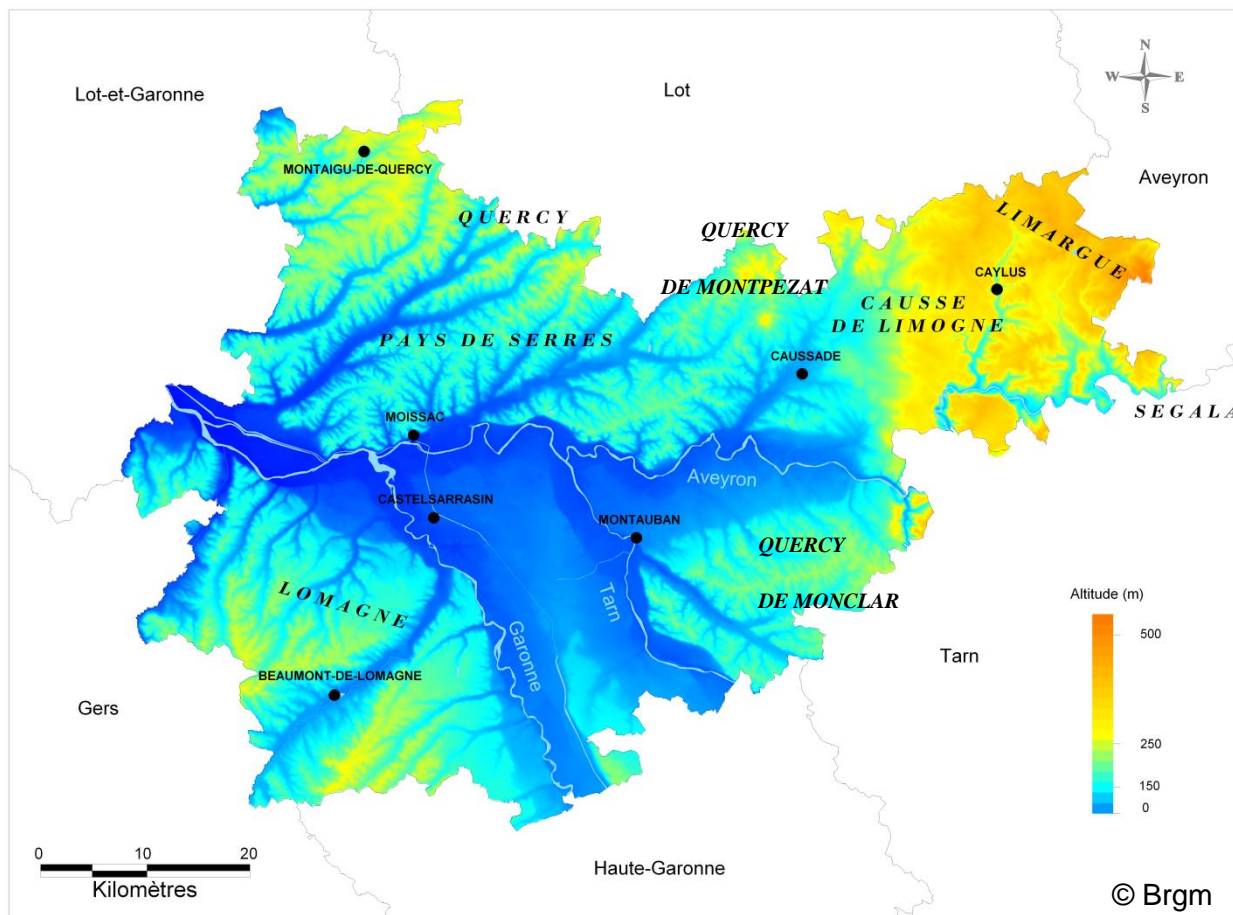


Figure 2 : Carte d'altitude (extrait du MNT au pas de 50m de l'IGN) présentant la géographie du département du Tarn-et-Garonne

- les vallées et terrasses de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron qui forment un ensemble alluvial de grande extension avec des terrasses étagées occupent la partie méridionale du département;
- le Quercy Blanc, le Quercy de Montpezat au nord. Le Quercy de Monclar au sud-est est une région de coteaux comprise entre les vallées de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron. Il s'agit d'un paysage de coteaux à reliefs accusés, avec des corniches calcaires atteignant parfois 280 m,
- le Pays de Serres, au nord-ouest du département, est largement occupé par des coteaux à relief accusé (les coteaux forment des lanières étroites appelées Serres) marquant la transition entre les Causses du Quercy et la vallée de la Garonne ;
- le Causse de Limogne forme un paysage calcaire karstique typique avec de nombreuses dolines (cloups) et gouffres (igues). Il constitue l'extrémité sud des Causses du Quercy. C'est une région à relief accidenté, formée par des plateaux d'une altitude de 350 à 400 m, couverte d'une maigre végétation arbustive ;

- la Limargue, parfois appelée Terrefort, est une bande de formations marno-calcaires du Lias séparant le Causse de Limogne du Ségala. C'est un pays de bocages verdoyants avec de nombreuses prairies ;
- le Ségala est formé par des roches métamorphiques et parfois granitiques du Massif central en bandes de direction du SE au NW, selon la direction armoricaine. C'est un paysage de montagne, avec des prairies, de la forêt et très peu de terres cultivées. Le bassin de Laguëpie comblé par des conglomérats, des grès et des pélites d'âge Stéphaniens et Permien témoignent du démantèlement de la chaîne hercynienne à la fin du Primaire.

