

RAPPORTS

DALETT

Groupe
R.E.G.G.
Unité Technique
S.D.V.R.

19 septembre 2012

Recherche et caractérisation de gisements – Ariège (09)

Substitution aux matériaux alluvionnaires

Affaire n° 20-09-062-2012/20-067-03-122



Centre d'Études Techniques de l'Équipement
du Sud-Ouest

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Historique des versions du document

Version	Auteur	Relu par	Commentaires
Version 1.1	J. GUITTARD	D. VIRELY	Modifications sur la forme et prise en compte du tableau des carrières en activité mis à jour, remis en réunion le 12/09/2012
Version 1.0	J. GUITTARD	D. VIRELY	

Affaire suivie par

Jérôme GUITTARD – REGG (*Risques naturels, Environnement, Géologie et Géomécanique*)

Tél. 05 62 25 97 22, fax 05 62 25 97 98

Mél. Jerome.Guittard@developpement-durable.gouv.fr

Destinataires**DREAL Midi Pyrénées**

SBRN/DEMARM

Cité administrative

2 Bd Armand-Duportal

BP 80002

31074 TOULOUSE CEDEX 9

Mme Christelle DELMONune copie et un exemplaire reproductible

Groupe Risques naturels, Environnement, Géologie et Géomécanique / SDVR un exemplaire

Archives du Laboratoire l'exemplaire original

Sommaire

1. AVANT- PROPOS	5
2. NATURE DE LA PRESTATION	5
3. FORMALISME RETENU.....	5
4. CONTEXTE GÉNÉRAL	6
5. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE	7
5.1 CLIMAT DE L'ARIEGE	8
5.2 RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE L'ARIEGE	9
5.3 RESSOURCES NATURELLES	9
6. HISTOIRE GÉOLOGIQUE.....	10
6.1 LA HAUTE CHAÎNE PRIMAIRE	11
6.2 LA ZONE INTERNE METAMORPHIQUE.....	11
6.3 LE DOMAINE NORD-PYRENEEN.....	11
6.4 L'AVANT PAYS PLISSE.....	11
6.5 LE BASSIN AQUITAIN	12
7. GÉOLOGIE DES TERRITOIRES.....	12
7.1 LA PLAINE D'ARIEGE.....	12
7.2 LE PIEMONT PYRENEEN	13
7.3 LE HAUT-PAYS ARIEGEOIS	13
8. CONDITIONS D'EMPLOI DES ROCHES MASSIVES	15
8.1 LES DIFFERENTS USAGES DES GRANULATS	15
▪ GRANULATS POUR CHAUSSEE.....	15
8.2 LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE GRANULATS	15
1.1.....	16
1.1.....	16
8.3 LES ESSAIS DE REFERENCE : LOS ANGELES ET MICRO DEVAL	16
8.4 LIMITES D'UTILISATION DES GRANULATS EN FONCTION DES USAGES (NF P 18-545).....	17
8.4.1 Chaussées : couches de fondation, de base et de liaison.....	17
8.4.2 Chaussées: couches de roulement utilisant les liants hydrocarbonés	18
8.4.3 Chaussées en béton de ciment	18
8.4.4 Granulats pour bétons hydrauliques et mortiers.....	19
8.4.5 Granulats pour voie ferrée- Ballasts et Enrochements.....	19
8.5 SYNTHÈSE	20
9. INVENTAIRE DES RESSOURCES CONNUES	21
9.1 INTRODUCTION.....	21
9.2 LES FORMATIONS GEOLOGIQUES POTENTIELLEMENT EXPLOITABLES	21
10. LES MATÉRIAUX MEUBLES	23
10.1 CARACTERISTIQUES	24
11. LES MATÉRIAUX MAGMATIQUES	25
11.1 CARACTERISTIQUES	26
12. LES MATÉRIAUX METAMORPHIQUES	27
12.1 CARACTERISTIQUES	28
13. LES MATÉRIAUX SÉDIMENTAIRES	29
13.1 CARACTERISTIQUES	30
14. LES AUTRES MATÉRIAUX	30
14.1 CARACTERISTIQUES	30
15. CONCLUSION.....	31

Liste des Figures

FIGURE 1 : CARTE DE L'ARIEGE PRESENTANT LES ROUTES PRINCIPALES	7
FIGURE 2 : CARTE DE L'ARIEGE PRESENTANT LES ZONES D'ALTITUDES : 0 – 1000 – 2000 ET 3000 M	8
FIGURE 3 : CARRIERE D'ESTOURS – PIERRE ORNEMENTALE	9
FIGURE 4 : SCHEMA STRUCTURAL REGIONAL – EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000EME DE LAVELANET – 1076	10
FIGURE 5 : CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE / MNT DU DEPARTEMENT DE L'ARIEGE	12
FIGURE 6 : CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DES TERRITOIRES PRESENTANT LES CARRIERES EN ACTIVITE OU FERMEES DU DEPARTEMENT DE L'ARIEGE	14
FIGURE 7 : LES TERMES DESCRIPTIFS D'UNE CHAUSSEE – DOCUMENT ENTE AIX	15
FIGURE 8 : PRINCIPE ET APPAREILLAGE DE L'ESSAI LOS ANGELES (CETE-SO – LABORATOIRE DE TOULOUSE)	16
FIGURE 9 : PRINCIPE ET APPAREILLAGE DE L'ESSAI MICRO-DEVAL (CETE SO – LABORATOIRE DE TOULOUSE)	16
FIGURE 10 : TABLEAU DE SYNTHESE DE L'ARTICLE 7 DE LA NORME NF P 18-545 (DOCUMENT UNPG)	17
FIGURE 11 : TABLEAU DE SYNTHESE DE L'ARTICLE 8 DE LA NORME NF P 18-545 (DOCUMENT UNPG)	18
FIGURE 12 : TABLEAU DE SYNTHESE DE L'ARTICLE 9 DE LA NORME NF P 18-545 (DOCUMENT UNPG)	18
FIGURE 13 : TABLEAU DE SYNTHESE DE L'ARTICLE 10 DE LA NORME NF P 18-545 (DOCUMENT UNPG)	19
FIGURE 14 : ANALYSE THEMATIQUE DES CARRIERES ARIEGEOISES CLASSEES PAR GRANDS ENSEMBLES GEOLOGIQUES	22
FIGURE 15 : CARTE DES PRINCIPALES ZONES ALLUVIONNAIRES DE L'ARIEGE	23
FIGURE 16 : CARTE DES PRINCIPALES ZONES DE ROCHES PLUTONIQUES DE L'ARIEGE	25
FIGURE 17 : CARTE DES PRINCIPALES ZONES DE ROCHES METAMORPHIQUES (BLEU) ET ORTHOGNEISSIQUES (MAGENTA)	27
FIGURE 18 : CARTE DES PRINCIPALES ZONES DE ROCHES SEDIMENTAIRES DE L'ARIEGE	29
FIGURE 19 : CARTE DES SITES D'EXPLOITATION SITUES DANS LA ZONE DE CONTRAINTE	31
FIGURE 20 : CARTE DES GISEMENTS GEOLOGIQUES POTENTIELLEMENT EXPLOITABLES (HORS CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES)	33

Annexes

- Annexe I : Carte au 1 / 200 000eme – « Les granulats dans le département de l'Ariège en 1980 » - CETE SO / BRGM – 1981
 Annexe II : Liste des carrières en activité dans l'Ariège – année 2005
 Annexe III : Liste des carrières en activité dans l'Ariège - année 2012
 Annexe IV : Liste des sites d'exploitation de roches massives situés dans la zone de contrainte

1. AVANT- PROPOS

Dans le cadre de la révision des schémas départementaux des carrières (SDC) en cours dans le Lot et l'Ariège, et en vue d'un futur schéma régional des carrières (attente d'une évolution législative), une économie de la ressource alluvionnaire dite "noble" est recherchée. Cet objectif s'inscrit également dans le cadre de la stratégie nationale pour la gestion des granulats, élaborée par le Ministère en charge de l'Environnement (document validé en mars 2012).

L'identification de gisements stratégiques de roches massives pourrait faire l'objet de P.I.G. (Projets d'Intérêt Général), inscrits dans les futurs SDC.

La DREAL, service biodiversité et ressources naturelles, division DEMARM nous a contacté afin d'évaluer les possibilités de substitution des ressources alluvionnaires du bassin de l'Ariège par des roches massives.

2. NATURE DE LA PRESTATION

La présente étude vise à caractériser les gisements de roches massives qui pourraient se substituer aux granulats d'origine alluvionnaire (carrières existantes ou prospection de nouveaux sites). Pour cela, les travaux ci-dessous ont été menés :

- cartographie des gisements,
- estimation du volume disponible (dans la mesure du possible),
- nature des roches (calcaire, marbre, granite, gneiss,...),
- domaines d'emploi possibles (techniques routières, bétons hydrauliques, ...) définis suite à des tests de laboratoire réalisés sur les matériaux, au regard des normes en vigueur, précautions d'emploi (compactage, association de plusieurs matériaux,...).

La prospection de nouveaux gisements devra cependant privilégier ceux proches des zones de chalandise et disposant d'un accès facile (présence d'une route départementale par exemple).

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Base de données carrières de la DREAL (carrières ouvertes et fermées - ancienne base de données DRIRE),
- Cartes géologiques du BRGM (1/1000000 et 1/50000^{ème}),
- Guide géologique régional du BRGM,
- Base de donnée essais du Laboratoire de la DALETT,
- Base de données SIG du CETE SO.

3. FORMALISME RETENU

Les carrières sont présentées :

- Contexte géologique – pétrographie des roches exploitées,
- Caractéristiques physiques des roches (¹),
- Ressource disponible (évaluation).

Cette base de données permettra une exploitation directe des distances de la ressource au bassin d'emploi.

Une présentation des caractéristiques recherchées pour les différents usages des granulats est fournie.

Dans un second temps nous proposerons la sélection de carrières de types différents en vue de poursuivre vers la qualification des matériaux pour des objectifs variés (Béton hydraulique – chaussée - ...).

Une base de données des carrières de roche massive de l'Ariège est fournie sous forme d'un Système d'information géographique (MapInfo), accompagnée d'une fiche de méta-données (utilisation de la trame fournie par la DREAL). Le fichier de mise en forme (wor, mxd, etc.) fait également l'objet d'une livraison.

¹ Les roches seront séparées en classes à partir de notre base de données essais.

4. CONTEXTE GÉNÉRAL

La proportion d'utilisation de matériaux alluvionnaires dans le département est actuellement importante (73% en 1994) et provient essentiellement du fait que leur extraction est plus aisée et que les gisements sont à proximité des zones de consommation et des axes routiers. Cette proportion devrait régresser lentement du fait des interdictions d'extractions en lit mineur et des contraintes environnementales accrues dans les lit majeurs et hautes terrasses qui constituent les gisements alluvionnaires.

Les donneurs d'ordres ont une responsabilité déterminante dans la promotion et la mise en oeuvre de la démarche de substitution des alluvions par des roches massives, notamment au travers des prescriptions techniques de leurs appels d'offres et des variantes que les entreprises sont autorisées à présenter.

Ceci nécessite une modification des comportements afin de s'assurer que les matériaux alluvionnaires sont strictement réservés aux usages justifiés par des raisons techniques impérieuses. À cette fin, les prescripteurs doivent rechercher l'adéquation qualité du granulats / usage prévu sans encourager ou permettre le sur-classement des matériaux.

Cette étude vise à identifier les gisements « en roches massives » stratégiques pour le département de l'Ariège, pour éventuellement appuyer les demandes d'ouverture ou de renouvellement de carrières en massif pour les besoins de l'Ariège, voire pour les besoins régionaux. Encore aujourd'hui, dans l'Ariège, 100 % des bétons hydrauliques sont élaborés avec des matériaux alluvionnaires, alors que les techniques existent pour élaborer la plupart d'entre eux avec des matériaux issus de roches massives, notamment de calcaire ou marbre (exemple des marbres de la Zone Interne Métamorphique de Saint-Béat).

Les produits hydrocarbonés sont élaborés à 92 % à partir de matériaux alluvionnaires, auxquels s'ajoutent 8% des matériaux éruptifs provenant des départements voisins. L'utilisation accrue de matériaux éruptifs pourrait en outre rendre économiquement justifiée une exploitation de ce type dans le département.

Les autres usages des granulats, comprenant les routes et les divers, sont utilisateurs de matériaux alluvionnaires à hauteur de 57 %. Ce pourcentage est important puisqu'il ne tient pas compte des couches de roulement réalisées avec des produits hydrocarbonés évoqués dans le paragraphe précédent. La part exacte des alluvionnaires dans les routes est mal connue, mais de nombreux chantiers voient encore des matériaux alluvionnaires affectés à la réalisation de simples remblais, du fait de la proximité de la ressource.

5. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE

Le département de l'Ariège s'étend sur une portion des Pyrénées et de leurs contreforts. Ses limites administratives le rendent voisin de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, de la Haute-Garonne, de l'Espagne et de l'Andorre. Sa superficie est de 4 890 km², le chef-lieu de département est Foix, et les deux chefs-lieux d'arrondissement sont Pamiers et Saint-Girons.

Son relief culmine au pic d'Estat, à 3 143 m d'altitude, puis, à partir des hauts sommets du Couserans, s'abaisse progressivement (massif de l'Arize, Petites Pyrénées, montagne du Plantaurel) jusqu'au Pédaguès et à l'Aguanaguès. Les plus hauts sommets sont pour la plupart situés sur la zone frontalière entre l'Ariège et l'Andorre. La vallée d'Ax-les-Thermes permet d'accéder à Andorre par le port d'Envalira (2 409 m) et à Font-Romeu (Pyrénées-Orientales) par le col de Puymorens (1 920 m).

Le Grand Hers, la Lèze, le Salat, le Lèz et surtout l'Ariège sont les principaux cours d'eau du département.

La RN20, est le principal axe de déplacement Nord-Sud de l'Ariège, elle passe par Tarascon-sur-Ariège, puis s'enfonce dans les hautes vallées de l'Ariège (vallée d'Ax, vallée de Vicdessos). Cet itinéraire passe à quatre voies à partir de Tarascon et rejoint Foix, Pamiers puis l'autoroute A66. Cet axe rend le département accessible. Les moyens de communication (grandes routes, voie navigable, aéroport) sont concentrés sur un axe Saverdun – Foix – Saint-Girons. Les exploitations situées à proximité de ces grands axes seront privilégiées.

