

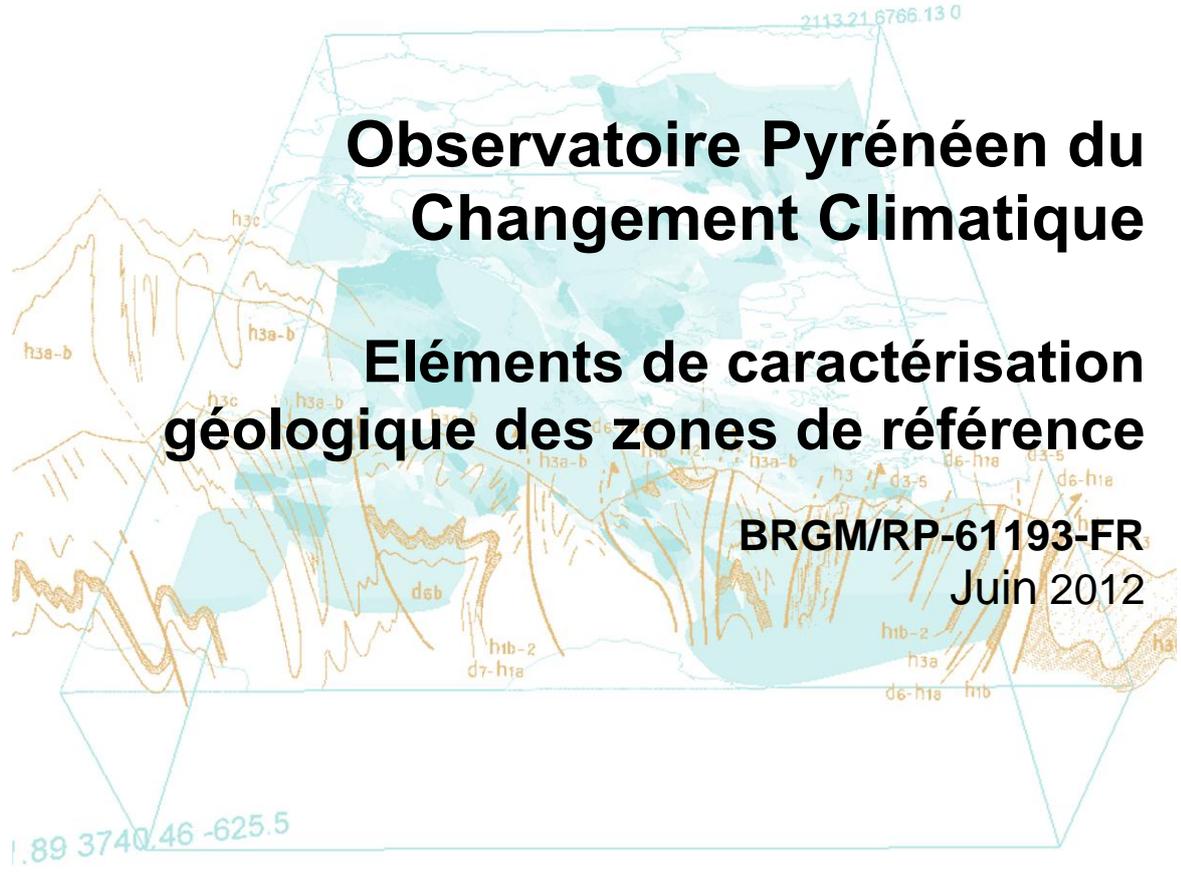
Document public



Action "Evolutions Climatiques et Forêt de Montagne" (Forêt et Risques Naturels)
Acción "Evoluciones Climáticas y Bosques de Montaña" (Bosque y Riesgos Naturales)



Partenaires / Socios :



Avec le soutien / Con el apoyo



Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique

Eléments de caractérisation géologique des zones de référence

BRGM/RP-61193-FR
Juin 2012

Étude réalisée dans le cadre du projet POCTEFA OPCC

B. Monod, I. Bouroullec, C Garnier

Vérificateur :
Nom :
Date :
Signature :

Approbateur :
Nom :
Date :
Signature :

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 : Cartes géologiques harmonisées, Pyrénées, changement climatique, mouvements de terrain.

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

Monod B., I. Bouroullec, C Garnier (2012) – Observatoire Pyrénéen du changement climatique - Eléments de caractérisation géologique des zones de référence. **Rapport BRGM/RP-61193-FR**, Juin 2012, 27 p., 10 figures.

Sommaire

1. Contexte.....	7
2. Présentation de la géologie du massif des Pyrénées.....	9
2.1. HISTOIRE GEOLOGIQUE :	9
2.2. FORMATIONS GEOLOGIQUES	10
2.3. SCHEMA STRUCTURAL	11
3. Eléments de présentation des zones de référence retenues	13
3.1. ASPRES (OU FUILLA- PY-SAHORRE) – PYRENEES-ORIENTALES	13
3.1.1. Contexte géologique général.....	13
3.1.2. Description synthétique de la zone.....	13
3.1.3. Eléments d’appréciation quant à l’intérêt de la zone.....	16
3.2. SEIX – ARIEGE.....	17
3.2.1. Contexte géologique général.....	17
3.2.2. Description synthétique de la zone.....	17
3.2.3. Eléments d’appréciation quant à l’intérêt de la zone.....	20
3.3. SAINT-BEAT – HAUTE-GARONNE	21
3.3.1. Contexte géologique général.....	21
3.3.2. Description synthétique de la zone.....	21
3.3.3. Eléments d’appréciation quant à l’intérêt de la zone.....	24
3.4. LARUNS-EAUX BONNES – PYRENEES-ATLANTIQUES	25
3.4.1. Contexte géologique général.....	25
3.4.2. Description synthétique de la zone.....	25
3.4.3. Eléments d’appréciation quant à l’intérêt de la zone.....	27

Liste des illustrations

Figure 1 : Localisation des zones de références envisagées sur la carte géologique des Pyrénées 1/400 000 (©BRGM - IGME 2008)	10
Figure 2 : Schéma structural des Pyrénées (d'après la carte géologique des Pyrénées 1/400 000 ©BRGM - IGME 2008)	12
Figure 3 : Extrait de la carte géologique harmonisée de la zone d'Aspres	14
Figure 4 : Formations présentes sur la zone	15
Figure 5 : Carte géologique harmonisée de la zone de Seix	18
Figure 6 : Formations présentes sur la zone	19
Figure 7 : Carte géologique non harmonisée de la zone de Saint-Béat	22
Figure 8 : Formations présentes sur la zone	23
Figure 9 : Carte géologique non harmonisée de la zone de Laruns - Eaux Bonnes	26
Figure 10 : Formations présentes sur la zone	26

1. Contexte

L'ensemble des scénarii développés par les experts scientifiques, au premier rang duquel le Groupe Intergouvernemental d'Etudes des Changements du Climat, conduisent à une augmentation de la concentration en Gaz à Effets de Serre, ayant ainsi pour conséquence principale attendue un réchauffement marqué du climat. Ce réchauffement induit deux impacts majeurs que sont l'augmentation des températures (vagues de chaleur estivales plus fréquentes, plus longues et plus intenses) et une modification des régimes des précipitations (davantage de précipitations intenses en hiver et des périodes de sécheresse plus longues en été).

Ces incidences trouvent un écho particulier dans la zone de montagne Pyrénéenne qui s'articule sur un axe est/ouest vraisemblablement fortement impactée par ces évolutions climatiques. Du fait de sa position géographique et de sa structure géologique, ce massif présente des conditions écologiques très contrastées et un relief très vigoureux. Les expositions diverses et les influences radicalement opposées entre l'Atlantique et la Méditerranée ainsi qu'entre les flancs français et espagnol, entraînent des conditions situationnelles très variées, les contrastes étant accentués par la diversité des substrats géologiques de ce massif boisé à plus de 50 %.

Les modifications climatiques annoncées sont donc en passe de modifier sensiblement l'évolution de ces milieux et en particulier les écosystèmes forestiers. Or, ces forêts de montagne jouent un rôle important dans la protection des enjeux socio-économiques menacés par des aléas dont on peut craindre qu'ils soient également appelés à évoluer. Épisodes torrentiels et phénomènes extrêmes accrus sont autant d'événements dont les incidences géologiques (modifications du substrat et érosion) sont susceptibles de conduire à une augmentation de la fréquence et de l'importance des aléas naturels.

La Communauté de Travail des Pyrénées (CTP) a souhaité organiser les structures administratives et scientifiques du Massif des Pyrénées autour de la compréhension et de la lutte face au changement climatique en créant l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC).

