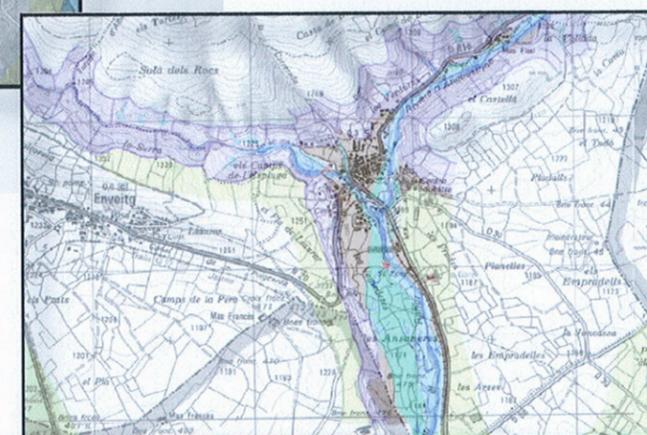


ATLAS DES ZONES INONDABLES DU BASSIN VERSANT DU SEGRE



■ ■ ■ **RAPPORT**



AE 06 12 004 Fév 08



**Atlas des zones inondables du bassin versant
du Sègre par la méthode
hydrogéomorphologique**

Maître d'ouvrage : DIREN Languedoc-Roussillon

Comité de pilotage : DDE des Pyrénées-Orientales, RTM, Syndicat du Sègre

Auteur : GINGER ENVIRONNEMENT ET INFRASTRUCTURE, Direction Spécialisée Prévention Risques Naturels

Les Hauts de la Duranne,
370 Rue René Descartes,
CS90340
13799 Aix-en-Provence Cedex 3
Tel. : 04 42 99 27 69 Fax : 04 42 99 28 44

Chef de projet : V. Durin

Participants : V. Durin, V. Ollivier, G. Serié

Date : mars 08

N° d'affaire : AE 06 12 04

Pièces composant l'étude :

- 1 document contenant le rapport d'étude et l'atlas
- 1 notice de la base de données numériques géographiques
- 1 CD-Rom

Résumé de l'étude :

La méthode hydrogéomorphologique couplée aux recherches historiques permet de déterminer les zones inondables naturelles sur les principaux cours d'eau du bassin versant du Sègre.

Zone géographique :

Bassin versant du Sègre, Pyrénées-Orientales et Aude, Languedoc-Roussillon, France

Contrôle qualité interne

Rapport : Rédigé par V. Ollivier et V. Durin.

Cartographie hydrogéomorphologique : Effectuée par V. Ollivier et V. Durin.

Numérisation et SIG: Réalisé par G. Serié et F. Escoffier

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INDEX DES COMMENTAIRES ET DES CARTOGRAPHIES PAR COMMUNES	2
INTRODUCTION.....	3
1 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE RETENUE	4
1.1 LES BASES DE L'HYDROGEOMORPHOLOGIE.....	4
1.2 ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DES BASSINS VERSANTS	4
1.3 CARTOGRAPHIE DES UNITES HYDROGEOMORPHOLOGIQUES.....	5
1.4 LES PRINCIPAUX OUTILS UTILISES.....	8
1.5 LES OUTILS COMPLEMENTAIRES	8
1.6 ATOUS ET LIMITES DE LA METHODE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE.....	8
2 SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN DU SEGRE	10
2.1 LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	10
2.2 CONTEXTE LITHOLOGIQUE :	10
2.3 OCCUPATION DU SOL :	11
2.4 FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE	11
3 DONNEES HISTORIQUES.....	13
4 ANALYSE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE ET HISTORIQUE	14
4.1 SPECIFICITES GEOMORPHOLOGIQUES DU SECTEUR ETUDIE ET CONSEQUENCES.....	14
4.2 LES PARTIES AMONT DU BASSIN DU SEGRE, UN DOMAINE MONTAGNEUX DOMINE PAR DE FORTES PENTES	14
4.3 LE SEGRE ET SES AFFLUENTS DE RIVE GAUCHE JUSQU'A BOURG MADAME : UN DOMAINE CALCAIRE CONSTITUANT L'AMONT DU BASSIN DE CERDAGNE.....	15
4.4 LES AFFLUENTS DU SEGRE TRAVERSANT EN GRANDE PARTIE LE DOMAINE GRANITIQUE : LE SECTEUR DE PORTE PUYMORENS-LLIVIA	18
5 CONCLUSION.....	22
BIBLIOGRAPHIE.....	23

INDEX DES COMMENTAIRES ET DES CARTOGRAPHIES PAR COMMUNES

	Planches 25000	Planches 10000	Commentaires
Angoustrine	5; 6; 7	8	18
Bolquere	2	3	16
Bourg-Madame	4	6	18; 20
Egat	2		
Enveigt	6; 8; 9		
Err	1; 3	2	
Estavar	2	5	15; 16; 17
Eyne	1; 2	4	17
Font-Romeu	2; 5		
La Cabanasse	2		
Latour-de-Carol	9	11	21
Llo	1		
Osseja	3; 4	7	18
Palau-de-Cerdagne	4		
Porta	8; 9		21
Porte-Puymorens	7; 8	10	20
Saillagouse	2	1	15
Ur	6; 9	9	119
Valcebollere	3		

INTRODUCTION

CONTEXTE DE L'ETUDE

De par ses caractéristiques naturelles de climat et de relief, la région méditerranéenne se trouve fortement soumise au risque inondation avec des crues fréquentes et répétitives. Conscients de ce danger depuis plus d'une décennie, les services de l'Etat ont lancé de nombreuses études pour acquérir une connaissance plus précise des zones exposées. Depuis la Loi du 2 février 1995 dite "Loi Barnier" sur le renforcement de la protection de l'environnement, des Atlas des zones inondables et des Plans de Prévention des Risques Inondations (PPRI) ont été lancés dans le cadre de deux plans quinquennaux successifs. La Direction Régionale de l'Environnement de Languedoc-Roussillon a confié à SIEE-GINGER l'élaboration de l'**Atlas des zones inondables du bassin versant du Sègre**.

