



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

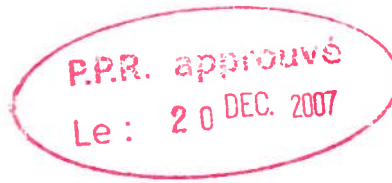
Ministère de l'Écologie
du Développement
et de l'Aménagement
Durables

PREFECTURE DE LA HAUTE-GARONNE

Direction
Départementale
de l'Équipement

Haute-Garonne

Service Risques
et Sécurité



PPR GARONNE SUPERIEURE

Communes de ARGUT-DESSOUS,
ARLOS, CHAUM, CIERP-GAUD,
ESTENOS, EUP, FOS, LEZ, MARIGNAC,
MELLES et SAINT-BEAT.

**RISQUES INONDATION,
MOUVEMENTS DE TERRAIN**

Volet 1 : NOTE DE PRÉSENTATION DU BASSIN DE RISQUES



NOVEMBRE 2007 - Dossier 17-31-Y-881



Conformément à l'article 3 du décret du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, ce dossier est organisé autour des trois volets suivant :

↳ **Volet 1 : Note de présentation du bassin de risque**

↳ **Volet 2 : Note communale**

↳ **Volet 3 : Zonage réglementaire et règlement**

- ① **Volet 1** – Cette note vise à présenter l'aire d'étude du PPR prescrit pour les 11 communes de : ARGUT-DESSOUS, ARLOS, CHAUM, CIERP-GAUD, ESTENOS, EUP, FOS, LEZ, MARIGNAC, MELLES, SAINT-BEAT.
- ② **Volet 2** – La note communale décrit la méthodologie et l'approche utilisées pour la réalisation des cartes d'aléas et enjeux.
Les cartes d'aléas et enjeux sont jointes à ce volet.
- ③ **Volet 3** – Le zonage réglementaire et le règlement visent à prévenir les risques en réglementant l'occupation et l'utilisation des sols.
Il délimite les zones dans lesquelles sont définies les prescriptions réglementaires.
La délimitation des zones résulte de la confrontation de la carte des aléas et de l'appréciation des enjeux.
Les cartes du zonage des risques est jointe à ce volet.

SOMMAIRE

I	PREAMBULE.....	4
	I.1 Portée du PPR et dispositions générales.....	4
	I.2 Contexte.....	5
II	POURQUOI UN PPR ?.....	7
	II.1 Risque Inondations et crues torrentielles.....	7
	II.2 Risque Mouvements de terrain.....	8
	II.3 Risque Avalanches.....	9
III	PRESENTATION DE L'AIRE D'ÉTUDE.....	10
	III.1 Contexte géographique et hydrographique.....	10
	III.2 Cadre géomorphologique, géologique, hydrogéologique et géotechnique.....	12
	III.2.1 Géomorphologie du bassin.....	12
	III.2.2 Géologie.....	13
	III.2.3 Caractéristiques géotechniques.....	16
IV	LES PHENOMENES NATURELS.....	20
	IV.1 Les inondations.....	20
	IV.1.1 Les précipitations locales.....	20
	IV.1.2 Les crues de la Garonne et de ses affluents.....	21
	IV.1.3 Un document régional : l'atlas des zones inondables.....	22
	IV.1.4 Effets et conséquences du phénomène.....	23
	IV.2 Les crues torrentielles.....	23
	IV.3 Les mouvements de terrain.....	24
	IV.3.1 Glissements localisés.....	24
	IV.3.2 Phénomènes de solifluxion.....	25
	IV.3.3 Coulées boueuses.....	25
	IV.3.4 Chutes de masses rocheuses.....	25
	IV.3.5 Facteurs d'instabilité.....	26
	IV.4 Les avalanches (données RTM).....	31
	IV.4.1 Les différents types d'avalanches.....	32
	IV.4.2 Les mécanismes de déclenchement des avalanches.....	33
V	LES ALEAS.....	34
	V.1 L'aléa inondation.....	34
	V.1.1 Rappel : la doctrine du MEDD.....	34
	V.1.2 Rappel du contexte réglementaire.....	35
	V.1.3 L'analyse hydrogéomorphologique.....	36
	V.1.4 Les niveaux d'aléa.....	36
	V.1.5 Les crues de référence.....	37
	V.1.6 Difficultés rencontrées.....	39
	V.2 L'aléa crue torrentielle.....	41
	V.2.1 Caractéristaion des niveaux d'aléa.....	41
	V.2.2 Qualification des aléas.....	42
	V.3 L'aléa mouvements de terrains.....	43
	V.3.1 Définition.....	43
	V.3.2 Phénomènes de référence.....	43
	V.3.3 Qualification des aléas.....	43
	V.3.4 Limites et incertitudes.....	49
	V.4 L'aléa avalanche (données RTM).....	50
	V.5 Documents cartographiques.....	50

VI LES ENJEUX FACE AUX PHENOMENES NATURELS	51
VI.1 Contenu de l'étude	51
VI.2 Méthodologie	51
VI.3 Documents cartographiques	51
VII ZONAGE REGLEMENTAIRE ET REGLEMENT	52
VII.1 Principes généraux	52
VII.2 Le zonage inondation	52
VII.2.1 La zone rouge	53
VII.2.2 La zone violette	53
VII.2.3 La zone jaune	54
VII.2.4 La zone bleue	54
VII.3 Le zonage mouvement de terrain	55
VII.3.1 Dispositions applicables en zone d'interdiction (zone rouge)	55
VII.3.2 Dispositions applicables en zone de contraintes fortes (zone violette)	55
VII.3.3 Dispositions applicables en zone d'autorisations sous conditions (zone bleue)	55
VII.4 Le zonage avalanche (d'après service RTM)	56
VIII LA CONCERTATION	57
VIII.1 Organisation	57
VIII.2 Information - Concertation	57
IX LE S.I.G.	58
X CONCLUSION	59
XI ANNEXES	60
ANNEXE 1 : ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES	61
1 Documents de type législatif ou réglementaire	61
2 Documents à caractère méthodologique	62
3 Documents spécifiques	63
ANNEXE 2 : RECENSEMENT DES RÉUNIONS	64
1 Réunions générales / Comité de Suivi / Réunions techniques	64
2 Réunions communales	65
ANNEXE 3 : LISTE DES SERVICES CONTACTES	66
ANNEXE 4 : METHODE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE - NOTE MÉTHODOLOGIQUE	67
ANNEXE 5 : CARTE GÉOLOGIQUE	71

I PREAMBULE

I.1 PORTÉE DU PPR ET DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

La loi du 2 février 1995 (article L.562-1 du Code l'Environnement [A1], [A2]), a créé les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) qui constituent aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'Etat en matière de prévention des risques naturels. Le PPR se veut un outil simple et adapté en travaillant préférentiellement par bassin de risque à partir de la connaissance actuelle[B4].

On reprendra la définition du PPR du MEDD dans une note du 10 septembre 2002 :

« Le PPR relève de la responsabilité de l'Etat. Son objet est de cartographier les zones soumises aux risques naturels et d'y définir les règles d'urbanisme, de construction et de gestion qui s'appliqueront au bâti existant et futur. Il permet également de définir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à prendre par les particuliers et les collectivités territoriales.

Les études nécessaires sont financées par le ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD).

L'élaboration du PPR, par les Directions Départementales de l'Equipement (DDE), de l'Agriculture (DDAF) ou les Services de Restauration des Terrains en Montagne (RTM), se conclut par la définition des zones inconstructibles ou constructibles sous conditions particulières et des mesures à prendre pour sauvegarder les habitations et activités existantes en zones à risque. Après enquête publique et consultation des collectivités territoriales, le préfet du département approuve le PPR qui, valant servitude d'utilité publique annexée au Plan Local d'Urbanisme (ou POS), s'impose à la délivrance des autorisations de construire par les maires.

Le Plan de Prévention des Risques s'est substitué à plusieurs instruments antérieurs qui n'avaient pas atteint les objectifs de prévention escomptés : les Plans d'Exposition aux Risques (PER) créés par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, les périmètres de risque pris en application de l'article R.111-3 du Code de l'Urbanisme, les PSS, etc. »

Le PPR est un document d'urbanisme et une servitude d'utilité publique contrairement à la carte informative des zones inondables [C7] qui est un document informatif.

Le PPR est un document réglementaire opposable qui a pour vocation d'imposer des contraintes à l'occupation du sol dans les zones exposées en définissant des mesures d'interdictions ou des prescriptions adaptées. L'Etat n'étant pas le seul acteur de la prévention, le PPR est un outil qui sert à intégrer le risque dans les documents régissant l'occupation du sol afin d'aider les communes ou les groupements de communes à définir une stratégie de protection et d'aménagement.

Le PPR se compose de trois documents [B1], [B2] :

- une note de présentation, une note communale,
- des documents graphiques,
- un règlement.

En matière de zones inondables, les **circulaires du 24 janvier 1994 et du 24 avril 1996** définissent les principes suivants :

- Interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses où, quels que soient les aménagements, la sécurité des personnes ne peut être garantie intégralement et les limiter dans les autres zones inondables ;
- Eviter tout endiguement ou remblaiement qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés ;
- Préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues pour ne pas aggraver les risques pour les zones situées en amont et en aval ;
- Sauvegarder l'équilibre des milieux dépendant des petites crues et de la qualité des paysages souvent remarquables du fait de la proximité de l'eau et du caractère encore naturel des vallées concernées.

I.2 CONTEXTE

En application des dispositions réglementaires en vigueur, le Préfet de la Haute-Garonne a prescrit par arrêté en date du :

- 29 mars 1995 l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles Garonne Supérieure pour la commune de SAINT-BEAT,
- le 16 juillet 1999 pour les communes de ARGUT-DESSOUS, ARLOS, CHAUM, CIERP-GAUD, EUP, FOS, LEZ, MARIGNAC et MELLES ;
- le 17 février 2000 pour la commune d'ESTENOS.

Ce PPR qui a concerné les risques inondations, crues torrentielles, mouvements de terrain (chutes de pierres, glissement de terrain) et avalanches a été instruit par le service Risques et Sécurité (nouvellement appelé Service Risques et Sécurité) de la Direction Départementale de l'Équipement de Haute-Garonne.

Il porte sur les risques suivants :

- **Inondations de plaine :**
 - à Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Estenos, Eup, Fos, Lez, Melles et Saint-Béat par la Garonne
 - à Cierp-Gaud par la Pique,
 - à Marignac par la Garonne et la Pique.
- **Crues torrentielles :**
 - à Argut-Dessous par le torrent d'Esabos
 - à Arlos par les torrents du Rieu Sec et de la Batch
 - à Chaum par le ravin du Gard
 - à Cierp-Gaud par les torrents de l'Escaleres et de Bayernos
 - à Eup par les ruisseaux des Argeles et des Artigales
 - à Fos par les ruisseaux du Mouras et de la Batch
 - à Lez par le torrent du Lez
 - à Marignac par le ruisseau de Burat
 - à Melles par le ruisseau de Barridère, du Maudan et des nombreux ruisseaux le long de la route de Labach
 - à Saint-Béat par le ruisseau du Rieu Sec.

- **Mouvements de terrain** (chutes de blocs et glissements de terrain) :

- à Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles et Saint-Béat.

- **Avalanches** :

- à Melles uniquement.

Le Plan de Prévention des Risques Naturels Garonne supérieure qui a concerné les risques inondation, crues torrentielles, mouvements de terrain et avalanches a été réalisé une première fois en 2001.

Le service Eau et Environnement de la Direction Départementale de l'Équipement de Haute-Garonne instruisit le dossier, la réalisation de l'étude était confiée au bureau d'étude BETURE-CEREC. Le service de Restauration des Terrains en Montagne de la Haute-Garonne fut associé aux prestations concernant la définition des risques crues torrentielles, mouvements de terrain et avalanche. L'étude a été finalisée en mai 2001.

A l'issue de l'enquête publique, le commissaire enquêteur a donné un avis favorable à l'approbation du PPR en émettant toutefois des réserves sur le fond et la forme de l'étude suite aux observations des habitants des diverses communes et des élus.

Sur cet avis, la Direction Départementale de la Haute Garonne a missionné le CETE SO pour expertiser le dossier du PPR dans sa partie inondation et le service RTM pour la partie mouvements de terrain, avalanche et crue torrentielle.

Suite aux conclusions de ces expertises, il a été décidé de reprendre les points contestés de l'ancien PPR lors de l'enquête publique, mais aussi de l'adapter aux nouvelles directives du ministère en matière d'évaluation des aléas dont les zones inondables et les crues torrentielles.

Le document présent constitue l'aboutissement de la démarche du CETE du Sud-Ouest, conformément à la commande.

Celui-ci vise à préciser :

- la démarche de l'étude ; méthodologie mise en œuvre, ...
- les résultats obtenus, leurs limites et inconnues persistantes

Il s'accompagne de divers documents cartographiques et d'un SIG.

II POURQUOI UN PPR ?

II.1 RISQUE INONDATIONS ET CRUES TORRENTIELLES

Les inondations représentent un phénomène naturel largement répandu à la surface du globe. Elles sont à la fois les plus fréquentes et les plus nuisibles en termes de perte de vie humaine et de dégât matériel.

Si l'on analyse l'histoire récente du phénomène inondation, on peut bâtir un catalogue continu de catastrophes, chaque décennie ayant apportée sa part d'événements exceptionnels, de telle sorte qu'aucune région de France ne fut épargnée.

- 1910 : la Seine à Paris
- 1940 : la Têt à Perpignan
- 1957 : l'Arc, le Guil et l'Ubaye
- 1958 : le Gardon d'Anduze
- 1968 : la Rivière Neuve à Toulon
- 1980 : la Loire à Brive Charensac
- 1988 : Nîmes
- 1995 : nord-est de la France
- 2001 : département de la Somme
- 1930 : le Tarn à Moissac
- 1947 : la Moselle à Pompey
- 1958 : le Gardon d'Anduze
- 1960 : la Vézère à Montignac
- 1974 : Corte
- 1982 : la Charente
- 1992 : Vaison la Romaine
- 1996 : l'Orb dans l'Hérault
- 2002 : Sommière, les départements 30, 34

Contrairement à certaines idées reçues, ce risque ne cesse de croître, en dépit de dispositions réglementaires et de travaux engagés sur les principaux cours d'eau depuis le siècle dernier en raison notamment de l'extension de l'urbanisation dans les plaines alluviales.

Cette situation résulte certainement en partie d'une trop grande confiance accordée par les aménageurs aux travaux de protection (digues, barrages, ...), à la défaillance de la mémoire collective qui tend à oublier rapidement les grandes crues passées et à la plus grande mobilité des hommes qui les conduit de plus en plus à s'installer dans des régions qui leurs sont étrangères et dont ils ignorent les dangers.

La vallée de la Garonne a subi de nombreuses crues. Des archives départementales permettent de dater, par exemple, approximativement, des grandes crues historiques de la Garonne : 1258, 1397, 1413, 1436, 1507, 1750, 1772, 1777, 1835, 1875, 1897, 1925, 1952, 1977, 1981, 1982, 1992, ...

Cette liste montre la fréquence relativement élevée des crues inondantes de la Garonne. Sur la zone d'étude la mémoire locale et les laisses de crue relevées concernent principalement les événements de la Garonne mais aussi de la Pique et du Burat pour les années 1875, 1897 et 1977.

La loi du 2 février 1995 (article L.562-1 du Code l'Environnement [A1], [A2]), a créé les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) afin d'éviter d'une part l'aggravation des zones à risques par la méconnaissance du risque et d'autre part pour mettre en œuvre des mesures de protection sur l'existant et préserver les zones d'expansion de crue.

II.2 RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les mouvements de terrain constituent généralement des phénomènes ponctuels, de faible ampleur et d'effets limités. Mais par leur diversité et leur fréquence, ils sont néanmoins responsables de dommages et de préjudices importants et coûteux.

Afin de réduire ces effets et d'éviter les dommages, l'Etat français mène une politique de prévention qui prend en considération ces risques dans l'aménagement du territoire et les documents d'urbanisme. Parmi les plus importants mouvements de terrain dévastateurs, on recense :

- 1248 : l'écroulement du Mont Granier près de Chambéry fit plusieurs milliers de morts
- 1756 : un séisme en Chine déclenche des glissements de terrain qui provoquent la mort d'environ 100 000 personnes
- 1881 : en Suisse, un éboulement de 10 millions de mètres cubes détruit la ville d'Untertal et une partie de celle d'Elm et cause la mort de 115 personnes
- 1988 : à Pétopolis (70 Km de Rio de Janeiro), des coulées de boues dues à des pluies torrentielles ensevelissent 160 personnes et obligent 10 000 personnes à évacuer les habitations menacées.

En France chaque année l'ensemble des dommages occasionnés par des mouvements de terrain d'importance et de type très divers (glissements de terrain, éboulements, effondrements, coulées de boue...), ont des conséquences humaines et socio-économiques considérables. Les coûts consécutifs à ces dommages s'avèrent très élevés et les solutions sont encore trop souvent apportées au coup par coup.

Les zones soumises aux mouvements de terrain les plus spectaculaires en France sont surtout les régions de montagne (les Alpes et de façon moindre, les Pyrénées), en raison de l'existence de reliefs très contrastés et de conditions climatiques rigoureuses.

Environ 7000 communes françaises sont menacées par ce risque dont un tiers avec un niveau de gravité fort vis-à-vis des populations.

Les principaux accidents relatifs à ce risque sur le sol français sont recensés dans la liste qui suit :

- 1961 : Clamart (Hauts-de-Seine) : un effondrement se produit sur plus de 8 hectares au-dessus d'une ancienne carrière souterraine de craie, provoquent la mort de 21 personnes.
- 1970 : Plateau d'Assy (Haute-Savoie) : une coulée boueuse détruit le sanatorium de Praz-Coutant (71 victimes)
- 1980 : Grand Ilet, cirque de Salazie(Réunion) : un glissement de terrain et une coulée boueuse font 10 victimes
- 1987 : Modane (Savoie) : une coulée de boue envahit la ville : 40 MF de dommages
- 1994 : Salle-en-Beaumont (Isère) : le glissement de terrain a fait 4 victimes et détruit plusieurs habitations
- 2000 : Montjoly (Guyane)

Les archives communales et celles du service R.T.M. rendent compte de la localisation et de l'atteinte à des degrés divers de l'habitat par des chutes de blocs. Des événements sans impact sur des biens mobiliers et/ou immobiliers non mentionnés dans les archives ont été relevés lors d'études confiées à des cabinets spécialisés.

Globalement, les principales chutes de rochers sont recensées pour la commune de Saint Béal : de 1911, 1946, à 1998, au Nord-Ouest de la commune, en bordure de la Garonne et de la route départementale N°44. A mentionner aussi quelques zones à risques concernant les chutes de pierres, pour la commune de Cierp-Gaud aux lieux-dits Saint-Estèphe, Muna, ou bien encore au Nord-Ouest du village. A noter aussi, les éboulements et autres glissements de terrains sur les communes de Marignac et de Melles.

II.3 RISQUE AVALANCHES

Les avalanches sont en France, des catastrophes naturelles qui occasionnent environ 500 victimes par an. Le nombre annuel de victimes individuelles est élevé (en moyenne une trentaine), en raison notamment des accidents liés à la pratique des sports d'hiver.

L'histoire nous montre que les phénomènes catastrophiques d'avalanches en France sont nombreux et ont été recensés dans tous les massifs montagneux français.

- 1132 : Destruction du monastère de la Grande Chartreuse, 7 morts
- 1405 : Valfroide (La Grave, Hautes-Alpes), 14 victimes
- 1447 : Ornon (Oisans), 38 maisons détruites et 6 victimes
- 1448 : Vénosc (Oisans), 38 maisons détruites et 6 victimes
- 1601 : Villages pyrénéens de Chèze et de Saint-Martin rasés, 107 morts
- 1681 : Abriès (Queyras), 57 maisons détruites, 11 victimes
- 1749 : Huez (Isère), village emporté, 38 morts
- 1757 : Villard-de-Vallouise (Hautes-Alpes), village détruit et 27 victimes
- 1788 : Molines (Queyras), 43 maisons détruites et 21 victimes
- 1806 : Talau (Pyrénées), 64 victimes
- 1810 : Fontpedrouse (Pyrénées), 27 morts
- 1881 : Tignes (Savoie), 11 victimes
- 1895 : Orlu (Pyrénées), 15 victimes
- 1934 : Village d'Ortipario (Corse) détruit
- 1942 ; Saint-Colomban-des-Villards (Savoie), 7 victimes
- 1970 : Chalet de l'UCPA (Val d'Isère) balayé, 39 morts
- 1995 : Peisey-Nancroix (Savoie), 7 chalets ensevelis, pas de victimes
- 1999 : Hameau de Montroc à Chamonix, 12 morts et 14 chalets détruits

Une des raisons de ce phénomène est l'explosion, à partir des années cinquante, de ces nouveaux sports hivernaux, la construction qui s'ensuit des stations de ski et l'aménagement de la montagne. Certaines habitations montagnardes ont notamment été implantées dans des zones avalancheuses. La catastrophe de février 1970 (chalet UCPA à Val d'Isère emporté par une avalanche, bilan de 39 morts et 37 blessés) a impulsé en France une véritable politique de sécurité en montagne (recherches sur la connaissance des phénomènes, cartographie des avalanches, prévision et réglementation...)

Ainsi trois domaines ont été définis en zone montagneuse, présentant une forte vulnérabilité humaine vis-à-vis des avalanches : les terrains où sont pratiqués les sports de montagne, les zones habitées et les voies de communication.