La CTP a déposé un dossier OPCC dans le cadre du Programme Opérationnel de Coopération Territoriale Espagne-France-Andorre 2007-2013 (POCTEFA) qui a été retenu. Le BRGM est partenaire du projet OPCC et co-responsable avec FORESPIR de l'Axe Forêts et Risques Naturels. A ce titre le BRGM interviendra sur la méthodologie, le choix des zones de références et des sites d'intervention, les techniques d'intervention contre les risques naturels, le rôle des forêts de protection. Le présent rapport porte sur le choix de zones de référence sur le versant français du Massif Pyrénéen.

2. Présentation de la géologie du massif des Pyrénées

2.1. HISTOIRE GEOLOGIQUE :

L'histoire géologique pyrénéenne est ponctuée par deux plissements : l'**orogénèse hercynienne** (-360 à – 290 millions d'années) et l'**orogénèse pyrénéenne** (-53 à -33 millions d'années). Les Pyrénées sont des montagnes "jeunes", qui ont pris naissance dans une mer, érigées pendant l'ère tertiaire (il y a 45 millions d'années environ).

Vers la fin de l'ère primaire, l'orogénèse hercynienne va plisser les roches sédimentaires et donner naissance à un relief plus imposant que l'actuel avec montée de matériaux profonds : massifs granitiques et métamorphiques, filons minéralisés, volcans tel le pic du Midi d'Ossau.

A l'ère secondaire, la mer inonde ce socle issu de la chaîne hercynienne avec, au Crétacé supérieur, comblement d'un fossé par des sédiments argileux et sableux : les flyschs.

Fin Crétacé supérieur, l'orogénèse pyrénéenne (collision entre la plaque ibérique et la plaque européenne) donne naissance aux Pyrénées actuelles, entre le Golfe de Gascogne (Biscaye) et le golfe du Lion (Méditerranée).

L'érosion favorisée par le climat chaud et humide du **Tertiaire** attaque la nouvelle chaîne et les rivières déposent dans le Bassin Aquitain des quantités considérables d'alluvions (sables et galets).

Au Quaternaire, ce sont de vastes glaciers qui modèlent les vallées Nord-Sud en auge (ou U), avec dépôt de moraines. Plus récemment, les gaves érodent ces vallées en V.

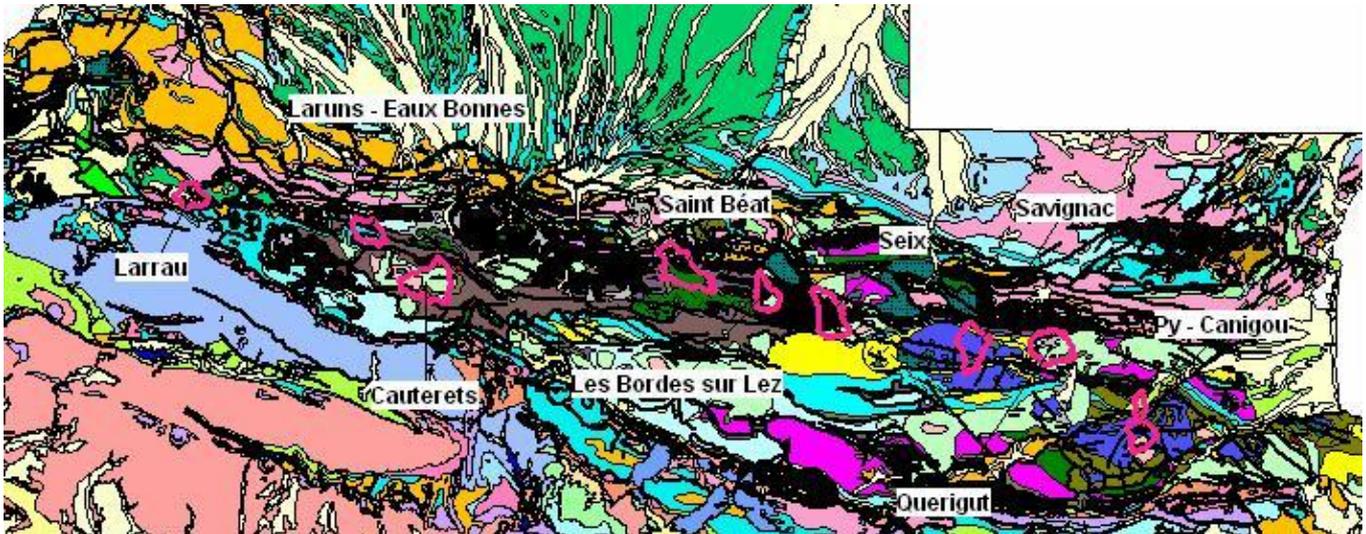


Figure 1 : Localisation des zones de références envisagées sur la carte géologique des Pyrénées 1/400 000 (©BRGM - IGME 2008)

2.2. FORMATIONS GEOLOGIQUES

Des formations les plus anciennes aux plus récentes, les Pyrénées comprennent :

- Les **gneiss et micaschistes** : il s'agit de roches métamorphiques massives, imperméables, résistantes à l'érosion et souvent minéralisées ;
- Les **granites** : ils se présentent le plus souvent en massifs circonscrits, formant des intrusions au milieu des gneiss ;
- Les formations du **Cambrien et de l'Ordovicien** sont les séries sédimentaires les plus anciennes. Elles sont surtout visibles à l'affleurement dans la zone axiale des Pyrénées et dans les massifs primaires nord-pyrénéens. Les principaux faciès sont des schistes et des calcaires. Les minéralisations y sont fréquentes ;
- Les formations du **Silurien, du Dévonien et du Carbonifère** : Les séries schisteuses et les séries calcaires y sont dominantes. Elles sont souvent minéralisées, mais le Carbonifère des Pyrénées ne contient aucun gisement de charbon exploitable ;
- **Permien et Trias** : il s'agit en général de dépôts de mers peu profondes et de lagunes, formés après la fin du plissement hercynien. Ces formations sont composées de poudingues, grès et schistes tendres, souvent de couleur rouge caractéristiques, argiles bariolées contenant du sel et du gypse. Une roche éruptive de couleur verte, l'ophite, est souvent associée aux argiles du Trias supérieur ;
- Le **Jurassique inférieur** (Lias), surtout marneux, forme des petits affleurements dans les Pyrénées ;

- Les dépôts du **Jurassique moyen au Crétacé inférieur** sont essentiellement calcaires dans la zone nord-pyrénéenne ;
- **Crétacé supérieur à Eocène** : en bordure des Pyrénées, le Crétacé supérieur débute par une épaisse série de flyschs, formée par les débris arrachés par l'érosion des Pyrénées, après les mouvements anté-cénomaniens. La sédimentation marine s'est poursuivie pendant toute cette période, donnant des alternances de calcaires et de marnes en couches souvent peu épaisses, puis à la fin de l'Eocène, des poudingues provenant de l'érosion des Pyrénées à nouveau soulevées ;
- **Oligocène** : Il s'agit de terrains principalement molassiques (marnes plus ou moins argileuses ou sableuses, avec quelques minces intercalations calcaires) formant le remplissage détritique du Bassin Aquitain ;
- **Miocène** : il est caractérisé par une accumulation de molasses analogues, par leur faciès, mais plus récentes, occupant le reste du Bassin Aquitain. A la fin du Miocène, des argiles à graviers, complètement dépourvues de calcaire, ont été étalées dans le sud du bassin par des cours d'eau originaires des Pyrénées ;
- **Pliocène** : Des argiles à graviers et à gros galets, analogues aux précédentes, sous forme de cônes de déjection en éventail, terminent le cycle sédimentaire (plateaux de Lannemezan, de Cieutat-Orignac et de Ger) ;
- **Quaternaire** : Les sédiments quaternaires n'occupent de grandes étendues que dans les vallées creusées depuis la fin du Tertiaire. Ils sont principalement formés d'alluvions caillouteuses ou limoneuses perméables, étalées par les cours d'eau en nappes toujours très peu épaisses. Les dépôts d'origine glaciaires ou fluvio-glaciaires (moraines), associés aux différents épisodes de glaciation, sont également largement présents dans les hautes vallées pyrénéennes. Enfin, la présence plus ou moins localisée de niveaux de colluvions (dépôts remaniés de versant) est à signaler, au regard notamment de leur sensibilité aux mouvements de terrain.