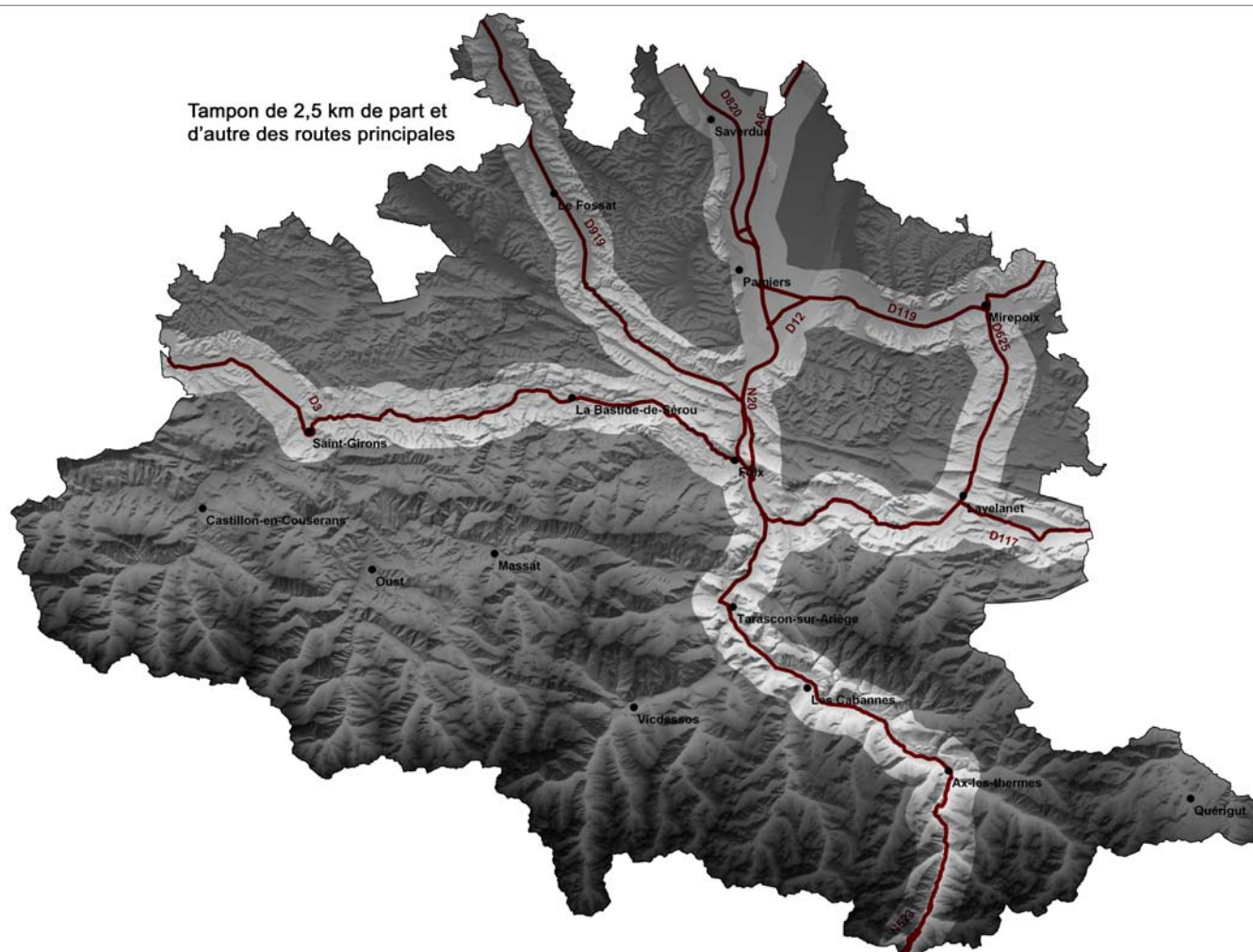


Figure 1 : Carte de l'Ariège présentant les routes principales

Le caractère montagneux de ce département conduit à limiter la recherche de gisements sous une altitude de 1000 m comme il avait été proposé de le faire en 1981 (cf. annexe I : Carte de Synthèse – Les granulats dans le département de l'Ariège en 1980).

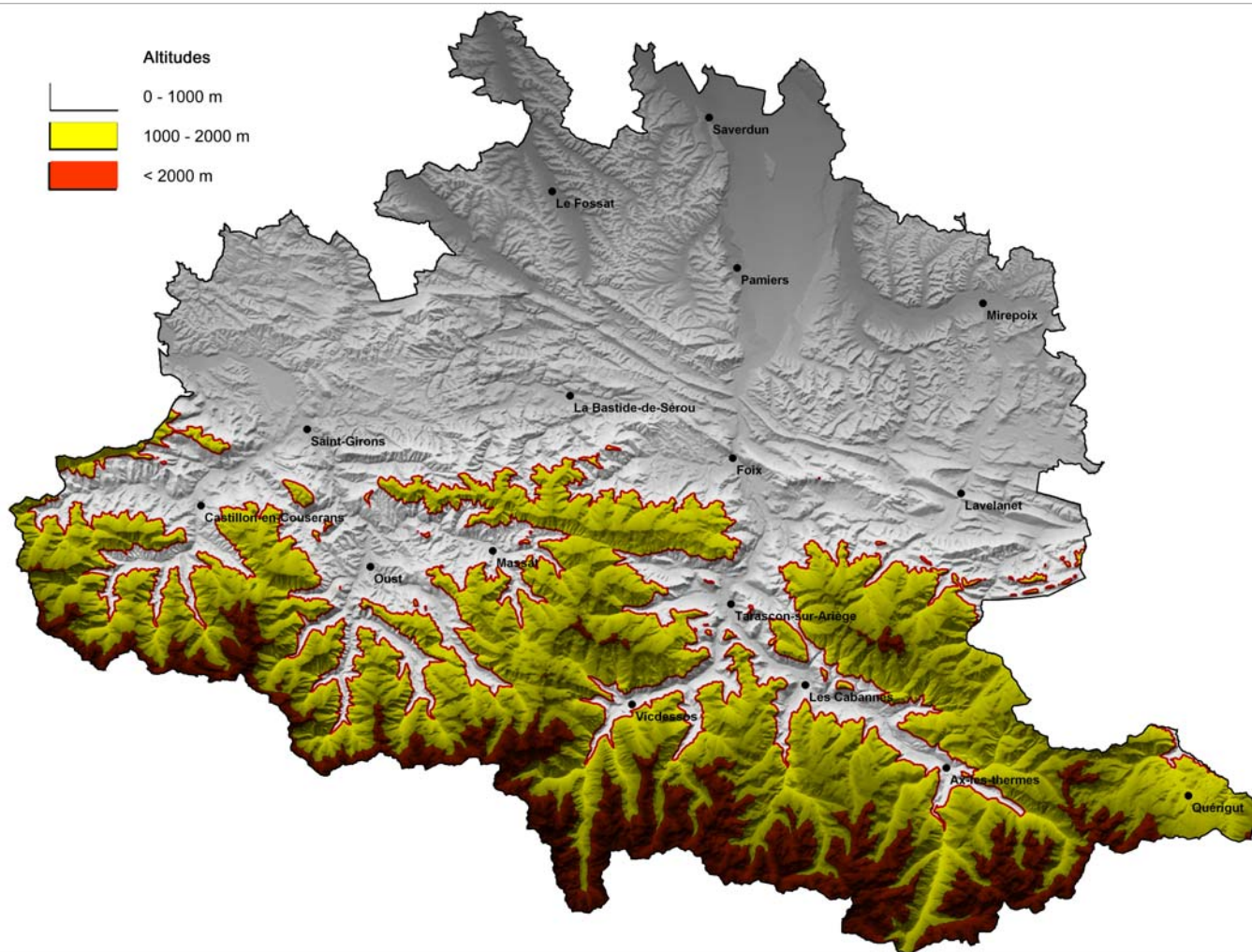


Figure 2 : Carte de l'Ariège présentant les zones d'altitudes : 0 – 1000 – 2000 et 3000 m

5.1 Climat de l'Ariège

De manière schématique, le climat du secteur situé à l'est de la rivière Ariège est marqué par l'influence des entrées d'air méditerranéennes, les automnes y sont généralement humides, les printemps doux, les étés secs, et la neige rare en hiver. Dans la partie ouest du département, le climat est tributaire des entrées d'air atlantiques, les automnes y sont très beaux mais les printemps pluvieux, et les hivers souvent marqués par des épisodes neigeux. Peu protégé par son relief érodé, le nord du département subit les deux influences alternativement.

Les écarts de température sont très importants entre la plaine et la zone de la Haute-Chaîne en raison de l'influence du climat montagnard. Ainsi, les stations d'altitude comme celles des Bordes-sur-Lez (2240 m), d'Aston (2185 m) ou d'Orlu (1970 m) présentent des températures moyennes annuelles comprises entre 4°C et 5°C (sur la période 1971-2000) alors que toutes celles situées dans le Bassin aquitain (plaines et coteaux) se caractérisent par un climat tempéré (température moyenne annuelle comprise entre 12°C et 13°C).

Les valeurs de précipitations moyennes mensuelles relevées sur les stations représentatives des différentes zones naturelles sont les suivantes :

- **La Haute-Chaîne** reçoit en moyenne 1 150 mm de précipitations par an, la **Zone Nord-Pyrénéenne** en recevant 1 000 mm,
- le **Plantaurel et des Petites Pyrénées** (Zone sous-pyrénéenne) s'abaissent autour de 860 mm.
- **Les plaines alluviales** (Ariège, Hers Vif, Lèze, Arize) et des **coteaux molassiques** (Bassin aquitain) est concerné par des moyennes de précipitations annuelles de 770 mm.

On notera que les talcs de Luzenac sont exploités à la carrière de Trimouns à 1 800 mètres d'altitude. En raison des conditions climatiques rencontrées, l'extraction y est limitée à la période estivale ; il s'agit d'une ressource remarquable justifiant cette exception.

5.2 Réseau hydrographique de l'Ariège

Le réseau hydrographique évolue du sud vers le nord du département en fonction des différentes régions traversées. Il apparaît dense et ramifié dans tous les bassins de la Haute-Chaine et sur les versants des massifs Nord-pyrénéens caractérisés par un modelé d'origine glaciaire avec des vallées encaissées à flancs abrupts.

La densité du réseau devient plus faible en traversant les différents chaînons calcaires karstiques présents à l'affleurement, c'est le cas notamment des chaînons d'Aspet, de Sourroque ou du Plantaurel et du Pech de Foix.

Dans la partie du Bassin aquitain, la densité du réseau redevient importante dans les coteaux constitués de formations molassiques globalement imperméables alors que la large vallée alluviale de l'Ariège est plus faiblement ramifiée. Ainsi, dans la plaine alluviale, le principal affluent de l'Ariège est l'Hers Vif, en rive droite dont la confluence se situe au niveau de Cintegabelle (Haute-Garonne). De nombreux petits cours d'eau, plus ou moins importants, se déversant dans l'Ariège et dans l'Hers Vif, jalonnent la plaine dont les plus importants sont le Douctouyre, le Crieu et l'Estaut.

5.3 Ressources naturelles

Parmi les ressources minérales exploitées dans le département, on trouve encore le talc à Luzenac. Les exploitations de plomb et de zinc à Carboire et celle de tungstène à Salau sont aujourd'hui fermées. Ces carrières ont fait l'objet d'un recensement sous l'appellation « autres matériaux ». Certains marbres pyrénéens sont également utilisés pour leur qualité ornementale. On peut citer le « Vert d'Estours » exploité dans la commune de SEIX. Ces ressources ont fait l'objet d'un recensement sous l'appellation « Roches métamorphiques ».



Figure 3 : Carrière d'Estours – pierre ornementale

6. HISTOIRE GÉOLOGIQUE

L'Ariège peut être divisé en quatre grands domaines géologiques, du plus ancien au plus récent (du sud vers le nord) :

- La Haute Chaîne Primaire,
- La Zone Interne Métamorphique,
- Le Domaine Nord-Pyrénéen,
- L' Avant Pays Plissé,
- Le Bassin d'Aquitaine.

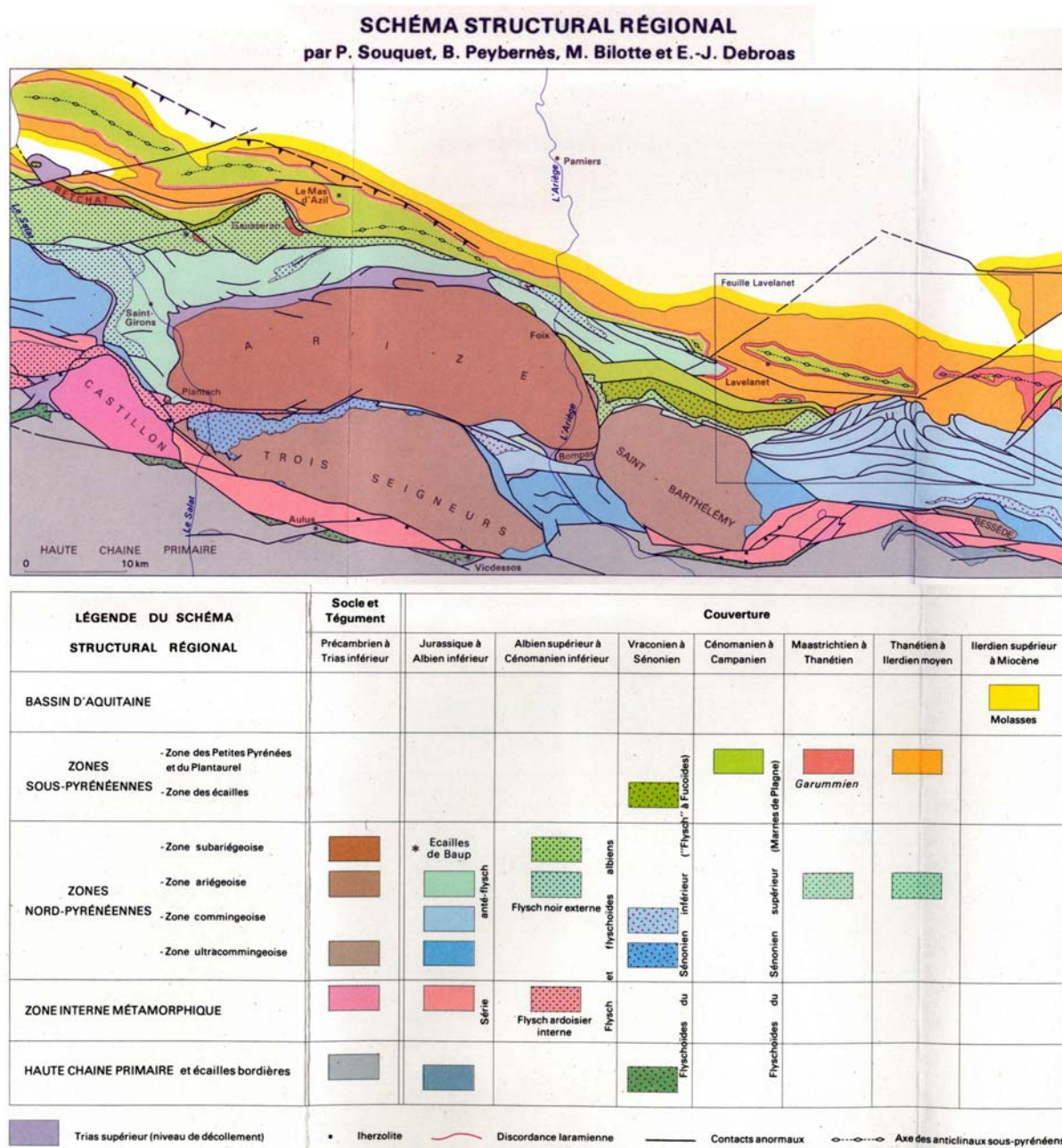


Figure 4 : Schéma structural régional – extrait de la carte géologique au 1/50 000ème de Lavelanet – 1076

6.1 La Haute Chaîne Primaire

Aussi appelé zone axiale, la majorité des roches que l'on y rencontre est métamorphique et plutonique.

Elle englobe la frontière franco-espagnole. Elle se compose de matériel ancien (gneiss) et de vestiges de socles Précambrien (granite porphyroïde cadomien). Tout est repris par le métamorphisme pendant la phase tectonique hercynienne. Ensuite débute le Paléozoïque inférieur, dont le toit, constitué de conglomérats polygéniques, est plus ou moins en discordance avec l'Ordovicien. La zone a subi un métamorphisme régional à un gradient de température très élevé suite à l'injection des plutons hercyniens. Les roches qui en sont issues sont : gneiss, migmatites, granitoïdes. En bordure Nord, on trouve un revêtement molassique discordant (basculé au Nord) Permo-triasique : la série de « Grès Rouge », localement conglomératique. Sur cette même bordure, de manière éparse, des lames redressées de calcaire néocrétacé et des flyschs sont visibles. Cette zone est séparée des unités suivantes par la Faille Nord Pyrénéenne.