3.2. LES CARTES GEOLOGIQUES A 1/50 000 DU DEPARTEMENT DU TARN-ET-GARONNE

Le territoire du département est entièrement cartographié à l'échelle du 1/50 000. Quatorze cartes (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et

| | | | |
|---------------------------|-----|------|--|
| PENNE-D AGENAIS | 879 | 2000 | J.P. Capdeville |
| MONTCUQ | 880 | 1981 | J.G. Astruc |
| CAHORS | 881 | 1987 | J.G. Astruc, Th. Pélissié |
| VILLEFRANCHE-DE-ROUERGUE | 882 | 1998 | M. Guillaume, J.P. Burg, B. Alabouvette, A. Lefavrais-Raymond, J.G. Astruc, A.F. Leyreloup |
| VALENCE-D AGEN | 903 | 2001 | J.P. Capdeville |
| MOISSAC | 904 | 2004 | J.P. Capdeville |
| CAUSSADE | 905 | 1998 | J. G. Astruc |
| NAJAC | 906 | 1989 | J.P. Burg, M. Guillaume, B. Alabouvette, G. Astruc |
| SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE | 929 | 1972 | A. Cavaillé |
| MONTAUBAN | 930 | 1962 | A. Cavaillé |
| NEGREPELISSE | 931 | 2000 | J.G. Astruc |
| BEAUMONT-DE-LOMAGNE | 955 | 1968 | A. Cavaillé |
| GRENADÉ-SUR-GARONNE | 956 | 1964 | A. Cavaillé |
| VILLEMUR-SUR-TARN | 957 | 1967 | A. Cavaillé |

) concernent le département, parfois pour une zone de très petite superficie. Les premières de ces cartes ont été publiées respectivement en 1962 (MONTAUBAN) et en 1965 (GRENADE-SUR-GARONNE) et se sont ensuite échelonnées jusqu'en 2004 (MOISSAC).

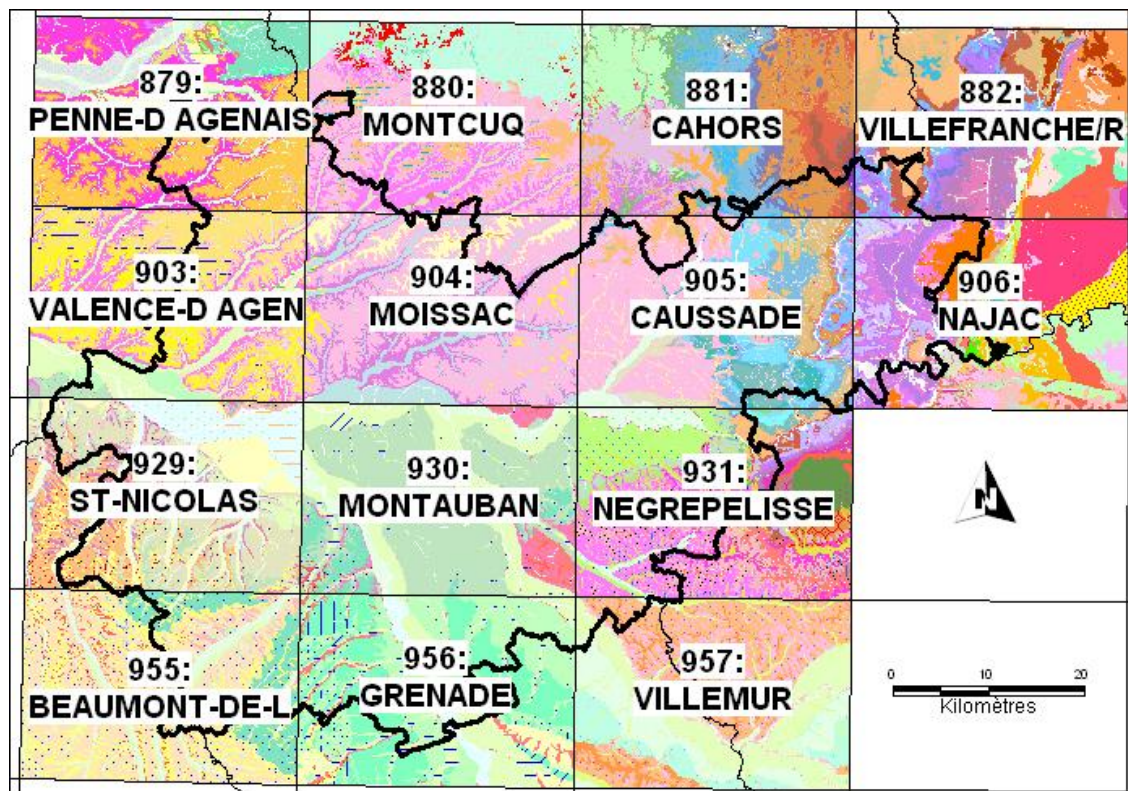


Figure 3 : Mosaïque des 14 cartes géologiques à 1/50 000 vectorisées non harmonisées couvrant le territoire du département du Tarn-et-Garonne.