En termes de prévision du risque d'avalanches, il demeure, malgré les progrès faits en nivologie (science de la neige) et météorologie alpine, toujours difficile de prévoir. L'incertitude demeure dans la localisation exacte de leur départ, de leur trajet et dans la prévision du moment précis de leur déclenchement.

On peut souligner que les pouvoirs publics ont fourni de considérables efforts pour assurer une sécurité maximale des usagers tant pour le domaine skiable que pour les routes et les habitations, ce qui explique en grande partie la stabilité du nombre de victimes annuelles alors que la fréquentation hivernale s'est considérablement accrue.

Dans la zone qui nous concerne, une importante avalanche s'est produite dans la nuit du 03 au 04 avril 1895. D'une violence inouïe, elle a détruit de fond en comble quatre maisons d'habitations et environ vingt-cinq granges du hameau de Lagouade, commune de Melles.

III PRESENTATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

III.1 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

Voici les caractéristiques de la zone d'étude du PPR :

La surface (cf. carte)

La totalité du territoire représenté par les communes de Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles, et Saint-Béat que couvre le PPR correspond à une aire de 13 214 hectares.

Les cours d'eau étudiés:

L'étude porte sur plusieurs cours d'eau dont deux principaux :

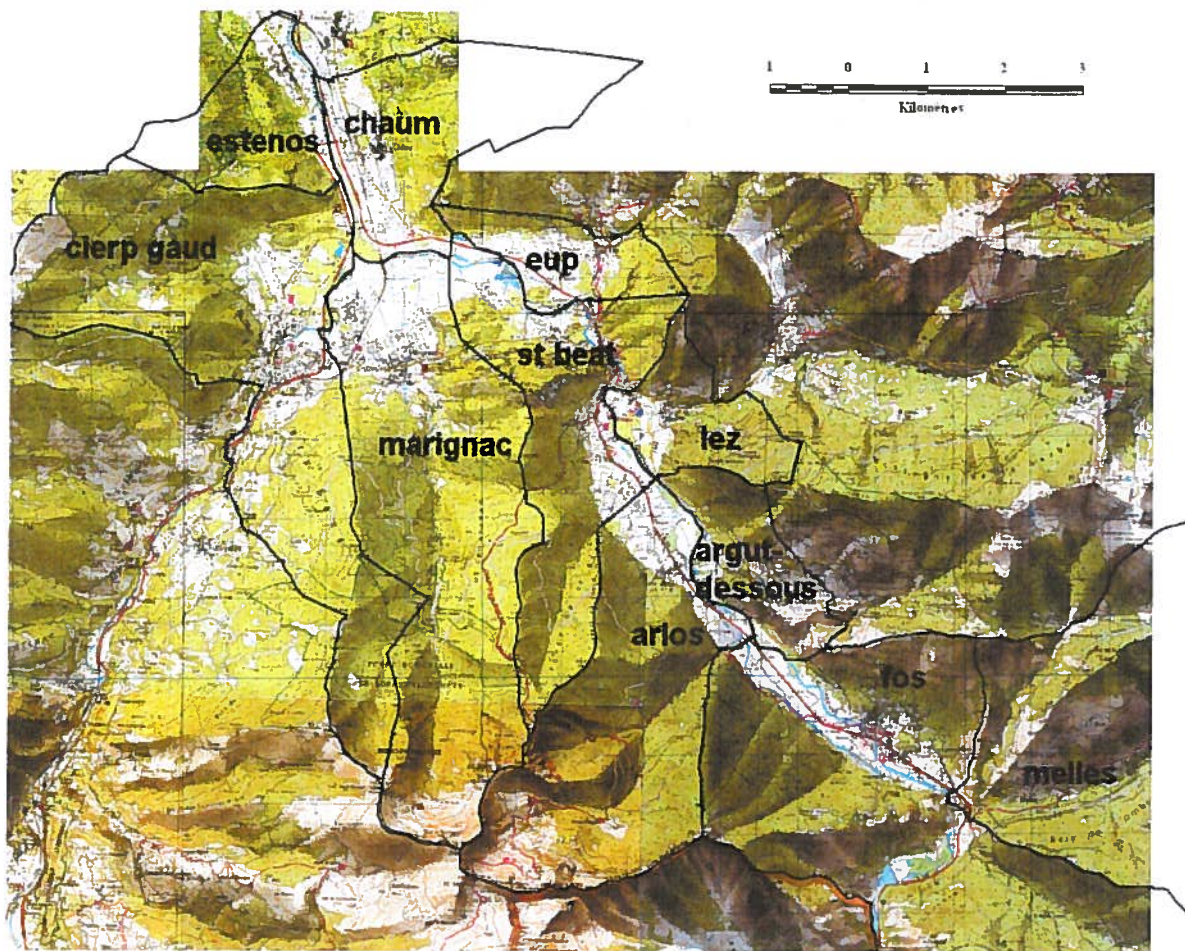
- La Garonne
- La Pique

Les autres cours d'eau sont de type torrentiel, il s'agit de :

- du Riou Sec à arlos
- ruisseau de la Batch (ou torrent de Boucouas) à Arlos et fos
- ruisseau de la goutte de Béusse et de Maudan à fos
- du Lèz sur la commune de Lez
- du Gar à Chaum
- de l'Argeles à Eup
- du ruisseau d'Escalères à Cierp-Gaud
- du ruisseau d'Esabos à Argut-Dessous
- du Burat à Marignac

La Garonne prend sa source dans le relief glacière de la Maladetta au pied du pic d'Aneto qui culmine à 3404 mètres d'altitude dans les Pyrénées, et entre en France après une cinquantaine de kilomètres à Pont-du-Roi (Haute-Garonne). Le tronçon étudié, correspondant à la Garonne montagnarde, a un lit relativement régulier et peu sinueux dont le fond est constitué essentiellement de galets. Les berges très végétalisées sont peu érodées mais la présence d'atterrissement par endroit commence à poser des problèmes de stabilité notamment à Saint-Béat et à Arlos. Entre Chaum et Saint-Béat l'ancienne activité meunière a laissée de nombreux seuils. Venant du plan d'Arem, un canal traverse la commune de Fos et rejoint le poste électrique de Arlos avant de rejoindre la Garonne.

La Pique prend sa source au sommet de L'Escalette et chemine pendant une trentaine de kilomètres.



III.2 CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

III.2.1 GÉOMORPHOLOGIE DU BASSIN

La zone d'étude se situe à la pointe sud du département de la Haute Garonne, à quelques kilomètres au nord de la frontière espagnole. La zone suit la vallée de la Garonne, ici orientée sud-est / nord-ouest, de la commune de Fos à celle de Estenos et remonte de quelques kilomètres dans les vallées de deux affluents, le ruisseau de Maudan et la rivière de la Pique respectivement au niveau des communes de Melles et de Cierp-Gaud.

Les différentes unités géomorphologiques représentées sur la zone s'inscrivent dans des séries schisteuses au sud et calcaire au nord (fréquemment métamorphisé donnant notamment le marbre de Saint-Béat). On peut citer :

- la vallée la plus encaissée, entaillée par le ruisseau de Maudan, sur la commune de Melles,
- de la commune de Fos à celle de Saint-Béat, une vallée longiligne, large d'environ 500 mètres, avec des versants assez réguliers,
- le verrou glaciaire formé par le Cap du Mont et la Montagne de Rié à la hauteur de Saint-Béat,
- la butte du Pouy de Géry et sa continuité le Pouy du Calvaire au nord-est de Marignac,
- une "grande" plaine située à la confluence de la Pique et de la Garonne et délimitée par les communes de Chaum au nord, Eup à l'est, Marignac au sud et Cierp-Gaud à l'ouest,
- le léger rétrécissement à niveau de Chaum causé par le Massif de Chaum,
- enfin, un élargissement rapide de la vallée à partir de la commune d'Estenos.

La vallée est située à une hauteur moyenne de 500 mètres NGF, elle est dominée au sud-est par des sommets de plus de 2000 mètres et au nord par des pics d'un peu plus de 1000 mètres. Sur les versants, la présence de dépôts morainiques contenant parfois des blocs erratiques est fréquente. Des stries laissées par les glaciers sur les parties rocheuses de ces versants ont de plus été localement observées. A partir de Fos, le fond de vallée constitué de terrains alluviaux (basse et haute terrasses de la Garonne) est relativement plat et dépasse rarement 500 mètres de large avant Saint-Béat. Les versants sont en grande partie recouverts par des formations superficielles liées à l'altération et à l'érosion des terrains sous-jacents. Elles sont de natures diverses et peuvent recouvrir tous les types de terrains. Cinq types se distinguent :

- les dépôts d'alluvions de la basse terrasse qui couvrent toute la partie basse des vallées de la Garonne et de la Pique. Il s'agit de matériaux, encore relativement grossiers (sable, galets et blocs de quelques dm³), charriés et déposés par les cours d'eau,
- les cônes de déjection : partie basse des torrents où s'accumulent les débris, de tailles et de natures variées, arrachés en amont. On peut en observer sur la rive gauche de la Garonne à la limite entre les communes de Fos et d'Arlos, un autre au nord d'Arlos, un petit au nord de Chaum sur la rive droite de la Garonne et le plus important étant celui sur lequel est bâti la commune de Marignac,
- les éboulis : accumulation de fragments rocheux, généralement granoclassés et formant un talus ou un cône, liée au démantèlement de l'escarpement surplombant. Les éboulis observés sont aujourd'hui peu actifs et en passe d'être végétalisés pour certains. Les plus importants sont ceux situés en pied de versant de la Montagne de Rié, du Cap de Mont, au nord de Cierp-Gaud et au-dessus du barrage de Fos,
- les dépôts morainiques : dépôts de matériaux très hétérogènes (blocs dépassant parfois plusieurs dizaines de mètres cube) laissés par les glaciers lors de leur retrait. Ces dépôts de surface et d'épaisseur variable recouvre largement les versants, notamment ceux qui dominent Marignac et Cierp-Gaud,
- les dépôts de pente : cette appellation regroupe tous les terrains remaniés déposés sur les versants, autres que ceux cités précédemment, formés par l'altération du substratum et le couvert végétal.

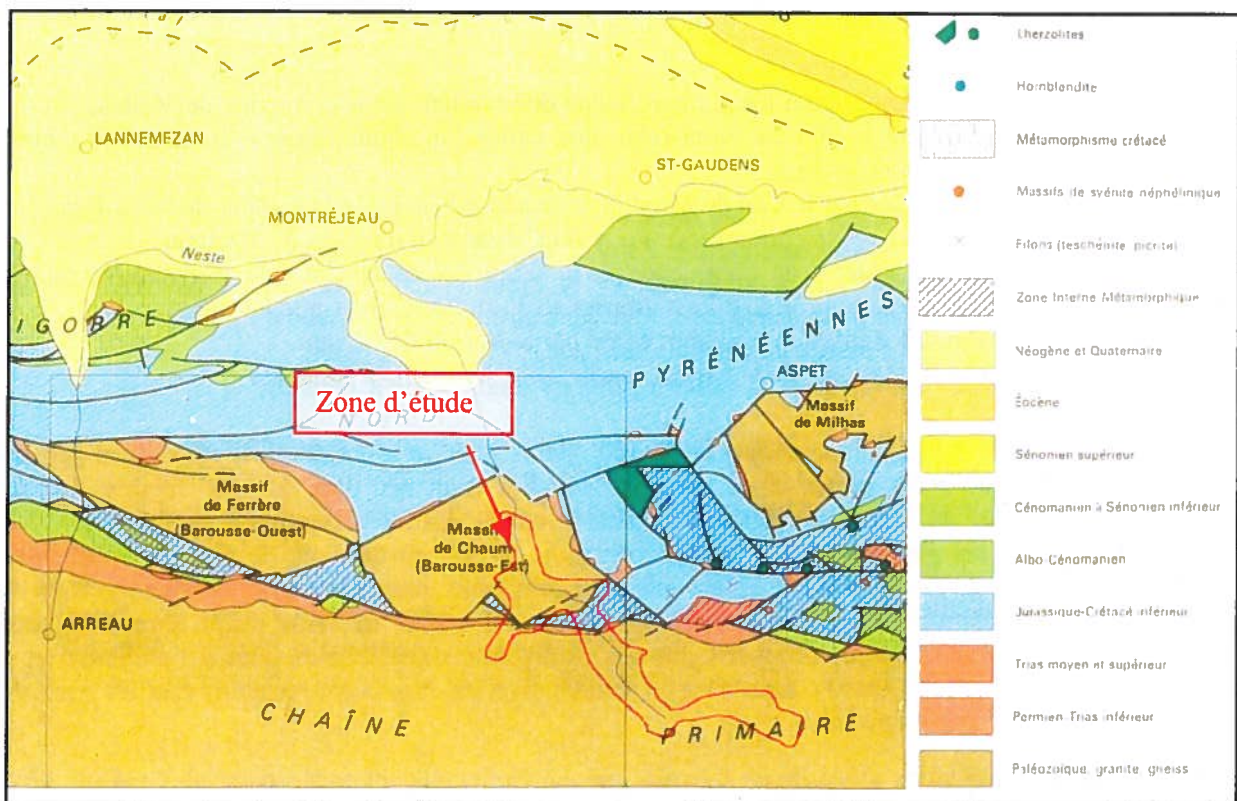
III.2.2 GÉOLOGIE

Un extrait de la carte géologique B.R.G.M. au 1 / 50 000^{ème} d'Arreau est disponible en annexe

III.2.2.1 Généralités

La moitié nord de la zone d'étude est située sur la partie basse de la zone Nord Pyrénéenne constituée de terrains calcaires jurassiques qui sont en grande partie métamorphisés. La partie sud qui s'étend d'Arlos à Melles, située sur la Chaîne Primaire, est représentée par d'importantes séries de schistes fracturées laissant parfois place à des schistes carburés ou des zones plus gréseuses.

La géologie générale de la zone est représentée sur la figure suivante (schéma extrait de la carte géologique d'Arreau 1 / 50 000^{ème}).



Deux ères géologiques sont représentées sur la zone étudiée :

- le Paléozoïque, constitué de terrains ordovicien (-510 à -439 million d'années), silurien (-439 à -408 Ma) et dévonien (-408 à -362 Ma). Ces terrains sont essentiellement des schistes, parfois carburés, avec quelques passages gréseux. Ces faciès sont surtout présents dans la partie sud. Au nord, il s'agit plutôt de terrains métamorphisés, micaschistes et migmatites de micaschistes, constituant la partie ouest du Massif de Chaum ;
- le Mésozoïque, constitué de terrains du dogger (-178 à -157 Ma), du malm (-157 à -145 Ma) et du crétacé inférieur (-145 à -97 Ma). Ces terrains, à l'origine des calcaires et des dolomies, sont tous plus ou moins métamorphisés et se présentent aujourd'hui sous la forme de calcaires marmoréens (marbre blanc, noir, griotte...). Une étroite bande de trias inférieur à moyen (-245 à -253 Ma) est observable à la hauteur de la commune de Lez.

III.2.2.2 Tectonique

Deux failles orientées est-ouest marquent les limites entre les terrains paléozoïques et mésozoïques. Elles se rejoignent à l'ouest de la commune de Cierp-Gaud pour former une pointe de terrains mésozoïques s'élargissant vers l'est et incluant les communes de Cierp-Gaud, Marignac, Eup, Saint-Béat et Lez. Au nord de cette pointe, les terrains paléozoïques métamorphisés (migmatites et migmatites de micaschistes) affleurent et au sud les schistes. Au nord de la zone, on observe également une deuxième série de failles de plus faible extension orientée approximativement nord / sud.

III.2.2.3 Terrains paléozoïques métamorphiques

Cette série commence à apparaître à quelques centaines de mètres au sud de Chaum. Elle constitue la partie ouest du Massif de Chaum. Une faille est / ouest marque la séparation avec les terrains mésozoïques situés au sud.

- Mξs : c'est la formation la plus ancienne observée sur la zone. Elle est formée par une migmatite de micaschistes à sillimanite. Une large bande affleure à l'ouest de Chaum, seulement sur la rive gauche de la Garonne,
- Mξb : cet horizon de migmatite de micaschistes à biotite est visible de part et d'autre de la Garonne à hauteur de la commune de Chaum,
- ξb : ces micaschistes à biotite constituent le versant ouest du Massif de Chaum.

III.2.2.4 Terrains paléozoïques sédimentaires

Cette série schisteuse datée de l'ordovicien au dévonien est située au sud de la zone et apparaît au sud de Lez. Elle est séparée des terrains mésozoïques par une faille orientée est / ouest.

- Ordovicien – O₁₋₆ – : il apparaît dans toute la partie sud de la zone à partir d'Arlos. Il forme une grande série monotone de schistes avec quelques passages plus gréseux,
- Silurien – S – : ce terrain a une épaisseur très variable, ne dépassant pas 50 mètres dans la zone. On le trouve à la limite nord de l'ordovicien et parfois en petite couche dans celui-ci. Il est composé de schistes noirs carbonés avec de nombreuses traces de pyrite,
- Dévonien – d₁₋₃ et d_{1-3c} – : ces terrains sont visibles entre Lez et Arlos. Ils sont constitués d'une alternance de schistes ardoisiers et de calcschistes à petits bancs calcaires et de calcaires massifs clairs.

III.2.2.5 Terrains mésozoïques

Cette série de terrains se développe du sud vers le nord à partir de la commune de Lez et jusqu'au sud de la commune d'Eup, elle se termine au contact par faille avec les terrains paléozoïques métamorphiques au sud de la commune de Chaum. Ces terrains essentiellement marmoréens constituent le Cap du Mont et la Montagne de Rié qui forment un verrou glaciaire au niveau de la commune de Saint-Béat.

- Lias inférieur – l₁₋₄ – : calcaires marmoréens,
- Lias moyen et supérieur – l₅₋₉ Ko – : cornéennes indifférenciées,
- Dogger et oxfordien – j₁₋₆ – : calcaires et dolomies saccharoïdes de teinte blanche,
- Kimméridgien – j₇₋₈ – : calcaires sombres en petits bancs,
- Kimméridgien au portlandien – j₇₋₉ – : calcaires marmoréens et dolomies à grain fin,
- Dogger à albien indifférenciés – j_n – : calcaires marmoréens indifférenciés.

III.2.2.6 Les formations superficielles

Elles sont essentiellement présente sous la forme d'alluvions qui recouvrent les formations anciennes dans la partie basse de la vallée. Les formations superficielles que l'on retrouve sur beaucoup de versants résultent de l'altération du substratum, elles forment une frange plus ou moins épaisse selon l'intensité de l'altération et la possibilité du maintien sur les versants de ces terrains est essentiellement liée à la pente. On trouve également, en quantité, des cônes de déjection, des dépôts morainiques (sur certains versants) et des dépôts de pente.

- Fz_a : basse terrasse tardi-glaciaire non inondable,
- Fz_b : basse terrasse inondable post glaciaire,
- G_x : moraines du 1^{er} stade glaciaire d'extension maximum,
- G_y : moraines du 2^{ème} stade glaciaire,
- E et Ey : éboulis actifs ou fixés liés au démantèlement des terrains mésozoïques,
- Formations de pentes : généralement non indiquées sur la carte.

III.2.2.7 Hydrogéologie

Extrait de la notice de la carte géologique B.R.G.M. d'Arreau au 1 / 50 000^{ème}

L'hydrogéologie de ce secteur est dominée par le caractère spécifique des écoulements souterrains en montagne. Les réservoirs sont de faible extension, allongés dans le sens sud-est nord-ouest, ils sont très étroits et compartimentés. Mais la quasi-permanence des apports pluvio-niveaux assure une alimentation [...] pérenne malgré les faibles capacités des aquifères. Les précipitations sont abondantes et assez régulières (précipitations moyenne annuelle : 1000 mm ; précipitations efficaces annuelles : 500 mm environ).

[...]

Il est possible de distinguer différents types de circulations d'eau :

- *Les alluvions et les dépôts glaciaires quaternaires constituent des aquifères de dimensions restreintes sauf dans le secteur [...] de Cierp-Gaud. Les alluvions de la Garonne sont sollicitées pour des captages d'eau potable.*
- *Les circulations dans les massifs primaires schisteux et dans les roches métamorphiques. Ces terrains fissurés et plus ou moins recouverts par des altérites donnent naissance à des sources de faible débit souvent utilisées pour alimenter des abreuvoirs et des lavoirs.*
- *Des circulations superficielles à l'interface sol/substratum à l'origine de nombreuses résurgences et zone humides sur les versants.*

III.2.2.8 Conclusion

Le fond de la vallée de la Garonne est aujourd'hui constitué par un remplissage d'alluvions postérieures à la fonte du glacier garonnais. Une formation tardi-glaciaire résultant d'un remaniement des moraines de ce glacier et d'éboulis de pente tapisse par endroit la base des escarpements rocheux.

L'ensemble du bassin présente un secteur singulier de la vallée de la Garonne qui a été soumis à d'intenses contraintes tectoniques.

D'un point de vue géologique, la vallée de la Garonne se caractérise par plusieurs secteurs :

- des secteurs singuliers qui ont été soumis à d'intenses contraintes tectoniques. Ils constituent une zone où l'orogénèse pyrénéenne a été particulièrement active, comme en témoigne la présence de calcaires marmoréens, qui sont des roches métamorphiques fracturées issues de la recristallisation sous hautes températures et basses pressions de calcaires et de dolomies anciennes.

- des secteurs qui se situent dans la haute chaîne pyrénéenne à dominante schisteuse acquise sous l'influence de contraintes tectoniques. Ce contexte explique le relief en balcon de ce site.
- des secteurs marqués par la présence de micaschistes et de migmatites dans les zones de chutes de blocs
- des secteurs situés au niveau de la haute chaîne primaire pyrénéenne à dominante schisteuse comme le montre la présence de schistes et autres roches acides. Les affleurements rocheux alternent avec des cônes d'éboulis.