6.2 La Zone Interne Métamorphique

La lithologie majoritaire se compose de marbre et de cornéenne à minéraux (micas, feldspaths, amphiboles) et des schistes. Une particularité de la zone est constituée par la présence de copeaux de roche ultrabasiques (lherzolites) et de horsts de gneiss granulitique.

Elle s'insère entre la Haute Chaîne Primaire et le Domaine Nord-Pyrénéen, de façon plus ou moins continue. Elle correspond à la zone où l'ensemble des terrains mésozoïques sont métamorphisés. Au-delà, le métamorphisme existe mais il n'affecte pas tous le Mésozoïque. Le métamorphisme est daté entre l'Albien et le Sénonien Inférieur. D'un point de vue tectonique, la zone est affectée par une faille transformante de direction N 90, morcelant cet espace qui est à tendance synclinale. La tectonique interne reste cependant complexe. À cela s'ajoute de longs plis à tendance isoclinale dont la foliation est très redressée.

6.3 Le Domaine Nord-Pyrénéen

La lithologie de la zone est très variée.

Il se situe au Nord de la Haute Chaîne Primaire, il chevauche l'Avant Pays Plissé le long du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen. Au cœur de cet ensemble se trouve du bâti hercynien, regroupé sous appellation « Massifs Anciens Nord-Pyrénéens ». Les séries post-hercyniennes du Domaine Nord-Pyrénéen débutent au-dessus du « Grès Rouge » avec des calcaires dolomitiques, de marnes et d'argilites salifères ; le tout recoupé par des dykes d'ophites datées du Trias moyen et supérieur. Les sills d'ophites forment des auréoles de métamorphisme dans l'encaissant. S'ajoute par dessus des sédiments de plate forme laguno-marine carbonatée déposés entre le Lias et le Crétacé inférieur. Des variations locales sont observables dans la pile du Domaine Nord-Pyrénéen. À noter la Zone Nord-Pyrénéenne des Flyschs qui s'appuie au Nord sur le Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen, atteignant parfois le bâti hercynien en ayant érodé la couverture Mésozoïque. Les flyschs s'organisent en gouttières dissymétriques complexes. Très localement, ils ont subi un métamorphisme BP-MT⁽²⁾, qui s'accompagne de roche ultrabasique intrusive. C'est l'orogénèse alpine qui a défini les grands plis du Domaine Nord-Pyrénéen et verticalisé les déformations antérieures. De cette orogénèse a découlé la Haute Chaîne Primaire, la Faille Nord-Pyrénéenne et le Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen.

6.4 L'Avant Pays Plissé

La zone est riche en argile, marnes et calcaire.

Il est essentiellement visible dans les Petites Pyrénées. Le bâti hercynien est absent de cette zone. Les séries mésozoïque et cénozoïque sont affectées de grands plis dissymétriques en échelons déjetés de vergence SSW et de direction N110. Ce grand ensemble peut être décomposé en plus petits, la sous zone des Écailles Pyrénéennes. Ce sont des écailles de flyschs Sénonien ramenés au Nord par le Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen. Ou encore, la sous zone des Petites Pyrénées, qui se compose d'une épaisse série terrigène, dite « Marnes de Plagne » du Sénonien supérieur. Cette formation est le témoin d'un sillon marin, qui a été comblé d'Est en Ouest par des sédiments calcaires. Ce comblement marque le début de plusieurs cycles sédimentaires depuis l'Ilerdien jusqu'au Lerdien.

² Basse Pression – Moyenne Température

6.5 Le Bassin Aquitain

Il s'empile par dessus l'Avant pays plissé sous forme de molasses post-orogéniques du Miocène, correspondant à une phase distale de pénéplanation du cœur de la Haute Chaîne Primaire. De plus des alluvions pauto-pliocène (fortement décalcifiées) et des alluvions quaternaires y sont observables.

7. GÉOLOGIE DES TERRITOIRES

L'Ariège est un département qui possède une grande diversité du point de vue géologique. Ainsi du nord vers le sud nous pouvons distinguer plusieurs territoires.

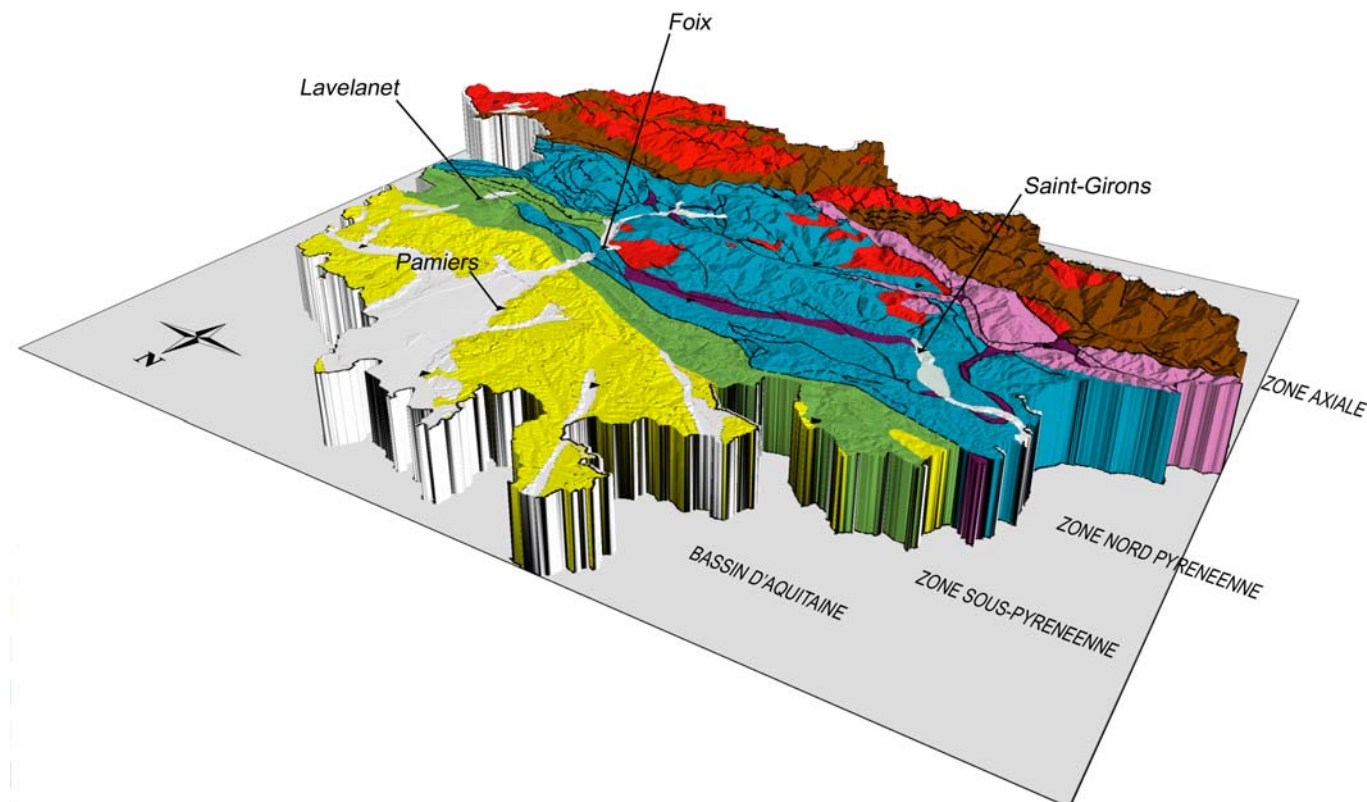


Figure 5 : Carte géologique simplifiée / MNT du département de l'Ariège

7.1 La Plaine d'Ariège

La plaine de l'Ariège peut se diviser en trois territoires :

le Lauragais, situé au Nord-Est du département, s'étend sous la forme de larges vallons très fertiles composés de Molasse. La partie Ariégeoise du Lauragais est traversée par l'Hers-Vif, qui se jette dans l'Ariège à Cintegabelle.

La vallée de l'Ariège s'étend de Foix dans le piémont Pyrénéen jusqu'au Sud de Toulouse où la rivière se jette dans la Garonne. Cette vallée est caractérisée par le dépôt sédimentaire récent de l'Ariège à l'Ouest (les "Grausses") et des dépôts plus anciens à l'Est (les "Boulbènes"). D'une largeur moyenne de 5 km, la vallée est considérée comme zone inondable sur 1 km de large. Le sol est essentiellement composé d'alluvions, de galets et de graviers qui constituent des terres perméables non argileuses.

La vallée de la Lèze s'étend dans la partie septentrionale du département, de Pailhès jusqu'à Labarthe-sur-Lèze (Haute-Garonne). Plus étroite que la vallée de l'Ariège, elle est essentiellement composée de vallons de sols argilo-calcaires portant sur des marnes et des molasses.

7.2 Le Piémont Pyrénéen

Le piémont pyrénéen peut être divisé en six territoires distincts :

La chaîne du Plantaurel est une chaîne montagneuse calcaire qui date du Jurassique, son nom signifie "petites Pyrénées". Peu élevée (entre 500 m et 1 000 m), elle s'étend sur une bande étroite sur toute la largeur du département, d'Est (Le Mas-d'Azil, pays du Volvestre) en Ouest (Lavelanet, à la limite du pays d'Olmes). De par sa constitution, elle forme des falaises dans sa partie haute (calcaire), et sa base marneuse est plus douce.

Les collines sous-pyrénéennes constituent un intermédiaire entre la chaîne du Plantaurel et le Haut-Pays au relief plus prononcé et à l'altitude élevée. Elles sont caractérisées par une grande hétérogénéité géologique.

Dans **la région de Lavelanet**, à l'Est du département, on trouve des Marnes et Calcaires datant de l'Éocène. Les Marnes engendrent des reliefs doux creusés par l'Hers, le Touyre et le Douctouyre. Les Calcaires provoquent des cassures plus franches dans le relief, très bien exploitées par les Cathares (Château de Roquefixade, Château de Montségur).

Dans **le pays de Foix**, la ville de Foix est encaissée dans un massif granitique aux roches proéminentes qui mettent en évidence notamment son célèbre château médiéval.

Dans **le bassin de l'Arize**, entre Foix et St-Girons, on trouve des marnes datant du Trias supérieur, et des calcaires/dolomies du Jurassique inférieur. Le réseau hydrologique de l'Arize a la particularité d'être plutôt orienté Est-Ouest afin de contourner la chaîne du Plantaurel pour se jeter dans la Garonne. On trouve au passage certaines singularités comme la Grotte du Mas d'Azil ou la rivière souterraine de Labouiche, sites très riches du point de vue rupestre.

Le Bas-Couserans est situé en aval de Saint-Girons entre 350 m et 700 m d'altitude. La vallée de Saint-Girons, traversée par le Salat, est plutôt composée de Dolomies du Jurassique Moyen et Supérieur et de marnes, grès et calcaires gréseux du Crétacé.

7.3 Le Haut-Pays Ariégeois

Le haut-Pays Ariégeois est très diversifié du point de vue géologique. L'altitude élevée des massifs aux roches cristallines et par endroit granitiques érodées par les formations glaciaires, expliquent en partie cette diversité (le Montcalm et le Mont Valier sont les culmens du département avec respectivement 3 077 m et 2 848 m d'altitude). Il peut être divisé en trois grands territoires :

Le Haut-Couserannais s'étend sur la partie Sud-Ouest du département. Les zones montagneuses sont composées de roches calcaires (vallée d'Ustou), de quelques terrasses d'alluvions anciennes et de glaciés de limon soliflués (vallée du Garbet), de formations calcaires et schisteuses (vallées de Bethmale, de Biros, de Massat).

Au-delà de Tarascon-sur-Ariège, en remontant l'Ariège, on trouve **la Haute-Ariège** où s'étendent les plus hauts massifs de l'Ariège : le Vicdessos, l'Aston, le Capcir. La vallée de Vicdessos/Auzat sépare 3 sous-massifs montagneux aux caractéristiques variées :

- le massif des Trois-Seigneurs au Nord (Pic des Trois-Seigneurs, 2 199 m), ensemble pré-montagnard composé de schistes et de flyschs formés au Crétacé,
- le massif de Bassies (Pic près de Puntussan, 2 698 m, Pic Rouge de Bassiès, 2 676 m) composé de roches granitiques datant du Précambrien et du Hercynien,
- le massif du Pic de Montcalm (Pique d'Estats, 3 144 m, situé sur le côté espagnol), formation schisteuse datant du Paléozoïque. Ces massifs sont caractérisés par une alternance de zones de pentes faibles (ombilic, moraine, éboulis, colluvions) et de zones d'érosion aux pentes plutôt fortes (affleurements rocheux, cônes d'éboulis).
- les massifs de l'Aston et du Capcir représentent le même type de formation schisteuse que le massif du Montcalm.

Au sud-Est du département, **le Pays d'Olmes** est dominé par le Massif de Tabe, une formation de roches sédimentaires aux sommets aigus. L'exploitation du talc s'effectue dans la partie Sud-Est (carrière de talc de Trimouns, Luzenac).

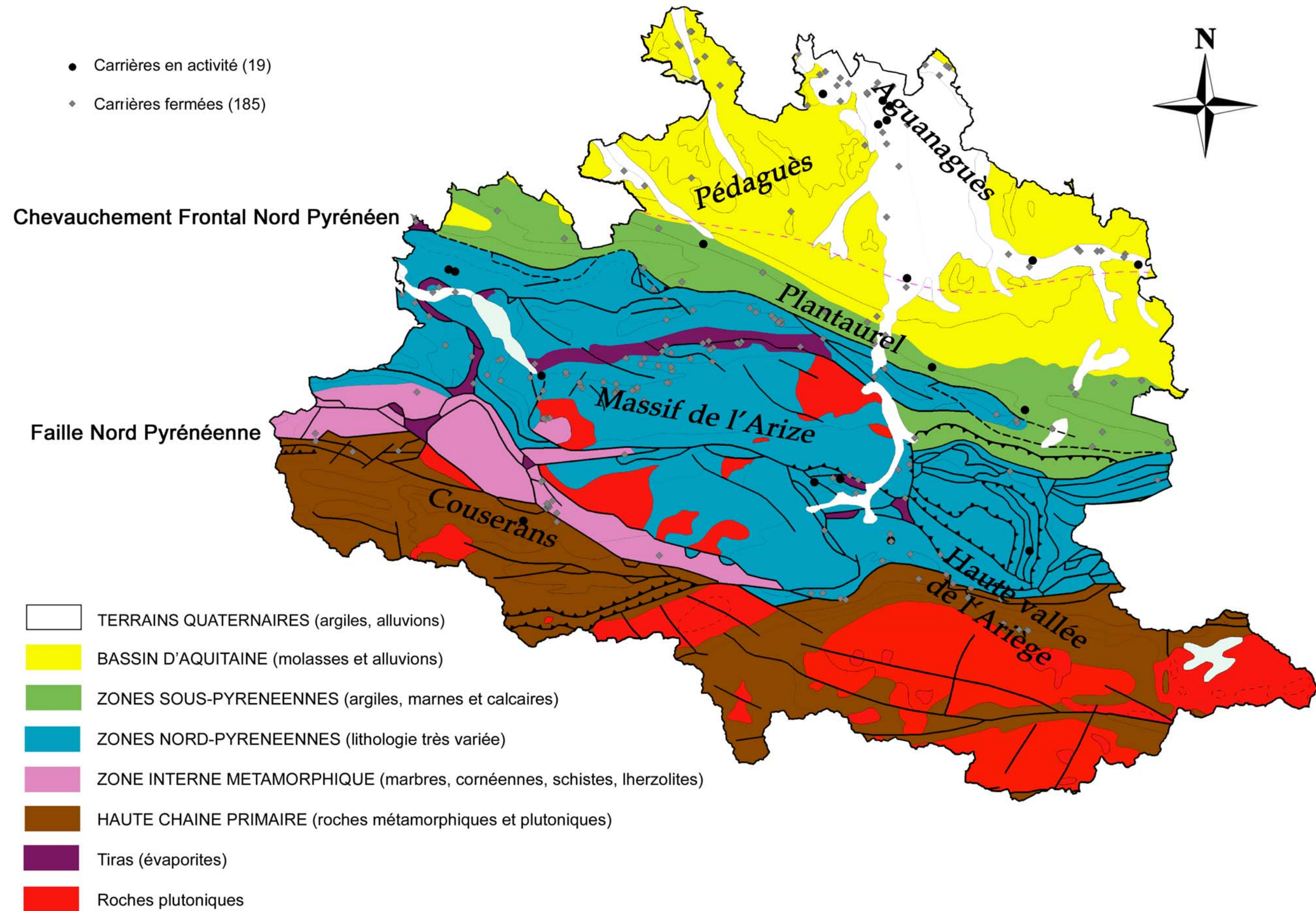


Figure 6 : Carte géologique simplifiée des territoires présentant les carrières en activité ou fermées du département de l'Ariège

8. CONDITIONS D'EMPLOI DES ROCHES MASSIVES

8.1 Les différents usages des granulats

Les ressources issues des gravières ou des carrières de roches massives sont principalement utilisées dans les emplois suivants :

- Granulats pour voies ferrées (ballasts)
- Enrochements
- Granulats pour bétons hydrauliques et mortiers
- Granulats pour chaussée

couches de fondation, de base et de liaison
couche de roulement utilisant les liants hydrocarbonés
bétons de ciment

La figure ci-dessous présente l'agencement des différentes couches constituant une chaussée.