| Nom de la carte géologique à 1/50 000 | N° de la carte d'après le tableau d'assemblage de la France | Année de publication de la carte | Auteurs |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|--|
| PENNE-D AGENAIS | 879 | 2000 | J.P. Capdeville |
| MONTCUQ | 880 | 1981 | J.G. Astruc |
| CAHORS | 881 | 1987 | J.G. Astruc, Th. Pélissié |
| VILLEFRANCHE-DE-ROUERGUE | 882 | 1998 | M. Guillaume, J.P. Burg, B. Alabouvette, A. Lefavrais-Raymond, J.G. Astruc, A.F. Leyreloup |
| VALENCE-D AGEN | 903 | 2001 | J.P. Capdeville |
| MOISSAC | 904 | 2004 | J.P. Capdeville |
| CAUSSADE | 905 | 1998 | J. G. Astruc |

| | | | |
|---------------------------|-----|------|--|
| NAJAC | 906 | 1989 | J.P. Burg, M. Guillaume, B. Alabouvette, G. Astruc |
| SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE | 929 | 1972 | A. Cavaillé |
| MONTAUBAN | 930 | 1962 | A. Cavaillé |
| NEGREPELISSE | 931 | 2000 | J.G. Astruc |
| BEAUMONT-DE-LOMAGNE | 955 | 1968 | A. Cavaillé |
| GRENADE-SUR-GARONNE | 956 | 1964 | A. Cavaillé |
| VILLEMUR-SUR-TARN | 957 | 1967 | A. Cavaillé |

Tableau 18 : Nom, numéro, année de publication et auteurs des 14 cartes géologiques à 1/50 000 partiellement ou totalement incluses dans le département du Tarn-et-Garonne.

3.3. REGROUPEMENT DE FORMATIONS ET HARMONISATION DES CONTOURS

Le travail de corrélation et d'harmonisation des formations molassiques, composant la grande majorité des terrains affleurant du département, s'est révélé complexe pour le département du Tarn-et-Garonne. En effet, les formations molassiques se sont déposées pendant 12 millions d'années (période courte) et présentent des lithologies similaires organisées en séquences de dépôts, depuis la base vers le sommet : des grès à stratification entrecroisée, des argiles carbonatés, des marnes et des calcaires lacustres (Crouzel, 1955). Les bancs de calcaires sommitaux (donnant leur nom au niveau molassique) servent de niveaux repère pour déterminer la fin d'une séquence du début de la suivante, et donc définir l'ordre stratigraphique des séquences. La difficulté d'attribution de l'âge stratigraphique des séquences vient du fait que les calcaires ne se sont pas systématiquement déposés, ou qu'ils ont pu être érodés lors du dépôt de la séquence suivante. Le détail du nombre de séquences d'une carte géologique à l'autre, dépend donc de la présence ou non d'affleurements de calcaires. Le géologue s'est attaché à conserver le niveau de détail du nombre de séquences décrites sur les cartes géologiques à 1/50 000 les mieux renseignées, et à homogénéiser la terminologie et la notation des formations pour les cartes de précision moindre.

Les formations superficielles (formations de pentes, de plateau, colluvions, alluvions) sont également présentes sur de large surface d'affleurement dans le département. Si les alluvions sont globalement cartographiées de manière cohérente d'une carte à l'autre, les autres formations superficielles présentent de fortes disharmonies entre les cartes. En effet, celle-ci sont cartographiées en fonction de leur lithologie dominante, de la nature des terrains dont elles sont issues, ou du degré d'altération. Ce point ainsi que le précédent, sont importants à noter dans la mesure où les molasses et les formations superficielles sont des formations plus ou moins argileuses à prendre en compte dans le contexte de l'aménagement anthropique et la problématique « retrait-gonflement » des argiles.

D'une manière générale, le travail d'homogénéisation et d'harmonisation est basé prioritairement sur les cartes les plus récentes pour lesquelles le découpage cartographique et les attributions des formations reposent à la fois sur une plus grande connaissance régionale accumulée et sur les acquis les plus récents.

Le tableau d'harmonisation de la planche hors texte n° 3 récapitule les corrélations et regroupements des différentes formations géologiques présentes sur les cartes géologiques à 1/50 000 dans l'emprise du département. L'harmonisation des formations géologiques a été effectuée selon un découpage stratigraphique régional qui apparaît dans le tableau d'harmonisation (planche hors-texte n°3) et la légende générale de la carte (planche hors-texte n°1). Les formations homogénéisées sont représentées sur le document cartographique principal (carte géologique départementale harmonisée, planche hors texte n° 2).