METHODOLOGIE RETENUE

La méthode de travail retenue pour cette étude est l'**analyse hydrogéomorphologique**, qui est une approche naturaliste fondée sur la compréhension du fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau (érosion, transport, sédimentation) au cours de l'histoire. Elle consiste à étudier finement la morphologie des plaines alluviales et à retrouver sur le terrain les limites physiques associées aux différentes gammes de crues (annuelles, fréquentes, exceptionnelles) qui les ont façonnées. Dans l'élaboration du document, cette analyse géomorphologique appliquée aux espaces alluviaux se prête à être associée aux informations relatives aux crues historiques. L'analyse s'appuie sur l'interprétation géomorphologique d'une couverture stéréoscopique de photographies aériennes (mission IFN 1999 au 1/17 000ème) validée par des vérifications de terrain.

La présente étude est réalisée en conformité avec les principes retenus par les Ministères de l'Équipement et de l'Écologie et du Développement Durable pour la réalisation des Atlas des zones inondables par analyse hydrogéomorphologique, décrits dans un guide méthodologique publié en 1996¹, ainsi qu'un cahier des charges national détaillé qui constitue aujourd'hui le document de référence pour ce type d'étude². La fiabilité de cette approche et ses limites ont par ailleurs été vérifiées à l'occasion des crues exceptionnelles récentes (Aude 1999, Gard 2002).

CONTENU ET OBJECTIFS DU DOCUMENT

L'étude hydrogéomorphologique est constituée de cartes d'inondabilité réalisées aux échelles du 1/25.000^e et 1/10 000^e qui sont accompagnées d'un commentaire relatif à chaque grand cours d'eau étudié. Ce document est décliné en **deux volets** :

- Le rapport constitue la première partie de ce document. Il s'articule autour de trois parties : le rappel de la méthodologie, la synthèse des principales caractéristiques physiques (climatologie, géologie, occupation du sol, hydrologie) qui concourent à l'inondabilité des cours d'eau et de leur plaine alluviale et enfin le commentaire par cours d'eau.
- L'atlas, qui présente les cartographies relatives aux cours d'eau, en mentionnant les communes concernées.

Conformément au cahier des charges, outre les rapports papier, l'ensemble des données du document est également restitué sous format informatique sur CD ROM. Les éléments du rapport (texte, schémas, photos) font l'objet d'une version numérique réalisée sous Word, et les éléments cartographiques sont digitalisés et intégrés dans un Système d'Information Géographique (SIG) réalisé sous MapInfo. La cartographie numérisée sera amenée rapidement à être rendue accessible au grand public sur INTERNET.

L'objectif de cette étude est la **qualification et la cartographie des zones inondables**. Il s'agit de fournir aux services de l'administration et aux collectivités territoriales (communes) des éléments d'information préventive utilisables dans le cadre des missions :

- d'information du public,
- de porter à connaissance et d'élaboration des documents de planification (PLU, SCOT),
- de programmation et de réalisation de Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) qui ont une portée réglementaire.

La cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique permet de disposer **d'une vision globale et homogène des champs d'inondation** sur l'ensemble des secteurs traités **en pointant à un premier niveau, les zones les plus vulnérables** au regard du bâti et des équipements existants. L'information fournie reste cependant essentiellement qualitative, même si elle est complétée, là où elles existent, par des données historiques.

Dans la stratégie de gestion du risque inondation, le rapport suivant doit donc être perçu comme **un document amont, d'information et de prévention**, relativement précis mais dont les limites résident clairement dans la quantification de l'aléa (notamment vis-à-vis de la définition de la crue de référence et de la détermination des paramètres hauteur ou vitesse des écoulements). C'est pourquoi, dans les secteurs où les enjeux sont importants notamment en terme d'urbanisation ou d'aménagement, il se prête à être complété ultérieurement par des approches hydrologiques et hydrauliques.

PERIMETRE ET ECHELLE D'ETUDE

Le **périmètre d'étude** a été retenu par la DIREN Languedoc-Roussillon.

Il porte sur le bassin versant du Sègre dans le département des Pyrénées-Orientales (66). Dans ce périmètre est prise en compte l'intégralité des zones inondables des cours d'eau principaux, ainsi que les confluences avec les vallons latéraux.

L'**échelle de cartographie retenue est le 1/25.000^e en général et le 1/10.000^e pour les zones à enjeux**, sur un support de fond de plan monochrome constitué par l'orthophoto fourni par le maître d'ouvrage. Pour plus de lisibilité, le rendu est fait sur fond de plan Scan 25 au 1/25 000.

¹ Cartographie des zones inondables : approche hydrogéomorphologique – DAU/DPPR, éditions villes :& territoires, 1996,100p

² CCTP relatif à l'élaboration d'Atlas de zones inondables par technique d'analyse hydrogéomorphologique – M.A.T.E / D.P.P.R, mars 2001

1 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE RETENUE

1.1 LES BASES DE L'HYDROGÉOMORPHOLOGIE

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie sur la géomorphologie, « science ayant pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous-marin » (R. Coque, 1993). En étudiant à la fois la mise en place des reliefs à l'échelle des temps géologiques, les effets des variations climatiques et les processus morphogéniques actuels (qui façonnent les modèles du relief), la géomorphologie fournit une base pour la connaissance globale de l'évolution des reliefs à différentes échelles de temps et d'espace, qui permet de retracer pour chaque secteur étudié un modèle d'évolution, prenant en compte son histoire géologique et climatique.

La géomorphologie s'intéresse particulièrement (mais pas exclusivement) à la dernière ère géologique, le Quaternaire, qui a commencé il y a environ 1.8 millions d'années. C'est en effet pendant cette période que se sont mis en place les principaux modèles actuels qui constituent le cadre géomorphologique dans lequel s'inscrit la plaine alluviale fonctionnelle.

Au cours du Quaternaire, les nombreuses alternances climatiques ont multiplié les phases d'encaissement et d'alluvionnement entraînant l'étagement et/ou l'emboîtement des dépôts alluviaux. On attribue couramment la terrasse la plus basse située au-dessus du lit majeur au Würm (- 80 000 à -10 000ans), qui constitue la dernière grande période froide avant la mise en place des conditions climatiques actuelles. Il y a 10 000 ans commence l'Holocène, période actuelle, pendant laquelle se sont façonnées les plaines alluviales actuelles étudiées par l'approche hydrogéomorphologique.