III.2.3 CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

III.2.3.1 Formations superficielles

Les formations superficielles observées sur la zone ont des origines et des caractéristiques géotechniques très différentes. On distingue, les formations liées à l'altération du substratum, les dépôts morainiques, les éboulis et les cônes de déjections.

⇒ Frange d'altération du substratum

Les sols sont de faible épaisseur, en général inférieur à 1 mètre et glissent facilement sur le substratum dès que la pente dépasse 20°. Beaucoup d'arbres arrachés par la tempête de 1999 ou par le poids de la neige permettent d'apprécier la faible épaisseur et la faible cohésion du sol. Il est à noter que l'épaisseur de sol peut varier rapidement et parfois atteindre une dizaine de mètres comme l'attestent certains sondages et études géophysiques réalisées dans le cadre de la déviation St-Béat / Fos. La présence du substratum à moins d'un mètre sous le sol bloque rapidement la pénétration de l'eau qui circule alors à l'interface sol / roche et augmente le risque de glissement. Ces glissements sont superficiels mais peuvent rapidement se transformer en coulées de boue et s'étendre sur plusieurs dizaines voire centaines de mètres. La présence fréquente d'arbres en forme de pipes traduit les mouvements lents mais continus du sol. Il faut toutefois être attentif aux causes réelles de cette forme en pipe, elle peut également être provoquée par le glissement lent du manteau neigeux ou des avalanches.

⇒ Dépôts morainiques

Les dépôts morainiques mis en place à la fin de l'ère glaciaire étaient à l'origine constitués de blocs rocheux souvent anguleux et très hétérogènes (quelques centimètres à plusieurs dizaines de mètres-cube), ils ont ensuite évolué sous l'action des phénomènes d'altération et de la végétation en se chargeant de matériaux fins. Le rapport roche / matériaux fins peut varier considérablement et confère une sensibilité à l'eau et au glissement très variable. L'épaisseur du placage est, elle aussi, sujette à d'importantes variations latérales.

⇒ Éboulis

De nombreux cônes d'éboulis peuvent être observés sur la zone. Ils résultent du démantèlement des falaises par divers agents dont l'importance est variable selon la nature de la roche : gélifraction, altération, végétation, thermoclastie. Plus ses phénomènes sont importants plus l'éboulis va être actif, les chutes de blocs empêcheront la végétation de s'étendre sur le cône laissant un versant d'environ 30° complètement nu constitué de blocs hétérométriques et granoclassés (la taille des blocs augmente d'amont en aval du cône).

Les témoignages recueillis auprès des habitants indiquent une nette augmentation de la végétalisation des éboulis de la zone depuis 30 à 40 ans, il est difficile de déterminer si celle-ci est due à une diminution du démantèlement des falaises ou une augmentation de l'activité végétale.

Ces formations sont généralement stables mais peuvent être localement en limite d'équilibre ou avoir été déstabilisées par des déblais.

⇒ Cône de déjection

On trouve plusieurs cônes de déjection sur la zone. Ils se sont formés lors des crues du cours d'eau en amont. Des matériaux divers (bois, roche...) provenant du bassin versant s'accumulent dans le lit du torrent. En période de crue, le talweg est purgé de tous ces matériaux qui vont se déposer par « langues » successives au débouché du torrent dès que la pente devient moins forte. A chaque purge une nouvelle langue va se former formant ainsi un éventail lié à la divagation du cours d'eau. Ces langues sont bien visibles sur la plupart des cônes de déjection présent sur la zone d'étude. Ces formations étant constituées de matériaux très divers et hétérogènes, la pente est relativement faible (généralement inférieure à 15°) et les matériaux de bonne qualité, elles ne présentent pas de risques de mouvements de terrain particuliers.

⇒ Conclusion

En résumé, les formations les plus sensibles au risque de glissement de terrain sont les dépôts morainiques et la frange d'altération du substratum. Les éboulis peuvent également présenter un faible risque. Le niveau de risque va être déterminé par la fraction de matériaux fins contenus dans ses formations, la pente et la présence d'eau, plus ces paramètres augmenteront plus les formations seront exposées.

III.2.3.2 Roches

Une différenciation de l'aspect des falaises a été établie sur l'ensemble du périmètre d'étude.

Les paramètres géotechniques d'une formation géologique permettent de prévoir, dans ses grands traits, son comportement. Toutefois, nous avons pu observer que dans une même formation géologique des variations de ces caractéristiques pouvaient aussi déterminer des falaises de différents aspects (par exemple : un aspect massif devenant localement ou de façon plus étendue plus découpé).

Cette différenciation qui reste très globale a été faite sur des falaises et massifs rocheux observés depuis les versants inférieurs ou les versants opposés.

Sur la zone d'étude, nous avons recensé trois types de falaises.

⇒ Les falaises massives

Il n'y a pas de formation présentant systématiquement une morphologie massive, mais on retrouve fréquemment cette morphologie sur les falaises de nature calcaire (ou marbre) et migmatique. L'allure massive est donnée par une certaine régularité des crêtes et des parois. Ces falaises sont de hauteur variable ; Elles peuvent parfois s'apparenter à un simple affleurement ou se détacher du massif sur grande hauteur.

Elles n'ont été cartographiées que sur les communes de Cierp-Gaud, Marignac, Saint Béat et surtout sur la commune d'Argut-dessous.

De part leur situation, les parois de ces falaises ont pu être vues d'assez loin. Cependant, on a pu distinguer la découpe des parois par des réseaux de discontinuités de directions variables, surtout entre formations différentes.

Bien que massives, ces falaises sont à l'origine de nombreux problèmes de chutes de blocs. Les instabilités les plus couramment rencontrées se présentent sous la forme des blocs et d'écailles d'assez grandes dimensions. L'altération superficielle y est aussi présente. Les parois ne comportent pas de surplombs importants ni de masses fortement sous cavées.

➤ Les falaises découpées

On peut observer ce type de falaise quelle que soit la nature du rocher mais préférentiellement dans les massifs schisteux. Elles sont caractérisées par des crêtes plus irrégulières et dentelées. Les discontinuités recoupant les massifs sont plus importantes, souvent ouvertes et rendant le rocher plus sensible aux agents d'altération. Leurs parois peuvent présenter des masses rocheuses en surplombs suite à des détachements de panneaux rocheux sous-jacents ou à des sous-cavages de niveaux plus tendres. L'altération superficielle est souvent active. Les masses en jeu vont des chutes de pierres à des volumes pouvant dépasser largement des centaines de m³. Les versants inférieurs sont souvent recouverts d'éboulis et de chaos de blocs.

Ce type de falaise a été cartographié sur les communes de Eup, Cierp-Gaud, Marignac, Saint Béat, Lez et Fos.

➤ Les falaises fracturées ou désorganisées

Elles sont situées essentiellement dans les zones de schiste.

Le démantèlement des crêtes, les réseaux de fissures, la schistosité, ainsi que l'ouverture des joints des diaclases provoquent un découpage du rocher qui engendrent des instabilités potentielles. Ces instabilités se présentent sous des formes variées : écailles, blocs, ensembles de panneaux, chandelles, compartiments et dièdres de dimensions diverses pouvant atteindre, là aussi, plusieurs centaines de mètres cubes. De plus, les parois de ces falaises peuvent nourrir, en éboulis actifs, des couloirs sur les versants.

Ce type de falaises est très peu représenté sur le périmètre d'étude. Très localement il a été cartographié sur les communes de Eup et de Fos.

➤ Les affleurements rocheux

Cette classification recense :

- les barrières rocheuses de faible puissance, les pointements et escarpements isolés et bancs rocheux affleurant sur les versants,
- les talus routiers terrassés dans le rocher.

En bordure des routes, des instabilités potentielles ont été notés, elles sont le résultat :

- du découpage naturel du rocher qui individualise des blocs et des dièdres,
- de l'altération en crête et de la desquamation superficielle des parois,
- des terrassements et du minage qui ont pu déstructurer le rocher (par exemple les effets arrières dus à l'explosif).

C'est le type de massifs rocheux le plus couramment rencontré. Il a été cartographié sur l'ensemble du territoire de toutes les communes.

Les instabilités de ces affleurements varient des chutes pierres aux chutes de blocs de plusieurs mètres cubes.

➤ Les chandelles

Elles sont isolées des barres rocheuses. Elles appartiennent néanmoins aux ensembles des falaises découpées. Elles ont été distinguées en raison de leur plus grande vulnérabilité. En effet, sculptées naturellement sous la forme de colonnes plus ou moins épaisses, toutes les faces sont soumises aux phénomènes d'altération. La perte de matériau (chutes de pierres à chutes des blocs) fragilise les parois et leur socle. De plus, elles peuvent subir un basculement ou une rupture de pied.

Deux chandelles ont été cartographiées sur la commune de Saint-Béat.

➤ Les « blocs erratiques »

Des blocs de forme arrondie ont été notés sur le flanc de certains versants. La nature géologique des blocs montre qu'ils ne sont pas issus des falaises sus-jacentes. Leur forme témoigne de blocs transportés par les glaciers.

Ces blocs ont été cartographiés sur les communes situées au nord du périmètre d'étude : Chaum, Cierp-Gaud, et Marignac.

L'analyse des enregistrements sur chacune des stations montre toutefois une assez « bonne » répartition des pluies sur tous les mois de l'année, avec un minimum d'été (en juillet, août, septembre), des maxima au printemps et en automne.

Les orages de fin d'été mais surtout les précipitations de printemps occasionnent, quand elles sont fortes, des crues océaniques pyrénéennes et accélèrent la fonte des neiges, comme cela fut le cas pour la crue du 13 juin 1875.

Les crues d'automne de la Garonne sont en revanche plutôt d'origine méditerranéenne, telles que celles des 6 et 7 novembre 1982.

IV.1.2 LES CRUES DE LA GARONNE ET DE SES AFFLUENTS

Dans le cas des crues inondantes de la Garonne sur l'aire d'étude, les phénomènes naturels à l'origine de leur formation sont le plus souvent due aux précipitations dites de printemps qui couvre en fait la période de mi avril à mi-juillet.

La formation d'inondations rapides est favorisée, d'une manière générale, par les conditions d'averses intenses à caractère orageux sur la vallée étroite, sans effet notable d'amortissement ni de laminage, et avec une forte pente du cours d'eau. A cela vient s'ajouter l'apport des nombreux petits affluents.

Les inondations de plaine sont souvent aggravées par des phénomènes ou problèmes locaux : embâcles notamment ou encore vannes bloquées ou mal positionnées, réseau hydrographique (fossés, canaux d'irrigation, ...) non entretenu, etc. Rappelons de plus que le ruissellement dépend directement de la nature et de la couverture des sols, ainsi que des pentes.

Deux stations avec signification hydrologique gérées par la DIREN Midi-Pyrénées sont en service depuis 1992 à Saint Béat et 1993 à Chaum.

Parmi les nombreux événements, les inondations de la Garonne de 1875 et 1897 et dans une moindre intensité 1977 ont marqué l'histoire par les dégâts causés.

Concernant les affluents de la Garonne, la Pique a débordé de manière significative en 1897 et 1925 en inondant le village de Cierp-Gaud, d'autres événements datés de 1977 et 1982 sont venus endommager les infrastructures.

Les torrents sont des cours d'eau à pente forte à très forte, qui présentent des débits irréguliers et des écoulements très chargés en matériaux fins et grossiers. Ils sont générateurs de phénomènes d'inondation accompagnés d'érosion et d'accumulations massives au niveau de cônes de déjection.

Dans un même torrent, on peut rencontrer les formes d'écoulement suivantes :

- les laves torrentielles, qui sont des écoulements fortement concentrés en matériaux de toutes tailles ; elles se déclenchent sur des pentes très fortes soumises à des mouvements de terrain, des effondrements de berges, des phénomènes d'érosion de surface ;
- des écoulements hyper-concentrés, qui sont en continuité avec le charriage fluvial classique quant à leur concentration mais dont l'hydraulique est particulière. La forte charge des écoulements hyper-concentrés génère en outre des chocs violents et multiples sur les obstacles ;
- des écoulements chargés simples (charriage et suspension classique) ;
- des eaux claires.

Le réseau de torrents qui couvre notre zone d'étude ont provoqué des dommages comme le Burat à Marignac et le Riou Sec à Arlos en 1977, le ruisseau d'Argeles en 1897 à Eup... (les événements sont listés dans chaque note communale).

IV LES PHENOMENES NATURELS

les phénomènes pris en compte ici sont les inondations de rivières et crues torrentielles, les mouvements de terrains et les avalanches:

IV.1 LES INONDATIONS

IV.1.1 LES PRÉCIPITATIONS LOCALES

Nous reprenons ci-après la synthèse effectuée par BETURE-CEREC. Globalement, la région est caractérisée par des hauteurs de précipitations assez élevées.

Le secteur est soumis aux précipitations résultant pour l'essentiel de perturbations d'origine océanique apportées par les flux de nord-ouest, et exceptionnellement par débordement vers l'ouest, perturbations puissantes provenant de la Mer Méditerranée.

Les relevés pluviométriques de ces 10 dernières années des stations de Bagnères-de-Luchon, Cierp-Gaud et Fos nous ont été transmis par METEO France.

Pluviométrie relevé à Bagnères-de-Luchon (METEO FRANCE)

Année	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Précipitations en mm	836	1109	861	837	778	743	803	1241	1197	1056

Précipitation moyenne= 946 mm

Pluviométrie relevé à Cierp-Gaud (METEO FRANCE)

Année	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Précipitations en mm	1059	1280	923	958	976	925	928	1301	1028	1067

Précipitation moyenne= 1044 mm

Pluviométrie relevé à Fos (METEO FRANCE)

Année	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Précipitations en mm	1074	1348	896	1074	1070	996	977	1546	1203	1199

Précipitation moyenne= 1138 mm

Le secteur d'étude est caractérisé par des hauteurs de précipitations assez élevées en moyenne (avec plus de 1 000 mm par an).

IV.1.3 UN DOCUMENT RÉGIONAL : L'ATLAS DES ZONES INONDABLES

Dans le cadre du contrat de plan Etat-Région, il a été décidé de réaliser la Carte Informatrice des Zones Inondables appelée aussi Atlas des Zones Inondables [C2] qui a consisté à cartographier entre 1994 et 2001 les inondations des principaux cours d'eau (~7000 km) de l'ensemble du territoire de la région Midi-Pyrénées.

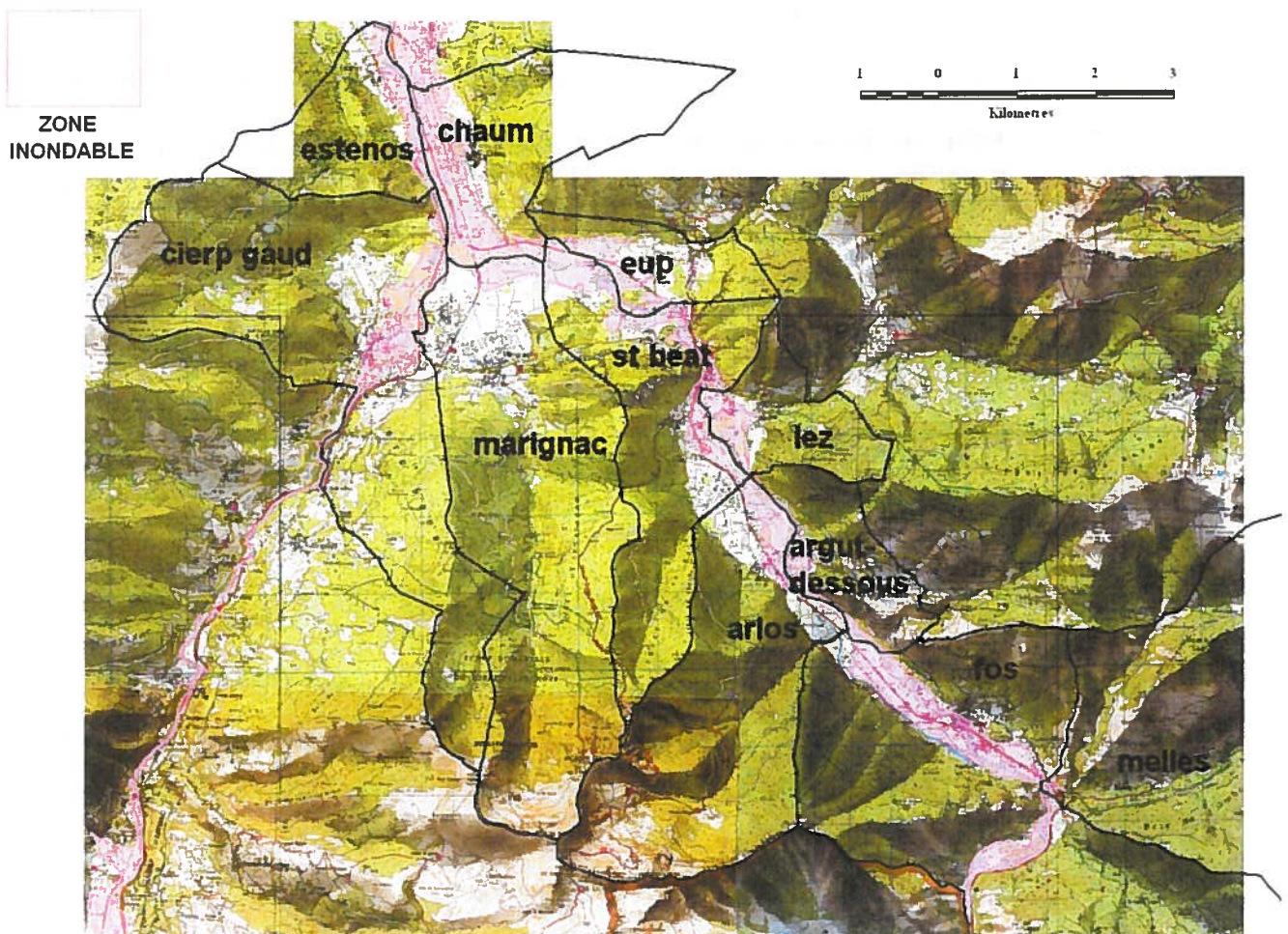
La méthode a été élaborée par le laboratoire d'hydrologie continentale de l'université Toulouse-le-Mirail. Cette méthode se caractérise dans un premier temps par l'analyse des informations hydrologiques, le visionnage stéréoscopique des photographies aériennes et la consultation des études antérieures et des archives. Enfin, elle s'achève par une étude de terrain où l'on réalise une analyse géomorphologique de la zone et un relevé des crues historiques.

L'échelle retenue pour cet atlas a été le 1/25 000 sur fond SCAN 25.

L'usage de ce document est informatif, il ne se substitue pas aux documents d'urbanisme réglementaires. C'est un outil de gestion global du bassin, un porter à connaissance, qui oriente entre autre la programmation d'études plus précises tels les PPRI.

Les cartes élaborées ont été présentées et mises à dispositions des élus par la DIREN Midi Pyrénées.

Concernant notre étude, l'atlas couvre la Garonne et la Pique. Ce zonage a servi de base dans l'élaboration de ce PPR.



IV.1.4 EFFETS ET CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE

IV.1.4.1 les inondations de rivières.

Les dommages causés par les inondations ont de multiples causes, dont la principale est la submersion par une lame d'eau plus ou moins importante pendant une durée plus ou moins longue.

Au phénomène de submersion, il faut ajouter en général des facteurs aggravants comme :

- les phénomènes d'érosion, de dépôt de matériaux et parfois de déplacement du lit ordinaire ;
- le transport et le dépôt de produits indésirables (produits polluants, matières toxiques, citernes ...) ;
- la formation et la rupture d'embâcles : les matériaux flottants transportés par le courant (arbres, buissons mais aussi caravanes et véhicules divers) s'accumulent en amont des passages étroits et s'y enchevêtrent au point de former de véritables barrages (embâcles) qui surélèvent fortement le niveau de l'eau. La rupture brutale éventuelle de ces embâcles provoque une onde puissante et dangereuse en aval ;
- la surélévation de l'eau en amont des obstacles et les augmentations locales des vitesses d'écoulement.

Les effets de telles catastrophes sont multiples et affectent les hommes, les biens et l'environnement :

- ⇒ **Effets sur les hommes** : noyade, électrocution, blessures, isolement ou déplacement de personnes ... Les services de secours spécialisés considèrent que la vie humaine est gravement menacée lorsque la hauteur d'eau dépasse un mètre d'eau ou lorsque la vitesse du courant dépasse 0,50 m/s avec une hauteur d'eau d'au moins cinquante centimètres ;
- ⇒ **Effets sur les biens** : destruction, détérioration ou endommagement de bâtiments, de caravanes, de voitures, d'ouvrages et d'infrastructures (ponts, routes, digues ...), paralysie des services publics, perte de bétail ou de cultures ...
- ⇒ **Effets sur l'environnement** : endommagement voire destruction de la flore et de la faune, pollutions diverses (poissons morts, déchets toxiques ...) pouvant aller jusqu'au déclenchement d'accidents technologiques.

IV.2 LES CRUES TORRENTIELLES

Le danger induit par une crue torrentielle provient essentiellement non seulement de la rapidité du courant, mais aussi des matériaux charriés qui se déplacent à forte vitesse et deviennent de véritables projectiles. La soudaineté du phénomène accroît encore le risque. Les effets produits sont multiples et affectent aussi bien les hommes que les biens : personnes blessées, bâtiments détériorés ou détruits, engrèvement ...