3.4. LA LEGENDE GENERALE

Les entités cartographiques (formations) représentées sur la carte géologique départementale sont listées dans le tableau d'harmonisation et la légende générale. L'intitulé de chaque formation reprend de manière synthétique les légendes originelles des cartes à 1/50 000 : les lithologies principales sont toujours mentionnées ainsi que le nom de la formation lorsqu'il est reconnu à l'échelle départementale (ou régionale). Nous avons parfois ajouté certains noms locaux ou obsolètes qui peuvent servir à identifier des formations du fait de leur caractère « historique ». L'âge absolu des formations est donné dans les quelques cas où il est connu. L'âge « stratigraphique » est toujours indiqué avec plus ou moins de précision et en respectant la terminologie stratigraphique moderne.

Les notations ont été mises à jour et adaptées aux normes actuelles (Andreieff éd., 1997).

3.5. LES COUCHES NUMERIQUES DE LA CARTE HARMONISEE

Ce travail d'harmonisation constitue une synthèse des informations figurant sur les 14 cartes à 1/50 000 et notices couvrant l'ensemble du territoire du département du Tarn-et-Garonne. Pour de plus amples détails de nature géologique, nous renvoyons le lecteur aux cartes géologiques originales à 1/50 000 et à leurs notices explicatives. Les travaux de Fernand Crouzel (1955) ont également apportés beaucoup d'informations au géologue harmonisateur. Les travaux d'harmonisation des cartes départementales du Gers, de la Haute-Garonne et du Tarn ont également servis (Monod B., 2012. – Gers ; Monod B., 2013 – Haute-Garonne ; Monod B., 2013 – Tarn).

D'un point de vue numérique, les terrains qui composent la carte géologique sont exclusivement répartis au sein de la couche « Formations ». Celle-ci prend en compte les formations du substratum géologique depuis les terrains les plus anciens du Paléozoïque (Stéphanien) jusqu'aux dépôts récents du Plio-Quaternaire. 91 caissons appartiennent donc à la couche « Formations ».

3.6. SYNTHÈSE LITHOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES TERRAINS AFFLEURANTS

Le département du Tarn-et-Garonne présente à l'affleurement les types de roches suivantes : sédimentaires, plutoniques et métamorphiques ainsi que de grandes structures géologiques (causses calcaires, coteaux molassiques, vallées et terrasses étagées de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron, roches métamorphiques et granitiques du Massif central, bassin stéphano-permien issu du démantèlement de la chaîne hercynienne à la fin du Primaire, extrémité méridionale du sillon houiller). Le département est situé en bordure du bassin d'Aquitaine et du socle hercynien du Massif central. L'âge des terrains formant l'ossature du département s'échelonne du Primaire au Quaternaire (Figure 4).

3.6.1. Résumé de l'histoire géologique du bassin d'Aquitaine

Le Bassin d'Aquitaine, qui comprend une grande partie de la région Midi-Pyrénées, est un bassin péri-atlantique sur croûte continentale qui a fonctionné du Trias à nos jours. Il est ouvert sur le golfe de Gascogne où il se prolonge par un large plateau continental (Figure 4).

Les bordures actuelles du bassin ne traduisent pas ses limites au cours des temps géologiques : la limite NE est une limite d'érosion qui s'appuie sur le socle du Massif armoricain et du Massif central (formés lors de l'orogénèse varisque), les limites Sud et Ouest sont néoformées (Crétacé inférieur pour le Golfe de Gascogne, Tertiaire pour la chaîne des Pyrénées). Le bassin enregistre depuis le Trias les mouvements relatifs des plaques Ibérie et Eurasie (Choukroune, 1976 ; Choukroune et Mattauer, 1978 ; Curnelle et al., 1980 ; Brunet, 1991 ; Olivet et al., 1996) et son évolution est fortement contrôlée par les structures héritées de l'histoire hercynienne.

Entre les deux orogénèses varisque et pyrénéenne, la structuration du socle et des dépôts qui recouvrent le bassin, les mouvements de la mer et la dynamique des sédiments qui s'y accumulent sont dépendants de la dynamique d'ouverture de deux grands océans, Téthys et Atlantique. Le bassin a évolué globalement d'un stade extensif du Trias au Crétacé inférieur, à un stade compressif du Crétacé supérieur au Tertiaire (Serrano et al., 2006 ; Canérot, 2008).

Figure 4 (page suivante) – Carte géologique simplifiée du bassin d'Aquitaine, d'après la carte géologique de la France à 1/1 000 000 6 éd. Révisée (BRGM Editeur).

Cénozoïque

- Quaternaire - Formations alluviales et sables
- Néogène - Molasses dominantes
- Paléogène - Molasses dominantes

Mésozoïque

- Crétacé - Formations carbonatées dominantes / Flysch (Pyrénées)
- Jurassique - Formations carbonatées dominantes
- Trias - Argiles à évaporites dominantes / Grès