1.2 ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DES BASSINS VERSANTS

La vallée est l'unité morphologique commune, qui structure et cloisonne les paysages et constitue le cadre privilégié de l'analyse hydrogéomorphologique. Son organisation générale conditionne le déroulement des crues, et on peut distinguer schématiquement trois grandes sections en fonction de leur rôle :

- Le bassin de réception, aussi appelé zone de production des crues, car c'est là, le plus souvent, qu'elles se forment,
- Les zones de transfert,
- Les zones d'expansion de crue.

Le **bassin de réception** correspond à la partie supérieure du bassin versant, le plus souvent montagneuse et où les précipitations sont les plus intenses. On parle aussi "d'impluvium". Il peut présenter diverses formes (allongée, en éventail, ramassée) en fonction de l'organisation du réseau hydrographique. Celui-ci est exclusivement composé de torrents et de ravins drainant des vallons en V encaissés et qui confluent vers une vallée principale plus large. Les versants et les talwegs présentent des pentes fortes et le substrat affleure ; ce dernier peut être localement masqué par des éboulis ou des formations superficielles, selon le caractère plus ou moins montagneux. Les coefficients de ruissellement sont donc forts, amortis lorsque la présence d'une couverture végétale (forêt, maquis) favorise

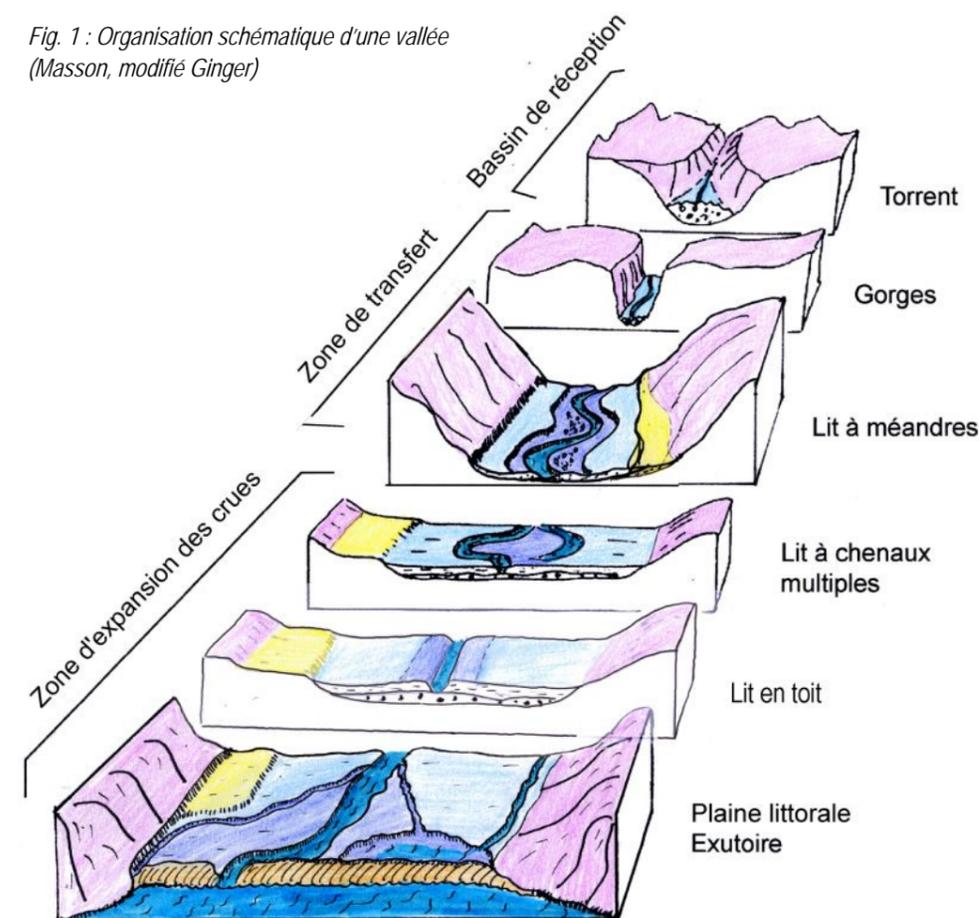
l'infiltration. Cette zone de production des crues fournit aussi par altération des roches l'essentiel du matériel qui sera transporté par le cours d'eau.

On considère généralement que le bassin de réception à proprement parler se termine lorsqu'une vallée principale est bien identifiée avec un chenal d'écoulement principal alimenté par un nombre plus limité d'affluents. Il est souvent relayé par une section de gorges, qui assure le transfert des débits liquides et solides. Au débouché des gorges ou du bassin amont, on trouve souvent un cône de déjection, forme d'accumulation construite par un cours d'eau torrentiel qui dépose sa charge solide à la faveur d'une rupture de pente nette dans le profil en long.

On considère généralement que le bassin de réception à proprement parler se termine lorsqu'une vallée principale est bien identifiée avec un chenal d'écoulement principal alimenté par un nombre plus limité d'affluents. Il est souvent relayé par une section de gorges, qui assure le transfert des débits liquides et solides. Au débouché des gorges ou du bassin amont, on trouve parfois un cône de déjection, forme d'accumulation construite par un cours d'eau torrentiel qui dépose sa charge solide à la faveur d'une rupture de pente nette dans le profil en long.

Plus en aval, la **zone de transfert** est souvent constituée d'une vallée principale simple, au tracé assez rectiligne, qui s'élargit progressivement avec une pente longitudinale plus faible. En général, elle présente un fond plat, mais il peut arriver que la faible capacité du cours d'eau ne lui permettant pas de s'encaisser, la vallée prenne une forme en berceau, caractéristique de secteurs dits d'ennoiement. La plaine alluviale s'organise et les différents lits s'individualisent, la diminution de la pente permettant le dépôt d'une partie de la charge solide. Ces dépôts peuvent être repris lors des crues, ou immobilisés pour un temps plus ou moins long, comme ceux qui constituent les terrasses par exemple. Dans tous les cas, ils constituent un stock sédimentaire potentiellement mobilisable par le cours d'eau. Si la rupture de pente par rapport au secteur amont est forte, le cours d'eau décrit des sinuosités en cherchant à dissiper son trop plein d'énergie, et dépose une grande partie de sa charge solide. Il présente le plus souvent un chenal unique.