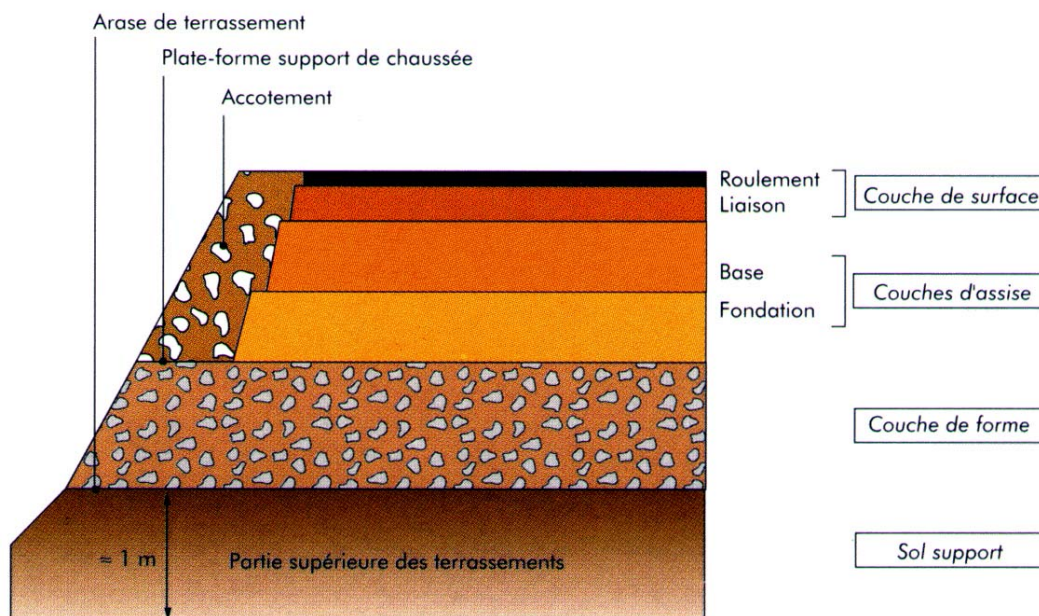


Figure 7 : Les termes descriptifs d'une chaussée – document ENTE Aix

Dans cette étude, nous nous concentrerons essentiellement sur les deux derniers emplois, où les granulats de roches massives sont une alternative à l'usage des matériaux alluvionnaires d'Ariège. Les ballasts et enrochements étant déjà issus de carrières de roches massives.

8.2 Les principales caractéristiques de granulats

La conformité des granulats pour les usages visés (couches de chaussées et bétons hydrauliques) est définie au regard de leurs :

- Caractéristiques intrinsèques

La masse volumique réelle (NF EN 1097-6)
La valeur de l'indice Micro Deval (NF EN 1097-1)
La valeur de l'indice Los Angeles (NF EN 1097-2)

- Paramètres spécifiques pour un usage ou une exposition
 - Granularité (NF EN 933-1)
 - Indice de forme (NF EN 933-4)
 - Coefficient d'aplatissement (NF EN 933-3)
 - Évaluation des fines (NF EN 933-9)
 - Résistance au gel, coefficient d'absorption (NF EN 1367-1)
 - Détermination des composants organiques affectant la prise et le durcissement du béton (NFEN 1744-1 art. 15)

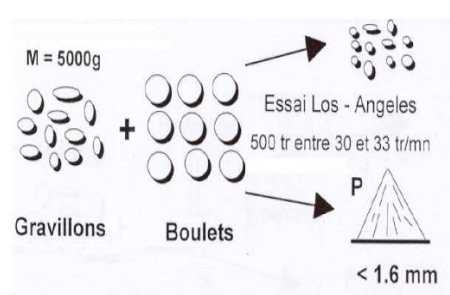
En d'autres termes, en fonction des usages des granulats, un certain nombre de paramètres doivent être obtenus afin de valider leur emploi. Le référentiel européen aujourd'hui en application est très ouvert et donne à chaque maître d'œuvre la possibilité de définir précisément les exigences qu'il veut voir remplies à l'occasion d'une commande que ce soit pour la réalisation de béton ou de chaussée.

8.3 Les essais de référence : Los Angeles et Micro Deval

Nous nous proposons de nous appuyer essentiellement sur les deux caractéristiques que sont l'indice Los Angeles (LA) et l'indice Micro-Deval en présence d'eau (MDE). Ces deux essais qui ont été initialement conçus pour vérifier les conditions d'attritions des granulats à sec et sous l'eau lors de leur mise en œuvre et au cours de leur vie lorsqu'ils ne sont pas liés se sont révélés propres, dans la plupart des cas, à définir les grandes classes de produit pour chacun des usages.

Les figures ci-dessous présentent les principes et l'appareillage des deux essais Los Angeles et Micro-Deval :

Principe de l'essai Los-Angeles Norme NF EN 1097-2

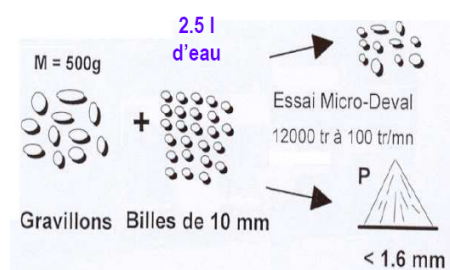


- L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments < 1.6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets dans une machine Los-Angeles
- $LA = 100 \times P/5000$
- Plus LA est faible, meilleure est la résistance à la fragmentation



Figure 8 : Principe et appareillage de l'essai Los Angeles (Cete-SO – Laboratoire de Toulouse)

Principe de l'essai Micro-Deval Norme NF EN 1097-1



- L'essai consiste à mesurer l'usure des granulats produite par frottement en présence d'eau dans un cylindre en rotation
- $MDE = 100 \times P/500$
- Plus MDE est faible, meilleure est la résistance à l'attrition



Figure 9 : Principe et appareillage de l'essai Micro-Deval (Cete SO – Laboratoire de Toulouse)

Le tableau ci-contre présente des ordres de grandeur de MDE et LA en fonction des grandes familles de roches massives :

	Micro-Deval	Los Angeles
Granites	10 à 15	20 à 25
Porphyres	7 à 20	13 à 20
Basaltes	10 à 15	15 à 20
Calcaires	14 à 80	20 à 85
Gneiss	10 à 15	20 à 25

8.4 Limites d'utilisation des granulats en fonction des usages (NF P 18-545)

La norme française NF P 18 545 de septembre 2011, présente une synthèse des conditions de caractérisation des granulats pour les différents emplois décrits dans les normes européennes propre à chaque famille d'usage. Dans les tableaux suivants nous allons présenter les limites les plus couramment utilisées pour qualifier en première approche les granulats pour un usage spécifique.

8.4.1 Chaussées : couches de fondation, de base et de liaison

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques intrinsèques requises par la norme NF P 18 545, pour les couches de fondation, de base et de liaison.

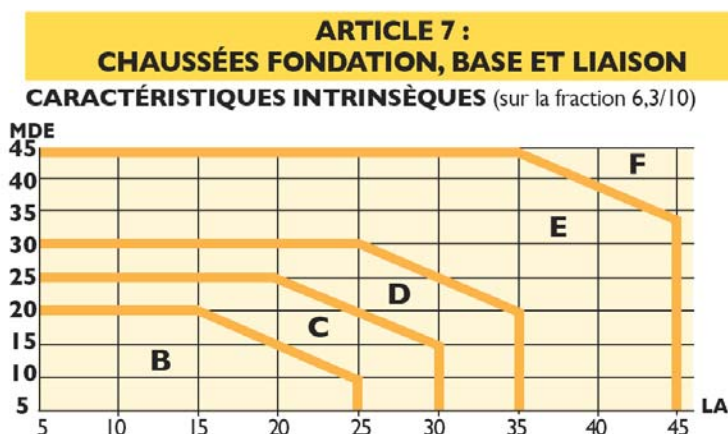


Figure 10 : Tableau de synthèse de l'article 7 de la norme NF P 18-545 (Document UNPG)

Les normes européennes de référence, reprises dans l'article 7 de la norme française, pour les couches de chaussées sont :

- **NF EN 13 043** « Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation » ;
- **NF EN 13 242** « Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées »

Les classes des gravillons (Référence NF EN 13043) pour une utilisation en couche de fondation, de base et de liaison sont :

Code français (NF P 18 545)	Los Angeles	Micro-Deval
B _{NC}	LA ₂₀ [≤20]	M _{DE} 15 [≤ 15]
C _{NC}	LA ₂₅ [≤25]	M _{DE} 20 [≤ 20]
D _{NC}	LA ₃₀ [≤30]	M _{DE} 25 [≤ 25]
E _{NC}	LA ₄₀ [≤40]	M _{DE} 40 [≤ 40]
F	Catégorie non retenue pour cet usage en France	

8.4.2 Chaussées: couches de roulement utilisant les liants hydrocarbonés

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques intrinsèques requises par la norme NF P 18 545, pour les couches de roulement.

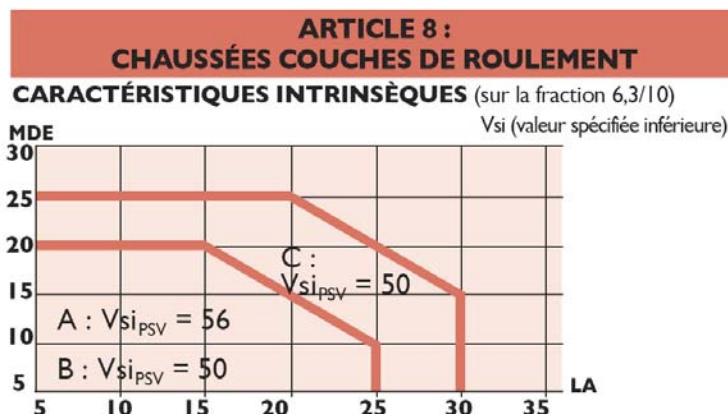


Figure 11 : Tableau de synthèse de l'article 8 de la norme NF P 18-545 (Document UNPG)

La norme européenne de référence correspondante est la **NF EN 13 043** « Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation ».

Les classes des gravillons (Référence NF EN 13043) pour une utilisation en couche de roulement sont :

Code français (NF P 18 545)	Los Angeles	Micro-Deval	Polish stone Value (PSV)
A _{NC}	LA ₂₀ [≤20]	M _{DE} 15 [≤ 15]	PSV ₅₆
B _{NC}	LA ₂₀ [≤20]	M _{DE} 15 [≤ 15]	PSV ₅₀
C _{NC}	LA ₂₅ [≤25]	M _{DE} 20 [≤ 20]	PSV ₅₀

L'indice PSV est couramment appelé **Coefficient de polissage accéléré**. Cet indice vise à déterminer la glissance d'un matériau soumis à l'usure des pneumatiques. Il s'agit d'une caractéristique intrinsèque des granulats qui détermine donc leur capacité à être utilisée en couche de roulement.

8.4.3 Chaussées en béton de ciment

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques intrinsèques requises par la norme NF P 18 545, pour les chaussées en béton de ciment.

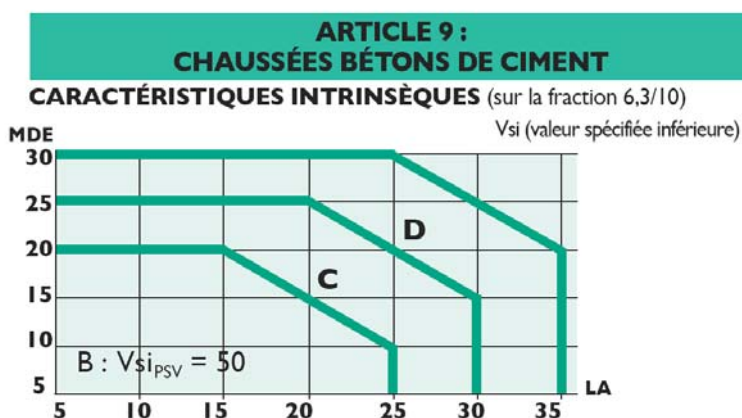


Figure 12 : Tableau de synthèse de l'article 9 de la norme NF P 18-545 (Document UNPG)

La norme européenne de référence est la **NF EN 12 620** « Granulats pour béton ».

Les classes des gravillons (Référence NF EN 12 620) pour les bétons de ciment sont :

Code français (NF P 18 545)	Los Angeles	Micro-Deval	Polish stone Value (PSV)
B _{NC}	LA ₂₀ [≤ 20]	M _{DE15} [≤ 15]	PSV ₅₀
C _{NC}	LA ₂₅ [≤ 25]	M _{DE20} [≤ 20]	-
D _{NC}	LA ₃₀ [≤ 30]	M _{DE25} [≤ 25]	-

8.4.4 Granulats pour bétons hydrauliques et mortiers

La norme définissant les granulats pour les emplois dans les bétons hydrauliques est la NF EN 12 620 « Granulats pour béton ». Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques intrinsèques requises par la norme NF P 18 545, pour les bétons hydrauliques.

ARTICLE 10 : BÉTONS HYDRAULIQUES ET MORTIERS				
Codes	A	B	C	D
CARACTÉRISTIQUES DES GRAVILLONS				
Los Angeles	LA	V _{ss} 30	V _{ss} 40	V _{ss} 50
V _{ss} (valeur spécifiée supérieure)				

Figure 13 : Tableau de synthèse de l'article 10 de la norme NF P 18-545 (Document UNPG)

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques recherchées pour ces matériaux.