IV.3 LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les mouvements de terrain correspondent au déplacement gravitaire de masses déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques. Les phénomènes d'instabilités recouvrent des formes très diverses qui résultent de la multiplicité des mécanismes de rupture, eux-mêmes liés à la complexité des comportements géotechniques des matériaux sollicités.

Différents critères permettent de classer les mouvements de terrain :

- le mécanisme de rupture et la cinématique du déplacement des terrains,
- la nature des matériaux concernés,
- le volume des matériaux déplacés.

Ces critères sont étroitement liés à la configuration géologique et morphologique des terrains concernés. Dans le bassin de risque étudié, les pathologies constatées sur les versants se regroupent dans quatre catégories :

1. les glissements localisés,
2. les phénomènes de solifluxion,
3. les coulées de boue,
4. les chutes de masses rocheuses (pierres et blocs) et les éboulements.

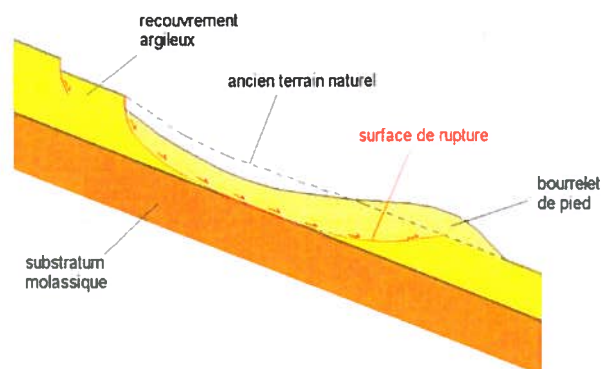
En règle générale, les glissements de terrain sont caractérisés par des vitesses de déplacement lentes (il arrive toutefois que certains glissements se déclenchent de manière brutale). A l'inverse, les coulées boueuses et les éboulements se traduisent par une cinématique élevée à très élevée.

IV.3.1 GLISSEMENTS LOCALISÉS

Les glissements localisés sont les phénomènes les plus répandus dans le département. Ces mouvements apparaissent sous deux formes : les loupes de glissement et les glissements plans.

- les loupes de glissement intéressent les pentes à dominante limoneuse ou argileuse (substratum marneux altéré et recouvrement). Les épaisseurs de terrain mises en mouvement sont plurimétriques (inférieures à 10 mètres). Les surfaces de rupture sont circulaires (loupe élémentaire),
- les glissements plans se manifestent dans des terrains fortement argileux. Les surfaces de rupture sont généralement situées aux interfaces (couverture / substratum par exemple).

Le mécanisme de rupture d'une loupe de glissement élémentaire est décrit sur le schéma suivant.



IV.3.2 PHÉNOMÈNES DE SOLIFLUXION

Les phénomènes de solifluxion (= fluage des sols de surface) correspondent aux déformations du recouvrement argileux sous l'effet de la gravité. Ils traduisent l'écoulement lent et visqueux d'un sol plastique gorgé d'eau sur une pente. Les « plans » de glissement sont généralement situés à l'interface substratum sain / recouvrement (apports de pente ou frange d'altération). La superficie des sols glissés peut atteindre plusieurs centaines de mètre carré. Ces mouvements se traduisent par des figures morphologiques caractéristiques, tel que les moutonnements.

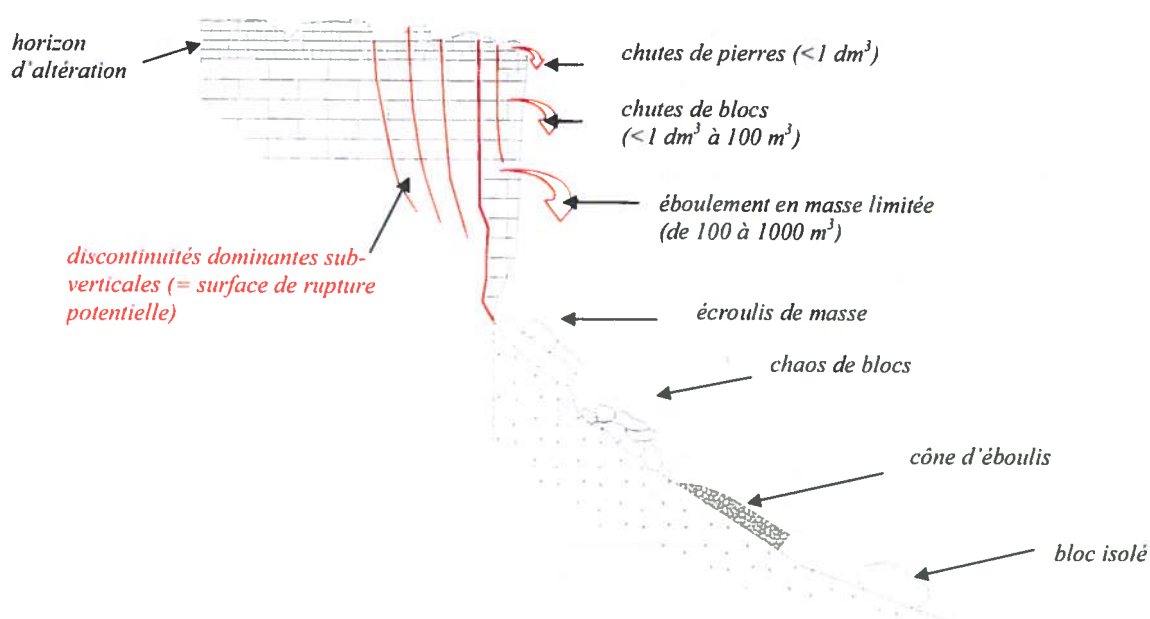
IV.3.3 COULÉES BOUEUSES

Ces instabilités très superficielles concernent uniquement les terrains de surface et plus particulièrement la couverture végétale. En règle générale, un apport d'eau soudain (d'origine météorique) entraîne une mise en mouvement des matériaux due à la liquéfaction de la matrice argileuse. Une fois remaniés, les matériaux saturés sont en mesure de transporter des débris végétaux et surtout des blocs rocheux d'où l'effet « destructeur » du phénomène. Les coulées, de consistance plus ou moins visqueuses, peuvent s'épandre sur des distances importantes.

IV.3.4 CHUTES DE MASSES ROCHEUSES

Dans le domaine rocheux, les masses prédécoupées, par des systèmes de discontinuités, ainsi que l'altération superficielle donnent lieu à des instabilités de mécanismes variés : les chutes de pierres, les chutes de blocs, les « éboulements en masse »

On notera que dans la zone d'étude, les événements *actifs* les plus couramment rencontrés sont les *chutes de pierres et les chutes de blocs*. Des éboulements anciens, en masse « limitée » ont été notés (voir schéma ci-après).



IV.3.4.1 Chutes de pierres

Les chutes de pierres, phénomènes cycliques provoqués par une « desquamation » des parois, nourrissent des zones d'éboulis actifs ou vifs dans les thalwegs et sur la pente des versants. Ces zones d'épandage pouvant être, elles-mêmes, non stabilisées et soumises à l'érosion.

Sur le territoire des communes de Cierp-Gaud, Saint Béat et Fos, certains versants sous-jacents aux falaises découpées sont recouverts par des dépôts d'éboulis. Dans de nombreux cas, la couverture végétale épaisse masque ces zones d'épandage qui ne peuvent pas être répertoriées avec précision.

Les chutes de pierres peuvent aussi se déclarer depuis les talus rocheux en bordure de route et se propager sur la chaussée.

On peut considérer que ce phénomène est permanent avec plus ou moins d'intensité suivant les conditions climatiques.

Dans le cas où des fossés de pied de talus et des banquettes ou risbermes équipent les bords des chaussées et sont en mesure d'absorber les produits des chutes, ces événements mineurs peuvent être traités dans le cadre de l'entretien normal du réseau routier.

Les talus routiers rocheux ont été signalés sur la carte informative des communes concernées. Les aléas de faible intensité n'ont pas été cartographiés sur la carte des aléas résultants, par contre lorsque les chutes ont été évaluées en *aléa élevé* dans un délai estimé *au très court terme* elles ont fait l'objet d'une cartographie sur la carte des aléas résultants à l'attention des gestionnaires des routes concernées.

IV.3.4.2 Chutes de blocs et « éboulements en masse limitée »

Ces phénomènes sont identifiés en pied des falaises, dans les thalwegs et sur les versants, ainsi qu'en bordure de chaussée.

Les blocs peuvent être isolés en étant issus de détachements très localisés. Ils peuvent aussi, dans la zone d'épandage, s'être rassemblés dans un enchevêtrement formant des chaos de blocs.

Les « éboulements en masses limités », concernent des panneaux entiers voire des compartiments effondrés ayant partiellement conservés leur structure d'origine.

Enfin, on notera que les cicatrices observées sur les falaises sources peuvent déterminer les zones de départ. Une direction probable de propagation peut alors être estimée.

A noter d'une part, que le développement de la végétation est un indice indiquant des chutes peu fréquentes et, d'autre part, que le couvert végétal assure un obstacle bénéfique pour limiter la propagation des blocs sur le versant.

IV.3.5 FACTEURS D'INSTABILITÉ

La manifestation d'un mouvement de terrain traduit un contexte géotechnique défavorable. Les principaux facteurs intervenant dans la stabilité des versants et barres rocheuses sont :

- la présence d'eau,
- les caractéristiques mécaniques des terrains,
- la géométrie des couches,
- la pente des versants.

De plus, les agents d'érosion mécaniques (ruissellement des eaux de surface) et chimiques (phénomène d'altération des terrains superficiels) constituent un facteur aggravant.

Dans de nombreux cas, les interventions d'origines anthropiques peuvent aussi perturber l'équilibre du milieu naturel. Les principales modifications pouvant déclencher un mouvement de terrain sont les reprofilages (mouvements de terre) d'une part et le changement des conditions hydrogéologiques naturelles (perturbations des écoulements, apports d'eau par rejet, ...) d'autre part.

D'autres actions, telles que la déforestation ou le labourage, peuvent favoriser les phénomènes d'instabilités, notamment les phénomènes de type coulée boueuse.

IV.3.5.1 Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux glissements de terrain

L'eau est un facteur déterminant dans le processus de mise en mouvement, par ameublissement et dégradation mécanique des terrains. Sa présence constitue donc un élément défavorable à la stabilité d'une pente. De surcroît, c'est souvent ce facteur qui assure le déclenchement des glissements (après de fortes précipitations par exemple).

Les **caractéristiques mécaniques** des terrains sont étroitement liées à leur nature (argiles, marnes...), à leur histoire (mise en mouvements antérieure) et à la présence d'eau (l'eau pouvant faire chuter les caractéristiques des sols). Plus ces caractéristiques sont faibles, plus les terrains sont vulnérables.

L'**épaisseur du recouvrement** intervient dans la stabilité des pentes car la masse des glissements constitue un élément moteur essentiel (mouvement gravitaire). En conséquence, plus l'épaisseur des terrains de couverture est importante, plus les conditions d'équilibre des versants sont précaires.

Enfin, la **pente** est un facteur capital dans l'équilibre d'un versant. D'après l'observation des phénomènes d'instabilité affectant les couvertures colluviales des coteaux molassiques, il apparaît que :

- les pentes inférieures à 10° sont naturellement stables,
- de 10 à 25°, la stabilité dépend des caractéristiques du recouvrement et de la présence d'eau :
- au delà de 25°, les versants peuvent être considérés comme très sensibles.

IV.3.5.2 Appréciation de la stabilité des pentes à partir des caractéristiques mécaniques estimées

Les mouvements affectant les versants peuvent être étudiés comme des glissements plans, avec une surface de rupture située théoriquement au contact recouvrement / substratum. Dans ces conditions, le coefficient de sécurité F, représentant le rapport des moments résistants sur les éléments moteurs, vérifie la relation suivante.

$$F = \frac{C + (\gamma H \cos^2 \beta - \gamma_w (H - H_w) \cos^2 \beta) \operatorname{tg} \varphi}{\gamma H \cos \beta \sin \beta}$$

avec :

<p>C : <i>cohésion</i> γ : <i>pois volumique</i> φ : <i>angle de frottement</i></p>	}	<p>caractéristiques mécaniques des terrains constituant le recouvrement</p>	<p>γ_w : <i>pois volumique de l'eau (= 9,81 kN.m⁻³)</i> H : <i>épaisseur du recouvrement</i> H_w : <i>profondeur de la nappe</i> β : <i>pente du versant</i></p>
---	---	---	--

Compte tenu des incertitudes liées à la position de la nappe et aux caractéristiques mécaniques des terrains, la stabilité des versants a été appréciée sur la base de plusieurs hypothèses de calcul. Le croisement de tous les paramètres permet de déterminer le coefficient de sécurité F en fonction de la pente β du versant, sachant que la rupture se manifeste lorsque F est inférieur à 1.

Deux cas de figure ont été considérés – le premier s’intégrant dans un contexte géotechnique favorable et le second dans un contexte défavorable – afin de déterminer un intervalle caractérisant le risque de rupture en fonction de la pente du versant.

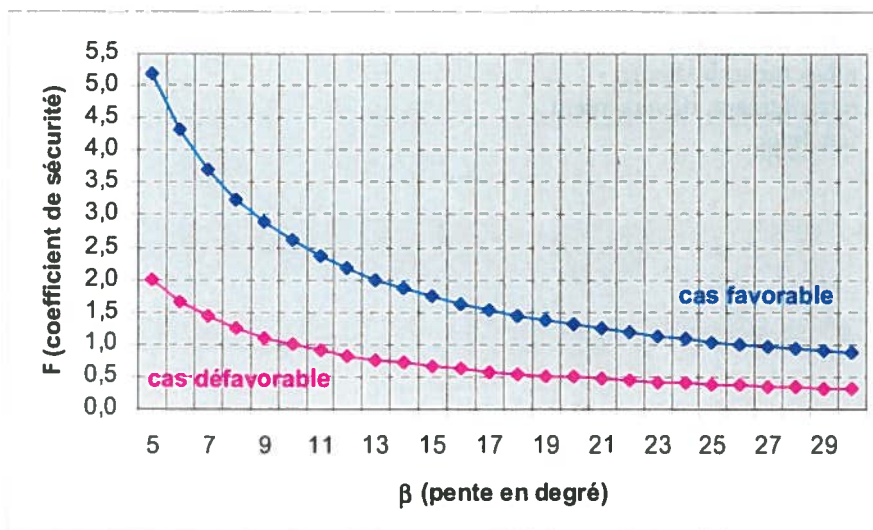
Les caractéristiques géotechniques ci-après s’appliquent aux terrains constituant le recouvrement (argiles limoneuses). Nous rappelons que ces valeurs représentent une estimation des caractéristiques moyennes des terrains s’intégrant dans une analyse globale des risques de mouvements de terrain sur les versants des bassins de risques étudiés.

Caractéristiques géotechniques	Contexte considéré comme défavorable	Contexte considéré comme favorable
Cohésion	$C = 1 \text{ kPa}$	$C = 5 \text{ kPa}$
Poids volumique	$\gamma = 18 \text{ kN.m}^{-3}$	
Angle de frottement	$\varphi = 17^\circ$	$\varphi = 20^\circ$
Épaisseur du recouvrement	$H = 2 \text{ m}$	
Profondeur de la nappe	$H_w = 0,5 \text{ m}$	$H_w = 1,5 \text{ m}$
Pente du versant	$5 < \beta < 30^\circ$ (soit 9 à 60 %)	

Les résultats des calculs correspondant aux contextes favorable et défavorable sont représentés sur le graphique ci-dessous. A partir des hypothèses retenues, il apparaît qu’un glissement peut se déclarer :

- sur un versant dont la pente est légèrement supérieure à 10° lorsque le contexte géotechnique est défavorable,
- sur un versant dont la pente est supérieure à 25° lorsque le contexte géotechnique est favorable.

Ces résultats théoriques confirment l’observation des phénomènes naturels sur la zone d’étude. Les hypothèses optimistes et pessimistes prises en considération semblent donc correspondre, à ce stade de l’évaluation, aux paramètres réels.



Conditions d’équilibre des versants en fonction de leur pente β – $F = f(\beta)$

IV.3.5.3 Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux « chutes de masses rocheuses »

La description des compartiments rocheux potentiellement instables correspond à une démarche à la fois qualitative et quantitative. Par compartiment instable, il faut entendre également des ensembles regroupant plusieurs éléments dont la stabilité est liée.

Chaque compartiment considéré a fait l'objet d'un constat aussi précis que possible afin de détailler :

- Sa nature :
 - typologie (écaille, colonne, surplomb...),
 - lithologie (faciès, aspect, état d'altération...),
 - hydrogéologie (présence de suintements, de venues d'eau, débit...).
- Ses paramètres géométriques :
 - position sur le versant,
 - forme,
 - dimensions,
 - volume estimé,
 - hauteur de chute.....
- Les paramètres géomécaniques des discontinuités :
 - stratification,
 - schistosité,
 - diaclases,
 - failles
 - pendage, orientation des plans de discontinuité,
 - état de surface des plans de glissement....
- Le processus d'évolution de l'instabilité :
 - altération,
 - dé-cohésion,
 - dislocation,
 - action de l'eau, du gel et du dégel.....
- les mécanismes de rupture (voir figure ci-après):
 - rupture de surplomb,
 - décollement de dalle de toit,
 - glissement plan,
 - glissement de dièdre,
 - basculement, déversement,
 - fauchage....

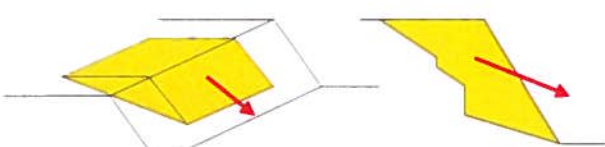
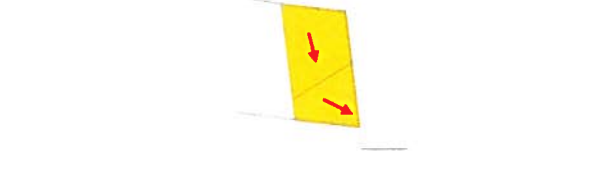
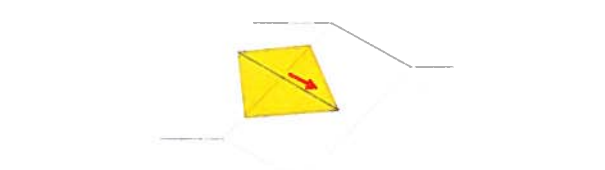
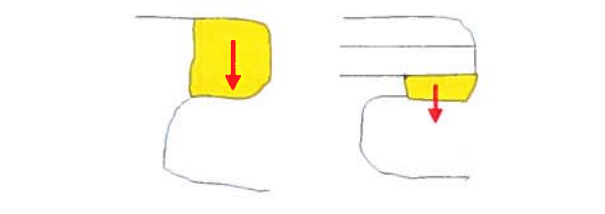
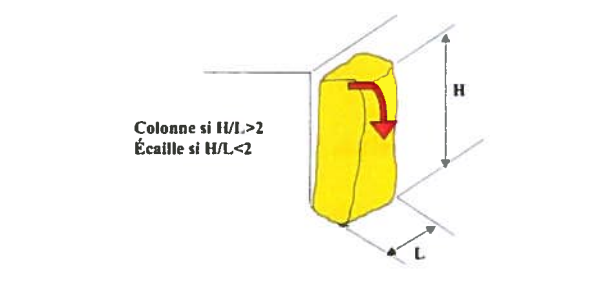
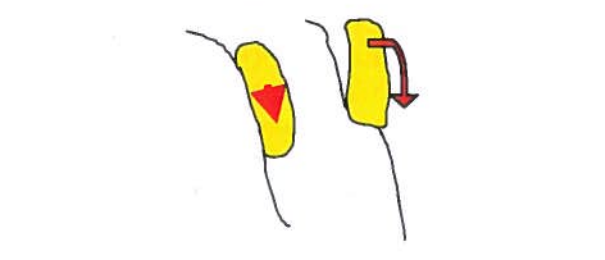
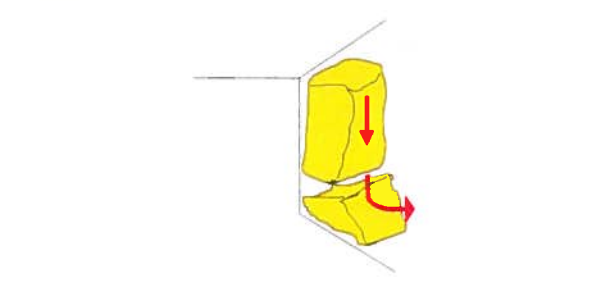
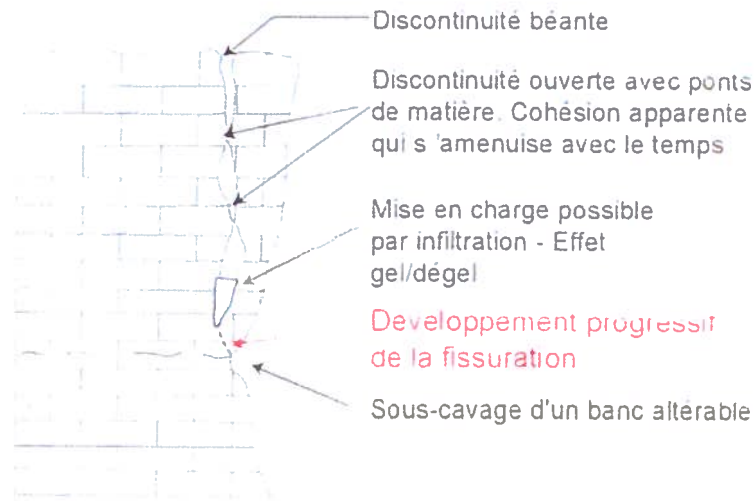
Mécanismes d'instabilité	Configuration
Glissement plan	
Glissement plan composé	
Glissement de dièdre	
Rupture de surplomb ou de dalle en toit	
Basculement de blocs, d'écaïlle ou de colonne	 <p>Colonne si $H/L > 2$ Écaïlle si $H/L < 2$</p>
Rupture de pied de colonne	
Glissement ou basculement d'écaïlle en paroi	

Illustration des effets des infiltrations (un des principaux facteurs déterminants de rupture)



Les discontinuités sub-verticales affectant les milieux rocheux favorisent les infiltrations d'eau au travers des massifs. Les poussées hydrostatiques engendrées par l'action de l'eau à l'arrière des masses individualisées sont en mesure de désolidariser celles-ci à plus ou moins long terme.