Fig. 1 : Organisation schématique d'une vallée (Masson, modifié Ginger)



Sur cette section, deux dynamiques sont associées : celle de dépôt et celle d'érosion. Leur rapport est fonction de l'intensité des crues (une petite crue déposera sa charge tandis que les grandes crues éroderont les berges), du lit concerné (le lit majeur est en général plus caractérisé par des dynamiques d'accumulation que d'érosion), etc.

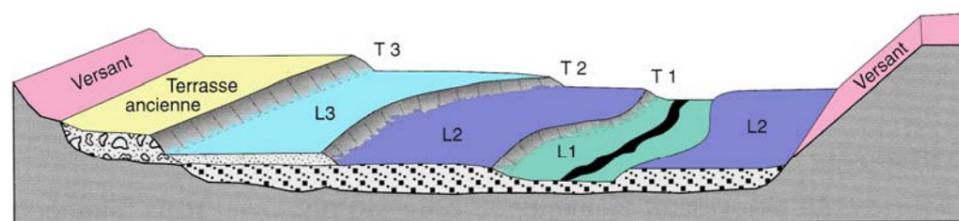
Sur cette section, deux dynamiques sont associées : celle de dépôt et celle d'érosion. Leur rapport est fonction de l'intensité des crues (une petite crue déposera sa charge tandis que les grandes crues éroderont les berges), du lit concerné (le lit majeur est en général plus caractérisé par des dynamiques d'accumulation que d'érosion), etc.

En aval, la plaine alluviale élargie, à très faible pente, forme la **zone d'expansion des crues**. Les trois lits géomorphologiques sont bien distincts, leurs relations présentent plusieurs variantes en fonction de la dynamique générale. C'est principalement sur cette section que les terrasses anciennes sont conservées, dominant la plaine alluviale fonctionnelle dont elles se démarquent par des talus plus ou moins nets. En fond de vallée, la faiblesse de la pente favorise une divagation en chenaux. La dynamique générale de cette section est caractérisée par l'accumulation des sédiments, d'où un exhaussement du plancher alluvial parfois non négligeable, notamment dans les lits mineur et moyen, qui peut entraîner une configuration en « toit » avec un lit majeur situé en contrebas du lit mineur. Ce secteur n'est pas présent sur la zone d'étude.

1.3 CARTOGRAPHIE DES UNITES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES

La cartographie hydrogéomorphologique est basée sur l'identification des unités spatiales homogènes modelées par les différents types de crues au sein de la plaine alluviale.

Fig.2 : Organisation de la plaine alluviale fonctionnelle (Cartographie des zones inondables, 1996, modifiée)



 Limons de crues
 Alluvions sablo-graveleuses de plaine alluviale moderne
 Alluvions sablo-graveleuses de terrasse ancienne
 Talus

L1 - Lit mineur
 L2 - Lit moyen
 L3 - Lit majeur
 T1 - Limite des crues non débordantes
 T2 - Limite du champ d'inondation des crues fréquentes
 T3 - Limite du champ d'inondation des crues exceptionnelles

Les critères d'identification et de délimitation de ces unités sont la topographie, la morphologie et la sédimentologie, souvent corrélées avec l'occupation du sol.

Dans le détail, elle identifie les **unités hydrogéomorphologiques actives**, les **structures géomorphologiques secondaires** influençant le fonctionnement de la plaine alluviale et les unités sans rôle hydrodynamique particulier, c'est-à-dire l'**encaissant**.

1.3.1 Les unités actives constituant la plaine alluviale moderne fonctionnelle

Délimitées par des structures morphologiques (talus), elles correspondent souvent chacune à une gamme de crues.

Le **lit mineur**, incluant le lit d'étiage correspond au lit intra-berges et aux secteurs d'alluvionnement immédiats (plages de galets). Il est emprunté par la crue annuelle, dite crue de plein-bord, n'inondant que les secteurs les plus bas et les plus proches. On peut distinguer les lits mineurs dont le fond est formé de matériel fin (sables, limons), situés plutôt en aval des cours d'eau, les lits mineurs rocheux et ceux dont le fond est pavé de galets et de blocs, ce qui traduit leur forte compétence et leur caractère torrentiel.

Le **lit moyen** représenté en bleu foncé, est fonctionnel pour les crues fréquentes à moyennes (périodes de retour 2 à 10 ans). Il assure la transition entre le lit majeur et le lit mineur. Dans cet espace, les mises en vitesse et les transferts de charge importants induisent une dynamique morphogénique complexe et changeante. L'activité dynamique du cours d'eau est matérialisée par l'alternance de chenaux de crue (parfois directement branchés au lit mineur), et de bancs d'alluvionnements grossiers remaniés au gré des crues. Lorsque l'espacement des crues le permet, une végétation de ripisylve se développe dessus. C'est aussi un des lits qui a subi le plus d'aménagements d'où sa disparition en certains endroits.

Le **lit majeur** représenté en bleu clair, est en général fonctionnel pour les crues rares à exceptionnelles. Il présente un modelé plus plat, situé en contrebas de l'encaissant. La dynamique des inondations dans ces secteurs privilégie en général les phénomènes de décantation, car ils sont submergés par des lames d'eau moins épaisses que dans les lits mineurs et moyens, avec pour conséquence une mise en vitesse moindre et le dépôt des sédiments. Au sein de la plaine alluviale on peut parfois identifier deux niveaux alluviaux inondables étagés. Le niveau supérieur est alors cartographié en **lit majeur exceptionnel**.



Photo 1 : Lit majeur limoneux

Par ailleurs, il existe des cas de lits majeurs rocheux, correspondant à des entailles façonnées dans le versant à même le substrat par les crues répétitives. Dans les secteurs de gorges, c'est le seul témoin des hauteurs d'eau qui peuvent être atteintes, car les dynamiques très fortes d'érosion prédominent sur celles de sédimentation, et aucun dépôt n'est apparent.