2.3. SCHEMA STRUCTURAL

Les Pyrénées sont subdivisées en **six zones structurales** séparées par des accidents tectoniques majeurs orientés est-ouest (du nord au sud) :

- **l'avant-pays aquitain APA** rempli par une importante épaisseur (jusqu'à 1400 m dans les Hautes-Pyrénées) dépôts molassiques, d'origine continentale, issus de l'érosion massive des Pyrénées : la bordure méridionale du Bassin Aquitain ;
- **la zone nord pyrénéenne ZNP** dans laquelle la couverture sédimentaire méso-cénozoïque, fortement plissée et faillée recouvre en discordance le socle présent sous forme de massifs dits « nord-pyrénéens ». Cette zone chevauche la suivante le long du **chevauchement frontal nord pyrénéen CFNP** ;

- la **haute chaîne primaire (ou zone axiale ZA)**, qui occupe une position orographique centrale et porte les plus hauts sommets. Elle est essentiellement composée de roches sédimentaires, éruptives ou métamorphiques anciennes, affectées par les orogénèses du cycle hercynien. Ces formations constituent le socle ancien, recouvert en discordance par des sédiments plus récents méso-cénozoïques. Cette zone est séparée de la suivante par la **faille nord pyrénéenne FNP** ;
- la **zone sous-pyrénéenne ZSP**, essentiellement composée à l’affleurement de terrains du Crétacé supérieur et du Paléogène, structurés en plis anticlinaux et synclinaux (Petites Pyrénées par exemple). Cette zone est limitée au nord par le **front nord pyrénéen FNP**, dernier chevauchement aveugle (demeuré profond) de l’édifice montagneux et au sud, par le **chevauchement frontal sud pyrénéen CFSP** ;
- à l’est, le **sillon Roussillon-Cerdagne SRC** au niveau de Perpignan ;
- au sud, l’**avant-pays de l’Ebre APE**.

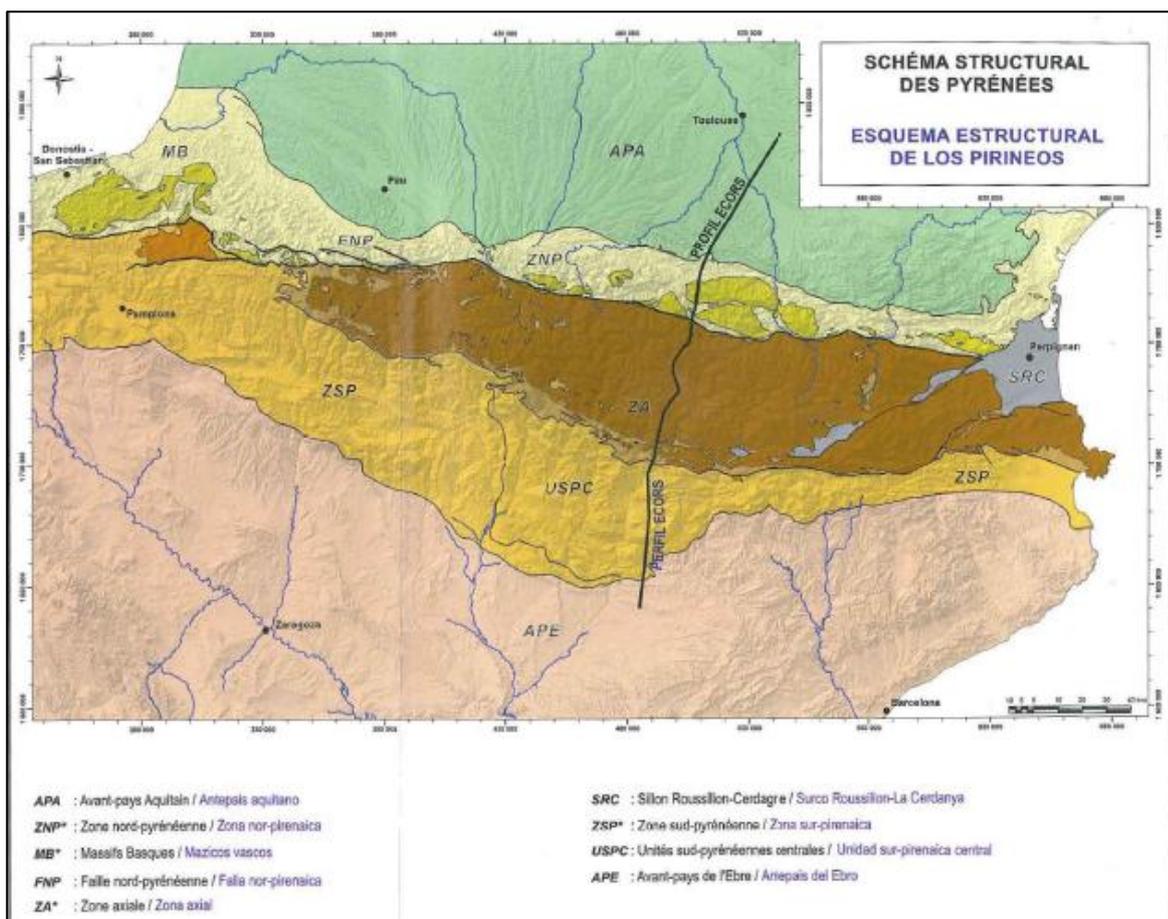


Figure 2 : Schéma structural des Pyrénées (d’après la carte géologique des Pyrénées 1/400 000 ©BRGM - IGME 2008)

3. Eléments de présentation des zones de référence retenues

Les zones de références retenues sur le versant français, sur la base d'une analyse multi-critères (variabilité altitudinale, situationnelle, foncière, nature du peuplement, géologie, présence d'aléas, etc.) sont :

- Aspres (ou Fuilla – Py – Sahorre), département des Pyrénées-Orientales ;
- Seix, département de l'Ariège ;
- Saint-Béat, département de la Haute-Garonne ;
- Laruns-Eaux Bonnes, département des Pyrénées-Atlantiques.

Les paragraphes ci-après présentent une description succincte des caractéristiques géologiques de ces zones ainsi que des éléments d'appréciation quant à leur susceptibilité vis-à-vis des phénomènes de mouvements de terrain (chutes de blocs et éboulements, glissements de terrains et coulées boueuses, érosion).

3.1. ASPRES (OU FUILLA- PY-SAHORRE) – PYRENEES-ORIENTALES

3.1.1. Contexte géologique général

La zone appartient à la partie orientale de la zone axiale des Pyrénées, avec métamorphisme de contact hercynien. La partie nord est caractérisée par la présence du sillon Roussillon-Cerdagne, empruntant la Vallée de la Têt.

3.1.2. Description synthétique de la zone

Couverture cartographique

La zone est couverte par la carte géologique départementale harmonisée des Pyrénées-Orientales, établie à l'échelle 1/50 000 (A. GENNA, 2009 – Carte géologique harmonisée du département des Pyrénées-Orientales. BRGM/RP-57032-FR, 412 p., 3 fig., 2 tableaux, 2 annexes, 3 pl. hors-texte).

Le secteur est couvert par les planches « papiers » originelles au 1/50 000 suivantes : planche n°1095 PRADES (disponible) et planche n°1099 PRATS-DE-MOLLO (non disponible - notice en cours de rédaction inédite, livraison échéance fin 2012).

Formations géologiques présentes sur la zone

Les figures n°3 et 4 présentent respectivement l'extrait de la carte géologique harmonisée sur la zone des Aspres et les formations en présence.