IV.4 LES AVALANCHES (données RTM)

En matière d'avalanches, les sources d'information disponibles sont :

- ⇒ l'Enquête Permanente Avalanches (EPA) conduite par des observateurs de l'Office National des Forêts (ONF) dont la mention de fonctionnement de couloirs d'avalanche répertoriés remontent à 1966,
- ⇒ les " RECHERCHES HISTORIQUES SUR LES PHENOMENES NATURELS VECTEURS DE RISQUES DANS LES PYRENEES DE LA HAUTE-GARONNE" (Janvier 2003) conduites par l'Université de Toulouse II-Le Mirail, GEODE UMR 5602-CNRS, pour le compte de la Direction Régionale de l'Environnement de Midi-Pyrénées dans le cadre de la Cartographie informative des phénomènes naturels à risques sur la chaîne des Pyrénées,
- ⇒ les missions photographiques aériennes de l'IGN,
- ⇒ la prospection de terrain.

IV.4.1 LES DIFFÉRENTS TYPES D'AVALANCHES

La classification la plus utilisée actuellement s'appuie sur le critère physique qu'est la qualité de la neige formant l'avalanche.

IV.4.1.1 Les avalanches de neige pulvérulente

Elles se produisent pendant ou immédiatement après de fortes chutes de neige, par temps froid. La neige est froide et sèche (température 0° C - densité voisine de 0,1). Selon la vitesse (fonction de la pente du terrain et de la distance parcourue), on distingue l'avalanche :

- de neige pulvérulente à faible vitesse (appelée coulée de poudreuse). Cette avalanche de petite dimension n'atteint pas la vitesse qui permet l'apparition d'un aérosol.
- de neige pulvérulente à grande vitesse (appelée avalanche de poudreuse). Sa vitesse dépasse 80 km/h et peut même atteindre 400 km/h.

L'aérosol de neige qui la constitue est précédé par un front de compression, lui-même suivi d'une dépression. Les effets mécaniques sur les obstacles peuvent être considérables, selon la vitesse du front, et concerner une zone d'impact de grandes dimensions. Dans la zone de ralentissement du front, l'avalanche n'est pas alimentée, la neige se déplace et crée une nappe superficielle fluide, animée d'une grande vitesse, aux effets également destructeurs. Ces avalanches sont peu sensibles aux particularités topographiques locales et leur distance d'arrêt dans la zone de dépôt est importante.

IV.4.1.2 Les avalanches de neige humide, ou denses

Elles se produisent lors d'un redoux en cours d'hiver ou pendant la période de la fonte des neiges. La neige, plus ou moins humide, se comporte comme un fluide plus visqueux (densité supérieure à 0,2 - température de la neige égale à 0° C). Lorsque l'ensemble du manteau neigeux est concerné lors de l'avalanche, celle-ci est appelée avalanche de fond. Leur vitesse est plus lente (10 à 50 km/h) mais elles développent des poussées considérables.

Plus sensibles à la topographie du terrain que les avalanches de neige pulvérulente, elles suivent les talwegs et leur distance d'arrêt est moindre dans leur zone de dépôt.

IV.4.1.3 Les avalanches de plaque

La neige de départ forme des masses compactes mais fragiles et cassantes (densité souvent supérieure à 0,2 - température de la neige égale à 0° C). Le vent est le principal responsable de l'élaboration des plaques, essentiellement dans les zones d'accumulation sous crêtes et sous le vent, ou aux ruptures de pente.

La rigidité mécanique d'une plaque permet la propagation quasi-instantanée d'un choc provoquant une cassure linéaire et irrégulière pouvant s'étendre à l'ensemble du versant. Les ruptures spontanées d'accumulation sous crêtes sont à l'origine de la plupart des avalanches poudreuses, ou même de neige dense.

A partir de ces cas simples, tous les intermédiaires sont possibles, notamment entre avalanche poudreuse typique (relativement rare) et avalanche dense. De même, une avalanche de plaque au départ peut se transformer en avalanche poudreuse si la pente est suffisante.

IV.4.2 LES MÉCANISMES DE DÉCLENCHEMENT DES AVALANCHES

IV.4.2.1 Les avalanches de neige pulvérulente

L'adhérence d'une strate de neige pulvérulente aux parois ou aux sous-couches du manteau neigeux est due essentiellement aux dendrites des cristaux de neige. Celles-ci peuvent se détruire sous l'effet d'une surcharge (chute de neige très importante, passage d'animaux ou de skieurs). Lors d'une même période neigeuse, on peut donc assister à plusieurs avalanches de neige pulvérulente, dans un même couloir.

Ces dendrites peuvent également s'altérer par une métamorphose des cristaux de neige qui intervient immédiatement après la chute de neige. La durée de la phase de métamorphose varie en fonction de l'exposition du versant.

IV.4.2.2 Les avalanches de neige humide

Lorsque le taux de saturation en eau de diverses strates du manteau neigeux devient trop important, celles-ci perdent toute cohésion interne et, avec les strates supports, s'écoulent telles une pâte. Ces avalanches se produisent pendant des périodes de redoux ou de pluies.

IV.4.2.3 Les avalanches de plaque

Formant une sorte de carapace sur le manteau neigeux en place, les plaques adhèrent à celui-ci par quelques ancrages uniquement. Une surcharge naturelle (chute de neige) ou accidentelle (passage de skieurs ou d'animaux) peut provoquer la rupture de ces ancrages et entraîner le départ de la plaque.

Au contraire des autres types, les avalanches de plaque peuvent représenter une menace permanente pratiquement pendant tout l'hiver, jusqu'à une période de redoux ou de fonte permettant à cette carapace d'adhérer sur toute la surface au manteau neigeux.

V LES ALEAS

L'aléa est initialement défini comme la « probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel ».

Pour les PPR, on adopte une définition élargie qui intègre l'intensité des phénomènes (hauteurs et durées de submersion, vitesses d'écoulement), ce qui permet de traiter plus facilement les événements difficilement probabilisables.

V.1 L'ALÉA INONDATION

V.1.1 RAPPEL : LA DOCTRINE DU MEDD

La définition des différents niveaux d'aléa est clairement explicitée dans le guide méthodologique - MATE-MELT pour la réalisation des Plans de Prévention des Risques naturels (PPR)-Risque d'inondation (La Documentation Française – 1999) [B2]:

« Les niveaux d'aléas sont déterminés en fonction de l'intensité des paramètres physiques de l'inondation de référence qui se traduisent en termes de dommages aux biens et de gravité pour les personnes.

Dans un but de simplification et compte tenu du caractère essentiellement qualitatif de l'analyse, la politique départementale est de distinguer au maximum 3 niveaux d'aléa : négligeable ou faible, moyen, fort.

Dans tous les cas, on pourra qualifier l'aléa à partir de la hauteur de submersion, en se calant sur une hauteur de 1 m qui constitue la limite inférieure de l'aléa le plus fort ».

Hauteur	Aléa
$H < 1 \text{ m}$	Moyen ou Faible
$H \geq 1 \text{ m}$	Fort

Tableau 1

La valeur de 1 mètre d'eau, exprimée une première fois dans la circulaire du Premier Ministre du 2 février 1994, correspond à une valeur conventionnelle significative en matière de prévention et gestion de crise :

- limite d'efficacité d'un batardage mis en place par un particulier ;
- mobilité fortement réduite d'un adulte et impossible pour un enfant ;
- soulèvement et déplacement des véhicules qui vont constituer des dangers et des embâcles ;
- difficulté d'intervention des engins terrestres des services de secours qui sont limités à 60-70 cm.

En fonction d'enjeux spécifiques on pourra ouvrir l'éventail des hauteurs de référence. Par exemple :

- pour les crues de plaine, on pourra chercher dans les espaces urbanisés à différencier les hauteurs supérieures à 1 m (H compris entre 1 et 2 m et H supérieur à 2 m) ;
- pour les zones d'écoulement rapide, on pourra considérer que l'aléa est le plus fort à partir d'une hauteur de 0,50 m.

La limite de 1 mètre devra être considérée avec circonspection dans la mesure où des hétérogénéités de l'occupation des sols (présence d'obstacles divers à l'écoulement ou au contraire d'axes de drainage rapides) sont susceptibles, au sein d'une zone considérée comme homogène aux plans hydrogéomorphologique et hydraulique, de produire des variations importantes autour de cette hauteur moyenne, en fonction des points considérés.

Dans certains cas, comme celui des inondations rapides, cette caractérisation sera insuffisante, et il faudra se poser la question des vitesses d'écoulement.

Toutefois, la connaissance des vitesses est encore plus difficile à apprécier que celle des hauteurs et peut même s'avérer illusoire. La mesure en période de crues est d'autant plus ardue que la vitesse est forte et hétérogène, et n'a de toute façon de valeur qu'au point et au moment où elle est effectuée.

En général, on ne dispose pas de mesures fiables de vitesses, mais de valeurs approchées, par exemple à partir d'objets emportés par le courant ou de dépôts.

En conséquence, on ne parlera que d'une appréciation qualitative des vitesses : faible, moyenne ou forte. Lorsque il existe des données quantitatives malgré tout, on considèrera que la vitesse est faible en dessous de 0,20 m/s, moyenne de 0,20 à 0,50 m/s et forte au-delà.

Vitesse \ Hauteur	Faible (stockage)	Moyenne (écoulement)	Forte (grand écoulement)
H < 0,50 m	Faible	Moyen	Fort
0,50 m < H < 1 m	Moyen	Moyen	Fort
H > 1 m	Fort	Fort	Très fort

Qualification de l'aléa en fonction de la hauteur et de la vitesse - tableau 2

Par ailleurs, il est important de noter que les terrains protégés par des ouvrages (digues) sont considérés comme potentiellement exposés aux inondations de la même façon que des terrains non protégés dans la mesure où il n'est pas possible de garantir totalement et définitivement l'efficacité des ouvrages.

En clair, les digues restent transparentes pour qualifier les aléas.

Même en l'absence de données historiques, la carte hydrogéomorphologique permet de souligner et de délimiter la zone inondable indépendamment des digues. La protection éventuelle qu'elles représentent ne sera prise en compte, le cas échéant, par le service instructeur, qu'au moment de délimiter les zones réglementaires.

En outre, certains effets aggravants pourront être identifiés, comme ceux induits par les ruptures potentielles de digues ou la mise en fonction d'un déversoir de sécurité qui menacent les terrains situés derrière les ouvrages ou en aval. La description de l'aléa intégrera ces effets.

V.1.2 RAPPEL DU CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

En terme d'inondation, l'aléa est défini comme la probabilité d'apparition d'un phénomène d'intensité donné. En fonction des différentes intensités associées aux paramètres physiques d'inondation (hauteur d'eau, vitesse d'écoulement), différents niveaux d'aléas sont alors définis.

La circulaire du 24 janvier 1994 précise que l'évènement de référence à retenir pour le zonage est, conventionnellement, « la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière ».

La politique régionale de Midi-Pyrénées s'appuie sur la cartographie des zones inondables dans le choix de la crue de référence comme on peut le lire dans le « document de référence des services de l'Etat de la région Midi Pyrénées pour l'évaluation du risque inondation et sa prise en compte dans l'aménagement ». Le document part du principe que « ...les niveaux déjà atteints par des crues passées peuvent l'être de nouveau par des crues exceptionnelles ». De ce fait, « la cartographie informative des zones inondables qui s'appuie sur la connaissance historique et en particulier sur les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) est donc la référence à prendre en compte... ».

V.1.3 L'ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

En conformité avec la doctrine régionale de la DIREN MIDI-PYRENEES (Document de référence des services de l'Etat en Région Midi-Pyrénées pour l'évaluation du risque inondation et l'élaboration des PPRi), le CETE SO a affiné à partir de la méthode hydrogéomorphologique les limites de la carte informative des zones inondables (CIZI) de l'atlas régional.

Ces limites, mettent en évidence le lit majeur du cours d'eau qui représente par définition les crues de fréquence exceptionnelle qui se traduit dans le PPR par les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC).

Cette méthode permet de délimiter l'encaissant des zones inondables et s'appuie principalement sur 2 volets :

- ✓ une photo-interprétation (analyse stéréoscopique de photographies aériennes) visant à définir les grands types de zones inondables,
- ✓ une étude de terrain fine (à l'échelle du 1/5000) permettant une reconnaissance générale des caractéristiques morphologiques naturelles (terrasses alluviales,...) et artificielles (endiguement, remblai, ...) des vallées et/ou tronçons d'étude. Différents éléments sont identifiés :
 - **l'encaissant** : il représente la limite du fond alluvial.
 - **la limite des crues courantes** : assimilée à l'enveloppe d'une crue de type décennale.
 - **la limite des crues exceptionnelles** : assimilée à l'enveloppe d'une crue de type centennale.
 - **les chenaux d'écoulement** : ils représentent les zones préférentielles d'écoulement.
 - **les obstacles à l'écoulement** : il s'agit des obstacles pouvant avoir une incidence significative sur les écoulements lors des crues (remblais, ponts, etc...).

Aussi fiable soit-elle, cette méthode doit être complétée pour vérifier la cohérence de ces limites avec les données existantes (traces ou laisses de crues) mais aussi lorsqu'elle devient difficilement applicable (zones urbanisées par exemple).

Ces compléments ont porté notamment sur :

- une recherche de témoignages sur les crues (témoins, photos,...)
- des contacts avec les élus et riverains (recueil d'informations, témoignages, ...)
- une approche historique et statistique des inondations (études centennales, pluviométrie, résultats des stations de mesures,...)
- la localisation des repères de crues (photographier et répertorier les éventuels repères de crues sur la commune).

V.1.4 LES NIVEAUX D'ALÉA

Dans le secteur d'étude, comme dans la majorité des cas et comme indiqué précédemment, il est scientifiquement très difficile sinon impossible de connaître précisément les vitesses d'écoulement des cours d'eau en crue, notamment pour des événements très exceptionnels.

Le paramètre hauteur d'eau (de submersion des terrains) est donc essentiel pour la détermination de l'aléa ; la vitesse exprimée sous forme de classe, est utilisée pour conforter, notamment quand la hauteur d'eau est faible, le niveau d'aléa proposé.

En pratique, les niveaux d'aléas retenus par le comité de suivi pour l'ensemble des communes sera celui du tableau n°2. Les hauteurs de submersion ont été déterminées en relatif par pas de 0.5m à l'aide d'un théodolite.

V.1.5 LES CRUES DE RÉFÉRENCE

La circulaire du 24 janvier 1994 précisait que l'évènement de référence à retenir pour le zonage est, conventionnellement, « la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière ».

La politique régionale des services de l'Etat en Midi-Pyrénées s'appuie sur la cartographie des zones inondables dans le choix de la crue de référence comme on peut le lire dans le « document de référence des services de l'Etat de la région Midi Pyrénées pour l'évaluation du risque inondation et sa prise en compte dans l'aménagement ». Le document part du principe que « ...les niveaux déjà atteints par des crues passées peuvent l'être de nouveau par des crues exceptionnelles ». De ce fait, « la cartographie informative des zones inondables qui s'appuie sur la connaissance historique et en particulier sur les Plus Hautes Eaux Connues(PHEC) est donc la référence à prendre en compte.... ».

Dans le cas présent, nous avons retenu comme zonage de départ les limites de la CIZI de l'atlas[C2] que nous avons précisées par une nouvelle analyse hydrogéomorphologique comme le stipule la politique régionale. Dans les parties urbanisées où l'analyse hydrogéomorphologique est plus difficile à utiliser, nous nous sommes servi des témoignages des riverains et on a repris le cas échéant le zonage issu de la modélisation effectuée par SOGREAH en 1991 et 1995 qui avait été utilisé lors de la réalisation du premier PPR en 2001. Les élus ont aussi été rencontrés au cours de cette opération afin de recueillir le maximum d'informations et de nous indiquer les personnes susceptibles d'en détenir.

Ce choix répond à la volonté :

- de se référer à des évènements qui se sont déjà produits, qui sont donc non contestables et susceptibles de se produire de nouveau, et dont les plus récents sont encore dans les mémoires,
- de privilégier la mise en sécurité de la population en retenant des crues de fréquences rares ou exceptionnelles.

Dans ces conditions, la zone inondable est celle issue du zonage déterminé par l'analyse hydrogéomorphologique et recoupée avec les données historiques de la crue de référence du 3 juillet 1897 qui constitue les PHEC.

Rivière Pique :

L'atlas régional des zones inondables ayant aussi couvert ce cours d'eau, nous avons procédé de la même manière que pour la Garonne.

Les ruisseaux et torrents

Comme pour les deux cours d'eau précédents le zonage est issu de la méthode hydrogéomorphologique. Ce zonage réalisé par le SRTM en 2001 a été repris lors de notre étude sauf pour les ruisseaux qui ont été sujet à observations lors de l'enquête publique.

Au premier semestre 2006, le SRTM a procédé à un affinage cartographique de l'aléa inondation en zone de crue torrentielle afin de distinguer le régime torrentiel du régime inondation de plaine sur les cartes d'aléas.

Le tableau suivant présente les repères de crues répertoriés sur les 11 communes:

COMMUNES	REPERES DE CRUE SUR LA GARONNE		
	DATE	LOCALISATION	COMMENTAIRES
ARGUT-DESSOUS			
ARLOS	27/10/1937	RN 125 Secteur Le village	Z= 515,88
	27/10/1937	RN 125 Secteur La Couméro	Z=517,26
	1982	RN 125 Secteur Camount	H=2,31
CHAUM	23/06/1875	Voie SNCF Secteur Peyro malo	Z=479,72
	03/07/1897	Voie SNCF Secteur lalanetto	Z=475,55
	23/06/1875	Voie SNCF Secteur village Sud-Ouest	Z=474,70
	03/07/1897	Voie SNCF Secteur Saint Julien	Z=471,33
	03/07/1897	Voie SNCF Secteur culorox	Z=472,61
	20/05/1977	RN 125 Secteur vio de la naou	Z=473,30
CIERP-GAUD	20/05/1977	Secteur La Gerle	Z=477,58
ESTENOS	03/07/1897	Pont SNCF de la Garonne (rive gauche)	--
	19/05/1977	Secteur du Village	--
EUP	Côte des PHEC	Secteur Caubous	Z=490,78
FOS	27/10/1937	Secteur Village	Z=542,78
	20/05/1977	Secteur Prat de Sans/ RN 125	Z=555,97
	08/11/1982	Secteur Prat de Sans / RN 125	Z=555,99
	08/11/1982	Lane de sérial / RN	Z=551,38
	08/11/1982	Quartier de Guiaïné	Z=538,53
	08/11/1982	Secteur Arriouech /RN	Z=534,08
	08/11/1982	Secteur le plan / RN	Z=531,33
	08/11/1982	Secteur Hierle Pourquere	Z=531,18
	08/11/1982	bourg	Z=538,97
	03/07/1897	Secteur Sabièle / RN 125	Z=542,56
	03/07/1897	Secteur Sabièle / RN 125	Z=544,44
	03/07/1897	Petite chapelle Batan RN 125	Z=537,98
	03/07/1897	Quartier de Guiaïné	--
LEZ	--	--	--
MARIGNAC	23/06/1875	Pont SNCF	Z=479,72
MELLES	--	--	--
SAINT-BEAT	03/07/1897	Parcelles cadastrales 177 et 178	Z=490,78
	03/07/1897	Secteur Village / Impasse et rue Gallien	Z=500,80
	03/07/1897	Secteur Village / Petite ruelle	Z=502,41
	03/07/1897	Secteur Village / Chemin de la Rouère	Z=502,41
	20/05/1977	D 44	Z=501,57
	20/05/1977	RN / Marbrerie Portigau	Z=494,39
	27/10/1937	Secteur Village / Eglise	Z=499,91
	23/06/1875	Secteur Village / Pont Station Hydro	H=4,17
	03/07/1897	Secteur Village / Porte Roxanes	Z=501,22

Z : altitude NGF de la crue (en m)

H : hauteur de la crue reportée sur une échelle (en m)

Crue de référence : 03/07/1897 (sur la Garonne et ses affluents)

A noter une différence de 36 cm entre la crue de 1897 et 1875 (crue de 1897 plus forte que celle de 1875)

V.1.6 DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

La réalisation d'un PPRI se heurte à plusieurs difficultés dont certaines apparaissent dès les études préliminaires, (objet du présent rapport) et inévitablement, des inconnues persistent. L'objet de ce paragraphe est d'en faire une synthèse, nécessaire à une bonne compréhension des résultats et documents fournis.

V.1.6.1 Détermination des limites des zones inondables

Quelle que soit la méthode utilisée les limites souffrent d'une certaine imprécision :

Peu de laisses de crues ont été observées et le report des limites visibles sur le terrain sur une carte parcellaire entraîne une erreur systématique due à l'échelle de travail. La philosophie d'un PPR n'est pas de raisonner à l'échelle de la parcelle, le report a été réalisé sur un plan au 1/5000.