La **délimitation** entre lit mineur / moyen / majeur est matérialisée par un figuré de talus. Les **talus peu nets** sont cartographiés en discontinu. Ils peuvent correspondre soit à des talus convexo-concaves à pente très douce et donc peu marqués, ou à des ruptures de pente faiblement marquées dans le profil transversal des vallées.

La **limite extérieure de la plaine alluviale fonctionnelle** est représentée par une ligne bleue. Elle correspond à l'**enveloppe des unités hydrogéomorphologiques** et donc de la **zone inondable au sens géomorphologique** (c'est-à-dire sans tenir compte des aménagements et des impacts négatifs qu'ils peuvent avoir sur les crues). Cette limite peut être selon les cas très nette et placée avec précision (présence d'un talus net plus ou moins haut, bas de versant franc) ou imprécise (talus peu nets, fonds de vallons en berceau, talus déstabilisés par les crues) ; c'est

principalement le cas dans les secteurs présentant une forte couverture colluviale ou une zone de transition avec des glaciis colluvio-alluviaux.

1.3.2 Structures secondaires géomorphologiques

Atterrissements : Les lits sont aussi caractérisés par des atterrissements sous forme de bancs de graviers ou de galets, qui peuvent être de taille conséquente. Ce sont des **formes temporaires**, qui sont détruites par remobilisation des matériaux lors des crues.

Érosions de berge : Il s'agit de talus présentant des traces d'érosion importantes, comme des sous-cavages. On indique par-là, la tendance du cours d'eau à venir saper ce talus. Cette information est intéressante dans deux cas : lorsque des constructions à proximité sont menacées, et lorsqu'il s'agit du talus de la terrasse : dans ce dernier cas, sa déstabilisation peut se traduire par une modification du tracé de la limite de la zone inondable. Elle indique aussi la puissance érosive du cours d'eau.

Bras secondaire de décharge et axe d'écoulement en crue : Les **chenaux de crue** parcourant les lits moyens et majeurs sont représentés, soit par un figuré de talus s'ils sont nets et bien inscrits dans la plaine (**bras de décharge**), soit par une flèche localisant la ligne de courant si la forme est peu imprimée dans la plaine (**axe d'écoulement**). Ils se traduisent lors des inondations par des vitesses et des hauteurs d'eau plus importantes que dans le reste du lit majeur, indiquant donc un risque plus fort. Les bras secondaires et les axes d'écoulement sont particulièrement fréquents dans les lits moyens et majeurs des cours d'eau étudiés. Les chenaux de crue en lit majeur, souvent fonctionnels uniquement pour les crues exceptionnelles, peuvent être dévastateurs en terme de dégâts.



Photo 2 : Bras d'écoulement secondaire en lit moyen

Points de débordement : Les points de débordements correspondent à des secteurs privilégiés de déplacement du lit mineur (rescindement de méandre par exemple). Ils sont souvent à l'origine d'un bras de décharge ou d'un axe d'écoulement.

Cônes de déjection : De nombreux affluents sont couronnés à leur exutoire par une accumulation de sédiments grossiers qui forment des cônes de déjection. Ces cônes se forment à la confluence entre une vallée secondaire à forte pente et une vallée principale. La pente de l'affluent diminue brutalement lorsqu'il pénètre dans la plaine, entraînant le dépôt de sa charge solide. Au fil des crues, ces dépôts s'accumulent selon une forme bombée, car l'essentiel se fait à proximité du lit mineur. Ces cônes sont caractérisés par des phénomènes hydrodynamiques et hydrauliques torrentiels spécifiques :

- le lit mineur est en général perché sur l'axe sommital du cône,
- la charge solide transportée par les cours d'eau qui façonnent un cône est très importante, et rend les crues plus dévastatrices (cf photos),

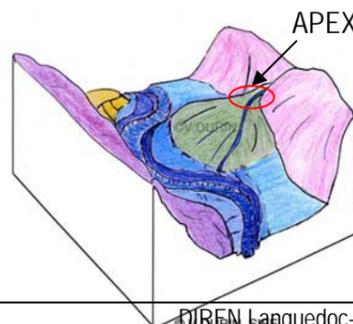


Figure 3 : Schéma d'un cône de déjection

- le dépôt puis l'érosion de la charge solide dans le lit mineur engendre une « respiration » du lit,
- la probabilité que ces dépôts comblent le lit mineur est forte ; celui-ci se forme alors un nouveau lit : il peut divaguer à partir de l'apex (point névralgique où débute le cône),
- les écoulements débordants ne peuvent revenir dans le lit mineur et divergent sur la topographie en éventail du cône.

Certains des cônes identifiés dans la présent étude peuvent être considérés comme des formes actuelles, tandis que d'autres seraient des formes construites antérieurement à l'Holocène (- 10 000 ans), mais qui restent actives aujourd'hui, car les cours d'eau ne les ont pas réentaillé (le lit mineur ne s'est pas incisé).

La cartographie s'est attachée à distinguer les cônes qui peuvent être facilement et fréquemment réactivés : un figuré spécifique délimitant la forme est alors superposé soit au lit majeur (cônes actifs pour des épisodes fréquents à rare), soit au lit exceptionnel (remobilisation pour des événements très rares). Lorsque ce figuré est associé à une terrasse, il indique une probabilité faible mais possible de remobilisation pour un épisode pluviométrique exceptionnel, essentiellement sous la forme de débordements annexes.

Dépressions de lit majeur : Ce sont des zones qui présentent une topographie un peu déprimée par rapport au niveau topographique moyen du lit majeur et qui sont d'origine naturelle. Il s'agit des reliquats des lagunes côtières qui ont été colmatées progressivement au cours des derniers millénaires. On les trouve donc dans les plaines aval, derrière le cordon littoral. Dans la plaine du Tech, le comblement est aujourd'hui très avancé, et il ne reste que très peu de traces des anciennes lagunes.