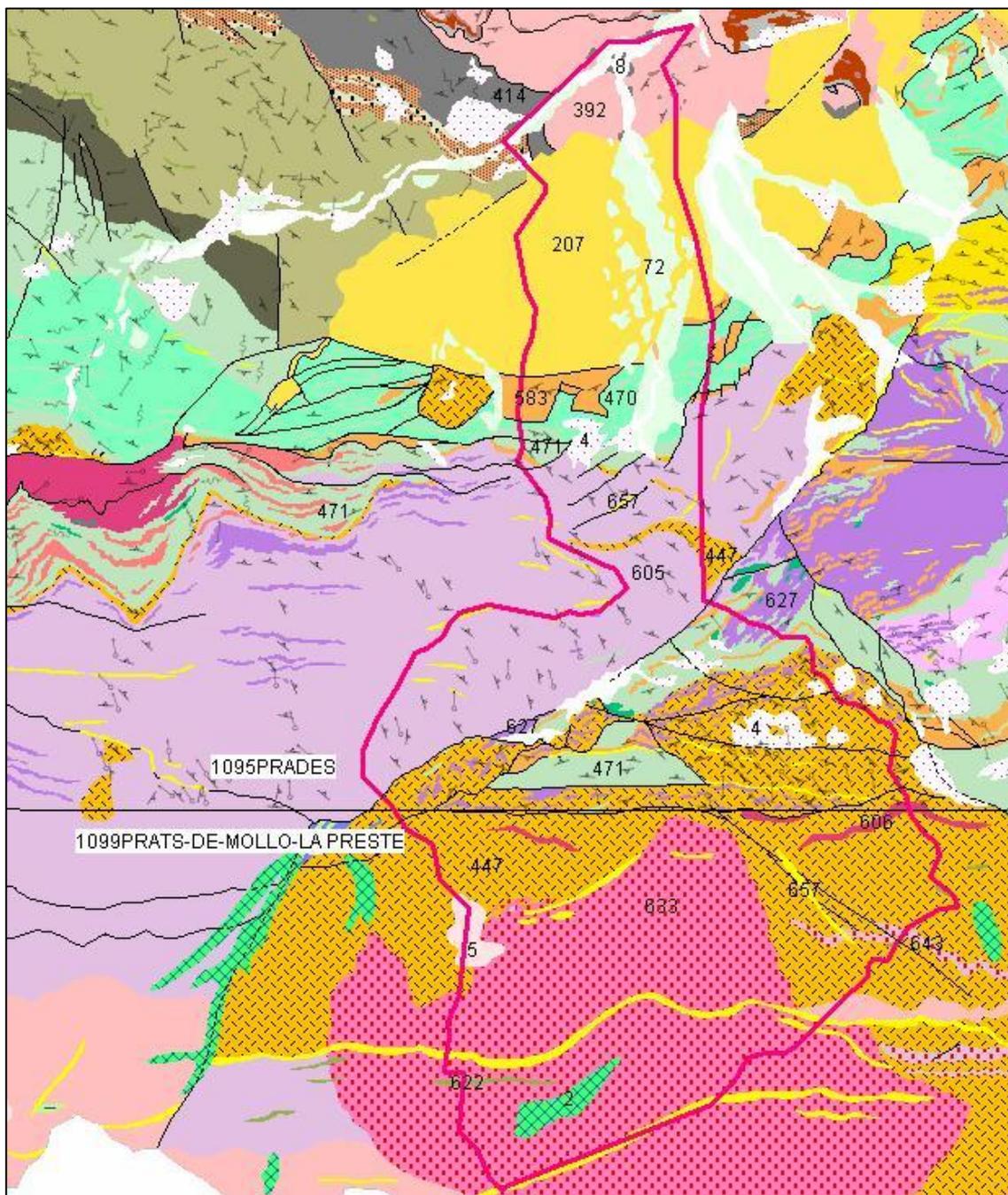


Figure 3 : Extrait de la carte géologique harmonisée de la zone d'Aspres

CODE	NOTATION	DESCRIPTION
2	pg-C	Paquet glissé et zones d'arrachements, chaos et remplissages de hautes vallées
4	E	Eboulis, brèches de versants, chaos et cônes de déjections actuels et anciens
5	A	Dépôts meubles, colluvions, Colluvions de versant
8	a2b	Alluvions récentes et actuelles, fonds de vallées et méandres
47	F(xyz)	Terrasses alluviales
72	Fy(9)	Wurm récent : alluvions, terrasses et tardiglaciaire indifférenciées
206	m1-2a	Aquitainien-Burdigalien inférieur : Formation de Marquixanes : série de sables arkosiques
207	m1-2(1)	Miocène inférieur : Formation d'Escaro : conglomérats à blocs de gneiss
382	d6-7	Dévonien supérieur : calcaire à Tentaculites, calcaires griottes
392	d4-5	Dévonien moyen : calcaires rubanés gris clair à chailles, dolomies, marbres
414	s-d	Silurien-Frasnien : schistes noirs carbonés, calcaires à encrines et shales
422	o5-6(2)	Ordovicien supérieur : conglomérats
447	o1-4ææ3	Ordovicien inférieur-moyen : orthogneiss de type Canigou : métagranites monzonitiques porphyroïdes, à feldspath de type Rapakiwi, riche en biotite
470	kC(Zb)	Cambrien : Formation de Cabrils et de Canaveilles : série grésopéltique transformée en micaschistes de cristallinité croissante, zone à biotite, schistes carbonés noirs
471	kC(Zc,a)	Cambrien : Formation de Canaveilles : série grésopéltique transformée en micaschistes, zone à cordiérite et andalousite, marbres calcaires ou dolomitiques, gneiss, quartzites, métagrauwackes, orthoamphibolites
583	ææ1-2	Orthogneiss du Canigou
600	ie(1)	Gabro-diorite, Gabros, diorites et quartz-diorites
605	ææ(4)	Orthogneiss à grands yeux de feldspath potassique
606	ææ(3)	Gneiss mésocrâtes
622	ie	Microdiorites et microdiorites quartziques
627	â12	Leucogranites alumineux à biotite et muscovite, souvent filoniens et plus ou moins apilito-pegmatitiques
633	â7	Granites porphyroïdes
643	ææ2	leptynites
657	q	Quartz

Figure 4 : Formations présentes sur la zone

Les formations représentées sur la zone sont les suivantes :

- Formations quaternaires et « sub-actuelles » (n°2 à 72). On distingue en particulier les formations dites « de versant » (paquets glissés, éboulis et colluvions), témoins de processus de remaniement dans les pentes, des formations alluviales (terrasses plus ou moins anciennes) que l'on retrouve plutôt dans les vallées ;
- Formations tertiaires (n°206 et 207), représentées en premier lieu par la formation d'Escaro (roches sédimentaires continentales : conglomérats à blocs de gneiss). La série de Marquixanes est marquée par des dépôts plutôt sableux mais au sein desquels, des niveaux silto-argileux peuvent être présents ;
- Formations paléozoïques (n°382 à 471) : les principales formations représentées sont les calcaires rubanés du Dévonien moyen, les orthogneiss de l'Ordovicien et la formation de Canaveilles (série grésopéltique transformée en micaschistes) ;
- Formations gneissiques, éruptives et magmatiques (n°583 à 643), représentées notamment par des orthogneiss et des granites porphyroïdes ;
- Formations diverses (n°657, quartz).

3.1.3. Eléments d'appréciation quant à l'intérêt de la zone

Variabilité géologique

La zone est caractérisée par une variabilité assez marquée : présence de formations sédimentaires continentales (conglomérats), de formations métamorphiques d'origine sédimentaire (grès et pélites transformés en micaschistes) et d'origine magmatique (Orthogneiss), de formations magmatiques plutoniques (granites), etc.

Sensibilité vis-à-vis des mouvements de terrain

La zone comprend le versant Nord de la vallée de la Têt (la limite septentrionale s'arrête sur la rivière éponyme), connue pour les instabilités des terrains, notamment dans les schistes paléozoïques (470 : Cambrien - Formation de Cabrils et de Canaveilles : série grésopélitique transformée en micaschistes de cristallinité croissante).

Les conglomérats à blocs de gneiss, et dans une moindre mesure les orthogneiss, sont susceptibles d'être à l'origine de phénomènes de chutes de blocs d'ampleur variable, tandis que les séries grésopélitiques métamorphisées en micaschistes sont dans l'ensemble propices aux mouvements de terrain, et en premier lieu aux glissements de terrain en fonction notamment de leur altération.

De la même façon, les massifs granitiques peuvent s'avérer favorables à une activité mouvements de terrain pénalisante, en fonction notamment (outre la topographie) de l'état de fracturation et d'altération de la matrice rocheuse.

Les terrains de couverture (formations quaternaires et sub-actuelles) sont globalement propices aux instabilités, au regard tout particulièrement de leur cohésion dans l'ensemble limitée et de leur sensibilité aux variations de teneur en eau (alluvions, colluvions, etc.). Dans la partie sud de la zone, la carte géologique fait apparaître la présence de « *paquets glissés et zones d'arrachements* », témoignant de désordres qui pourraient laisser suspecter de possibles instabilités affectant le substratum constitué d'orthogneiss (en lien notamment avec son état d'altération, etc).

En lien avec les mouvements de terrain, les risques sur la zone sont par ailleurs étroitement liés aux épisodes pluvieux à caractère exceptionnel s'abattant sur le Pic du Canigou et sur les massifs environnants, entraînant régulièrement crues torrentielles, inondations, débâcle de boue, etc. Les vastes et abrupts bassins versants d'altitude des affluents de la Têt peuvent entraîner une montée des eaux très rapide dans les gorges exutoires de ces vallées, montée des eaux potentiellement favorable au déclenchement d'instabilités de terrain (celles-ci venant alors grossir le transport solide, composante destructrice essentielle en période de crues marquées et favorisant lui-même le pouvoir érosif des cours d'eau).

3.2. SEIX – ARIEGE

3.2.1. Contexte géologique général

La zone appartient à la partie centrale de la zone axiale des Pyrénées et se singularise par la présence d'une série marine datant du Dévonien.

3.2.2. Description synthétique de la zone

Couverture cartographique

La zone est couverte par la carte géologique départementale harmonisée de l'Ariège, établie à l'échelle 1/50 000 (Genna A., 2008 – Carte géologique harmonisée du département de l'Ariège. Notice technique. Rapport final. BRGM/RP-56473-FR, 423 p., 3 fig., 2 tabl., 3 ann., 3 pl. hors-texte).

Le secteur est couvert par les planches « papiers » originelles au 1/50 000 suivantes : planche n°1074 ST-GIRONS (disponible) et planche n°1086 AULUS-LES-BAINS (disponible).