Les classes des gravillons (Référence NF EN 12 620), en termes de "résistance à la fragmentation", pour les bétons hydrauliques sont :

Code français (NF P 18 545)	Los Angeles
LA _A	LA ₃₀ [≤ 30]
LA _B et LA _C	LA ₄₀ [≤ 40]
LA _D	LA ₅₀ [≤ 50]

Une caractéristique importante des granulats pour béton est la résistance au gel. Celle-ci est évaluée en première approche par la mesure du coefficient d'absorption (NF EN 1097-6 article 8) et en cas de valeur élevée par un essai en enceinte thermique selon la procédure décrite dans la norme NF EN 1367-1. La résistance au gel est testée à la demande et en fonction des exigences d'emploi du béton.

Un certain nombre de caractéristiques physico-chimique des granulats peut également faire l'objet de tests en fonction de la nature pétrographique des granulats et également des environnements auxquels seront exposés les produits finis.

8.4.5 Granulats pour voie ferrée- Ballasts et Enrochements

Il s'agit dans les deux cas d'usages spécifiques.

Les ballasts font l'objet d'agrément spécifiques des opérateurs ferroviaires, avec des essais Los Angeles et Micro-Deval adaptés, donnant les indices M_{DERB} et LA_{RB}. Les rares carrières de ballast font l'objet d'une attention spécifique et n'entrent pas dans la gestion de l'alimentation en produits de la région.

Les commandes en enrochements sont très particulières suivant qu'il s'agit d'un usage hydraulique ou à sec. La production spécifique par une carrière d'enrochement est rare. Il s'agit usuellement d'un sous produit.

8.5 Synthèse

Les produits des catégories B et C sont utilisables dans toutes les structures de chaussée (NF P 18 545 article 7 et 8), ainsi que pour les bétons ou mortier (NF P 18 545 articles 9 et 10).

Les produits de catégorie A présentent une résistance au polissage élevée (PSV > 50), ils sont à réserver aux couches de roulement. Il s'agit d'une ressource rare (NF P 18 545 article 8).

Cependant, les matériaux de moins bonne qualité que les B et les C sont également exploitables sous conditions d'études spécifiques. A titre d'exemple, le CETE SO a traité les cas suivants :

- Le marbre extrait dans la Zone Interne des Métamorphique des Pyrénées, par exemple, à Saint Béat (31) est caractéristique. Les valeurs des indices Los Angeles et Micro-Deval sont élevées, aux alentours de 45. De tels produits sont usuellement rejetés pour une utilisation en béton pour ouvrage d'art. Dans le cadre de la construction du tunnel de Saint-Béat et afin d'éviter l'extraction dans le lit de la Garonne vers Saint-Gaudens et le transport sur le site de ressources alluviales, une étude spécifique a été conduite. Il en a résulté une formulation de béton à partir des marbres extraits au niveau du tunnel. Une telle approche pour les bétons d'ouvrage et les couches de chaussée (hormis la couche de roulement [4 cm d'épaisseur]) est à privilégier.
- De la même façon le chantier de la déviation d'Ax-les-thermes a été auto-suffisant en termes de ressource granulaire (granite et gneiss) à l'exception de la couche de roulement.

9. INVENTAIRE DES RESSOURCES CONNUES

9.1 Introduction

Le département de l'Ariège compte 215 sites d'exploitation de l'industrie extractive, dont 19 en activité au 1^{er} août 2012.

Les industries extractives comprennent le dragage d'alluvions mais aussi l'extraction en carrière. Les produits sont utilisés notamment dans la construction, les fabrications de matériaux (argiles, gypse, calcium, etc.), la fabrication de produits chimiques, etc. Cela inclut aussi l'extraction de produits minéraux présents à l'état naturel sous forme solide (minerais).

L'extraction peut se faire de différentes manières, en surface ou sous terre par le creusement de puits. Les opérations complémentaires nécessaires à la préparation des matières brutes pour leur commercialisation, telles que le concassage, le broyage, le nettoyage, le séchage et le triage, concentration des minerais, sont souvent réalisées par les unités qui pratiquent l'extraction et/ou situées à proximité du site.

Le recensement des sites a été réalisé à partir des bases de données de la DREAL et du BRGM. Ainsi 215 sites d'exploitations anciennes ou actuelles ont été géoréférencés. La nature des matériaux extraits de ces carrières ou mines a été collectée. Enfin, à partir de la base de donnée « essais » du Laboratoire une approche qualitative des granulats a pu être intégrée à la base de donnée finale.

9.2 Les formations géologiques potentiellement exploitables

La présence de la chaîne pyrénéenne sur le département de l'Ariège rend sa géologie très variée. Les différentes lithologies recensées ont été regroupées en grands ensembles :

Grands ensembles géologiques	Lithologie exploitée	Nombre de carrières	
		en activité	fermée
Matériaux meubles	Sable	5	30
	Sable, gravier	2	1
	Argile	3	22
	Argile silteuse		1
	Moraine		1
Magmatique	Granite		1
	Dolérite		1
	Ophite		2
Métamorphique	Cornéenne		1
	Schistes		15
	Micaschistes		1
	Ardoise		1
	Ampélite		4
	Gneiss		1
Sédimentaire	Marbre	1	24
	Dolomie		3
	Calcaire	6	55
	Calcaire, grès		1
	Marnes		2
Autres matériaux	Grès	1	2
	Bauxite		10
	Quartz		5
	Talc	1	
	Gypse		9
	Phosphate		1
	Sel Gemme		1
Lignite		1	

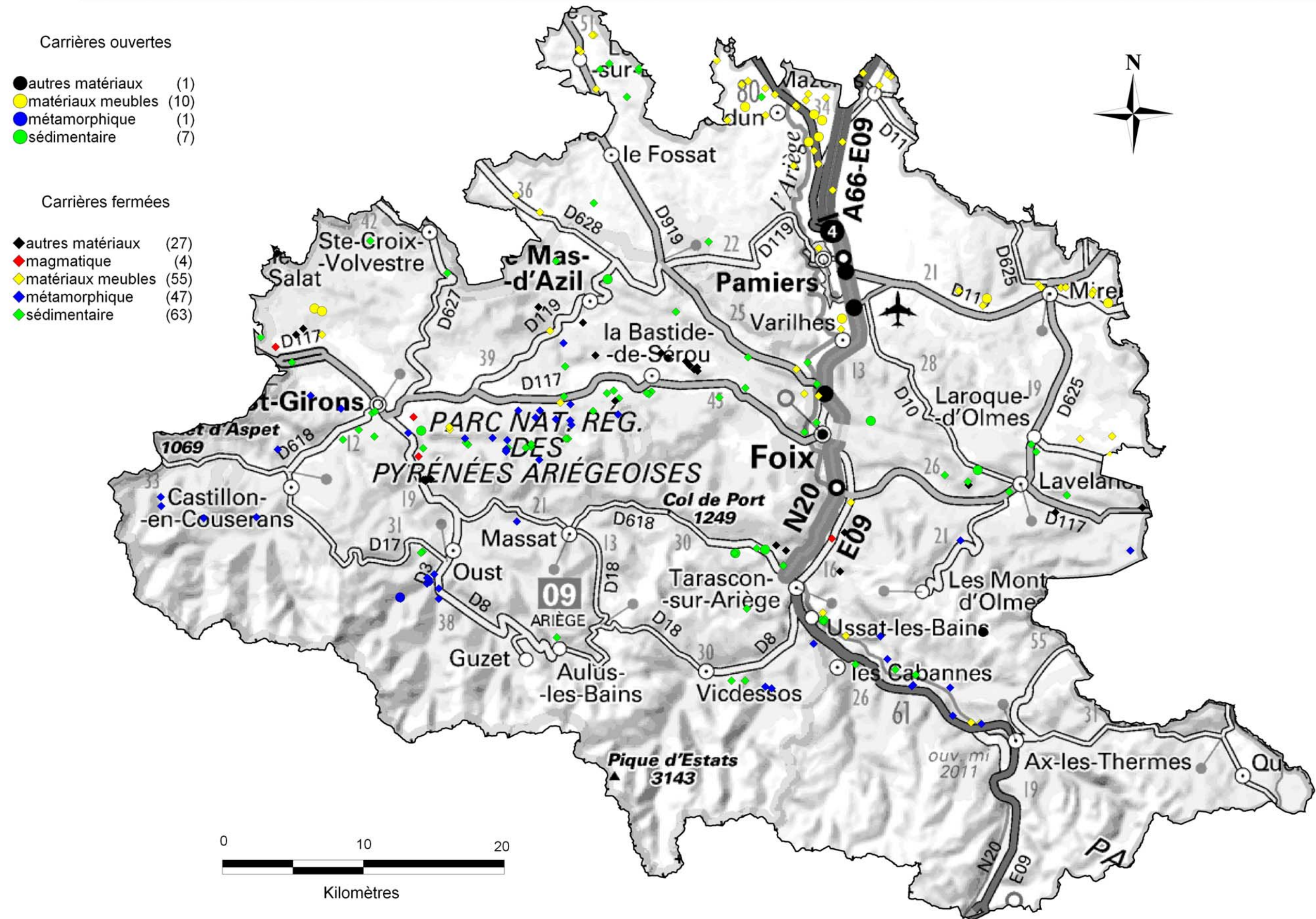


Figure 14 : Analyse thématique des carrières ariégeoises classées par grands ensembles géologiques

10. LES MATÉRIAUX MEUBLES

Dans les matériaux meubles nous avons regroupé les lithologies suivantes : sable, gravier, argile, argile silteuse et moraine. Il s'agit de dépôts non consolidés, résultant de l'altération des terrains environnants, roulés ou transportés par les cours d'eau ou les glaciers. Ces formations se rencontrent essentiellement dans le nord du département et dans les fonds de vallées.

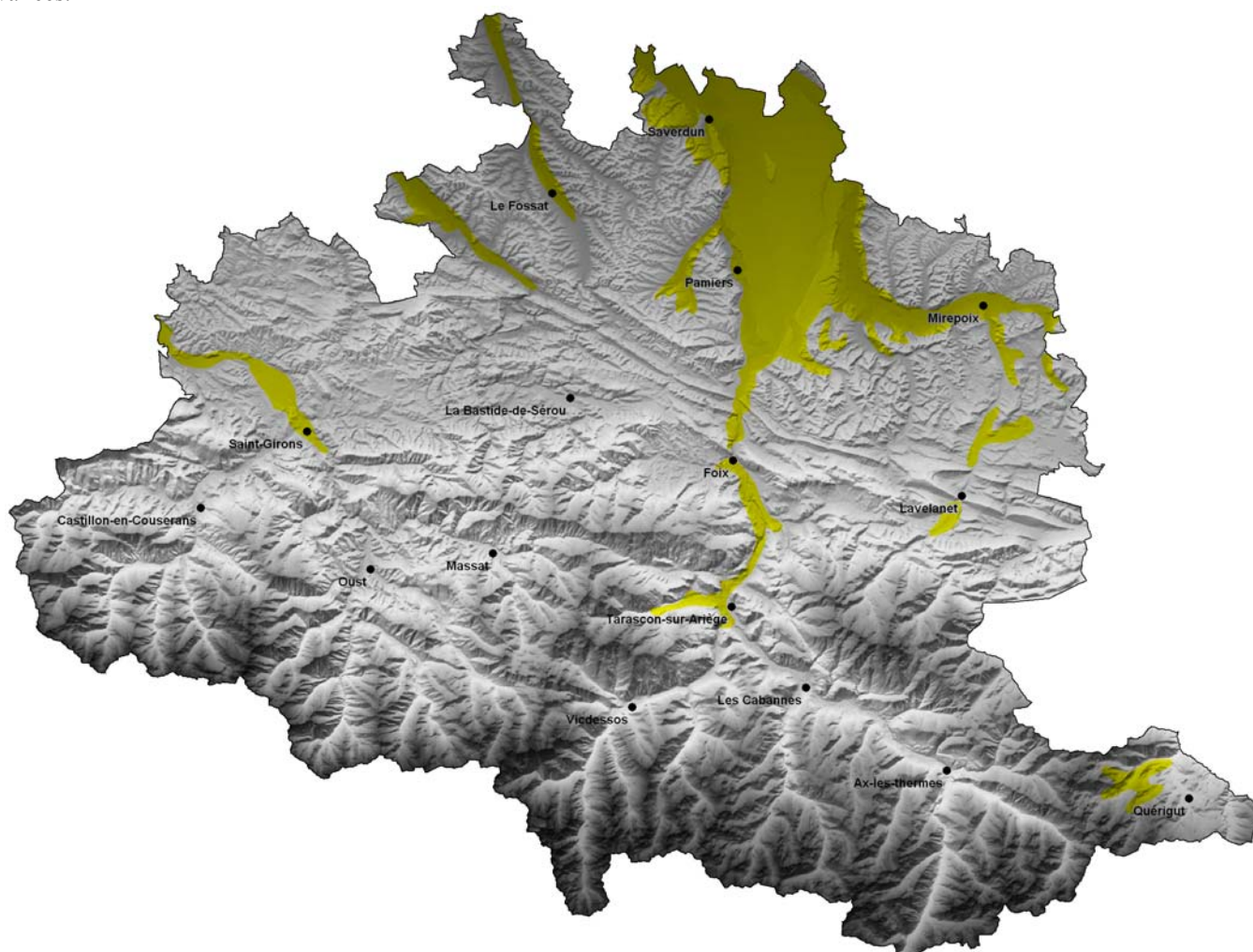


Figure 15 : Carte des principales zones alluvionnaires de l'Ariège

Les formations alluvionnaires y sont largement exploitées dans les carrières suivantes :

EXPLOITANT	COMMUNES	Lithologie
MIDI PYRENEES GRANULATS (LAFARGE)	MONTAUT	Sable
SABLIERE MALET	MONTAUT	
RESCANIERES	ROUMENGOUX	
DEJEAN ARIEGE GRANULAT	SAVERDUN	
SOCIETE DES GRAVIERES DE L'ARIEGE (SOGRAR)	VARILHES	
SABLIERES DU RAZES	MANSES	Sable, gravier
	MIREPOIX	
SIADOUX	SAVERDUN	

Les formations argileuses sont quant à elles exploitées essentiellement pour la production de terre cuite.

EXPLOITANT	COMMUNES	Lithologie
POTERIE CLAROUS	MERCENAC	Argile
SAVERDUN TERRE CUITE	SAVERDUN	

10.1 Caractéristiques

Le suivi des exploitations d'alluvionnaires nous donne les informations suivantes :

Exploitant	Commune	MDE		LA		Polissage		PSV		Catégorie (NF P 18 545)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
SABLIERE DU RAZES	MIREPOIX (Le Mayrial)	12,7	3,3	21,6	1,6	-	-	-	-	C
SABLIERS DU RAZES	MIREPOIX (Le Breilh)	17,8	3,6	24,0	2,2	-	-	0,5	0,0	C
MIDI PYRENEES GRANULATS (LAFARGE)	MONTAUT	14,4	3,8	27,0	3,2	-	-	0,6	0,0	D
RESCANIERES	ROUMENGOUX	18,1	1,5	21,7	1,2	-	-	0,5	0,0	C
SIADOUX	SAVERDUN	12,6	4,0	23,7	2,3	54,5	0,8	0,5	0,0	C
SOCIETE DES GRAVIERES DE L'ARIEGE (SOGRAR)	VARILHES	12,3	3,7	22,7	2,8	55,4	0,8	0,5	0,0	C

Ces matériaux d'origine alluviale ne sont pas l'objet de la présente étude.

11. LES MATÉRIAUX MAGMATIQUES

Les matériaux magmatiques (granite, dolérite et ophite), parfois appelés abusivement « éruptifs », ne sont actuellement plus exploités sur le département, il s'agit pourtant de roches qui présentent généralement de très bonnes caractéristiques intrinsèques.