En secteur très plat et malgré de nombreuses visites de terrain, la précision en planimétrie est de plusieurs mètres.

Au 1/5000, 1 mm représente 5 m. Nous pouvons retenir comme valeur de précision une valeur de 5 à 10 mètres près.

V.1.6.2 Détermination des hauteurs d'eau

La détermination des hauteurs d'eau – et par suite des hauteurs de submersion – pour des événements exceptionnels est difficile.

La précision des résultats obtenus n'est pas bien connue, mais on peut proposer les estimations suivantes compte-tenu des connaissances scientifiques : ± 50 cm pour l'hydrogéomorphologie .

Remarques

1) Cette valeur est cohérente avec l'objectif du PPRI fixé par le Ministère de l'Ecologie en charge de la prévention des risques.

2) Il faut aussi garder à l'esprit que l'on raisonne « terrain inondable » et non maison ou bâtiment inondable, ces derniers pouvant être sur remblais.

V.1.6.3 Détermination des vitesses

Le problème de la détermination des vitesses d'écoulement des eaux en période de fortes crues a déjà été souligné.

En pratique, seule la modélisation du cours d'eau peut donner des ordres de grandeur. La méthode hydrogéomorphologique ne permet pas d'obtenir des vitesses par contre les axes principaux d'écoulement peuvent être précisés ainsi que des informations obtenues auprès des témoins des crues.

Des calculs sommaires (au niveau de certains ouvrages par exemple) peuvent compléter ce qui précède.

En pratique, cette imprécision sur les vitesses d'écoulement n'est pas très gênante pour définir tout à fait correctement les aléas dans la zone d'étude.

V.1.6.4 Détermination des aléas et des enjeux

L'aléa inondation est défini par le croisement hauteur – vitesse d'écoulement, la hauteur restant très généralement le critère déterminant du niveau d'aléa.

Malgré les incertitudes précédentes, on peut considérer que l'on dispose in-fine d'une bonne appréciation des aléas, d'autant que ces derniers sont présentés aux responsables communaux (élus, services techniques,...), responsable de l'Etat (DDE...),... et éventuellement affinés en fonction des observations validées.

L'influence des travaux réalisés par la collectivité (commune, syndicat,...) est souvent mise en avant. La politique de l'Etat est de considérer les ouvrages de protections comme transparents vis à vis d'un évènement exceptionnel.

« On ne peut en effet avoir la garantie absolue de l'efficacité de ces ouvrages, et même pour ceux réputés les plus solides, on ne peut préjuger de leur gestion et de leur tenu à terme » [B2].

« ...les zones endiguées sont des zones soumises à un risque d'inondation où le risque de submersion des digues ou de rupture brutales demeure quel que soit le degré de protection théorique »[A7].

De même certains constats d'inondations sont réfutés car dûs à des phénomènes particuliers : embâcles, dysfonctionnement d'ouvrages, (vannes, clapets,...), obstruction, casses...

En fait, ces phénomènes pouvant toujours se reproduire, il convient de ne pas en tenir compte pour minimiser l'aléa, donc le risque.

Remarque :

En cas de désaccord persistant malgré les différentes étapes de concertation, la commune a la possibilité de faire réaliser des études complémentaires.

Si les résultats de ces études sont validés par les services de l'Etat, une révision du PPRI approuvé pourra être faite.

V.1.6.5 Inconnues persistantes

Plusieurs inconnues relatives aux inondations sur l'aire d'étude persistent :

- certains petits cours d'eau pouvant générer des inondations ne sont pas compris dans le PPRI (petit chevelu par exemple),
- les inondations liées aux réseaux d'assainissement pluvial ne sont pas concernées par le présent PPRI,
- dans quelques secteurs assez plats seule une connaissance très fine de la topographie permettrait d'affiner encore les limites des zones submersibles.

V.2 L'ALÉA CRUE TORRENTIELLE

V.2.1 CARACTÉRISATION DES NIVEAUX D'ALÉA

En application du guide méthodologique en la matière, la carte des aléas définit trois niveaux d'aléas en fonction du croisement de l'**intensité** caractérisée par des paramètres hydrauliques (hauteur d'écoulement, d'engravement, d'affouillements, de la granulométrie des dépôts) et des effets prévisibles sur les enjeux (niveau dégâts remettant en cause la structure des bâtiments et la possibilité de remise en état), avec la **probabilité d'atteinte**.

Les niveaux d'aléas sont déterminés sur la base d'une grille de cotation :

Critères d'intensité	Niveaux d'intensité retenus	
	Fort	Moyen
Ordres de grandeur des paramètres hydrauliques	<p>La vitesse d'arrivée des débordements ne rend pas possible un déplacement des personnes hors de la zone exposée.</p> <p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement dépasse 1 m.</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur supérieure à 1 m.</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés excède 50 cm.</p>	<p>La vitesse d'arrivée des débordements rend possible un déplacement des personnes hors de la zone exposée.</p> <p>La hauteur d'écoulement ou d'engravement reste inférieure à 1 m.</p> <p>Les affouillements verticaux ont une profondeur qui ne dépasse pas 1 m.</p> <p>La taille des plus gros sédiments transportés n'atteint pas 50 cm.</p>
Flottants	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont importants.	Les risques d'impact par des flottants de grande taille sont modérés.
Laves torrentielles	La parcelle peut être atteinte par des laves torrentielles.	La parcelle est située en dehors des zones d'atteinte par des laves torrentielles.
Effets prévisibles sur les enjeux	Espaces naturels et agricoles	Des phénomènes d'engravement ou d'érosion de grande ampleur sont prévisibles à cause des divagations du lit du torrent. Ils conduisent à de profonds remaniements des terrains exposés.
	Bâtiments	<p>Les contraintes dynamiques imposées par l'écoulement et les matériaux charriés peuvent détruire les bâtiments exposés.</p> <p>La ruine des constructions peut notamment intervenir par sapement des fondations. Les angles des bâtiments sont particulièrement menacés d'affouillement en raison des surpresses induites par la concentration des écoulements.</p>
	Infrastructures et ouvrages	<p>Les ponts peuvent être engravés, submergés ou emportés. Les routes ou les équipements (pylônes, captages,...) faisant obstacle aux divagations du torrent peuvent être détruites ou ensevelies par des dépôts.</p> <p>Les voies de circulation sont impraticables du fait de la perte du tracé. De longs travaux de déblaiement et remise en service sont nécessaires.</p>

V.2.2 QUALIFICATION DES ALÉAS

Ces niveaux d'aléas permettent de définir la grille suivante :

Aléa		Probabilité d'atteinte			
		Forte	Moyenne	Faible	Potentielle
Intensité	Forte	Fort	Fort	Fort à moyen	Résiduel
	Moyenne	Fort	Fort à moyen	Moyen à faible	

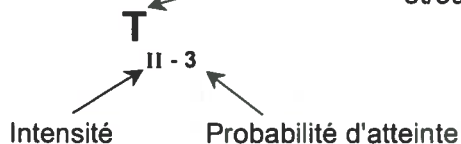
Il est important de noter qu'un aléa moyen peut résulter, selon le cas de figure, soit d'une intensité forte combinée à une probabilité d'atteinte faible, soit d'une intensité moyenne combinée à une probabilité d'atteinte moyenne à faible.

Un affichage possible des différents niveaux d'aléa est présenté ci-dessous à titre d'exemple. Il présente également un intérêt pour l'amélioration du niveau d'information des populations directement exposées.

Aléa		Probabilité d'atteinte			
		Forte	Moyenne	Faible	Potentielle
Intensité	Forte	T _{I-1}	T _{I-2}	T _{I-3}	
	Moyenne	T _{II-1}	T _{II-2}	T _{II-3}	

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible
- Aléa résiduel

Phénomène de crue torrentielle avec forte charge solide, en précisant lorsque cela est possible, la nature du phénomène prédominant (par exemple avec un exposant L pour les laves torrentielles et/ou C pour le charriage torrentiel)



V.3 L'ALÉA MOUVEMENTS DE TERRAINS

L'évaluation des aléas représente la deuxième étape de l'analyse des risques liés aux mouvements de terrain. Cette étape d'interprétation et de synthèse a pour principal objectif **d'apprécier qualitativement et quantitativement la stabilité des terrains** à partir des données recueillies lors du diagnostic.

V.3.1 DÉFINITION

Le mot « aléa » vient du latin *alea* qui signifie « coup de dés ». De façon générale, ce terme peut être défini comme la probabilité de manifestation d'un phénomène naturel donné sur un territoire donné, dans une période de référence donnée. L'évaluation de l'aléa « mouvement de terrain » fait donc intervenir les éléments suivant :

- la référence à un phénomène caractérisant l'instabilité,
- une composante spatiale correspondant à la délimitation de l'aléa,
- une composante qualitative caractérisant la prédisposition d'un site à un phénomène d'instabilité donné.

V.3.2 PHÉNOMÈNES DE RÉFÉRENCE

Les phénomènes de référence pris en compte dans le cadre de l'évaluation des risques naturels de mouvements de terrain sur le bassin de risque Garonne supérieure sont :

- les glissements de terrain (loupes de glissement et glissements plans),
- les mouvements superficiels type solifluxion,
- les coulées boueuses,
- les chutes de masses rocheuses.

V.3.3 QUALIFICATION DES ALÉAS

La qualification de l'aléa « mouvement de terrain » s'est basé sur l'intensité caractérisant les mouvements de terrain d'une part et sur la prédisposition des versants vis-à-vis des phénomènes d'instabilité d'autre part. On notera que la qualification des aléas liés aux chutes de masses rocheuses s'est de plus basé sur la probabilité d'occurrence des éboulements et sur le délai dans lequel ils peuvent se manifester.

⇒ Notion d'intensité :

La notion d'intensité est essentielle car elle traduit l'importance du phénomène (volume mobilisé, dynamique, énergie...), leur gravité vis-à-vis des vies humaines ou leur dommageabilité vis-à-vis des constructions. Les degrés d'intensité, gradués de faible à élevé, correspondent à des capacités croissantes de créer des préjudices.

Le tableau suivant présente un exemple courant de classification des phénomènes d'instabilité suivant leur intensité (l'intensité des phénomènes permettant de qualifier l'aléa).

Degré d'intensité	Phénomènes
Intensité élevée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ glissement de masse (glissement profond) ▪ coulée de boue ▪ éboulements rocheux (> 100 m³) ▪ éboulements de berges
Intensité modérée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ glissement localisé ▪ coulée de boue ▪ chute de blocs (1 dm³ à 100 m³) ▪ affaissement et sape de berges
Intensité faible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ solifluxion ▪ coulée de boue ▪ chute de pierres (< 1 dm³)

⇒ Notion de probabilité d'occurrence et de délai :

La qualification des aléas liés aux chutes de masses rocheuses (éboulements, chutes de blocs et chutes de pierres) fait intervenir une composante temporelle introduisant les notions de probabilité d'occurrence et de délai. La probabilité / délai se définit comme une variable à deux dimensions :





- la probabilité d'occurrence de chute dans le délai considéré, induite par les facteurs d'instabilité déterminant le phénomène. L'échelle utilisée s'étale entre le *très faible* et le *très élevé*,
- le délai à l'intérieur duquel le phénomène a une probabilité considérée de se produire. La durée des périodes va de *l'imminent* au *long terme*.

La durée de vie d'une construction s'inscrivant dans le long terme, l'évaluation des aléas peut faire abstraction de la notion de délai.

La caractérisation de l'aléa « glissement de terrain », détaillée ci-après, a été définie directement à partir de l'intensité du phénomène. La caractérisation de l'aléa « chutes de masses rocheuses » a été déterminé en croisant l'intensité à la probabilité d'occurrence du phénomène.

V.3.3.1 Caractérisation des aléas liés aux glissements de terrain

La cartographie et la hiérarchisation des aléas liés aux glissements de terrain a été établie en prenant en compte les critères généraux suivants :

⇒ Aléa considéré comme nul :	- Zone stable, ne présentant pas de signes d'instabilité et située dans un environnement géomorphologique favorable	
⇒ Aléa faible :	- Zone incertaine dont la stabilité est difficilement appréciable - Zone actuellement stable, ne présentant pas de signes d'instabilité mais pouvant évoluer par le biais d'une intervention anthropique ou à la suite de conditions pluviométriques exceptionnelles	
⇒ Aléa moyen :	- Zone instable affectée par des mouvements de terrain de faible intensité - Zone potentiellement instable (pente en équilibre limite ou déjà glissée)	
⇒ Aléa fort :	- Zone instable affectée par des mouvements d'intensité modérée à élevée - Zone fortement exposée à des mouvements de terrain	

V.3.3.2 Caractérisation des aléas liés aux chutes de masses rocheuses

Les aléas liés aux chutes de masses rocheuses se décomposent en trois types distincts : l'aléa de rupture, l'aléa de propagation et l'aléa résultant.

⇒ Aléa de rupture :

Cet aléa désigne le compartiment de terrain susceptible de s'écrouler. Il fait intervenir deux composantes :

- la classe d'instabilité, caractérisée par le volume total des matériaux mis en jeu (la taille des éléments unitaires peut aussi être prise en compte).
- la probabilité d'occurrence de chute est induite par les facteurs déterminant le phénomène. L'échelle utilisée s'étale entre le faible et le fort.

On définit par classe un type d'instabilité caractérisé par le volume des matériaux mis en jeu lors de la phase d'écroulement et le volume unitaire des blocs produits. Les classes sont définies conformément à la grille suivante.

- les chutes de pierres (cp) concernent des volumes unitaires inférieurs à 1 décimètre cube (1dm^3),
- les chutes de blocs (cbx) concernent des éléments isolés d'un volume variant de quelques fractions de mètre cube à plusieurs mètres cube. Dans le cas de formations massives, on peut avoir affaire à des blocs dépassant la centaine de mètres cubes (m^3),
- les éboulements en masse limitée (ebl). Le volume total de la masse en cause est inférieur à quelques centaines de mètres cubes,
- les éboulements en masses (ebm) Le volume total de la masse en cause peut atteindre et dépasser le millier de mètres cubes,
- les éboulements en grandes masse (ebgm) concernent des phénomènes exceptionnels et complexes mettant en cause des masses considérables.

La caractérisation de l'aléa de rupture est précisé dans le tableau suivant.

Degré d'intensité	Probabilité d'occurrence		
	Faible Les facteurs déterminants reconnus sur le site sont diffus, mal circonscrits	Moyenne De nombreux facteurs déterminants sont reconnus sur le site. Certains facteurs non répertoriés peuvent apparaître dans le temps	Forte Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site. L'intensité des facteurs est forte
Faible Concerne des chutes de pierres ($<1\text{dm}^3$)	aléa faible	aléa faible	/
Modéré Concerne des chutes de blocs ($< 100 \text{m}^3$)	aléa faible	aléa moyen	aléa fort
Élevé Concerne des chutes de blocs ($> 100 \text{m}^3$)	/	aléa fort	aléa fort

⇒ Aléa de propagation

cet aléa recouvre toute la problématique de la zone couverte par le cheminement de la zone d'atteinte des blocs issus de la rupture du compartiment considéré. Sur la carte des aléas c'est la limite de propagation qui déterminera la limite inférieure de l'aléa de rupture.

Dans le domaine rocheux, la qualification de *l'aléa de rupture* n'est qu'une première étape pour caractériser le phénomène « éboulement rocheux ». Si la crête de falaise peut constituer la limite supérieure de la zone d'influence du phénomène, il est prépondérant d'apprécier sa *limite inférieure sur les versants*.

L'aléa de propagation et la *limite de propagation* se caractérisent par une approche qualitative en prenant en compte les critères relatifs aux conditions de départ, aux données topographiques du versant sur lequel se propagent les éboulis et, éventuellement, les caractéristiques des zones d'épandage.

Cette approche s'appuie sur les observations de terrains :

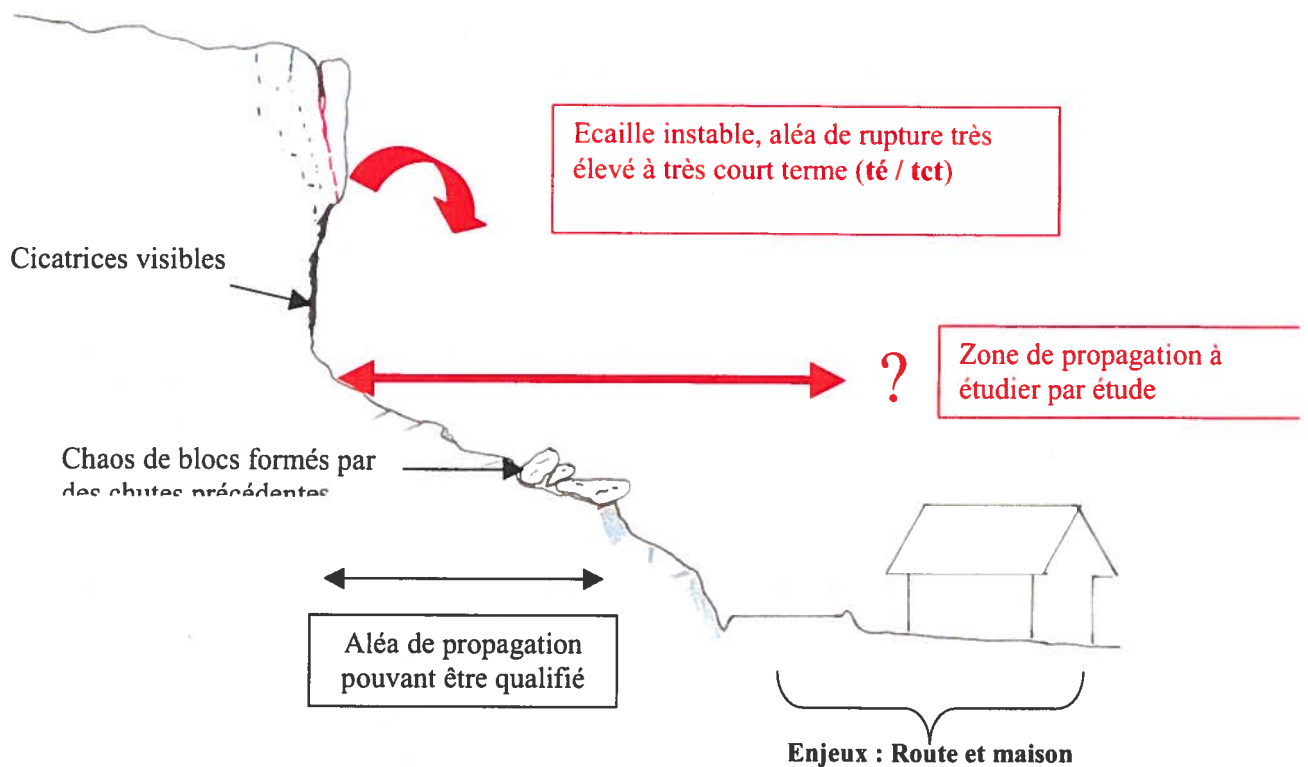
- Les conditions de départ (hauteur, cinématique...).
- Les pentes inférieures (pentes, déviations latérales, nature des terrains, rebonds...).
- Les obstacles (couvert végétal, contre pentes naturelles, présence d'éboulis...).
- La fragmentation (volume global de l'éboulement, blocométrie prévisionnelle, forme des blocs...).

La probabilité et la limite de propagation de l'éboulement jusqu'à un objectif sont à apprécier à la lumière des critères précédents.

La probabilité pourra être nulle, très faible, faible, modérée, élevée ou très élevée, et la limite estimée pourra s'étendre, du pied du massif rocheux jusqu'à une partie ou sur la totalité du versant (voire au delà dans certains cas).

Pour la cartographie des aléas, c'est la limite de propagation estimée qui sera prise en compte. Pour des enjeux sensibles et si *l'aléa de propagation* et la *limite* ne peuvent être qualifiés avec précision, une étude trajectographique, par simulation numérique, peut alors être réalisée.

l'aléa de propagation est illustré de manière schématique sur la figure suivante.



La grille suivante (avec un exemple de renseignement pour chaque rubrique) est destinée à recenser tous les facteurs caractérisant une classe et/ou un type d'instabilité.

- facteurs intrinsèques de la masse rocheuse instable (géomorphologie, géologie...),
- facteurs aggravants concernant son environnement immédiat et sa zone d'influence (végétation, action de l'eau...).

Cette grille permet de lister, dans un ordre logique, tous les facteurs permettant de qualifier l'aléa de rupture en terme de probabilité. Sont ainsi décrits l'instabilité elle-même, la fracturation à l'origine de l'instabilité, les facteurs aggravants, les processus d'évolution et les mécanismes de rupture. Une rubrique complémentaire concerne la propagation des masses rocheuses dans le versant.