Formations géologiques présentes sur la zone

Les figures n°5 et 6 présentent respectivement l'extrait de la carte géologique harmonisée sur la zone de Seix et les formations en présence.

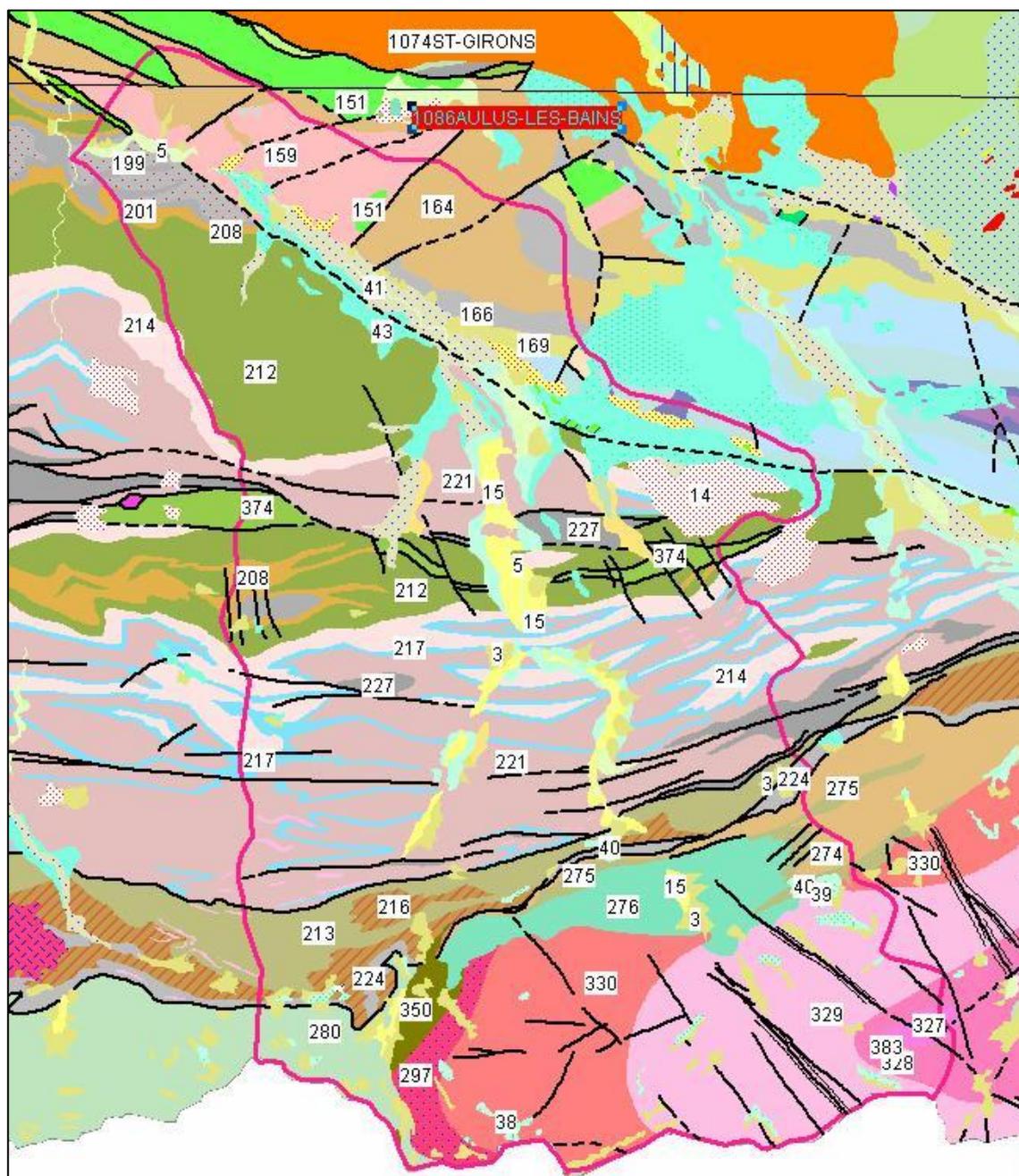


Figure 5 : Carte géologique harmonisée de la zone de Seix

NOTATION	DESCRIPTION	CODE_LEGEND
Fz(1)	Actuel et moderne : alluvions des basses plaines, ruisseaux et rivières, graviers et limons, coulée boueuse, loupes de glissement	5
FL	Alluvions lacustres et fluvio-lacustres	10
K	Colluvions et alluvions : formations occupant le fond des dépressions karstiques	13
E	Périglacière à Actuel : éboulis lités périglaciaires et éboulis récents, dépôts de pentes périglaciaires	14
FGy	Alluvions anciennes remaniées, alluvions remaniant les moraines du stade de retrait	15
Ey	Eboulis fixés contemporains de la phase de retrait des glaciers	16
FG(8)	Moraines d'altitude : moraines du Postglaciaire récent	37
FG(7)	Moraines d'altitude : moraines du Postglaciaire ancien	38
FG(6)	Moraines d'altitude : moraines du Tardiglaciaire	39
FG(5)	Moraines d'altitude : moraines du stade de retrait	40
FG(4)	Alluvions des obturations latérales et alluvions remaniant les moraines du maximum glaciaire	41
FG(2)	Moraines du stade d'extension glaciaire maximum	43
FG(1)	Moraines de la phase d'expansion	44
c2-3	Turonien-Coniacien : flysch à fucoides : brèches, calcarénites et calcschistes	130
n6aA	Albien inférieur : calcaires subcrétacés à Algues Floridiées (faciès de Vimport), calcaires marneux et calcschistes, marnes noires, "Cornéennes" et marbres noirs	151
n5b(1)	Aptien supérieur : calcaires à Mesorbitolina parva, M. minuta, M. texana, Pseudochofatella cuvillieri et Floridiées (faciès urgonien), calcschistes	159
n5b	Aptien supérieur : calcaires marneux et calcschistes, Calcaires à Iraquia simplex, Mesorbitolina parva, Toucasia carinata, Offneria rhodancia (faciès urgonien), calcaires massifs	160
n4b-n5	Barrémien supérieur : calcaires à annélides, Trocholina aptiana, Palorbitolina lenticularis, calcaires marmorisés	164
n4	Barrémien : marbres clairs du Tuc de l'Adosse, calcaires à Palaeodictyoconus cuvillieri (faciès urgonien)	166
n1-3	Néocomien : calcaires jaunes à Bryozoaires, calcaires graveuleux à Pfenderia neocomiensis, Valdanchella miliani, calcaires roux en plaquettes, à Choffatella pyrenaica, calcaires à	169
j6-7	Kimméridgien-Tithonien : brèches, marbres dolomitiques et marbres du pic de Grantès, marbres (Labouche), dolomie grise et noire	170
j1-5D	Dogger et Oxfordien : marbres dolomitiques blancs, dolomies noires, dolomies cristallines, calcaires dolomitiques, calcaires à Trocholines, oncolites	177
i3-4	Pliensbachien et Toarcien : calcaires oolithiques ferrugineux, marnes et calcaires gréseux, brachiopodes, marbres noirs et schistes noirs, lumachelles, gryphées, pecten	182
h2b-3	Viséen supérieur et Namurien : pétilles à débit schisteux, passées gréseuses	199
h1-2	Tournaisien-Viséen : jaspes sombres (lydiennes à nodules phosphatés), schistes silteux et quartzites, calcaires rubanés à Conodontes, lydienne	201
d5-7	Givétien supérieur-Famennien : calcaires amygdalaires, calcaires griottes, calcschistes	208
d4-5	Dévonien moyen : shales noirs, schistes violets et calcschistes, calcaire à entroques, avec minces lits silteux, calcaires à algues, calcaires flamés	212
d3-4	Emsien supérieur-Eifélien : pétilles bleutées à intercalation de calcaire crinoïdique	213
d3	Emsien : dolomies, Schistes gris-vert, calcaires bleus	214
d2-3	Praguien-Emsien : Série du Pic d'Ourtiset, calcaire de Salau, calcaire dolomitique, calcaires bleus à entroques	216
d2	Lochkovien-Praguien : calcaires gris crinoïdique	217
d1	Lochkovien : alternance de schistes et de calcaires, Série du Pic d'Ourtiset	221
s3-d1	Silurien supérieur-Lochkovien : alternance silto-carbonatée, calcaire à entroques à la base	224
s	Silurien : indifférencié, schistes carbonés, amphiéites et shales noirs, série de La Fajolle, calcaires noduleux, pétilles, Schiste à andalousite-chiastolite	227
kc	Cambrien : série de Gérard. Phyllades (pic de Cerda)	274
kb	Cambrien : série de Gérard. Alternance silto-carbonatée	275
ka	Cambrien : série de Gérard. Schistes et grès (cirque de Gagatelle)	276
k1-3	Cambrien : séries de la Pallaresa et des Trois-Seigneurs. Formation d'Evol indifférenciée : complexe schisto-gréseux	280
3a3	Paléozoïque : monzogranite à biotite localement à phénocristaux de feldspath potassique peu abondants	297
ã18	Massif de Bassiès : leucogranite	327
ã17	Massif de Bassiès : monzogranite à biotite et muscovite	328
ã6	Monzogranite à biotite	329
ã16	Massif de Bassiès : monzogranite à tendance granodioritique	330
ei	Diorite, diorites quartziques, microdiorite, diorite-gabbro quartzifère à hornblende	350
æ2	Gneiss, Gneiss à sillimanite et feldspath potassique, métatexites, Gneiss à deux micas et feldspath alcalin	359
ÿ	Ophite	374