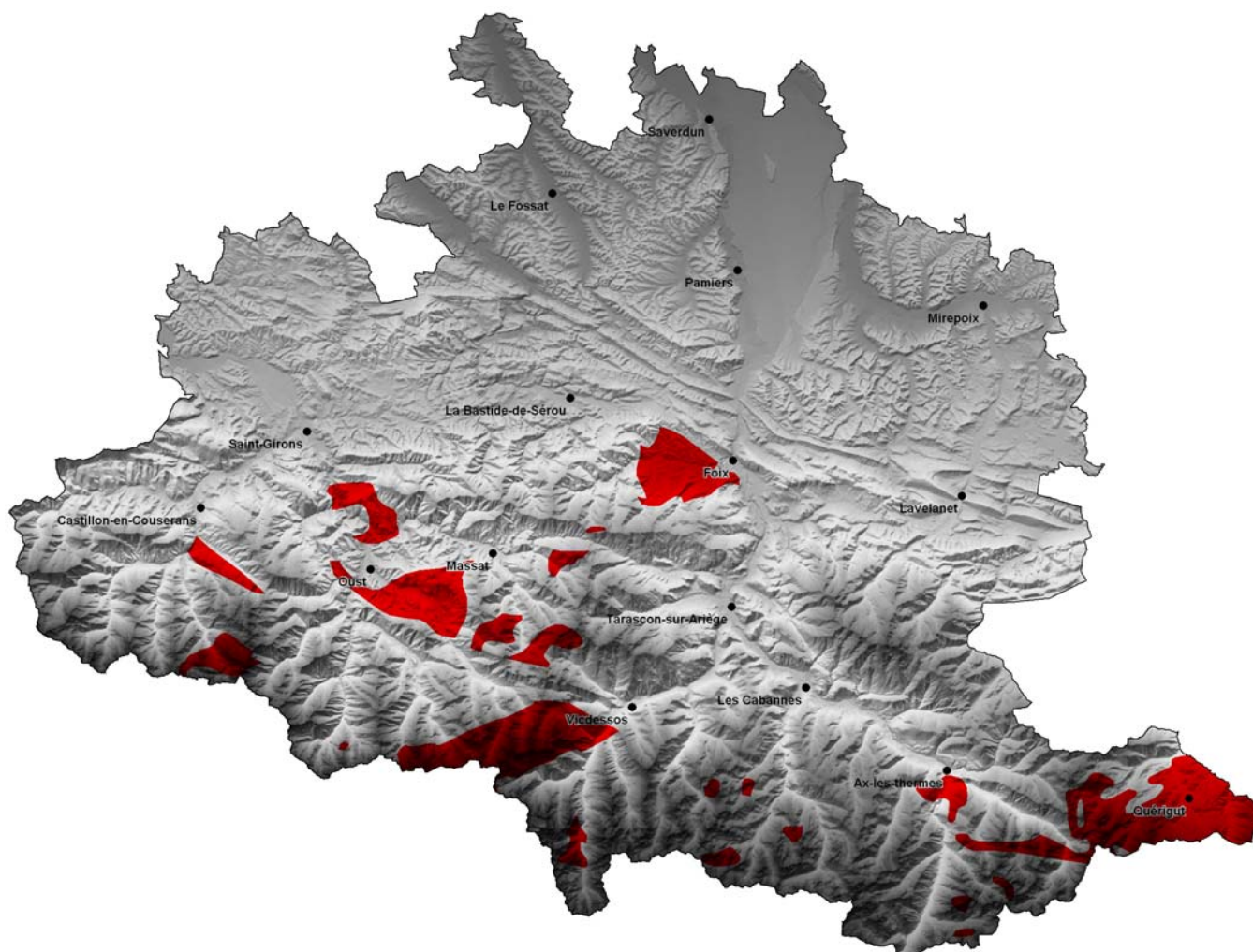


Figure 16 : Carte des principales zones de roches plutoniques de l'Ariège

Les sites anciennement exploités sont les suivants :

COMMUNES	Lieu-dit	Lithologie
MERCUS-GARRABET	au Nord Est du cimetière	Granite
PRAT-BONREPAUX	Stand de tir (à l'Est de Courbieu)	Dolérite
LACOURT	Château ruiné	Ophite
SAINT GIRONS	Parc de Palètès	

Nous proposons de sélectionner le site de Lacourt (Ophite) pour une évaluation plus fine.

Le site de Mercus Garrabet présente un accès difficile, celui de Prat-Bonrepos est situé à proximité d'un centre équestre, enfin celui de Saint-Girons est à proximité d'un camping et d'un centre de gestion des ordures ménagères. Les quatre exploitations sont situées le long d'axes importants. Ces carrières ne sont pas retenues en raison du niveau de nuisances qu'elles sont susceptibles de produire dans leur environnement.

11.1 Caractéristiques

Les seules données connues ont été obtenues sur les granites d’Ax-les-Thermes au cours des études géotechniques pour la réalisation de la déviation par la RN20.

COMMUNES	Lieu-dit	MDE		LA		Catégorie (NF P 18 545)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Ax-les-Thermes	En Castel	13,1	1,05	36,5	2,5	E

Les granites altérés présentent des caractéristiques médiocres pour un usage en gravillon. Leur indice Los Angeles est supérieur à 30 voire 40 lorsqu’ils sont en phase d’arénisation. Cependant ces matériaux sont susceptibles de fournir des sables de bonnes caractéristiques. Les granites sains sont usuellement classés en catégorie B.

Les ophites et les dolérites sont des roches habituellement classées en catégorie A et utilisées comme ballast par la SNCF, on y trouve des indices $LA < 15$, $MDE < 15$ et $PSV > 50$.

12. LES MATÉRIAUX METAMORPHIQUES

Le département de l'Ariège regroupe une grande variété de matériaux d'origine métamorphique. Parmi ces roches nous trouvons : des cornéennes, des schistes, des micaschistes, des ardoises, des ampélites, des gneiss et des marbres. Notons que pour les gneiss et les micaschistes, une proportion de micas importante est de nature à fortement limiter l'usage de ces produits en couche noble (*i.e.* près de la couche de roulement). De la même façon les roches telles que les schistes ou les ardoises de par leurs structures auront un ré-emploi plus limité en raison de la formation de granulats « plats ».

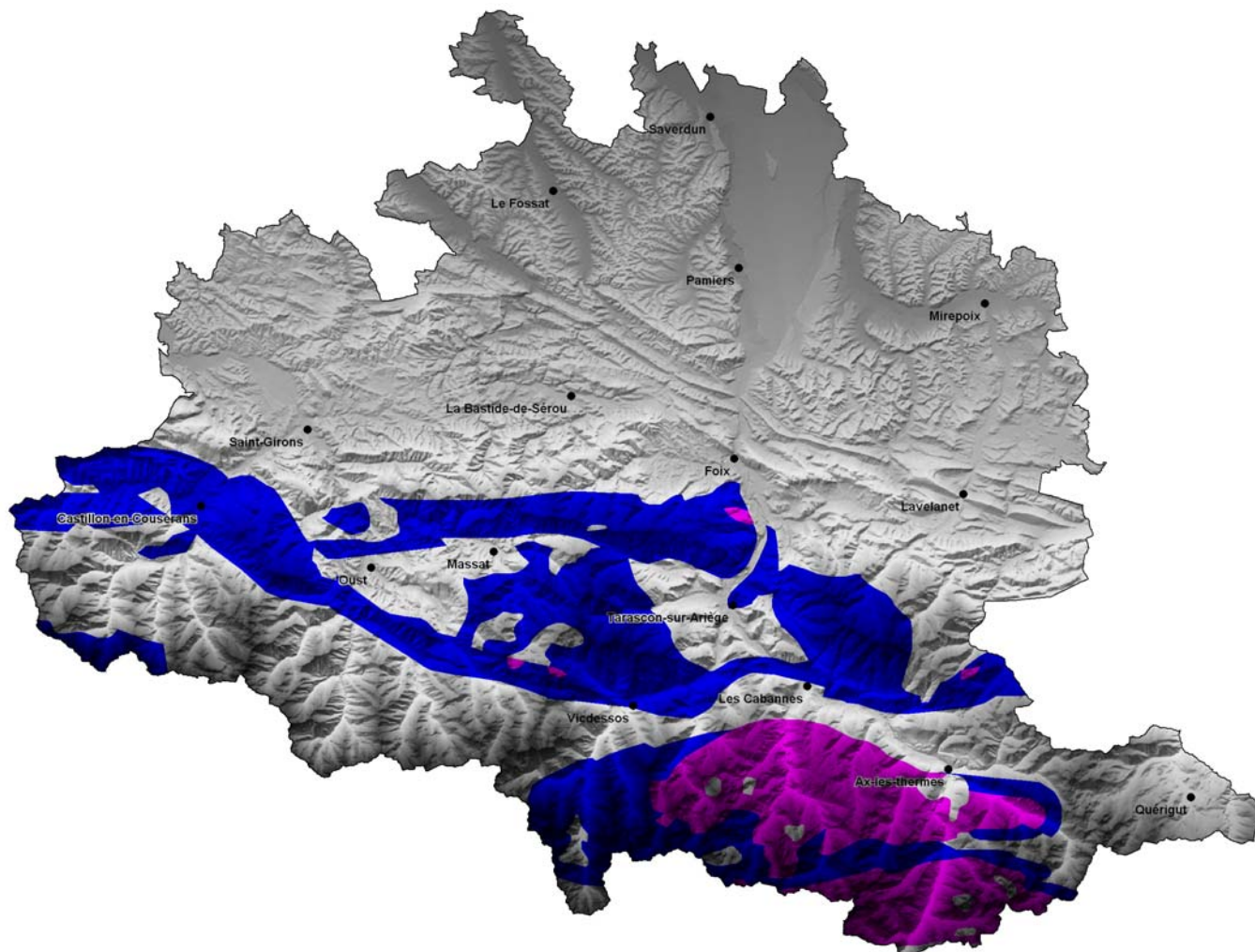


Figure 17 : Carte des principales zones de roches métamorphiques (bleu) et orthogneissiques (magenta)

Les carrières encore récemment en activité (2005) dans le département étaient :

EXPLOITANT	COMMUNES	Lithologie
Carrière fermée	ARROUT	Ardoise
Carrière fermée	SAINT-LARY	Schiste
Carrière fermée	SAVIGNAC LES ORMEAUX	Micaschiste
MARBLE STONE PYRENEES	SEIX	Marbre

12.1 Caractéristiques

Les données connues sont :

Exploitant	Commune	Lithologie	MDE		LA		Catégorie (NF P 18 545)
			Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Carrière fermée	LUZENAC	Schiste	28,6	-	47	-	F
Carrière fermée	SAVIGNAC LES ORMEAUX	Micaschiste	22,04	-	27	-	D
MARBLE STONE PYRENEES	SEIX	Marbre	17,2	4,6	18,5	1,5	C

Les schistes présentent généralement un mauvais indice MDE ce qui apparaît dans le tableau ci-dessus.

Nous trouvons de nombreux sites fermés ayant exploité ces ressources. Parmi ceux-ci, le site de la Coume du Four à SEIX a exploité des cornéennes qui présentent généralement de très bonnes caractéristiques : LA < 20, MDE < 15 et PSV > 50 ce qui permet généralement de les classer en catégorie A.

En ce qui concerne les gneiss, nous observons traditionnellement des valeurs de l'ordre de LA ≤ 20, MDE < 20 (catégorie B) mais avec des hétérogénéités importantes dues à la teneur en micas. Cette roche a fait l'objet d'une exploitation passée à PERLES ET CASTELET.

13. LES MATÉRIAUX SÉDIMENTAIRES

Les matériaux sédimentaires rencontrés dans le département sont très variés, les roches faisant ou ayant fait l'objet d'une exploitation sont les suivantes : des dolomies, des calcaires, des marnes et des grès.

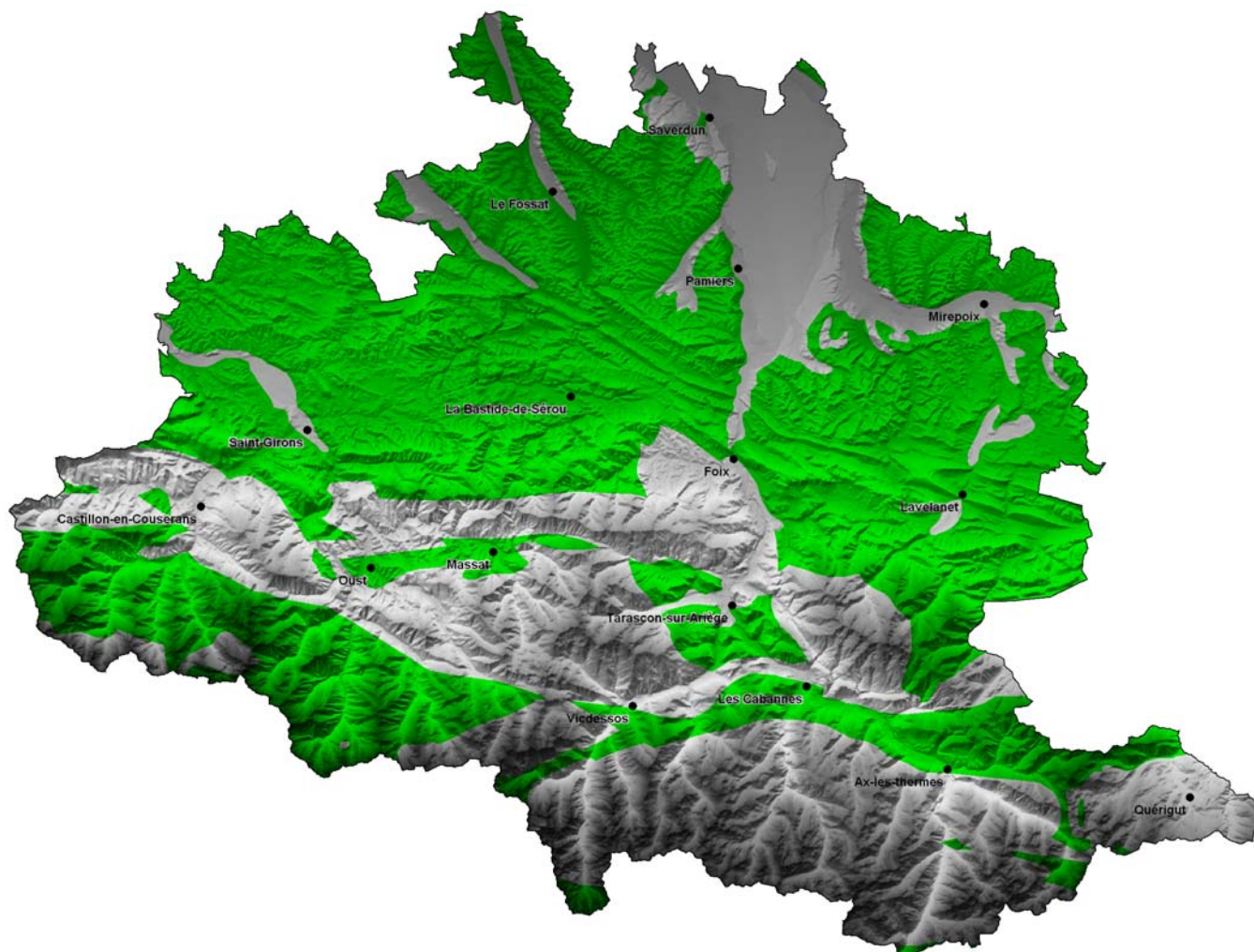


Figure 18 : Carte des principales zones de roches sédimentaires de l'Ariège

Les carrières actuellement en activité exploitent toutes des calcaires à l'exception d'une carrière de grès qui s'est spécialisée dans la pierre à aiguiser.