Photos 3 et 4 : Ceillac (05), crue de 1957

1.3.3 Les formations constituant l'encaissant de la plaine alluviale fonctionnelle

Elles comprennent les terrasses alluviales, les formations colluviales, ainsi que les versants encadrant directement la plaine alluviale. L'identification des unités qui constituent l'encaissant conditionne **la compréhension de l'histoire et des conditions de formation de la plaine alluviale**, et fait partie intégrante de l'interprétation hydrogéomorphologique. Leur report partiel en bordure des limites de la zone inondable, complété par celui de la **structure du relief**, facilite la lecture de la carte. Il permet par ailleurs aux aménageurs d'ouvrir la réflexion sur les alternatives envisageables par rapport à l'urbanisation en zone inondable, et par conséquent sur une problématique de planification spatiale. Leur identification est aussi nécessaire car elles ont un rôle important sur **l'activité hydrodynamique des cours d'eau** : les points durs rocheux favorisent des inflexions de méandre, et les formations des terrasses ou les dépôts de pieds de versant (éboulis, colluvions) constituent un stock sédimentaire potentiellement mobilisable par érosion des berges lors des crues. Ces structures héritées ont donc un rôle essentiel car elles contribuent à alimenter en matériaux grossiers les lits des rivières actuelles.

Les **terrasses alluviales** sont des dépôts fluviaux fossiles formant un stock de matériaux grossiers considérable, témoins de l'hydrodynamique passée. Elles jouent un rôle en constituant des réserves aquifères ou en alimentant la charge de fond du cours d'eau lors des crues par sapement de berge. Elles sont cartographiées avec leur talus, qui peut lui-même former la limite de l'encaissant.

Les **versants** plus ou moins raides, sont taillés dans le substratum dans lequel la vallée s'inscrit.

Les **colluvions** sont des dépôts de pentes issus du démantèlement par l'érosion des versants, constitués d'éléments fins et de petits éboulis situés en pied de versant, et qui parfois viennent recouvrir les terrasses ou le talus du lit majeur.

1.3.4 Les zones d'inondation potentielle

Il s'agit de zones d'encaissant situées en dehors de la plaine alluviale fonctionnelle des cours d'eau mais néanmoins susceptibles d'être inondées :

- par débordement depuis le cours d'eau principal sur le versant par effet de surélévation naturelle de la ligne d'eau en amont d'un resserrement important de la vallée (gorges, verrous)
- par débordement depuis le cours d'eau principal, en raison d'obstacles ou de modifications anthropiques : c'est par exemple le cas en amont des remblais transversaux, ou lorsque des travaux ont modifié le tracé d'un cours d'eau.
- par ruissellement (pluvial urbain ou agricole) ou ravinement
- par débordement exceptionnel sur des parties anciennes des cônes
- ou bien, dans les plaines aval, en liaison avec les phénomènes de sédimentation dans le lit majeur.

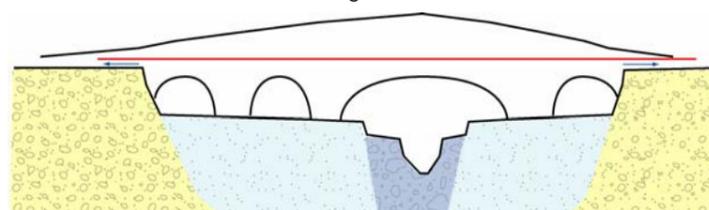
Ces secteurs ne peuvent pas être délimités aussi précisément que les unités hydrogéomorphologiques, et les contours définis sont donc relativement incertains, parfois arbitraires.

▪ Débordements liés à un verrou naturel

Lors des crues, les verrous, les rétrécissements brutaux de la section d'écoulement se traduisent par une élévation de la ligne d'eau en amont, qui, en cas d'événement exceptionnel, peut déborder de la plaine alluviale sur les terrasses ou versants sus-jacents. Ce phénomène se rencontre plus particulièrement dans les secteurs montagneux ou de vallée rocheuse, où le lit majeur, en tant qu'unité hydrosédimentaire, se limite aux dépôts accumulés dans le fond de vallée, alors qu'en fonction de la variation altimétrique de la lame d'eau (le Z), le versant encaissant peut lui aussi être inondé, sans qu'aucune trace soit laissée, à l'exception de replats façonnés dans certaines roches plus tendres.

▪ Débordements liés à un obstacle anthropique ou à un aménagement

Les ouvrages d'art, les remblais transversaux, sans nécessairement engendrer de sursédimentation et d'exhaussement du plancher alluvial, provoquent une surélévation de la ligne d'eau (et ce d'autant plus s'il y a embâcle) qui peut entraîner des débordements sur l'encaissant. Ce phénomène de surcote et d'inondation de l'encaissant est le responsable principal des différences qui existent entre les limites de la crue de 1940



La mise en charge de l'ouvrage entraîne une surélévation artificielle de la ligne d'eau et des débordements sur les terrasses

et les limites hydrogéomorphologiques.

Par ailleurs, il arrive que des aménagements anthropiques comme les détournements de cours d'eau rendent inondables l'encaissant par débordement.

▪ Inondation par ruissellement ou ravinement

L'analyse hydrogéomorphologique s'attache à déterminer la limite de la zone inondable correspondant au débordement naturel des cours d'eau dans leur plaine alluviale (inondabilité de type fluvial). Les versants qui encadrent les cours d'eau étudiés, souvent très raides, sont parcourus par des ravins, des ravinements et des vallons secs dont l'étude n'est pas comprise présentement. Pourtant, ces organismes élémentaires sont des vecteurs privilégiés des eaux précipitées, et peuvent causer des inondations localisées sur le substrat ou sur des terrasses anciennes. Il faut ainsi conserver à l'esprit que la cartographie présentée ne s'intéresse qu'aux organismes fluviaux dûment identifiés, et non pas aux risques liés à ces drains secondaires. Pour favoriser la prise de conscience de ce risque, nous avons été amenés à le représenter en utilisant une flèche verte pour identifier les vallons annexes. La cartographie proposée, qui résulte d'une analyse par photo-interprétation, doit