Paléozoïque et Protérozoïque

- Séries sédimentaires et méta-sédimentaires

Métamorphique

- Orthogneiss

Magmatique

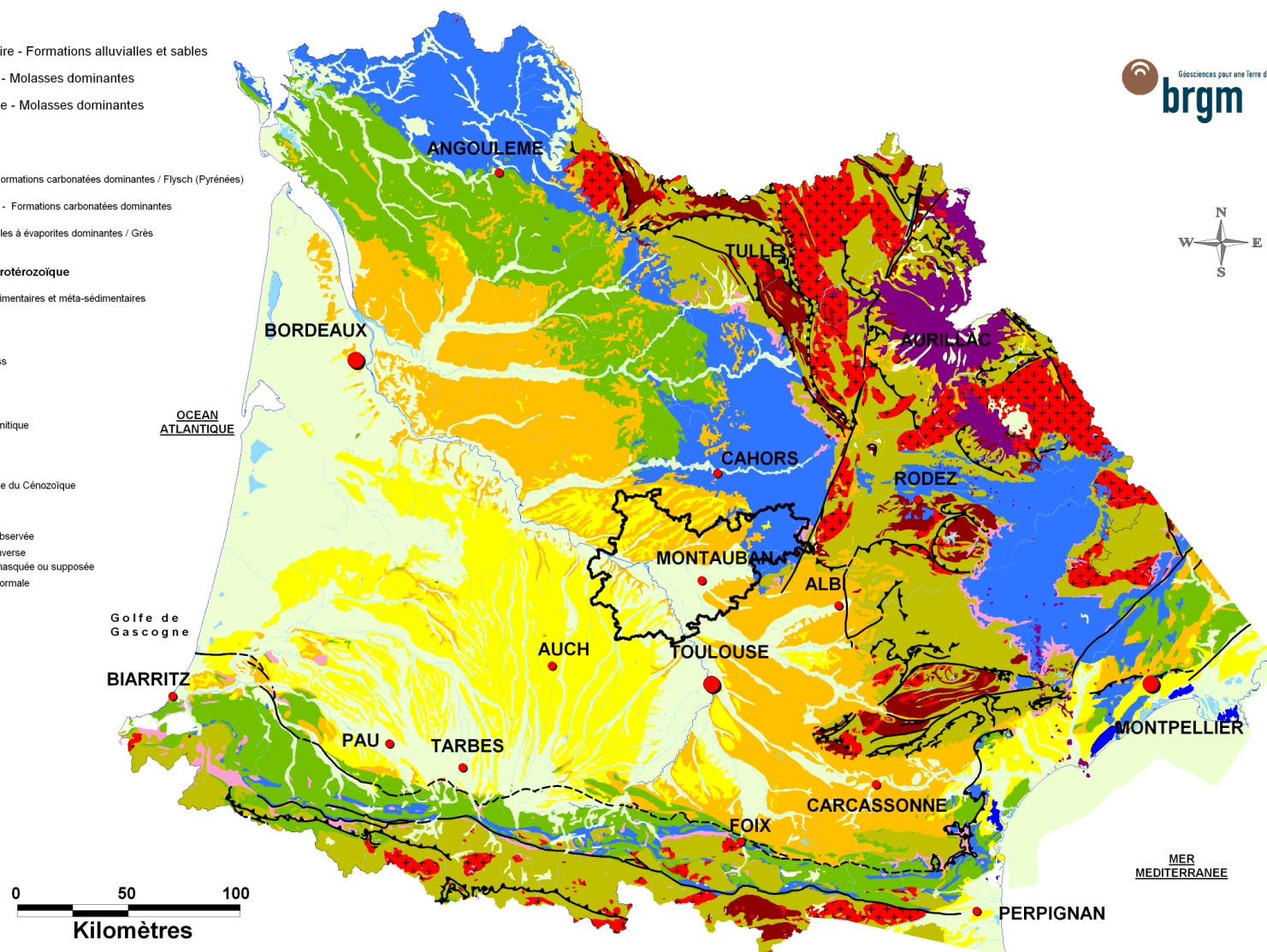
- Pluton granitique

Volcanique

- Volcanisme du Cénozoïque

Faïlle majeure

- Faïlle observée
- Faïlle inverse
- Faïlle masquée ou supposée
- Faïlle normale



La progression vers le nord de l'ouverture de l'Atlantique, à partir de l'Atlantique central, est responsable de l'orientation nord-sud des domaines sédimentaires marins, lors de la première grande transgression jurassique. En atteignant le golfe de Gascogne, au Crétacé inférieur, et en s'appliquant à la branche Biscaye-Gascogne de la cassure atlantique, l'ouverture océanique s'organise le long d'un réseau de failles parallèles aux futures Pyrénées ("failles nord-pyrénéennes", de direction dominante est-ouest). Cette direction structurale Est-Ouest affecte l'ensemble du bassin d'Aquitaine et se retrouve dans les terrains mésozoïques de la partie orientale du département.

C'est au cours du Crétacé supérieur, alors que l'Atlantique Nord est en pleine ouverture, que se produit la deuxième et dernière grande transgression marine dans le bassin, contemporaine d'une élévation du niveau des mers à l'échelle mondiale.

Avec le Tertiaire, alors que se structurent, se soulèvent puis s'érodent les Pyrénées, commence une longue période globalement régressive de la mer. Le Tertiaire est caractérisé par d'importants dépôts continentaux qui recouvrent les formations marines du Secondaire ainsi que le môle de Montauban, haut-fond prolongeant le massif de la Grésigne, constitué de granite à 465 m de profondeur (Gèze B., Cavaillé A., 1977). La continentalisation du bassin va progresser et s'achever pour l'essentiel au Plio-Quaternaire.