EXPLOITANT	COMMUNES	Lithologie
CUMINETTI PERE ET FILS	BEDEILHAC-ET-AYNAT	Calcaire
SOUM ET COMPAGNIE	ENCOURTIECH	
CALCAIRES DU PLANTAUREL	L'HERM	
AZUARA	ORNOLAC-USSAT LES BAINS	
RESCANIERES	RAISSAC	
CARRIÈRES ZAGO	SABARAT	
LA PIERRE A AIGUISER DES PYRENEES	SAURAT	Grès

13.1 Caractéristiques

Les essais dont nous disposons ont tous été réalisés dans des formations calcaires, la synthèse apparaît ci-dessous :

Exploitant	Commune	MDE		LA		Polissage		Catégorie (NF P 18 545)
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
fermé	BAULOU	15,0	0,0	22,0	0,0	-	-	C
CUMINETTI PERE ET FILS	BEDEILHAC -ET-AYNAT	12,7	0,0	25,4	0,0	-	-	D
SOU M ET COMPAGNIE	ENCOURTIECH	19,9	3,5	24,0	1,9	-	-	C
RESCANIERES	RAISSAC	19,1	1,3	21,5	0,5	0,51	0	C
fermé	SAINT JEAN DE VERGES	20,2	7,3	22,4	3,7	-	-	D
fermé	USSAT LES BAINS	22,6	0,0	27,0	0,0	-	-	D

Toutes ces exploitations fournissent des matériaux de catégorie C ou D, utilisables pour tous usages à l'exception des couches de roulement et des chaussées béton où le PSV doit être vérifié supérieur à 50.

Par ailleurs, les carrières de grès fournissent généralement de très bons sables. Ils étaient exploités sur les communes de LA BASTIDE DE SEROU et SAURAT. Quant aux carrières de dolomie, anciennement exploitées dans les communes de DURBAN SUR ARIZE et MOULIS, les caractéristiques attendues sont : $LA \leq 25$, $MDE \leq 25$ (Catégorie B, voir C).

14. LES AUTRES MATÉRIAUX

Il s'agit essentiellement de matériaux issus de l'extraction minière, seul les gisements de bauxite peuvent susciter un intérêt pour un usage en béton, couche de chaussée ou couche de roulement.

La seule carrière en activité est la mine à ciel ouvert de Luzenac qui est la plus grande exploitation de talc au monde.

EXPLOITANT	COMMUNES	Lithologie
TALC DE LUZENAC	BESTIAC	Talc

14.1 Caractéristiques

Il n'y a pas de donnée connue sur ces matériaux. Notons tout de même que la bauxite est exploitée, notamment en Grèce en couche de roulement. Les sites des anciennes mines d'ALLIERES, LA BASTIDE DE SEROU, ROQUEFIXADE et SUZAN peuvent être de nature à approvisionner des matériaux de catégorie A ayant les caractéristiques suivantes : $LA < 20$, $MDE < 15$ et $PSV > 60$.

Le quartz présente également de bonnes caractéristiques de l'ordre de : LA et $MDE < 20$ ce qui permet généralement de les classer en catégorie B. Les anciens sites d'extraction de quartz se trouvent sur les communes de ERP, LACOURT et MERCUS-GARRABET.

15. CONCLUSION

L'Ariège est un département qui possède une grande diversité du point de vue géologique. Ainsi du nord vers le sud plusieurs territoires ont été distingués.

Le recensement des sites a été réalisé à partir des bases de données de la DREAL et du BRGM. **215 sites d'exploitations anciennes ou actuelles ont été géoréférencés. La nature des matériaux extraits de ces carrières ou mines a été collectée. Enfin, à partir de la base de données « essais » du Laboratoire une approche qualitative des granulats a pu être intégrée à la base de donnée finale, à titre informatif.**

La RN20, est le principal axe de déplacement Nord-Sud de l'Ariège, elle passe par Tarascon-sur-Ariège, puis s'enfonce dans les hautes vallées de l'Ariège (vallée d'Ax, vallée de Vicdessos). Les moyens de communication (grandes routes, voie navigable, aéroport) sont concentrés sur un axe Saverdun – Foix – Saint-Girons. **Les exploitations situées à proximité de ces grands axes seront privilégiées.**

Le caractère montagneux de ce département conduit à limiter la recherche de gisements sous une altitude de 1000 m comme il avait été proposé de le faire en 1981.

Une zone de contrainte a été définie, celle-ci se limite à 2,5 km de part et d'autre d'une route principale et à moins de 1 000 mètres d'altitude. A l'intérieur de cette emprise, **69 sites d'extraction de roches massives ont pu être recensés, dont un seul encore en activité : ORNOLAC-USSAT. Les informations relatives à ces exploitations apparaissent en annexe.**

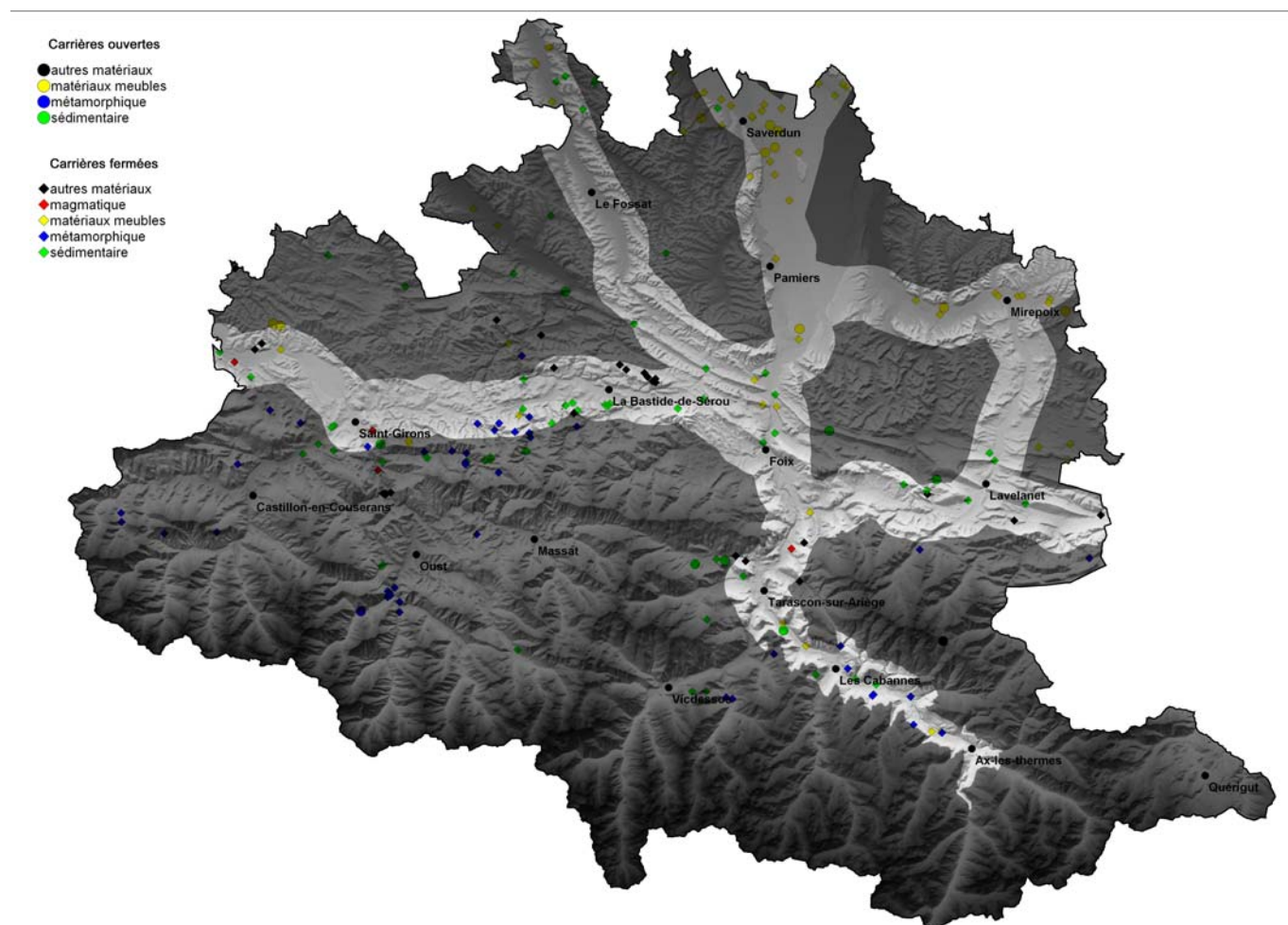


Figure 19 : Carte des sites d'exploitation situés dans la zone de contrainte

Encore aujourd'hui, dans l'Ariège, 100% des bétons hydrauliques sont élaborés avec des matériaux alluvionnaires, alors que les techniques existent pour élaborer la plupart d'entre eux avec des matériaux issus de roches massives, notamment de calcaire ou marbre (Saint-Béat).

Les produits hydrocarbonés sont quant à eux, élaborés à 92 % à partir de matériaux alluvionnaires, auxquels s'ajoutent 8% des matériaux éruptifs provenant des départements voisins. L'utilisation accrue de matériaux éruptifs pourrait en outre rendre économiquement justifiée une exploitation de ce type dans le département. Les gisements d'ophites du secteur de Prat-Bonrepaux et Rimont (hors zone de contrainte), les gisements de quartzites du secteur de Lacourt (hors zone de contrainte) et les schistes durs des secteurs de Foix, Ax les Thermes et Auzat peuvent présenter les caractéristiques nécessaires pour ce type de matériaux. Notons que

Le tableau ci-dessous évoque les utilisations techniquement envisageables, pour les ensembles géologiques considérés, sous réserve que les caractéristiques des matériaux répondent aux normes en vigueur.

		Métamorphique	Sédimentaire	Magmatique	Quartzites
		Schistes, gneiss, cornéenne, marbre	Calcaire, dolomie, marne, grès	Granite, dolérite, ophite	
Routes	Plate-forme	+	+	+	+
	Couche de forme	+	+	+	+
	Couches de Chaussée (fondation, base, liaison)	Étude	+	+	+
	Couche de roulement (liants hydrocarbonés)	Étude (coeff. aplatissement)	- (PSV > 50)	+	+
Zone Activité	Remblai	+	+	+	+
	Couche de forme	+	+	+	+
Béton	Chaussée	Étude	Étude (PSV > 50)	+	+
	Béton hydraulique et mortier	+	+	+	+

Les éléments collectés sont une aide à la décision pour choisir des gisements stratégiques et en préciser la caractérisation géotechnique. **En ce qui concerne le potentiel des gisements, en tonnage/an par exemple, il est plus souvent lié à des contraintes d'environnement de la carrière qu'à sa géologie. Toutefois, il existe des gisements particuliers, par exemple de roches issues d'un métamorphisme de contact (cornéennes) ou encore de roche intrusive le long de faille (ophite), où le mode de formation induit directement une géométrie particulière du gisement et donc une limitation dans l'espace. Le potentiel d'exploitation d'un gisement ne peut donc être approché à l'échelle de cette étude. Des études spécifiques doivent être envisagées à l'échelle d'une exploitation.**

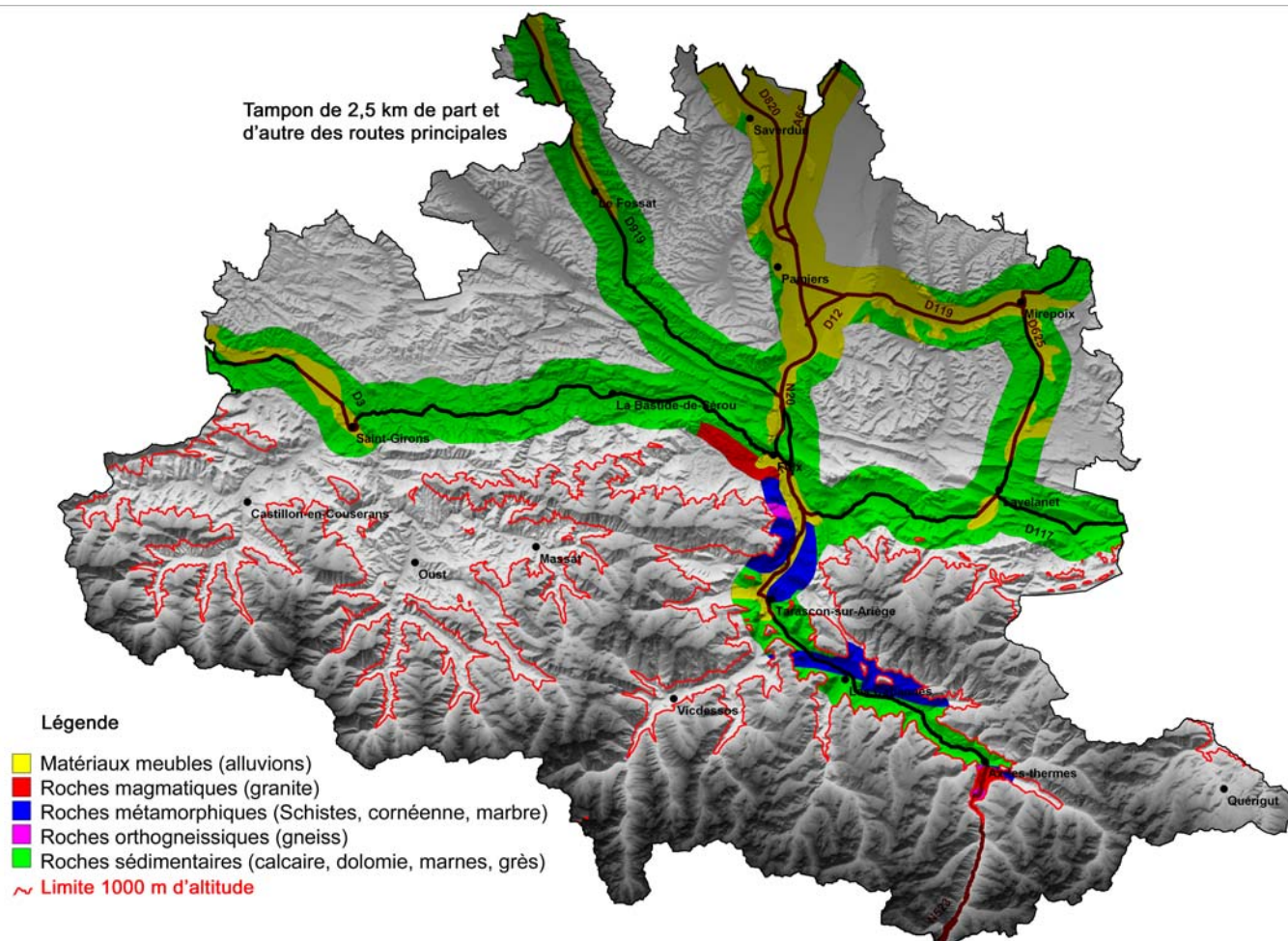


Figure 20 : Carte des gisements géologiques potentiellement exploitables (hors contraintes environnementales)

Nous suggérons la sélection de quelques carrières répondant aux objectifs, de ressource et de nuisance, dans différents types de gisements. En particulier, la recherche de formulations de bétons hydrauliques de caractéristiques usuelles pourrait être menée. Les sites pourraient être sélectionnés avec les représentants de la profession. Nous restons à votre disposition pour cette réflexion.

Toulouse, le mercredi 19 septembre 2012.

Les Chargés d'étude,

Chef de l'U.T.