Figure 6 : Formations présentes sur la zone

Les formations représentées sur la zone sont les suivantes :

- Formations quaternaires et « sub-actuelles » (n°5 à 44) ;
- Formations mésozoïques (n°130 à 182), représentées par des niveaux calcaires présents dans la partie nord de la zone ;
- Formations paléozoïques (n°199 à 297), principalement représentées par des niveaux schisto-gréseux, des schistes et grès de la série de Gérard, une alternance de schistes et de calcaires (série du Pic d'Ourtiset) ;
- Formations gneissiques, éruptives et magmatiques (n°327 à 374), avec en premier lieu des massifs granitiques (massif de Bassiès) et des ophites.

3.2.3. Eléments d'appréciation quant à l'intérêt de la zone

Variabilité géologique

La zone est caractérisée par une variabilité assez marquée : présence de formations magmatiques plutoniques (granites de Bassiès dans la pointe septentrionale de la zone), de formations sédimentaires dans certaines ont été métamorphisées (calcschistes de l'Aptien dans la partie nord de la zone),

Sensibilité vis-à-vis des mouvements de terrain

La zone est caractérisée par une forte représentation spatiale de terrains schisto-gréseux anciens (paléozoïques), et de fait probablement plus ou moins altérés, et propices aux circulations d'eau ; ces caractéristiques induisant une sensibilité intrinsèque aux instabilités.

Les reliefs granitiques mais également les formations calcaires peuvent s'avérer favorables à une activité mouvements de terrain pénalisante (chutes de blocs et/ou glissements de terrain), en fonction notamment (outre la topographie) de l'état de fracturation et d'altération de la matrice rocheuse, de l'importance des circulations souterraines et, pour ce qui concerne les formations sédimentaires, de l'orientation de la stratification.

Les formations superficielles (alluvions et colluvions, moraines d'altitude), du fait de leur hétérogénéité et sensibilité aux variations de teneur en eau, sont favorables à une activité préférentiellement de type glissements de terrain.

Par ailleurs, l'activité torrentielle est importante au sein des bassins versants intéressant la zone, les cônes de déjection anciens pouvant de façon plus ou moins exceptionnelle être remobilisés à l'occasion d'événements pluvieux particuliers. Les mouvements de terrain affectant les parties hautes et intermédiaires des bassins versants contribuent de façon significative à cette activité torrentielle.

3.3. SAINT-BEAT – HAUTE-GARONNE

3.3.1. Contexte géologique général

La zone appartient à la partie centrale de la zone axiale des Pyrénées et se singularise par un contexte fluvio-glaciaire prépondérant associé au contact avec la faille nord-pyrénéenne.

3.3.2. Description synthétique de la zone

Couverture cartographique

La carte géologique harmonisée du département de la Haute-Garonne n'est pas disponible (échéance prévisionnelle fin 2012). Un document de travail est toutefois susceptible d'être utilisé pour les besoins de l'étude.

Le secteur est par ailleurs couvert par les planches « papiers » originelles au 1/50 000 suivantes (toutes disponibles) : n°1072 ARREAU, n°1073 ASPET et n°1085 PIC DE MAUBERME.

Formations géologiques présentes sur la zone

Les figures n°7 et 8 présentent respectivement l'assemblage des cartes géologiques disponibles sur la zone de Saint-Béat et les formations en présence.