Au cours du Quaternaire, le bassin acquiert peu à peu sa physionomie actuelle ; les dernières retouches, contemporaines des grandes glaciations qui s'achèvent en Europe du Nord il y a quelque 11 000 ans, induisent la structuration actuelle du réseau hydrographique ainsi que le modelé des paysages par les sables éoliens qui se répandent sur les Landes et le long du littoral.

3.6.2. Synthèse lithologique et structurale du Tarn-et-Garonne

Le département est localisé sur la bordure orientale du bassin d'Aquitaine et la bordure méridionale du socle hercynien du Massif central. Les formations géologiques affleurantes sont majoritairement cénozoïques (Figure 4). Cette couverture sédimentaire continentale recouvre le substratum mésozoïque du bassin, lui-même constituant la couverture d'un socle paléozoïque structuré à l'hercynien.

La paléogéographie anté-triasique est conditionnée par l'accident de Villefranche de Rouergue, qui prolonge le sillon houiller du Massif Central (visible sur la Figure 4 dans le Ségala à l'extrême Est du département) et le môle granitique de Montauban reconnu en sondage et recouvert directement par le Tertiaire.

Au Trias, le môle de Montauban marque le passage d'une sédimentation évaporitique au sud à une sédimentation détritique issue du Massif central (C. Grignac, 1983) au nord du Bassin d'Aquitaine. Ces affleurements du Trias à l'est de Montauban, à la Grésigne constituent les derniers affleurements jusqu'au Pyrénées.

Le Lias inférieur est caractérisé par une sédimentation de plateforme en zone confinée (séries évaporitiques intercalées de calcaires). Le Lias moyen et supérieur voit la disparition de ces évaporites pour une sédimentation carbonatée de plateforme de mer ouverte.

Pendant le Dogger, la mer se retire complètement au Kimméridgien supérieur. Les dépôts marins se caractérisent par une sédimentation de plateforme interne (calcaires dolomitiques à oolithes). Puis, du Kimméridgien supérieur à l'Eocène, il y a lacune de dépôt.

Pendant le Tertiaire, des dépôts continentaux remplissent le bassin d'Aquitaine sous forme de séquence molassique grano-décroissante composée de bancs de grès ou d'argile carbonatée sableuses à gréseuse à la base, d'argile carbonatée silteuse par-dessus, et se terminant en général par des dépôts de calcaires lacustres au sommet (Capdeville et Karnay 2006).

Les faciès dominants des premiers dépôts molassiques (Eocène-Oligocène) localisés au nord-ouest sont calcaires (Figure 5) tandis que les faciès des molasses miocènes nommées d'après le nom des calcaires sommitaux (Crouzel, 1955) sont plus marneux. L'épisode de remplissage molassique se termine au Langhien-Serravallien par des niveaux des cailloutis de l'Astarac, des calcaires d'Alan, des molasses du Fousseret et des calcaires supérieurs de l'Astarac. Au Pliocène, viennent les placages de galets et graviers de quartz à matrice sableuse

Le Quaternaire se caractérise dans le centre du département par de grandes étendues d'alluvions de la Garonne et de son affluent, le Tarn, et, de l'Aveyron et des rivières secondaires. Ces rivières entaillent les formations molassiques et au rythme des cycles glaciaires, ces matériaux se redéposent en terrasses alluviales étagées.

Les dépôts molassiques sont également à l'origine d'une grande partie des colluvions, différenciées en formations de pente et formations de plateau.

Formations primaires

- **Terrains métamorphiques**

Ces terrains (amphibolite, gneiss...) couvrent peu de surface à l'est du département dans le Ségala. On distingue des unités chevauchantes :

- **L'Unité Supérieure des Gneiss (USG)**

L'Unité Supérieure des Gneiss (USG) est la nappe syn-métamorphique la plus métamorphique constituant le Massif Central. Les terrains sont la continuité méridionale de la klippe de Najac-Carmaux le long de la faille du Sillon Houiller. On y

distingue un complexe leptyno-amphibolique et une écaïlle inférieure (orthogneiss et paragneiss) :

Amphibolites, Unité Supérieure des Gneiss (USG)

Ortholeptynite, Unité Supérieure des Gneiss (USG)

Orthogneiss oëillé de Najac, Unité Supérieure des Gneiss (USG)

Paragneiss à biotite et grenat, Unité Supérieure des Gneiss (USG)

- **L'Unité Inférieure des Gneiss (UIG)**

Cette unité structurale (UIG) est une nappe syn-métamorphique située structuralement sous l'USG (l'USG chevauche l'UIG). Elle est composée de roches métamorphiques de type :

Orthogneiss oëillé, Unité Inférieure des Gneiss (UIG)

Paragneiss à biotite et grenat, Unité Inférieure des Gneiss (UIG)

- **Formations plutoniques**

Le microgranite en filons daté du Stéphanien est associé au granite de Villefranche-de-Rouergue dit « formation plutonique post-orogénique », formé après les événements tectono-métamorphiques majeurs (aux alentours de 300 Ma).

- **Formations sédimentaires du Stéphano-Permien**

La lithologie qui est globalement grés-pélique se décline en une alternance de grès et de pélites à base conglomératique avec une intercalation de pélites noires.