Jérôme GUITTARD
Géologue

Yahya LAMFARRAJ
Géologue

Didier VIRELY
Géotechnicien

La Direction,

La Directrice Adjointe de la DALETT

Murielle GHESTEM

16. BIBLIOGRAPHIE

Granulats dans le département de l'Ariège – CETESO / BRGM – 1981 – 22 pages

Recherche de nouvelles sources de matériaux de substitution aux graves alluvionnaires – BRGM – Janvier 1998 – 87 pages

PROGRAMME ONGERE – Synthèse hydrogéologique de l'Ariège (09) – Programme d'action A1 (contexte géographique) & A2 (contexte géologique) – BRGM – 23 Janvier 2012 – 4 pages

Carte géologique au 1/50 000ème de Lavelanet – 1076

Carte géologique de la France au 1/1000000ème – BRGM

Guide d'utilisation des matériaux lorrains en technique routière – Guide calcaires – LRPC de Nancy – 35 pages

Norme XP P 18-545 – Granulats – Eléments de définition, conformité et codification – février 2004

AIDE-MEMOIRE – Code et spécification des granulats pour chaussées et bétons hydraulique - UNPG

SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES de l'ALLIER REVISE – approuvé par arrêté préfectoral du 29 juin 2012

Article « Géographie de l'Ariège » - Wikipedia

ANNEXES

**ANNEXE I : Carte au 1 / 200 000^{eme} – « Les granulats
dans le département de l'Ariège en 1980 » CETE SO /
BRGM – 1981**

Les granulats dans le département de l'Ariège en 1980

CARTE DE SYNTHESE

Ech. 1/200 000

Exploitations

(classées en fonction de leur productions en 79)

ALLUVIONNAIRES
ET MORAINES

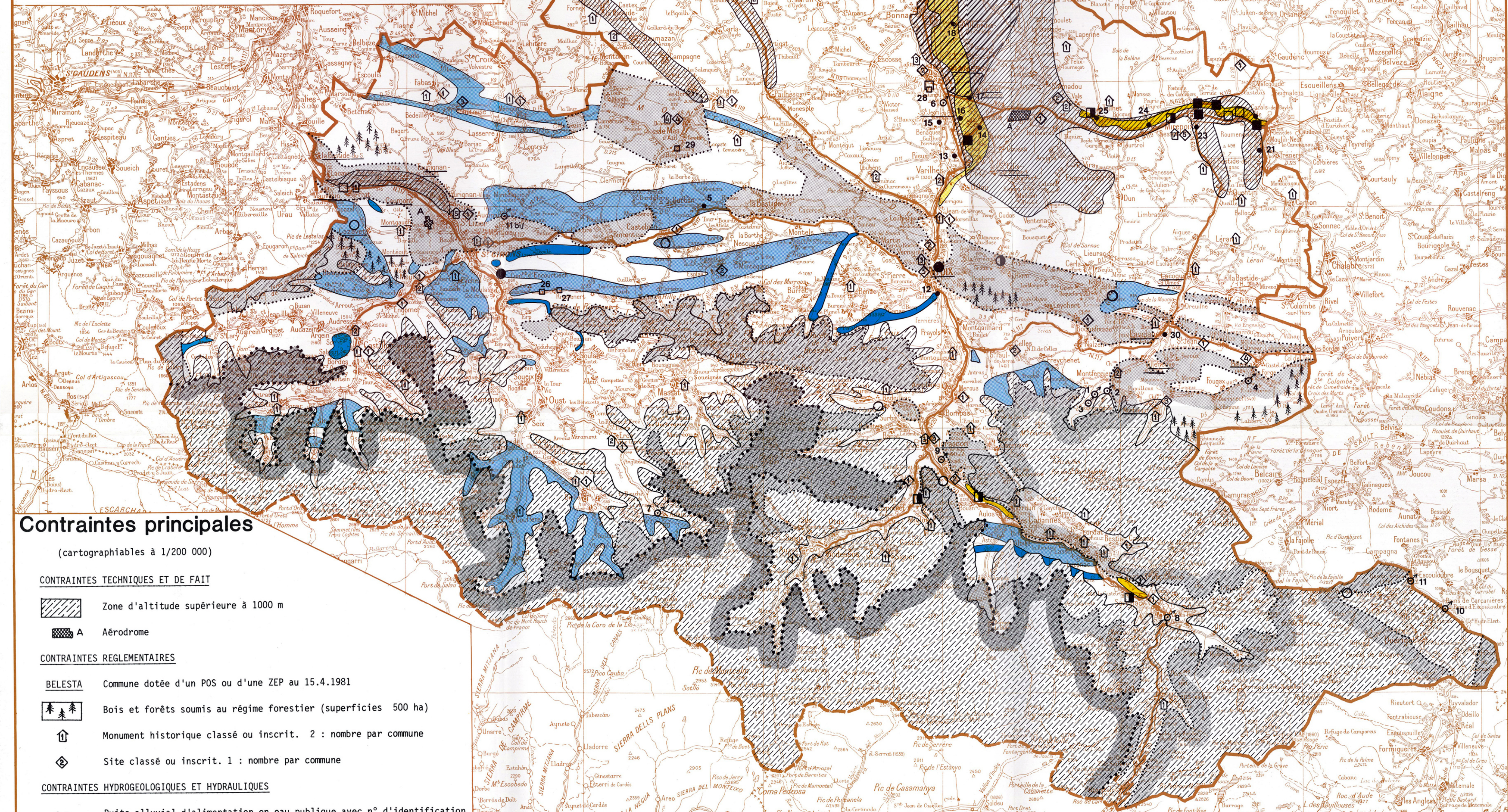
ROCHES MASSIVES
ET EBOULIS



IMPORTANTE (>50 000 T/AN)

SECONDAIRE (>10 000 T/AN)

INTERMITTENTE OU A
FAIBLE PRODUCTION



Contraintes principales

(cartographiables à 1/200 000)

CONTRAINTES TECHNIQUES ET DE FAIT

Zone d'altitude supérieure à 1000 m

A Aérodrome

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

BELESTA Commune dotée d'un POS ou d'une ZEP au 15.4.1981

Bois et forêts soumis au régime forestier (superficies 500 ha)

Monument historique classé ou inscrit. 2 : nombre par commune

Site classé ou inscrit. 1 : nombre par commune

CONTRAINTES HYDROGEOLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

Puits alluvial d'alimentation en eau publique avec n° d'identification

Source importante captée pour l'alimentation en eau publique et source thermominérale

Prise en rivière importante pour l'alimentation en eau publique

CONTRAINTES AGRICOLES

Périmètre d'irrigation collectif réalisé

Périmètre d'irrigation collectif en projet

CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT

Projet de Parc National, zone centrale

Zones pittoresques, hauts lieux d'histoire, de préhistoire, de tourisme, zones de nature à protéger

Route importante, circulation ≥ 1500 véhicules par jour, moyenne sur une année (Ministère des Transports, 1979)

Ressources



ALLUVIONS EN RIVIÈRE



ALLUVIONS EN TERRASSE



ROCHES CALCAIRES



ROCHES MASSIVES RÉSISTANTES (OPHITE, CORNÉENNES)



PAS DE ROCHE UTILISABLE

ANNEXE II : Liste des carrières en activité dans l'Ariège – année 2005

ANNEXE III : Liste des carrières en activité dans l'Ariège - année 2012

Liste des carrières autorisées en Ariège au 01/08/2012

Commune	Exploitant	Matériau extrait	Production théorique (t/an)	Date Arrêté d'autorisation	Durée d'autorisation
BEDEILHAC ET AYNAT	CUMINETTI et Fils	Calcaire	49 000	fini en déc 2009 (projet de reprise ?)	
ENCOURTIECH	SNC SOUM et Cie	Calcaire	250 000	17/01/2000	30 ans
L'HERM	CALCAIRES DU PLANTAUREL	Calcaire	149 000	15/01/1999	30 ans
ORNOLAC	AZUARA	Calcaire	20 000	11/04/2005	10 ans
RAISSAC	RESCANIERES S.A.	Calcaire	250 000	06/12/1982 (renouvellement en cours)	30 ans
SABARAT	Carrière ZAGO	Calcaire	150 000		
SEIX	MARBLE STONE PYRENEES	Marbre vert	270	09/04/2008	5 ans
LUZENAC	TALC DE LUZENAC	Talc	499 999	25/09/1990	30 ans
MANSES	SABLIERES DU RAZES	Alluvions	200 000	15/10/1991	30 ans
MONTAUT	SABLIERES MALET	Alluvions	600 000	03/08/2011	30 ans
MONTAUT	MIDI-PYRENEES GRANULATS	Alluvions	600 000 (*)	07/07/2009	30 ans
ROUMENGOUX	RESCANIERES S.A.	Alluvions	149 999	11/06/1999	30 ans
SAVERDUN	Granulats et Négoce Toulousains (GNT)	Alluvions	650 000 (**)	16/02/2011	30 ans

SAVERDUN	DENJEAN GRANULATS	Alluvions	700 000	29/06/2009	30 ans
VARILHES	Granulats et Négoce Toulousains (GNT)	Alluvions	400 000	17/08/1992	24 ans
MERCENAC (Prat de Darré)	Poterie CLAROUS	Argile	2 000	fini (dossier de renouvellement à venir ?)	
MERCENAC (Nérou)	Poterie CLAROUS	Argile	2 000	28/09/2011	30 ans
SAVERDUN	SAVERDUN TERRE CUITE	Argile	40 000	10/07/2002	30 ans
SAURAT	SARL La Pierre à aiguiser	Pierre à aiguiser	90	20/01/2005	10 ans

(*) 600 000 t/an jusqu'en 2016 et 1 000 000 t/an à partir de 2017

(**) : 650 000 t/an jusqu'en 2014, 750 000 t/an de 2015 à 2019, 850 000 t/an de 2020 à 2024 et 1 000 000 t/an à partir de 2025

ANNEXE IV : Liste des sites d'exploitation de roches massives situés dans la zone de contrainte

(2,5km de part et d'autre d'une route principale et altitude inférieure à 1 000 m)

Autres matériaux (16 sites – tous fermés)

Lithologie	Altitude	Lieu dit	Commune	Code Postal	Statut
Bauxite	560	Le Castéras	ALLIERES	9240	ferme
	570	Ancienne mine de Bauxite (à l'Est de Baqué)	LA BASTIDE DE SEROU	9240	ferme
	550	Calvets		9240	ferme
	680	Coumeloup		9240	ferme
	575	Ancienne mine de Bauxite (à l'Est de Unjat)		9240	ferme
	645	Prugnouné		9240	ferme
	670	Le Pouech (bas)		9240	ferme
	700	Le Pouech (haut)		9240	ferme
	670	Mine non exploitée (à l'Est de Coulzonne)		ROQUEFIXADE	9300
	575	L'arché d'en haut	SUZAN	9240	ferme
Gypse	590	Mines de Gypse	ARIGNAC	9400	ferme
	555	Rousseaux	BENAIX	9300	ferme
	590	Saint Louis	LESPARROU	9300	ferme
	350	Cimetière de Bonrepaux	PRAT-BONREPAUX	9160	ferme
	400	Barbu		9160	ferme
Quartz	850	Rouy (au Nord)	MERCUS-GARRABET	9400	ferme

Roches magmatiques (3 sites – tous fermés)

Lithologie	Altitude	Lieu dit	Commune	Code Postal	Statut
Dolérite	360	Stand de tir (à l'Est de Courbieu)	PRAT-BONREPAUX	9160	ferme
Granite	570	au Nord Est du cimetière	MERCUS-GARRABET	9400	ferme
Ophite	450	Parc de Palétès	SAINT GIRONS	9200	ferme

Roches métamorphiques (13 sites – tous fermés)

Lithologie	Altitude	Lieu dit	Commune	Code Postal	Statut	LA	MDE
Ampélites	540	Mine (au Nord de Touné)	CASTELNAU DURBAN	9240	ferme		
	540	Mine (au Sud de Le Sarrat)	RIMONT	9420	ferme		
Gneiss	950	Ancienne Mine	PERLES ET CASTELET	9110	ferme		
Marbre	730	Carrière (au Nord de Barry d'en Haut)	BARRY D'EN HAUT	9400	ferme		
	820	Ancienne carrière de Marbre (à Losque)	CASTELNAU DURBAN	9240	ferme		
Micaschiste	665	La Prade	SAVIGNAC LES ORMEAUX	9110	ferme	27	22
Schiste	490	Le trou de la mine	EYCHEIL	9200	ferme		
	850	Les Métairies	LASSUR	9310	ferme		
	880	Les Métairie		9310	ferme		
	770	Fourmentats	LES CABANNES	9310	ferme		
	660	près du point coté 669	LUZENAC	9250	ferme	47	28,6
	660	Bouchette	RIMONT	9420	ferme		
	550	Ancienne Mine (à l'ouest de La Calotte)		9420	ferme		

Roches sédimentaires (37 sites – 1 seul ouvert)

Lithologie	Altitude	Lieu dit	Commune	Code Postal	Statut	LA	MDE
Calcaire	810	La Ferrière	ALBIES	9310	ferme		
	550	Le Soule	BAULOU	9000	ferme	22	15
	600	Les Coffres (au Sud Est)	CADARCET	9240	ferme		
	450	Ancienne carrière (à l'Ouest de La Casace)	CASTELNAU DURBAN	9240	ferme		
	280	Ancien four à chaux	CRAMPAGNA	9120	ferme		
	500	Saint Pierre de l'Entonnoire	DREUILHE	9300	ferme		
	420	Décharge (au Sud Ouest de Laborie)	FOIX	9000	ferme		

Lithologie	Altitude	Lieu dit	Commune	Code Postal	Statut	LA	MDE
Calcaire (suite)	570	La Caranne		9000	ferme		
	400	Le moulin du Pas du Roc	GABRE	9290	ferme		
	500	Chapelle saint Joseph (à l'Est)		9240	ferme		
	480	Chapelle saint Joseph (au Sud Ouest)	LA BASTIDE DE SEROU	9240	ferme		
	510	Ancienne mine (au Sud Ouest de Vidal Mouret)		9240	ferme		
	550	Ancienne Carrière	L'AIGUILLON	9300	ferme		
	490	Goutif	LARBONT	9240	ferme		
	615	Ancienne mine (à l'Ouest de Jean Moune)		9240	ferme		
	880	La Bioucehte	LARCAT	9310	ferme		
	490	Barates	LAROQUE D'OLMES	9600	ferme		
	570	Sartout (à l'Ouest)	LAVALENET	9300	ferme		
	285	Le Roc	LEZAT SUR LEZE	9210	ferme		
	305	Peyremartet		9210	ferme		
	480	Cournet	LOUBENS	9120	ferme		
	370	Carrière (près de La Murette)	MAUVEZIN DE PRADE	9160	ferme		
	430	Lambège	MOULIS	9200	ferme		
	510	Four à chaux	ORNOLAC-USSAT	9400	ouvert		
	400	Mongautin	PRAT-BONREPAUX	9160	ferme		
	790	Ancienne mine (à l'Est de Coulzonne)	ROQUEFIXADE	9300	ferme		
	890	Roc Marot (au Sud)		9300	ferme		
	430	Gabachou (au Sud)	SAINT JEAN DE VERGES	9000	ferme	22,4	20,2
	440	Le Clos de l'Homme (bas)	SAINTE LIZIER	9190	ferme		
	450	Le Clos de l'Homme (haut)		9190	ferme		
300	Calvaire	SAINTE YBARS	9210	ferme			
620	Sembitou	URS	9310	ferme			
550	Carrière du Four à Chaud	USSAT LES BAINS	9400	ferme	27	22,6	
Dolomie	350	Saint Barthelémy, Château Ruiné	DURBAN SUR ARIZE	9240	ferme		
Grès	500	Chapelle saint Joseph (au Sud)	LA BASTIDE DE SEROU	9240	ferme		
Marnes	250	La Juliane	SAVERDUN	9700	ferme		
	570	Galeries (au Nord de Platrière)	SURBA	9400	ferme		