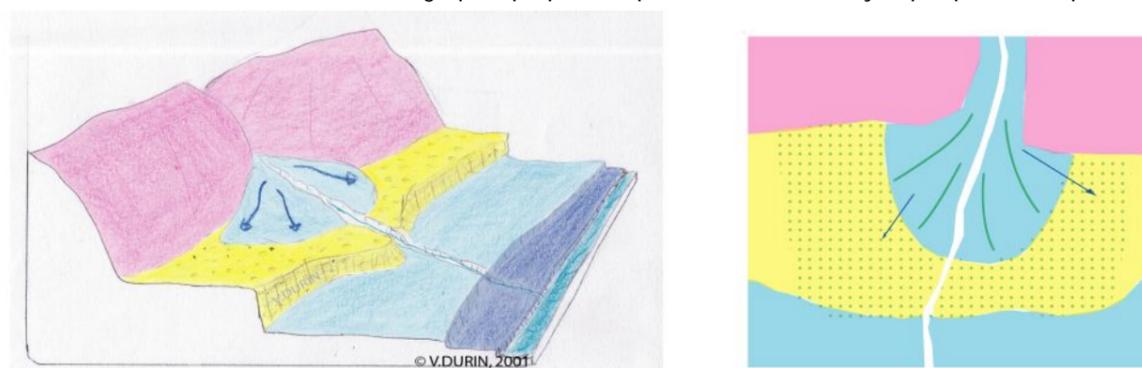


Figure 6 : Schéma d'un cône surplombant une ancienne terrasse et traitement cartographique

être prise comme un travail destiné à mettre en évidence à un premier niveau la spatialisation des phénomènes. Les informations produites ne sont qu'indicatives et non exhaustives, et des études plus fines accompagnées de diagnostics de terrain conséquents qui dépassent le cadre de cet atlas sont nécessaires pour cerner plus précisément le risque sur ces secteurs.

▪ Inondations partielles d'anciens cônes (cf paragraphe précédent sur les cônes) ou inondation des terrasses depuis les cônes

Sur notre zone d'étude, la quasi-totalité des affluents ont construit, au débouché des montagnes ou des collines, des cônes de déjection. Lorsqu'ils surplombent les terrasses, comme sur la Têt (cf bloc diagramme), cette position dominante a pour conséquence de rendre inondable par ces mêmes affluents les terrasses anciennes qui ne le sont plus par le cours d'eau principal. Cette configuration morphologique très particulière, qui accroît les surfaces inondables, fait l'objet d'un traitement cartographique spécifique dans lequel on essaye de différencier le cône à proprement dit (lit majeur et exceptionnel) de la terrasse, sur laquelle est superposé un semis de points bleus.

▪ Zones d'incertitude

Dans quelques cas bien circonscrits, une ambiguïté dans l'interprétation et l'analyse de l'inondabilité ont nécessité l'utilisation d'une zone d'incertitude.

- **Inondations liées à la sédimentation dans la plaine aval**

Zones non présentes sur le secteur d'étude.

1.3.5 Les éléments de l'occupation du sol susceptibles d'influencer le fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale fonctionnelle

Les aménagements anthropiques, l'urbanisation, ainsi que certains éléments du milieu naturel ont des incidences directes multiples et variées sur la dynamique des écoulements au sein du champ d'inondation. Il ne s'agit pas ici de faire un relevé exhaustif de l'occupation des sols en zone inondable mais de faire apparaître les **facteurs déterminants de l'occupation du sol sur la dynamique des crues**.

De nombreux éléments anthropiques ont été cartographiés :

- dans et aux abords du lit mineur : recalibrages et rectifications des lits, seuils, barrages, digues, protections de berge, autant d'ouvrages faisant obstacle aux écoulements ou favorisant l'évacuation des crues vers l'aval
- les ouvrages de franchissement de la plaine alluviale (ponts, remblais des infrastructures routières, des voies ferrées, des canaux),
- les aménagements divers (gravières, remblais),
- les campings,
- les bâtiments isolés non indiqués sur le fond de plan.



Photo 5 : Remblai barrant la plaine alluviale

1.4 LES PRINCIPAUX OUTILS UTILISES

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie sur les deux outils complémentaires que sont la photo-interprétation stéréoscopique et l'observation du terrain. Elles se pratiquent en deux séquences successives dans le temps, la photo-interprétation constituant un travail préalable indispensable au terrain, et dans l'espace : la photo-interprétation est utilisée pour réaliser la totalité de la cartographie, le terrain servant à valider cette interprétation. Ces deux approches complémentaires sont indissociables l'une de l'autre.

La photo-interprétation permet d'avoir une vision d'ensemble du secteur étudié, ce qui est souvent nécessaire pour comprendre son fonctionnement. Les observations de terrain apportent par contre de nombreuses informations sur la nature des formations qui constituent une surface topographique, élément essentiel de décision dans les secteurs complexes. Sur le terrain, on s'intéresse aux indices suivants :

- micro-topographie des contacts entre les différentes unités morphologiques, notamment des limites quand elles sont masquées par des dépôts à pente faible,
- nature des formations superficielles des différents lits,
- indices hydriques liés à la présence d'eau à la surface du sol ou à faible profondeur,
- végétation, dépendante de la nature des sols et de leurs caractéristiques hydrologiques,
- traces d'inondation : laisses de crue, érosions, atterrissements, sédimentation dans le lit majeur.

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie aussi sur une connaissance générale du secteur étudié et de son évolution passée, d'où le recours à un fond documentaire non négligeable constitué par la littérature universitaire, les études réalisées sur les secteurs étudiés et les cartes géologiques.

1.5 LES OUTILS COMPLEMENTAIRES

1.5.1 Etude des 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. La fiabilité des données historiques étant très variable, l'exhaustivité de l'information a été recherchée.

1.5.2 Numérisation sous SIG

La cartographie hydrogéomorphologique réalisée sous la forme de cartes minutes papier a été entièrement numérisée sous SIG MAP INFO et ARC VIEW. On trouvera dans la notice du SIG la description des objets géographiques numérisés ainsi que leurs attributs graphiques. La mise sous SIG des données produites permet de les intégrer dans une base de donnée générale. Elle facilitera aussi leur consultation et leur diffusion, notamment sous INTERNET dans un proche avenir.

1.6 ATOUTS ET LIMITES DE LA METHODE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

La cartographie hydrogéomorphologique constitue un des outils disponibles pour diagnostiquer le risque inondation, complémentaire des autres méthodes hydrologiques et hydrauliques. En tant que telle, elle est différente, et possède ses propres atouts et limites qui sont aujourd'hui bien connus.