Formations sédimentaires secondaires

- **Les grès et conglomérats du Trias supérieur - Hettangien basal.**

La série comprend une alternance de grès, conglomérats à passées argileuses avec des calcaires et dolomies rousses.

- **Les marno-calcaires du Lias**

Les calcaires de la base succèdent aux marnes sommitales. Le Lias calcaire regroupe un ensemble d'aquifères karstiques dont le principal est représenté par les niveaux du Sinémurien (calcaires micritiques).

- **Les calcaires du Jurassique moyen et supérieur**

Ces calcaires de forte puissance constituent à l'affleurement les Causses de Limogne. Le réseau hydrographique de surface y est quasiment inexistant traduisant la présence d'un système karstique très développé. Ces calcaires forment l'aquifère principal du Jurassique, siège de circulations d'eaux souterraines importantes.

Formations sédimentaires tertiaires

- **Les molasses de l'Éocène-Oligocène**

Les molasses d'une puissance de plus de 200 m occupent la majorité du département. Elles sont principalement constituées de marnes à lentilles gréseuses ou argileuses et parfois de bancs de calcaires et de conglomérats.

- **Les molasses de l'Oligo-Miocène**

Les molasses de l'Oligo-Miocène sont localisées dans le nord-ouest du département. Elles sont constituées d'alternance d'argiles, de grès et de calcaires. Ces calcaires lacustres arment les corniches et surplombent les molasses. Ces plateaux calcaires sont le siège d'une karstification : on y observe de nombreuses dolines.

Les formations sédimentaires quaternaires :

Ces formations quaternaires sont très variées et occupent une grande surface du département : colluvions et éboulis issus des formations molassiques, alluvions, formations résiduelles des plateaux, ... On distingue en particulier :

Fz Holocène. Alluvions fluviales actuelles et récentes du lit majeur d'âge compris entre 11430 - 0 BP

Fyb *Pléistocène supérieur. Alluvions würmiennes des terrasses inférieures des rivières et alluvions anciennes des rivières*

Fxb *Pléistocène moyen. Alluvions rissiennes des terrasses moyennes*

Fwb *Pléistocène moyen ancien. Alluvions anciennes du Mindel, des hautes terrasses et de la terrasse de Mondavezan*

Fv Pléistocène inférieur terminal. Alluvions des niveaux supérieurs datées du Günz

3.6.3. Tectonique

Les failles observées par les géologues cartographes sont concentrées dans les terrains mésozoïques à l'est du département où deux directions prédominent :

- la direction armoricaine (NW-SE à NNW-SSE) ;
- la direction du faisceau tectonique du sillon houiller (NNE-SSW) ;
- la direction pyrénéenne (WNW-ESE).

D'autres accidents et structures ont été reconnus en sondages par les travaux pétroliers mais ne sont pas cartographiés car recouverts par les formations molassiques.