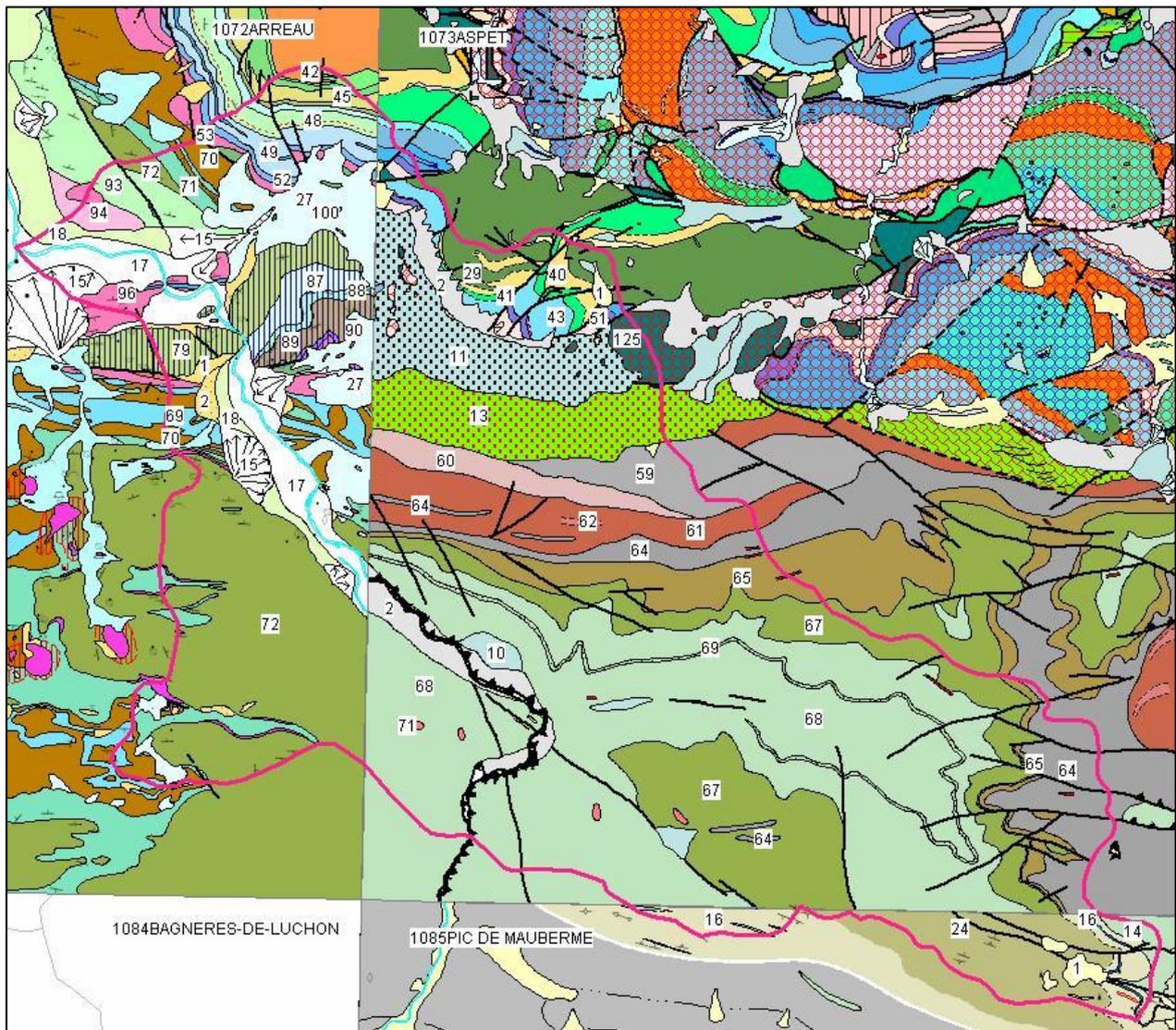


Figure 7 : Carte géologique non harmonisée de la zone de Saint-Béat

Éléments de caractérisation géologique des zones de référence - OPCC

CODE	NOTATION	DESCRIPTION
1	E	Eboulis actuels ou très récents
2	Ey	Eboulis fixés contemporains des moraines basses des grandes vallées
10	G(1)	Quaternaire - Moraines locales des avants-monts nord-pyrénéens et du glacier du Ribérot
11	G(2)	Quaternaire - Moraines du glacier de la Garonne (2 stade glaciaire)
13	c2-3F(4)	Mésozoïque - Roches sédimentaires : Calcschistes d'Uchertein - olistolites de Grès rouge
14	S	Silurien, Shales noirs
15	Jz	Cônes de déjection post-glaciaires et tardi-glaciaires
16	Sd	Ordovicien supérieur, Grès passant au sommet à des schistes gréseux bleu-noir
17	Fzb	Basse terrasse inondable post-glaciaire
18	Fza	Basse terrasse tardi-glaciaire non inondable
24	Sac	Dans l'ouest de la feuille, formations détritiques rubanées, non différenciées en l'absence du calcaire de Betaillou
26	Gz	Moraines tardi-glaciaires
27	Gy	Moraines du 2ème stade glaciaire
28	Gx	Moraines du 1er stade glaciaire, d'extension maximum
29	n6b-dBr(1)	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Flysch noir, ardoisier, de la Ballongue (Albien moyen à Cénomaniens inférieurs) (ZNP interne) : olistolites de calcaires urgoniens
40	n6-7a	Gargasien à Albien basal. Calcschistes du Gargasien et marnes noires à Hypacanthopiles du Gargasien-Albien basal
41	n1-4	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Calcaires urgoniens puis calcaires à Annélides (Barrémien) Marnes de Franczal (Valanginien inférieur) Calcaires à Trocholines et Dasycladés
42	n6U	Gargasien à Albien basal. Calcaires urgoniens, à Toucasia et Floridiées encroûtantes
43	n5-6a	Bédoulien à Gargasien basal. Marnes à Deshayesites
44	j7	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Dolomies grises et noires et brèches à éléments dolomitiques (Titonien)
45	n4	Barrémien. Calcaires urgoniens à Toucasia, calcaires à Annélides
46	n1	Berriasien supérieur. "Brèche limite", calcaires à Trocholines et Dasycladacées
47	j9	Portlandien. Dolomies et dolomies bréchiques
48	j7-8	Kimméridgien. Calcaires argileux noirs à Lituoliés et Exogyra virgula et/ou dolomies
49	jD	Aalénien à Oxfordien. Dolomies noires fétides.
50	j5-6	Aalénien à Oxfordien. Calcaires oolithiques et graveleux à grandes Trocholines de l'Oxfordien supérieur
51	l1-2	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Lias inférieur - Calcaires à microrythmes et calcaires oolithiques (Sinémurien) : calcaires et brèches dolomitiques (Hettangien)
52	l5-8	Lias moyen à supérieur. Marnes noires à Hildoceras et Lumachelles du Toarcien à Gryphaea sublobata, marnes à Amaltheus du Domérien, calcaires roux du Carixien
53	l1-4	Hettangien à Lotharingien. Dolomies, calcaires à microrythmes, calcaires graveleux brèches
54	l	Mésozoïque - Roches magmatiques : métabasites alcalines mésocrétacées
56	t3-6	Trias moyen. Dolomies sombres, calcaires
57	t1-2	Trias inférieur. Poudingue quartzeux, grès, argilites
59	h1-2	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : jaspes sombres (lydiennes à nodules phosphatés), schistes silteux et quartzites (Tournaisien, Viséen)
60	d5-7	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : calcschistes, calcaires noduleux et calcaires "griottes" (Dévonien sup.) (Givétien, Frasien, Famennien)
61	d1-4	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : Schistes, calcschistes, calcaires, calcaires dolomitiques (Dévonien inférieur à moyen) (Lochkovien, Pr
62	d2-3	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : calcaires bleus à entroques (Praguien, Emsien)
64	s	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : schistes carbonés, ampélites et shales noirs (Silurien)
65	o6	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : schistes bleus, schistes rubanés fins (Ashgill)
66	o6(1)	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : dalle calcaire, calcschistes, schistes troués
67	o5	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : schistes et pélites rubanées, quartzites, grès grauwackeux, conglomérats (Caradoc)
68	k-o	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Zone axiale et écaïlle bordière de Sérau : schistes et pélites rubanées, siltites, grès fins (Cambro-Ordovicien)
69	d1-3C	Dévonien inférieur à moyen. Calcaires, calcschistes
70	d1-3	Dévonien inférieur à moyen. Schistes
71	S	Silurien. Schistes noirs, carbonés, pyriteux
72	o1-6	Ordovicien indifférenciés. Schistes
75	Q	Paléozoïque et Néoproterozoïque - Massifs de Milnas : quartz
79	j-n	Dogger à Albien inférieur indifférenciés. Calcaires marmoréens
80	n4-7a	Barrémien-Aptien-Albien inférieur. Calcaires marmoréens indifférenciés
87	j7-9	Kimméridgien-Portlandien. Dolomies et calcaires marmoréens
88	j7-8(2)	Kimméridgien. Calcaires marmoréens noirs
89	j1-6	Dogger-Oxfordien. Dolomies et calcaires marmoréens
90	l5-9Ko	Lias moyen et supérieur-Aalénien. "Cornéennes" indifférenciées
91	l1-4(2)	Lias inférieur. Calcaires marmoréens
93	nfb	Micaschistes à biotite
94	Mfb	Migmatites de micaschistes à biotite
96	M	Migmatites "fondamentales"
97	M(C)	Cipolin
98	mM	Migmatites mylonitisées
99	Úó	Episyénite (Eup)
100	li	Ophites (diabases, dolérites, microgabbros)
102	Úóá	Porphyrite splittique
103	ó	Rhyolite
110	á3Mbm	Granite monzonitique à biotite et muscovite
114	j7(surch)	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Dolomies grises et brèches à éléments dolomitiques (Titonien)
116	j6(surch)	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Calcaires noirs à Lituoliés, dolomies noires, 1- brèches à éléments calcaires et dolomitiques (Kimméridgien)
117	jD(surch1)	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Dolomies noires cristallines à intercalations calcaires (Aalénien à Oxfordien)
121	l1-2(surch1)	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Lias inférieur - Calcaires à microrythmes et calcaires oolithiques (Sinémurien) : calcaires et brèches dolomitiques (Hettangien)
122	l5-7(surch)	Mésozoïque - Roches sédimentaires - Trias supérieur : argilites versicolores, gypses, calcaires chamois, cagneules (Keuper, Rhétien)
125	d(surch)	Mésozoïque - Roches magmatiques : dolérites (ophites) (Trias terminal - Lias inférieur)

Figure 8 : Formations présentes sur la zone

Les formations représentées sur la zone sont les suivantes :

- Formations quaternaires et « sub-actuelles » : 1 à 11 (moraines du glacier de la Garonne), 15 (cônes de déjection - cônes torrentiels, d'éboulis, d'avalanches ou mixtes), 17,18 (alluvions fluvio-glaciaires), 26 à 28 (dépôts post-glaciaires et tardi-glaciaires);
- Formations mésozoïques (n°13, 29 à 57, 79 à 91, 114 à 125), représentées en particulier par des calcschistes, des dolomies et calcaires ;
- Formations paléozoïques (n°14, 16, 24, 59 à 75) : les principales formations représentées sont des grès, des schistes et calcschistes, ainsi que des calcaires et calcaires dolomitiques ;
- Formations gneissiques, éruptives et magmatiques (n°93 à 96, 98 à 110), représentées notamment par des micaschistes, des migmatites, des ophites et granites monzonitiques ;
- Formations diverses (n°97) : Cipolin.

3.3.3. Eléments d'appréciation quant à l'intérêt de la zone

Variabilité géologique

La zone est caractérisée par une forte variabilité géologique: présence de formations sédimentaires (dépôts morainiques du glacier de la Garonne très développés, cônes de déjection et d'éboulis assez fréquents, etc.), gneissiques, magmatiques. Les parties nord et sud de la zone sont caractérisées par leur métamorphisme. La partie sud (amont) est ainsi principalement représentée par des matériaux schisteux, au niveau de l'échelle bordière de Sérau.

Sensibilité vis-à-vis des mouvements de terrain

La forte représentation spatiale des dépôts fluvio-glaciaires laisse à penser que la zone pourrait être concernée par une activité mouvements de terrain relativement importante. Les matériaux morainiques entraînés par les glaciers de vallées (largement représentés) ainsi notamment que les colluvions et dans une moindre mesure les tabliers d'éboulis imparfaitement stabilisés, présentent en effet des caractéristiques géotechniques médiocres, les rendant sensibles aux variations de teneur en eau et aux terrassements inappropriés.

Les formations schisteuses peuvent s'avérer être le siège d'instabilités d'ampleur variable, en fonction en particulier de leur altération et de l'importance des circulations souterraines dont elles sont l'objet.

Les formations gneissiques et éruptives sont quant-à-elles intrinsèquement plus particulièrement propices aux phénomènes de chutes de blocs et éboulements.

3.4. LARUNS-EAUX BONNES – PYRENEES-ATLANTIQUES

3.4.1. Contexte géologique général

La zone appartient à la partie centrale de la zone axiale des Pyrénées et se singularise par la prédominance de formations mésozoïques.