Commune X		Falaise Y
1-Description générale des instabilités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nature du matériau ▪ type d'instabilité ▪ dimensions / volume ▪ position sur la falaise 	<ul style="list-style-type: none"> . Calcaires et dolomies (Sinémurien J2b) . Écailles, dièdres et panneaux . 500 m³ . En partie supérieure
2-Fracturation origine des instabilités	<ul style="list-style-type: none"> ▪ description des discontinuités 	<ul style="list-style-type: none"> . Petits bancs sub-horizontaux . Fissures verticales défavorables . Fissures biaises défavorables
3-Facteurs aggravants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ présence de végétation : <ul style="list-style-type: none"> - dans la discontinuité - sur le pourtour 	<ul style="list-style-type: none"> . Absence de végétation
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ présence d'eau : <ul style="list-style-type: none"> - écoulement - suintement 	<ul style="list-style-type: none"> . Pas d'indice . Traces suspectes
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ présence de cicatrices anciennes : <ul style="list-style-type: none"> - dans la discontinuité 	<ul style="list-style-type: none"> . Rupture de dièdre en pied de l'ordre de 400 à 500 m³
4- Stabilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ processus d'évolution <ul style="list-style-type: none"> - identification - agents d'évolution - indices d'évolution 	<ul style="list-style-type: none"> . Infiltrations d'eau et gélifraction . Ouverture des fissures
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mécanisme de rupture 	<ul style="list-style-type: none"> . Rupture dièdre + mise en surplomb . Rupture et chute du surplomb
5- Qualification de l'aléa de rupture		f (niveau faible)
6- Propagation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ données topographiques en aval <ul style="list-style-type: none"> - pente du versant 	<ul style="list-style-type: none"> . Pente moyenne de 30° avec chemin forestier à 50 mètres en pied
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ couverture du versant 	<ul style="list-style-type: none"> . Arbuste
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nature du substrat 	<ul style="list-style-type: none"> . Colluvions sur rocher sain à altéré
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fragmentation (volume) 	<ul style="list-style-type: none"> . Faible (volume de 200 m³ estimé)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ traces d'éboulements anciens 	<ul style="list-style-type: none"> . Blocs sur versant (50 à 100 m³)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ trajectoire <ul style="list-style-type: none"> - direction - obstacles - présence de replats, fosses... 	<ul style="list-style-type: none"> . Ligne de plus grande pente vers le Tarn / . Chaos de blocs
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ probabilité de propagation 	<ul style="list-style-type: none"> . Faible jusqu'à la maison

Ces grilles n'ont pas été jointes dans le rapport d'étude, elles sont archivées au Laboratoire Régional de Toulouse, et sont à la disposition du demandeur.

⇒ Aléa résultant

C'est la résultante, sur le versant considéré des composantes de l'aléa de rupture et de l'aléa de propagation

C'est l'aléa résultant qui précise les contours du zonage de la carte des aléas en déterminant :

- La limite supérieure de la zone matérialisée par la crête des massifs rocheux étudiés,
- La limite inférieure de la zone égale à la limite de propagation estimée.

A l'intérieur de la zone, c'est l'aléa de rupture qui qualifie l'ensemble de la zone. En fonction de la localisation des enjeux, c'est l'aléa résultant qui concrétisera le risque.

⇒ Sectorisation par ensembles homogènes

Nous avons identifié sur la commune des zones homogènes comportant des types de mouvements prévisibles très proches. Pour chaque zone ainsi définie, un secteur « référence » a été étudié plus spécifiquement afin de permettre l'établissement d'une unique grille de qualification de l'aléa propre à ce secteur.

Si un même secteur est soumis à deux aléas – rupture et propagation –, de niveaux différents (faible, modéré ou élevé), la carte représente l'aléa résultant le plus défavorable. Dans certains cas si l'aléa de niveau inférieur peut apporter une information particulière, une « fenêtre » peut l'indiquer ponctuellement sur la carte.

V.3.4 LIMITES ET INCERTITUDES

La définition des critères de cartographie des aléas dépend fondamentalement des hypothèses géotechniques choisies. Ces paramètres sont très variables en fonction des situations. Par conséquent, la caractérisation des aléas doit prendre en compte des hypothèses « moyennes ». Enfin, la cartographie finale doit être validée par les observations de terrain.

La qualité de la cartographie et de l'évaluation en général dépend de la précision des levés géologiques, du recensement le plus complet possible des phénomènes naturels d'instabilité et de l'échelle du fond de plan utilisé. Ainsi, la qualification de l'aléa « mouvements de terrain » se base principalement sur des critères qualitatifs liés à l'observation des instabilités et à la connaissance de la géologie locale. Concrètement, la qualification des aléas « mouvements de terrain » consiste à apprécier la prédisposition d'un site à un phénomène en fonction de l'environnement géotechnique (morphologie ; nature, géométrie et caractéristiques mécaniques des terrains de surface ; présence d'eau ...).

Dans les zones de glissement potentiel, l'approche qualitative s'est de plus appuyée sur le résultat de calculs de stabilité semi-interprétatifs basés sur la pente, sur les paramètres mécaniques estimés des terrains et sur la profondeur de la nappe (plusieurs hypothèses prises en compte). Cette approche « quantitative » du problème a utilisé un modèle de calcul unique, celui du glissement plan.

Remarque : pour prendre en compte les incertitudes relatives à la connaissance géologique, les zones douteuses ou mal connues peuvent être classées dans un aléa de niveau supérieur. Par conséquent, dans les zones concernées par un enjeu majeur, la qualification peut éventuellement être affinée au moyen d'études géotechniques ou trajectographiques détaillées qui sortent du cadre de l'élaboration d'un P.P.R.. Les conclusions de ces études peuvent amener à une nouvelle qualification de l'aléa.

V.4 L'ALÉA AVALANCHE (données RTM)

L'intensité de l'événement peut être caractérisée comme suit :

- ⇒ **Aléa Fort** : événement constaté au moins une fois par siècle avec une surpression dynamique au moins égale à 3 T/m^2 ($3\,000 \text{ daN / m}^2$),
- ⇒ **Aléa faible**: événement ayant une récurrence au plus décennale et créant une surpression dynamique toujours inférieure à 1 T/m^2 ($1\,000 \text{ daN / m}^2$),
- ⇒ **Aléa moyen** : tout événement ayant des caractéristiques intermédiaires.

Tableau récapitulatif de l'Aléa "avalanche"

Valeur de la surpression	Récurrence	Annuelle	Décennale	Centennale
$S \geq 3 \text{ T / m}^2$		Aléa fort	Aléa fort	Aléa fort
$1 \text{ T / m}^2 \leq S \leq 3 \text{ T / m}^2$		Aléa fort	Aléa fort	Aléa moyen
$S < 1 \text{ T / m}^2$		Aléa moyen	Aléa moyen	Aléa faible

V.5 DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

Conformément à la demande du Maître d'Ouvrage, sur plan communal parcellaire 1/5 000 ont été identifiés :

- les zones soumises à submersion (par pas de 0,50 m), avec chenaux d'écoulement référentiels, indications de vitesses d'écoulement,...
- les zones d'aléa fort et modéré à faible pour les phénomènes naturels inondations, mouvements de terrain et avalanches.

Ces documents ont été validés par le comité de pilotage. Ils figurent en annexe séparée de ce rapport.

VI LES ENJEUX FACE AUX PHENOMENES NATURELS

Ci-après sont reprises les stipulations du cahier des charges de l'étude qui définissent bien la nature des enjeux à considérer ainsi que la méthodologie à mettre en œuvre.

VI.1 CONTENU DE L'ÉTUDE

Ce volet de l'étude doit permettre l'analyse des enjeux existants et futurs sur le territoire des communes de Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles, et Saint-Béat soumis à l'aléa inondation. L'analyse permet d'évaluer les populations en danger, de recenser les établissements recevant du public (hôpitaux, écoles, maisons de retraite, camping, etc...) et d'identifier les voies de circulation susceptibles d'être coupées ou au contraire accessibles pour l'acheminement des secours.

VI.2 MÉTHODOLOGIE

L'appréciation des enjeux résulte de la superposition de la carte d'aléa inondation et des occupations du sol, actuelles et projetées. Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux a été effectué par :

- des visites sur le terrain ;
- des enquêtes auprès des élus de chaque commune portant sur l'identification de la nature de l'occupation du sol, l'analyse du contexte humain et économique , l'analyse des équipements publics et voies de desserte et de communication, la stratégie de développement envisagé.
- l'interprétation des documents d'urbanisme ;

VI.3 DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

Conformément au souhait du Maître d'ouvrage, nous avons élaboré, sur plan communal parcellaire 1/5 000:

Ces documents ont été validés par le comité de pilotage et figure aussi en annexe séparée.

VII ZONAGE REGLEMENTAIRE ET REGLEMENT

VII.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX

Le zonage réglementaire et le règlement associé constituent le fondement du Plan de Prévention des Risques en traduisant une logique de réglementation qui permet de distinguer, en fonction de la nature et de l'intensité du phénomène d'une part (les aléas), et des enjeux exposés d'autre part, des zones de dispositions réglementaires homogènes.

Le plan de zonage vise à prévenir le risque en réglementant l'occupation et l'utilisation des sols. Il délimite les zones dans lesquelles sont définies les interdictions, les prescriptions réglementaires, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

Le PPR vise à :

- ne pas ajouter de population dans les zones les plus exposées
- ne pas augmenter le niveau de risque
- ne pas aggraver les conditions d'écoulement
- préserver les champs d'expansion des crues
- permettre le maintien (voir le développement) des activités existantes

VII.2 LE ZONAGE INONDATION

La logique de zonage est issue de la circulaire interministérielle du 24 janvier 1994 qui définit la politique de l'Etat pour la prévention des inondations et la gestion des zones inondables. Cette circulaire pose le principe de l'interdiction de toute construction nouvelle là où les aléas sont forts et exprime la volonté de contrôler strictement l'extension de l'urbanisation dans les zones d'expansion des crues. La circulaire d'application pour les PPR "inondation" du 24 avril 1996 reprend les principes de celles du 24 janvier 1994 pour la réglementation des constructions nouvelles, et précise les règles applicables aux constructions existantes. **Elle permet des exceptions aux principes d'inconstructibilité, visant à ne pas remettre en cause la possibilité pour les occupants actuels de mener une vie ou des activités normales. Elle permet en particulier des exceptions pour les centres urbains.**

Le zonage du risque inondation est défini de la façon suivante :

ALEA URBANISATION	FORT	FAIBLE ou MOYEN
Zone Urbanisée	VIOLET	BLEU
Hors Zone Urbanisée	ROUGE	JAUNE

LES ZONES URBANISEES

La circulaire du 24/04/1996 définit la notion de zones déjà urbanisées, comme « ayant des fonctions de centre urbain, caractérisées par leur histoire, une occupation de sol de fait importante, la continuité du bâti et la mixité des usages entre logements, commerces et services ».

Dans ces zones il est convenu de prendre en compte non seulement les secteurs les plus anciens répondant à cette notion de centre urbain mais également des secteurs denses plus récents constituant des extensions du centre ancien et présentant une « continuité de bâti non attenante au centre urbain ».

Dans ces zones déjà construites 3 principes s'appliquent, à adapter suivant le niveau d'aléa rencontré :

- le maintien de l'activité existante
- la possibilité d'extension limitée tenant compte des conditions hydrauliques
- la réduction de la vulnérabilité des personnes exposées

HORS ZONES URBANISEES

- hors de zones considérées comme actuellement urbanisées le principe fixé par la loi est l'inconstructibilité nouvelle
- cependant, conformément à l'objectif de maintien des activités, en fonction du niveau d'aléa et à condition de réduire la vulnérabilité des personnes exposées et des biens, certains types de construction ou d'aménagement pourront être autorisés

A chaque type de zone correspondent dans le règlement les prescriptions appliquées et les dispositions spécifiques à prendre :

VII.2.1 LA ZONE ROUGE

Sur cette zone, les principes appliqués relèvent de l'interdiction d'urbaniser avec pour objectifs :

- ne pas ajouter de population dans les zones les plus exposées
- permettre le maintien des activités existantes
- ne pas aggraver les conditions d'écoulement et ne pas augmenter le niveau de risque
- préserver les champs d'expansion des crues

Les règles :

- interdiction : construction nouvelles, campings, remblais, sous-sols, stockage
- autorisation : travaux de protection, extensions limitées (20 m² ou 20%), surélévation, reconstruction
- prescription : 1^{er} plancher au dessus PHEC, pas de logements supplémentaires, extension limitée dans ombre hydraulique

VII.2.2 LA ZONE VIOLETTE

La zone violette est une zone soumise à aléa fort mais qui s'inscrit dans une logique de centre urbain ou de continuité existante de bâti à vocation d'habitat, de commerces et de services où peu de parcelles libres subsistent.

Sur cette zone, les principes appliqués dans le cadre du PPR sont :

- ne pas ajouter de population dans les zones les plus exposées
- ne pas augmenter le niveau de risque
- permettre le maintien des activités existantes

Les règles :

- interdiction : construction nouvelles (sauf dent creuse), campings, remblais, sous-sols, stockage
- autorisation : travaux de protection, extensions limitées (20 m² ou 20%), surélévation, reconstruction
- prescription : 1^{er} plancher au dessus PHEC, pas de logements supplémentaires, extension limitée dans ombre hydraulique

VII.2.3 LA ZONE JAUNE

La zone soumise à l'aléa faible à moyen. Dans cette zone aucun enjeu n'est identifié. Il s'agit essentiellement de zones à vocation agricole.

Sur cette zone, les principes appliqués dans le cadre du PPR sont :

- ne pas aggraver les conditions d'écoulement et ne pas augmenter le niveau de risque
- préserver les champs d'expansion des crues
- permettre le maintien des activités existantes

Les règles :

- interdiction : construction nouvelles (sauf pour activités agricoles), campings, remblais, sous-sols, stockage
- autorisation : travaux de protection, extensions limitées, surélévation, reconstruction
- prescription : 1^{er} plancher au dessus PHEC, pas de logements supplémentaires, extension limitée dans ombre hydraulique, augmentation de la capacité d'accueil des bâtiments sensibles limitée à 10%.

VII.2.4 LA ZONE BLEUE

La zone bleue est une zone soumise à l'aléa faible à moyen et où des enjeux sont identifiés.

Sur cette zone, les principes appliqués dans le cadre du PPR sont :

- ne pas augmenter le niveau de risque
- permettre le développement adapté à des activités existantes

Les règles :

- interdiction : campings, remblais, sous-sols, stockage
- autorisation : constructions nouvelles, extensions, surélévation, reconstruction, changement de destination
- prescription : 1^{er} plancher au dessus PHEC, extension limitée dans ombre hydraulique, augmentation de la capacité d'accueil des bâtiments sensibles limitée à 10%.

VII.3 LE ZONAGE MOUVEMENT DE TERRAIN

La qualification des aléas liés aux mouvements de terrain s'est basée sur l'intensité des mouvements et sur la prédisposition des versants vis-à-vis des phénomènes d'instabilités. Ainsi, le zonage a été établi de la manière suivante.

Niveau d'aléa	Niveau de contraintes en ZONE NON-URBANISEE	Niveau de contraintes en ZONE URBANISEE
Fort →	ZONE D'INTERDICTION zone rouge	
Moyen →	ZONE D'INTERDICTION zone rouge	ZONE DE CONTRAINTES FORTES zone violette
Faible →	ZONE D'AUTORISATION SOUS CONDITIONS zone bleue	

VII.3.1 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE D'INTERDICTION (ZONE ROUGE)

La zone rouge représente les secteurs exposés à un aléa fort et à un aléa moyen en zone non urbanisée. Dans cette zone à caractère instable ou fortement exposée, les principes appliqués relèvent de l'interdiction et du contrôle strict de l'utilisation du sol dans un objectif de sécurité des biens et des personnes. Toutefois, les extensions limitées d'installations existantes, les reconstructions à l'identique de bâtiment (si la cause du sinistre n'est pas liée à un mouvement de terrain) et certains travaux d'intérêt public peuvent être autorisés sous réserve de la prise en compte de mesures conservatoires définies par une étude géotechnique spécifique.

VII.3.2 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE DE CONTRAINTES FORTES (ZONE VIOLETTE)

La zone violette correspond aux secteurs soumis à un aléa moyen qui s'inscrivent dans une logique de développement des activités existantes.

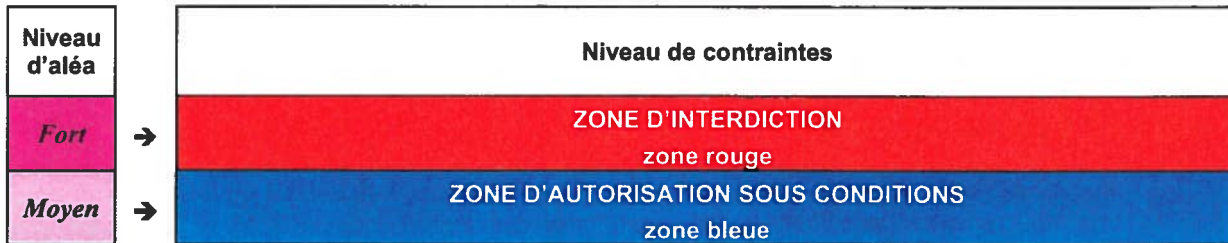
Ainsi, dans cette zone potentiellement instable, des projets de constructions et d'aménagements peuvent être envisagés sous réserve de la prise en compte de mesures conservatoires définies par une étude géotechnique globale (relevant d'un maître d'ouvrage collectif, à l'échelle de plusieurs parcelles) complétée par une étude spécifique (relevant d'un maître d'ouvrage particulier, à l'échelle de la parcelle). L'application de contraintes réglementaires a donc pour objectif de prévenir le risque et réduire ses conséquences.

VII.3.3 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONE D'AUTORISATIONS SOUS CONDITIONS (ZONE BLEUE)

Les zones bleues correspondent aux secteurs exposés à un aléa faible. Dans ces zones actuellement stables ou douteuses, les constructions, les aménagements et les activités diverses sont autorisés sous réserve de la prise en compte de mesures conservatoires ou préventives définies par une étude géotechnique spécifique. L'application de cette contrainte a pour objectif de prévenir le risque et de réduire ses conséquences.

VII.4 LE ZONAGE AVALANCHE (d'après service RTM)

Le zonage des risques d'avalanches a été établi de la manière suivante.



VIII LA CONCERTATION

VIII.1 ORGANISATION

Un comité de pilotage a été mis en place par la DDE 31 ; il est notamment chargé de donner un avis sur le travail effectué et les orientations proposées.

Le comité de pilotage est composé :

- de représentants des administrations concernées (Préfecture, DIREN, DDE, DDAF),
- des maires des communes et des présidents des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) concernés,
- des services techniques des communes et EPCI,
-

Un comité technique, institué par la DDE, comprend :

- la DDE 31 (Ressources Techniques et Administratives),
- le CETE SO / Laboratoire de Bordeaux (Volet Etudes Risques Inondations),
- le CETE SO / Laboratoire de Toulouse (Volet Etudes Risques Mouvements de Terrain),
- le SRTM (Volet Etudes Risques Avalanches et Crues Torrentielles),
- les Services Techniques Communaux,
- ...

Le LRPC de Bordeaux a traité le volet inondation et a assuré le pilotage de l'ensemble du PPR. Le LRPC de Toulouse s'est occupé des risques mouvements de terrain et avalanches en étroite collaboration avec le service RTM.

Plusieurs réunions techniques se sont déroulées tout au long des étapes de l'étude.

VIII.2 INFORMATION - CONCERTATION

La procédure d'établissement du PPR s'appuie sur le canevas suivant [B1] , [B2] :

- Arrêté Préfectoral de prescription avec désignation d'un service instructeur,
- Etude du PPR (en liaison avec la commune),
- Le dossier est soumis à l'avis du Conseil Municipal,
- Autres Consultations,
- Enquête Publique,
- Modifications éventuelles du projet,
- Arrêté Préfectoral d'approbation,
- Mise en demeure adressée au maire pour annexion au PLU comme servitude d'utilité publique.

Dans la réalisation des PPR, il est indispensable d'associer toutes les compétences en présence, administratives, techniques et politiques. La concertation doit prédominer tout au long du déroulement du PPR : des discussions doivent avoir lieu entre les parties concernées et lorsque c'est possible, faire l'objet d'un consensus.

Toutefois les lois fixent le cadre de la concertation dans l'élaboration des PPR :

- les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme seront associés à l'élaboration du dossier selon des modalités définies dans l'AP de prescription du PPR,
- le projet de PPR est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes concernées, des organes délibérant des EPCI et de la chambre de l'agriculture,
- le dossier est mis à l'enquête publique. Le commissaire enquêteur entendra les maires des communes concernées.

L'ensemble de notre démarche s'est accompagnée d'une large information et concertation auprès du comité de pilotage et des représentants des communes concernées.

Des réunions de présentation puis de concertation à toutes les phases de l'étude ont été menées avec toutes les communes en présence du représentant de l'Etat chargé du PPR (DDE 31).

Bien entendu les communes, comme la DDE 31, ont été tenues au courant des prestations réalisées par le CETE, de ses éventuelles difficultés, des questions en suspens,...

Des réunions de validation des différents zonages ont été programmées en réunion plénière en sous-préfecture de Saint-Gaudens.

Ces réunions sont recensées en annexe 1.

IX LE S.I.G.

Un S.I.G. (Système d'Informations Géographiques) a été élaboré par le CETE du Sud-Ouest.

Ce S.I.G. a été réalisé à l'aide du logiciel MAP-INFO.

Plusieurs tables ont été constituées pour définir les enjeux, les aléas, les zones de submersions, les couloirs de vitesse et les ouvrages rencontrés. Un CD-ROM sera joint en annexe séparé.

X CONCLUSION

L'étude préalable à la réalisation du PPR des communes de Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles, et Saint-Béat a permis de caractériser les inondations de plaine (de rivière), les mouvements de terrain, les avalanches et les enjeux associés.

Cette étude confiée au CETE du Sud-Ouest par la DDE 31 a fait une large part à l'analyse des documents existants complétée par de nombreux et détaillés constats de terrain : recherche de témoignages, de marques laissées par les crues, de signes d'instabilité, lecture du terrain et analyse du système hydrographique (analyse hydrogéomorphologique).

L'ensemble de la démarche a été mené en cohérence totale avec le cahier des charges de l'étude et la doctrine du MEDD.