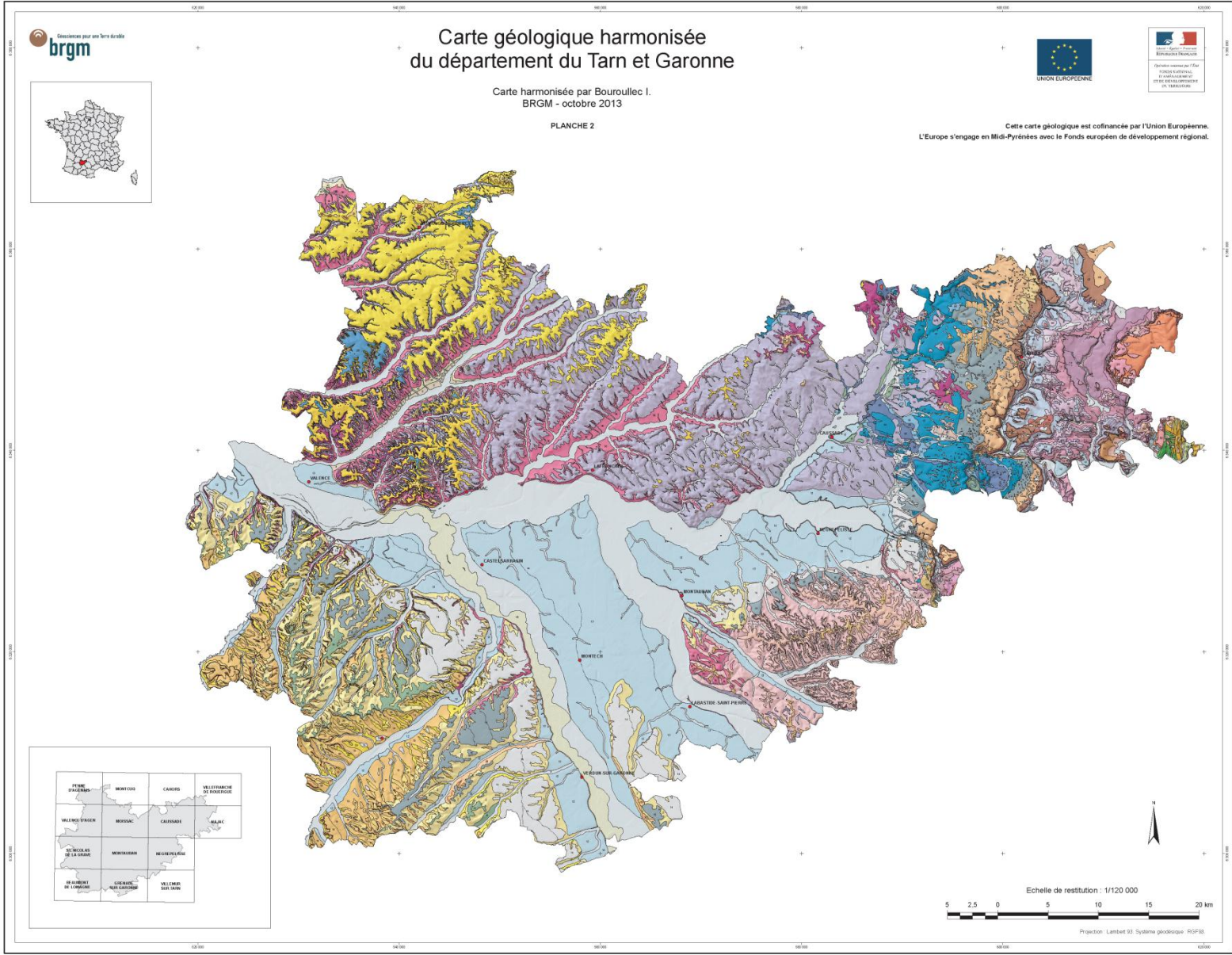




Figure 5 : (page précédente et ci-dessus) – Carte géologique harmonisée du département et sa légende associée

4. Bibliographie

Andreieff P. (ed.), 1997. Notes d'orientation pour l'établissement de la carte géologique de France à 1/50 000 (3^{ème} édition, mai 1997). Document du BRGM, n° 260. Editions BRGM.

Brunet M-F., 1991. Subsidence et géodynamique du Bassin d'Aquitaine. Relation avec l'ouverture de l'Atlantique. *Doc. Es Sci., Paris VI*. 287p.

Canérot J., 2008. Les Pyrénées – histoire géologique et itinéraire de découverte. ISBN : 978-2-7588-0167-2. Atlantica et BRGMéditions.

Charles N., Roger J., Chèvremont P., 2008. Carte géologique harmonisée du département de l'Aveyron –BRGM/RP-55581-FR.

Choukroune, P., 1976. Structure et évolution tectonique de la zone nord-pyrénéenne. *Mém. Soc. Géol. France* 127. pp. 1-116.

Choukroune P., Mattauer M., 1978. Tectonique des plaques et Pyrénées : sur le fonctionnement de la faille transformate nord-pyrénéenne ; comparaison avec des modèles actuels. *Bull. Soc. Géol. France, Paris (7)*. pp. 689-700.

Crouzel F., 1955. Le Miocène continental du Bassin Aquitain. Thèse d'état, Université de Toulouse, p. 263.

Crouzel F., 1957. Le Miocène continental du Bassin Aquitain. Thèse d'état, Université de Toulouse, p. 263.

Curnelle R., Dubois P., Seguin J-C., 1980. Le Bassin d'Aquitaine : substratum anté-tertiaire et bordures mésozoïques. *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine* 3. pp. 47-58.

Dubreuilh J., Capdeville J-P., Farjanel G., Karnay G., Platel J-P., Simon-Coinçon R., 1995. Dynamique d'un comblement continental néogène et quaternaire : l'exemple du bassin d'Aquitaine. *Géologie de la France n°4*, p. 3-26.

Gèze B., Cavaillé A., 1977. Aquitaine Orientale. *Guide géologique régional Masson*.

Monod B. 2012. - Carte géologique harmonisée du département du Gers. BRGM/RP-60883 -FR, 23 p., 4 fig., 3 pl. hors-texte.

Monod B. 2013 – Carte géologique harmonisée du département de la Haute-Garonne. BRGM/RP-61880-FR.

Monod B. 2013 – Carte géologique harmonisée du département du Tarn. BRGM/RP-61881-FR.

Olivet J-L., Malod J-A., Beuzart P., 1996. Synthèse Pyrénées – Contexte cinématique, apport des données marines. In *Barnolas A., Chiron J-C. : synthèse géologique et géophysique des Pyrénées*, Ed. BRGM-ITGE, Orléans et Madrid. pp. 81-134.

Serrano O., Delmas J., Hanot F., Vially R., Herbin J-P., Houel P., Tourlière B., 2006. Le Bassin d'Aquitaine : valorisation des données sismiques, cartographie structurale et potentiel pétrolier, *Ed. BRGM*, 245 p., 142 fig., 17 tab., 17 ann.

Soule J.C. 1978 - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département de Tarn-et-Garonne. BRGM n° 78 SGN 070 MPY.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Midi-Pyrénées

Parc technologique du Canal
3, rue Marie Curie, Bât. ARUBA, BP 49,
31527 – Ramonville-Saint-Agne – France
Tél. : 05 62 24 14 50