3.4.2. Description synthétique de la zone

Couverture cartographique

La zone est couverte par la carte géologique départementale harmonisée des Pyrénées-Atlantiques, établie à l'échelle 1/50 000 (A. GENNA, 2007 – Carte géologique harmonisée du département des Pyrénées-Atlantiques. BRGM/RP-55408-FR, 392 p., 3 fig., 2 tableaux, 2 annexes, 3 pl. hors-texte).

Le secteur est par ailleurs couvert par les planches « papiers » originelles au 1/50 000 suivantes : planche n°1069 LARUNS-SOMPORT (disponible) et planche n°1070 ARGELES-GAZOST (disponible).

Formations géologiques présentes sur la zone

Les figures n°9 et 10 présentent respectivement l'assemblage des cartes géologiques disponibles sur la zone de Laruns-Eaux-Bonnes et les formations en présence.

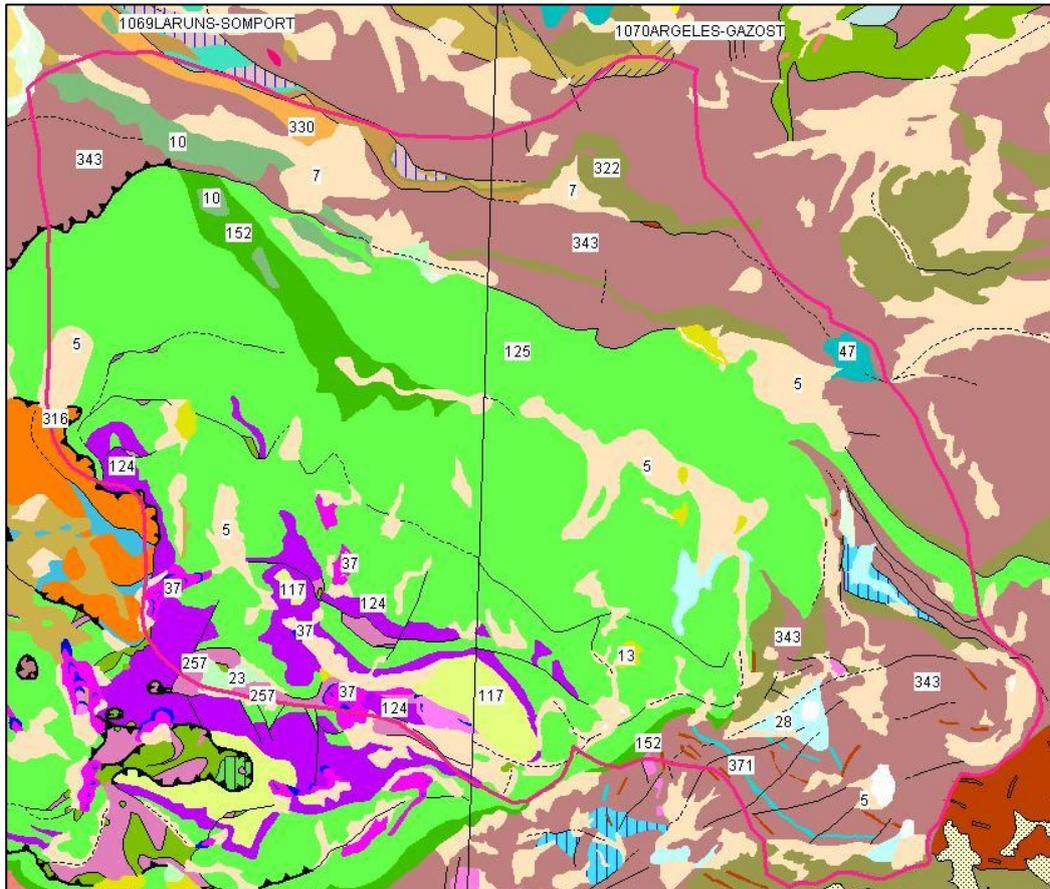


Figure 9 : Carte géologique non harmonisée de la zone de Laruns - Eau Bonnes

CODE	NOTATION	DESCRIPTION
5	E	Eboulis actuels ou récents : cônes d'éboulis, limons et loess masquant parfois les terrasses, remaniement de moraines
7	C	Colluvions : limons soliflués, loess colluvionnés, colluvions de fond de vallons, limons, sables argileux, coulées boueuses, écroulements
10	FGy	Alluvions remaniant des moraines du stade de retrait
13	LT	Comblement alluvial de cuvettes, alluvions lacustres, replats marécageux
19	Fz	Alluvions fluviales actuelles, subactuelles et Würm, sables, argiles, tourbes, galets, graviers, limons
23	FJz	Cônes de déjection tardi à postglaciaires
28	Gzb	Arcs et cordons du postglaciaire ancien
30	arcs	Arcs et cordons morainiques du tardiglaciaire et du postglaciaire
35	GzbM	Moraines d'altitude postglaciaire ancien
37	GzaM	Moraines d'altitude tardiglaciaire
38	GyM	Moraines anciennes en position basse : moraines du stade de retrait
47	GxM	Stade d'extension maximum
117	c5(1)	Campanien : Flysch argilo-gréseux, calcaires lités
124	c4b	Santonien supérieur : calcaires à Silex
125	c4(5)	Santonien : calcaire gréseux, bioclastiques, subécritaux, dolomies
152	c1-3(1)	Cénomarien-Turonien-Coniacien : calcaires gréseux, calcaires micritiques, dolomies
257	l3-7	Keuper et Muschelkalk indifférenciés (Est du gave d'Aspe)
303	h2-4	Viséen-Westphalien : schistes et grès psamitiques à débris de végétaux
305	h1b-3(3)	Tournaisien supérieur - Namurien : calcaires amygdalaires et calcaires noirs à laminites, à intercalations de pélettes et grès
311	h(1)	Carbonifère : formation calcaire-schisteuse de Cambasque
313	d7b-h1	Famennien terminal-Tournaisien : lydennes, amérites
316	d6-7	Dévonien supérieur : calcaires et grès, quartzites, pélettes et grès de la série du pic Lariste
322	d4-7(1)	Dévonien moyen et supérieur : calcaires non subdivisés
323	d4-7	Dévonien moyen et supérieur : calcaires marmoréens et dolomies, calcaires à polyliers
330	d3-5	Emsien-Eifélien-Givétien : pélettes à lits gréseux
338	d1-4	Eodévonien : calcaires marmoréens
343	d	Dévonien : pélettes et grès, calcaires, calcaires à entroques, grauwackes, calcaires à grottes
361	P	Paléozoïque indéterminé : Quartzites, schistes et calcaires
368	γ(1)	Ophiolites triasiques à tardotriasiques
371	la	Lamprophyres et diabases en dykes et sills
397	l86	Microgranites, rhyolites
398	ā	Granite

Figure 10 : Formations présentes sur la zone

Les formations représentées sur la zone sont les suivantes :

- Formations quaternaires et « sub-actuelles » (n°5 à 47) : éboulis actuels ou récents, alluvions fluvio-glaciaires, moraines, cônes de déjection ;
- Formations mésozoïques (n°117 à 257), représentées en particulier par des calcaires gréseux, des dolomies, des calcaires à silex et des flyschs argilo-gréseux ;
- Formations paléozoïques (n°303 à 361) : les principales formations représentées sont des formations calcaires ainsi que des pélites à lits gréseux ;
- Formations gneissiques, éruptives et magmatiques (n°368 à 398), représentées notamment par des dykes et sills de Lamprophyres.

3.4.3. Eléments d'appréciation quant à l'intérêt de la zone

Variabilité géologique

La zone est caractérisée par une variabilité géologique assez marquée, avec en particulier la présence de nombreuses formations sédimentaires sub-actuelles à paléozoïques (forte représentation spatiale de calcaires gréseux et dolomies). Des formations gneissiques, éruptives et magmatiques sont également présentes mais de façon sensiblement plus marginales.

Sensibilité vis-à-vis des mouvements de terrain

La présence sur la zone de nombreuses formations calcaires (susceptibilité marquée vis-à-vis des chutes de blocs) et de matériaux quaternaires (glissements de terrain et instabilités rocheuses) s'avère propice à une activité mouvements de terrain et « torrentielle » importante.

Les matériaux fluvio-glaciaires sont souvent sensibles à une activité glissement de terrain dès lors que les pentes deviennent significatives : phénomène de solifluxion mais également instabilités plus profondes, évolution en coulées boueuses, etc. La résistance de ces matériaux est par ailleurs faible et leur confère une forte vulnérabilité aux phénomènes érosifs, dès lors que la couverture végétale est absente ou insuffisante.

Les formations triasiques, hétérogènes et assez largement représentées, sont réputées pour leur instabilité chronique (glissements de terrain, affaissements et effondrements, chutes de blocs, etc.).



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
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