Plusieurs réunions d'information puis de concertation ont été menées auprès des représentants des communes et du comité de pilotage.

Le présent document constitue le rapport général de l'étude du CETE du Sud-Ouest : présentation des méthodes utilisées, des hypothèses retenues (crues de référence par exemple), des résultats généraux obtenus.

XI ANNEXES

- Annexe 1** : Éléments bibliographiques
- Annexe 2** : Recensement des réunions et compte-rendu
- Annexe 3** : Liste des services contactés
- Annexe 4** : Méthode hydrogéomorphologique
Note méthodologique
- Annexe 5** : Carte géologique

Annexe 1 : ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

1 DOCUMENTS DE TYPE LÉGISLATIF OU RÉGLEMENTAIRE

- [A1] Loi n° 95-101 du 2 février 1995 (dite Loi Barnier) relative au renforcement de la protection de l'environnement.
- [A2] Code de l'Environnement - Partie législative.
Les Editions des Journaux Officiels – 2001
- [A3] Décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles
- [A4] Circulaire interministérielle du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables.
- [A5] Circulaire du 2 février 1994 relative à la cartographie des zones inondables, aux mesures conservatoires en matière de projet de construction dans les zones récemment soumises à des inondations.
- [A6] Circulaire du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zones inondables.
- [A7] Circulaire du 30 avril 2002 (MEDD) relative à la politique de l'Etat en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines.
- [A8] Circulaire MATE/ DPPR+DE relative à la programmation pluriannuelle de la réalisation des atlas des zones inondables – Février 2002
- [A9] Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages

2 DOCUMENTS À CARACTÈRE MÉTHODOLOGIQUE

- [B1] Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR).
Guide général – MATE – MELT
La Documentation Française – 1997

- [B2] Plans de prévention des risques naturels (PPR)
Risque d'inondation
Guide méthodologique – MATE – MELT
La Documentation Française – 1999

- [B3] Elaboration d'Atlas de zones inondables par des techniques d'analyse hydrogéomorphologique.
Termes de référence du CCTP relatif à la réalisation des atlas.
MATE / DPPR – Octobre 2001

- [B4] Votre atout pour la prévention des risques naturels.
PPR : une action concertée entre l'Etat et les collectivités locales.
Document MATE – Décembre 2001

- [B5] Document de référence des services de l'état de la région Midi-Pyrénées pour l'évaluation du risque inondation et sa prise en compte dans l'aménagement – DIREN Midi Pyrénées - janvier 2004

- [B6] Plans de Prévention des Risques Naturels
Guide de la concertation - La Documentation Française 2002

- [B7] Plan de Prévention des Risques naturels (P.P.R.)
Risques mouvements de terrain
Guide méthodologique
MATE / MELT – La Documentation Française – 1999

- [B8] Collection Environnement – Les risques naturels
Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain
MATE / LCPC – 2000

- [B9] Collection Environnement – Les risques naturels
Parades contres les instabilités rocheuses
MATE / LCPC – 2001

3 DOCUMENTS SPÉCIFIQUES

- [C1] Plan de Prévention des Risques inondation des communes de Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles, et Saint-Béat
BETURE-CEREC/ SRTM 2001
- [C2] Cartographie Informatives des Zones Inondables de Midi-Pyrénées- Bassin Garonne Amont
DIREN MIDI-PYRÉNÉES – Août 2000
- [C3] Expertise du Plan de Prévention des Risques inondation des communes de Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles, et Saint-Béat
CETE SO/ LRB 2003
- [C4] Rapport d'enquête publique du Plan de Prévention des Risques inondation des communes de Argut-Dessous, Arlos, Chaum, Cierp-Gaud, Estenos, Eup, Fos, Lez, Marignac, Melles, et Saint-Béat du 06/11/01
- [C5] SOGREAHA « Aménagement de la Route Nationale n°125-Déviations de Chaum- Secteur Saint-Béat/Fos-Analyse hydrologique », septembre 1990
- [C6] SMEPAG-« Monographie des crues de la Garonne(du Pont de Roy au Bec d'Ambes), février 1989.
- [C7] SOGELERG-SOGREAHA « Aménagement de la Route Nationale n°125 de Chaum à Fos - Étude hydraulique- Zones submersibles », mars 1991
- [C8] SOGERLERG SOGREAHA« Écoulement des crues de la Pique à Cierp-Gaud – Signac » décembre 1991
- [C9] SOGERLERG SOGREAHA« Écoulement des crues historiques de la Pique sur les communes de Cierp-Gaud et Signac » novembre 1995
- [C10] Service RTM de la Haute-Garonne « Chutes de blocs à Les Arribes, VC de Sarrat – Commune de Cierp-Gaud », 4 janvier 2005
- [C11] Service RTM de la Haute-Garonne « commune de Saint-Béat, PER provisoire », décembre 1992
- [C12] Service RTM de la Haute-Garonne « communes de Melles, secteurs et couloirs avalancheux », octobre 2004
- [C13] Société Alpine de Géotechnique « Étude des risques de chutes de blocs et les protections possibles sur la commune de Saint-Béat », novembre 1991
- [C14] B.R.G.M. « R.N. 125, déviation de Saint-Béat – Projet de tunnel et de route en corniche – Étude géologique et des risques d'éboulements, de chutes de blocs et de pierres » mars 1992

Annexe 2 : RECENSEMENT DES RÉUNIONS

1 RÉUNIONS GÉNÉRALES / COMITÉ DE SUIVI / RÉUNIONS TECHNIQUES

Le comité de pilotage de ce PPR était constitué des Maires ou représentants des communes, de la DDE 31 (SEE de Toulouse, du SRTM, du CETE SO, des services de la gendarmerie et des secours.

Date	Lieu	Objet	Participants
28/02/2003	SAINT-GAUDENS	Lancement du PPR.	Réunion plénière
09/06/2004	TOULOUSE	Réunion avec le comité technique du PPR à la DDE 31.	Comité Technique
01/07/2004	SAINT-GAUDENS	Remise des cartes d'enjeux de submersion et aléas.	Réunion plénière
19/01/2005	TOULOUSE	Réunion entre les laboratoires de Bordeaux et de Toulouse au sujet des zonages réglementaires.	Comité de Pilotage
18/02/2005	SAINT-GAUDENS	Remise des cartes de zonage et du règlement. Validation des cartes des enjeux et d'aléas.	Réunion plénière
15/03/2005	TOULOUSE	Présentation à la DDE 31 des différents volets risques du PPR.	Comité Technique
27/04/2005	TOULOUSE	Point d'avancement sur le PPR.	Laboratoire de Bordeaux et DDE 31
11/07/2005	TOULOUSE	Point d'avancement sur le PPR.	Laboratoire de Bordeaux et DDE 31
17/02/2006	TOULOUSE	Point d'avancement sur le PPR.	LRPC Bordeaux et Toulouse, SRTM, DDE 31
14/04/2006	TOULOUSE	Point d'avancement sur le PPR.	Comité Technique
10/11/2006	SAINT-GAUDENS	Déroulement Enquête Publique	Comité de Pilotage
08/02/2007	SAINT BEAT		Réunion Publique
16/11/2007	SAINT-GAUDENS	Bilan avant approbation	Comité de Pilotage

2 RÉUNIONS COMMUNALES

Des réunions dans chaque commune ont été programmées pour établir la carte des enjeux

Le calendrier a été le suivant :

Date	Lieu	Objet	Participants
06/10/2004	Mairie d'Estenos	Retour des observations à propos de la carte des enjeux et des aléas.	DDE 31, LRPC de Bordeaux.
13/10/2004	Mairies de Marignac, Saint-Béat et Fos	Retour des observations à propos de la carte des enjeux et des aléas.	DDE 31, SRTM, LRPC de Bordeaux et de Toulouse.
14/10/2004	Mairies de Cierp-Gaud et Chaum	Retour des observations à propos de la carte des enjeux et des aléas.	DDE 31, SRTM, LRPC de Bordeaux et de Toulouse.
19/11/2004	Mairie de Melles	Retour des observations à propos de la carte des enjeux et des aléas.	DDE 31, SRTM, LRPC de Bordeaux et de Toulouse.
07/02/2006	Mairie de Chaum	Questions sur le zonage	DDE 31, Mairie de Chaum
25/09/2006	Mairie de Fos	Retour des observations suite à la modification du zonage crue torrentielle. Questions sur le zonage aléa et risques	DDE 31, Mairie de Fos.
25/01/2007	Mairie d'Esténos	Questions sur le zonage aléa et risques	DDE31, Mairie d'Esténos
08/02/2007	Mairie de Melles	Questions sur le zonage aléa et risques	DDE31, Bureaux d'études, Mairie de Melles
26/02/2007	Mairie de St Béat	Questions sur le zonage aléa et risques	DDE31, Bureaux d'études, Mairie de St Béat
26/10/2007	Mairie de Fos	Questions sur le zonage aléa et risques	DDE31, Bureaux d'études, Mairie de Fos
26/10/2007	Mairie de St Béat	Questions sur le zonage aléa et risques	DDE31, Bureaux d'études, Mairie de St Béat
15/11/2007	Mairie de Melles	Questions sur le zonage aléa et risques	DDE31, Bureaux d'études, Mairie de Melles

Annexe 3 : LISTE DES SERVICES CONTACTES

- Direction Départementale de l'Équipement de la Haute-Garonne, subdivision territoriale de Luchon – centre d'exploitation de Saint-Béat
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.)
- Archives Départementales de la Haute-Garonne
- EDF
- Carrière Onyx et Marbres Granulés (OMG) Saint-Béat

Annexe 4 : METHODE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE - NOTE MÉTHODOLOGIQUE

La méthode hydrogéomorphologique a fait l'objet de plusieurs documents méthodologiques (guide, CCTP) [B2], [B3] dont nous reprenons les principaux éléments ci-après.

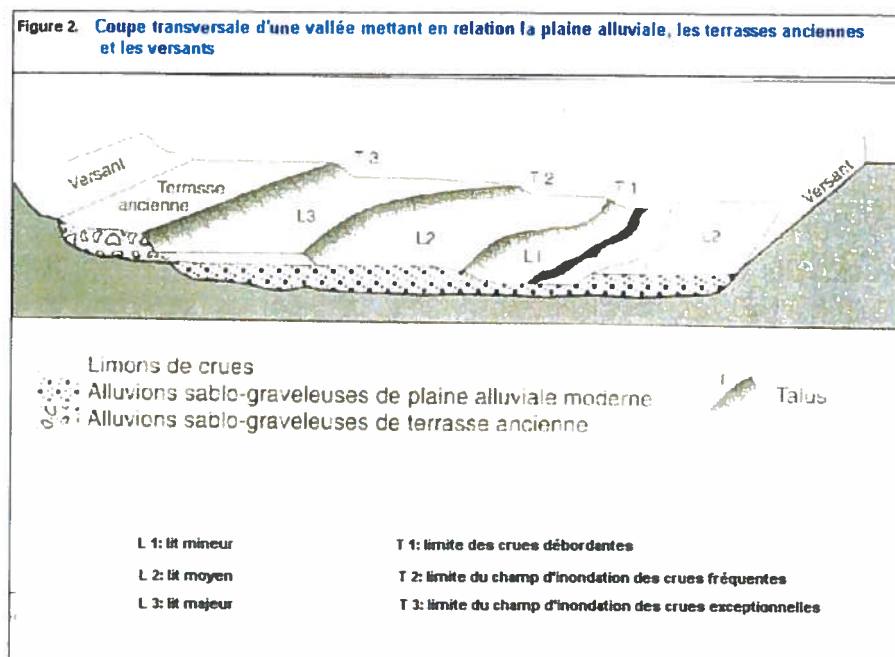
Cette méthode repose sur une analyse des milieux naturels et anthropisés des vallées basée sur une approche naturaliste qui vise à mettre en évidence les différents lits des cours d'eau, les diverses implantations susceptibles de perturber les écoulements en les accélérant ou les ralentissant et à en déduire les zones inondables ainsi que les valeurs approchées des paramètres physiques des inondations.

La méthode fait aussi intervenir une photo interprétation de la zone concernée, une étude de terrain (analyse du site et du fonctionnement du réseau hydrographique) et est complétée par une recherche de témoignages sur les crues (témoins, traces ou laisses de crues) et par une approche historique et statistique des inondations (du moins quand des informations de ce type peuvent être obtenues).

A-Rappels théoriques

Les critères permettant la différenciation et la délimitation des lits concernent : la morphologie, la sédimentologie, et l'occupation des sols.

Le schéma ci-après propose une visualisation de la disposition spatiale des différents lits d'un cours d'eau et de leur contexte. Dans ce cas, la plaine alluviale moderne est encadrée, d'un côté par un versant à pente raide, et de l'autre par une terrasse ancienne. Chaque unité morphologique est délimitée par un talus, et correspond, à l'intérieur de l'ensemble plaine alluviale moderne – terrasses, à un plan incliné de l'amont vers l'aval. Cette présentation schématique nécessite cependant une analyse plus détaillée, portant sur les unités géomorphologiques et leurs talus de séparation.



Si les unités hydrogéomorphologiques peuvent sans ambiguïté être considérées comme la résultante du fonctionnement passé du cours d'eau, et particulièrement de ses régimes caractéristiques, il reste à déterminer leur signification au regard des conditions actuelles et futures de ce fonctionnement. Deux questions préalables se posent :

- Ces unités héritées de périodes anciennes peuvent-elles encore être considérées comme fonctionnelles ?
- Les aménagements réalisés par l'homme, qui ont pour conséquence globale d'augmenter la capacité du lit mineur (recalibrages, extractions en particulier), changent-ils radicalement les conditions de débordement ?

Diverses études comparatives ainsi que l'observation de grandes crues récentes apportent une réponse positive à la première question. En ce qui concerne les effets des aménagements, des différences sensibles apparaissent en fonction de l'occurrence des crues considérées et de l'importance relative des cours d'eau par rapport aux transformations qu'ils ont subies.

Par ailleurs, il ressort des réflexions entreprises les orientations suivantes [] :

- Le lit moyen, exposé à toutes les crues, des plus fréquentes aux plus rares, est soumis aux hauteurs d'eau et aux vitesses de courant maximales. Il doit être considéré, par conséquent, comme inconstructible. Dans les petits appareils hydrographiques où ses limites ne sont pas matérialisées dans la morphologie, il est impératif d'évaluer son emprise théorique. Le non respect de cette précaution élémentaire explique la majeure partie des dégâts enregistrés au cours des dernières catastrophes.
- Le lit majeur correspond à l'ensemble des terrains susceptibles d'être submergés par des crues exceptionnelles, sur différentes parties du bassin versant. A l'intérieur de la courbe enveloppe donnée par la limite externe de ce lit majeur, les crues qualifiées de centennales dans l'état actuel des connaissances hydrologiques peuvent occuper des portions variables de l'espace, et quelquefois sa totalité.
- Les aménagements hydrauliques facilitant l'écoulement des crues peuvent avoir sur ce schéma de fonctionnement des répercussions faibles pour les grands cours d'eau, mais plus importantes pour les réseaux hydrographiques secondaires.

CCTP – type du MEDD

Le CCTP type joint en annexe à la circulaire de février 2002 [A8] précise les prestations à réaliser pour une bonne utilisation de la méthode ; les principaux éléments sont repris ci-après :

A – Les unités hydrogéomorphologiques sont de deux types :

a) Actives, constituant la plaine alluviale fonctionnelle, ou plaine d'inondation. Ces unités sont mises en place par les grandes crues historiques, et sont remaniées ou modifiées par les crues successives aux différentes fréquences. La plaine d'inondation est délimitée par une encaissant : morphostructure de contact plaine – versant pouvant être franche (talus de terrasse, pied de versant raide) ou moins nette (glacis en pente douce, zone de confluence).

L'analyse de ces unités morphologiques actives permet de délimiter au sein de la plaine alluviale fonctionnelle les zones d'inondation suivantes :

- Le lit mineur, incluant le chenal d'étiage et les plages d'alluvionnement associées, est emprunté par les crues très fréquentes, jusqu'à la crue annuelle ; il est délimité par ses hauts de berges. Ce lit et les unités morphologiques qui le composent sont bien repérables, modelé et végétation y étant tout à fait particuliers. Outre les limites de ce lit mineur, des éléments de ce modelé tourmenté, témoins de la

dynamique des crues, comme les points de ruptures de berges, les départs de chenaux de crue, les berges affouillées, pourront être cartographiés lorsque l'échelle du report le permettra ;

- Le lit moyen ou lit d'inondation fréquente, où mises en vitesses et transferts de charge importants induisent une dynamique morphogénique complexe et changeante. Le modelé de ce secteur est représentatif de la dynamique d'inondation, avec alternance de chenaux de crue, parfois directement branchés au lit mineur, et bancs d'alluvionnement grossier. Ces bancs et chenaux sont entretenus ou remaniés par les crues inondantes qui s'y développent.

- Le lit majeur ou lit d'inondation rare à exceptionnelle, au modelé plus plat, et situé en contrebas de l'encaissant. La dynamique des inondations dans ces secteurs privilégie la sédimentation, car ils sont submergés par des lames d'eau peu épaisses, avec peu de mises en vitesse. Lit majeur et lit moyen sont souvent séparés par un simple talus, parfois net et cartographiable. Les rares chenaux de crue parcourant ce lit peuvent aussi être représentés, soit par un figuré de talus s'ils sont nets et bien inscrits dans la plaine, soit par une flèche localisant la ligne de courant si la forme est peu imprimée dans celle-ci.

b) Sans rôle hydrodynamique particulier, mais constituant le reste de la vallée au sens large, ou encaissant de la plaine alluviale fonctionnelle, situé en contre-haut de celle-ci. L'identification des unités qui constituent cet encaissant conditionne la compréhension de l'historique et des conditions de formation de la plaine alluviale, et fait partie intégrante de l'interprétation hydrogéomorphologique.

Cet encaissant comprend :

- Les terrasses alluviales plus ou moins anciennes, témoins d'une hydrodynamique aujourd'hui disparue. Ces terrasses sont cartographiées avec leur talus, qui peut lui-même former la limite de l'encaissant
- Les versants structurels, plus ou moins raides, taillés dans le substratum dans lequel la vallée est imprimée,
- Les cônes alluviaux d'affluents et les colluvions, largement étalés en pied de versant (limite d'encaissant peu marquée), ainsi que les véritables cônes torrentiels (encaissant net mais apports importants et imprévisibles).

B – Collecte et exploitation des données relatives aux crues historiques

La connaissance des crues historiques constitue l'un des deux volets fondamentaux du diagnostic de l'aléa inondation.

Elle est directement complémentaire de la cartographie hydrogéomorphologique, dont elle permettra de traduire les unités spatiales en termes quantitatifs.

La densité des informations historiques varie considérablement d'une vallée à l'autre, et de l'amont à l'aval d'une même vallée, en fonction de la densité du peuplement humain et de son positionnement par rapport aux zones inondables. Leur fiabilité est également variable.

Il faut par conséquent rechercher l'exhaustivité de l'information tout en exerçant sur elle une critique méthodique pour sélectionner des données fiables.

La recherche documentaire porte en particulier sur les aspects suivants :

Les plans de surfaces submersibles (P.S.S), établis dans certaines vallées à la suite des grandes crues du passé, et qui fournissent les limites des zones inondées lors de ces crues .

Les relevés des plus hautes eaux connues (P.H.E.C.), qui ont été effectués systématiquement dans certains bassins versants, et donnent lieu à des reports cartographiques et à de fichiers ; ils seront complétés, dans le cadre de l'enquête terrain, par le relevé de laisses de crues plus ou moins récentes issu des témoignages.

Les relevés des stations hydrométriques : seules seront prises en compte les données relatives aux hauteurs d'eau, moins discutables que les calculs de débits. Lorsque le maître d'ouvrage estimera suffisante la quantité et la qualité des données, une analyse historique et probabiliste de l'hydrométrie

aux stations de référence sera effectuée, et permettra d'affecter, pour des hauteurs de référence, des périodes de retour significatives au droit de la station.

L'information hydrologique variée portant sur le secteur d'étude ou le bassin versant : relevés des traits et laisses de crues inondantes plus ou moins récentes, dossiers photographiques ou cartographiques de crues archivées dans les services.

Toutes ces données seront recueillies systématiquement auprès des services compétents, et reportées sur cartes au 1/25 000 ; les relevés des stations hydrométriques répertoriées dans la liste fournie par le Maître d'ouvrage feront l'objet d'une analyse.

La recherche documentaire peut être complétée, par exemple :

- par l'exploitations des données d'archives départementales,
- par des enquêtes auprès de riverains et des observations de terrain. Ces enquêtes sont menées en liaison avec les relevés de terrain nécessités par la cartographie hydrogéomorphologique.

La méthode hydrogéomorphologique présente de nombreux avantages :

- rapidité d'exécution, donc coût relativement modéré,
- bonne fiabilité, notamment quand des recoupements sont possibles avec les informations d'ordre statistique et historique.

Elle présente néanmoins des inconvenients non négligeables :

- elle s'applique mal aux milieux très anthropisés, et notamment les sections très urbanisées, les cours d'eau canalisés....,
- elle ne peut fournir d'informations d'ordre quantitatifs pour caractériser les crues : notamment elle ne fournit pas de données sur les vitesses d'écoulement des eaux en période de crues ; il faut pour y pallier, soit disposer de relevés de stations soit effectuer des calculs hydrauliques qui ne peuvent fournir que des ordres de grandeurs assez grossiers.

Annexe 5 : Carte géologique



extrait de la carte géologique B.R.G.M. au 1 / 50 000^{ème} n° 1072, feuille « Arreau »