Analyse naturaliste fondée sur une science d'observation, elle permet uniquement d'obtenir des informations **qualitatives** : la quantification est limitée à la distinction des zones concernées par l'ensemble des crues, y compris les plus fréquentes, des zones uniquement submergées par les crues rares. En particulier, elle ne fournit pas d'indication directe des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement.

Elle permet par contre de disposer rapidement d'une cartographie précise en plan et homogène sur l'ensemble du secteur traité, qui prend en compte la dynamique naturelle des écoulements et l'histoire du secteur. Ceci permet

notamment de pallier les insuffisances des séries statistiques hydrologiques et de mettre en évidence les tendances évolutives des cours d'eau (par exemple sur-sédimentation exhausant le niveau du plancher alluvial et entraînant par conséquent une tendance à l'extension de la zone inondable, ou au contraire tendance à l'encaissement du cours d'eau).

2 SYNTHÈSE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN DU SÈGRE

- **Objectifs** : présenter et mettre en évidence les principaux paramètres caractérisant le bassin versant du Sègre ainsi que les facteurs essentiels qui entrent en jeu dans la formation des crues. La plupart des données utilisées proviennent des études existantes citées dans la bibliographie, auxquelles on peut se reporter pour avoir des compléments d'information.

2.1 LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le Sègre, un des principaux affluents du fleuve espagnol l'Ebre (330 km à la confluence), prend sa source dans le département des Pyrénées Orientales au Pic du Sègre à 2810 mètres d'altitude en Cerdagne. Il draine un bassin de 472 km² et parcourt à peine 20 kilomètres sur le territoire français jusqu'à Bourg-Madame. Il récolte les eaux de trois massifs distincts : Carlitt, Font Nègre à l'ouest et Puigmal à l'est, et traverse le plateau cerdan. Il est limité au nord par le Conflent, et le bassin de la Têt.

La partie étudiée du cours d'eau correspond au bassin amont montagneux, dont les crêtes granitiques culminent en moyenne entre 2000 et 3000 mètres d'altitude comme le Puigmal d'Err.

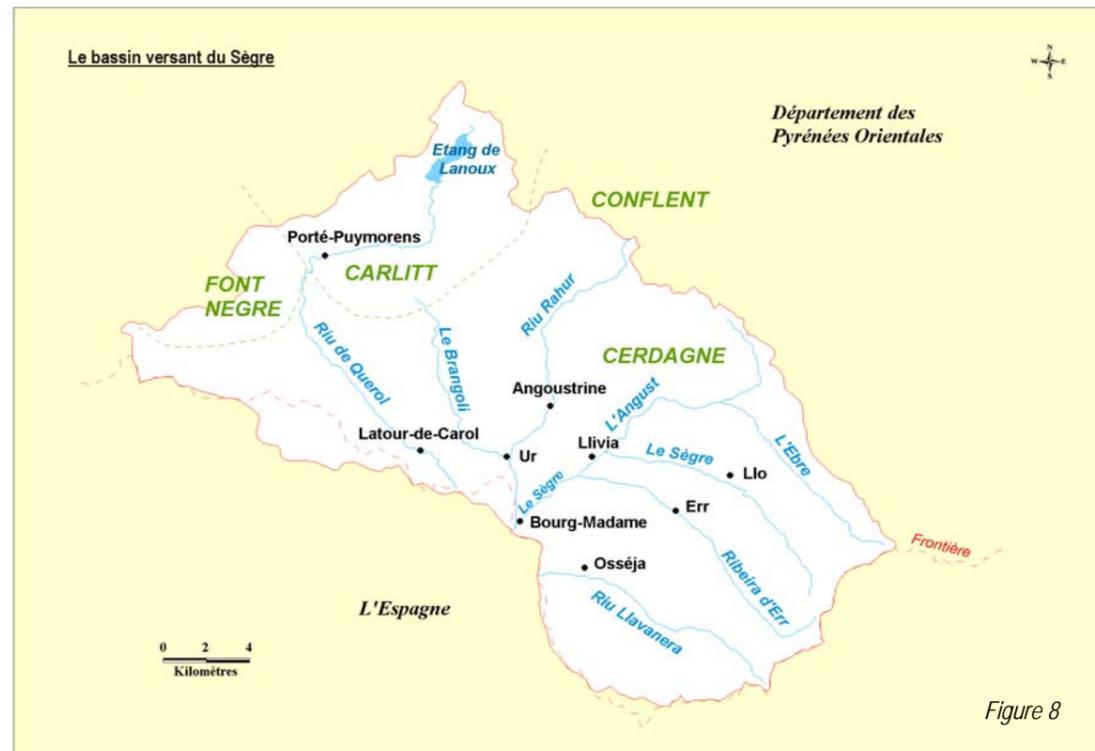


Figure 8

Les pentes très abruptes sont disséquées par de nombreux ravins parcourus par des torrents essentiellement alimentés par la fonte des neiges. On peut distinguer plusieurs entités géographiques :

- le **domaine de la haute montagne**, où les cours d'eau étudiés prennent leur source, et qui encadrent le bassin à l'ouest et à l'est. Le versant oriental du Carlitt est caractérisé par un système de lacs étagés entre 2300 et 2100 mètres d'altitude, vestiges d'une érosion glaciaire. Ceux-ci se déversent dans

l'étang de Lanoux où prend naissance le Riu de Querol, affluent majeur du Sègre, qui draine 1/4 de la superficie totale du bassin après avoir récolté les eaux issues de Font-Nègre.

- le **domaine de moyenne montagne**, qui se présente comme un plateau vallonné surmonté de crêtes arrondies. Au centre du bassin, le Riu Rahur et son affluent le Brangoli prennent leur source aux pieds de la chaîne du Carlitt au nord de la Cerdagne puis dévalent les versants méridionaux avant de réduire leur pente en atteignant le plateau d'Angoustrine. Leurs eaux se rencontrent au niveau de la ville d'Ur, après avoir drainé l'intégralité du massif granitique du bassin.
- au pied de ces montagnes, entre Estavar, Err, Osseja et Bourg-Madame s'étend **la partie amont du bassin de Cerdagne**, qui forme une plaine étendue drainée par de nombreux petits cours d'eau convergeant au niveau de Bourg-Madame.

2.2 CONTEXTE LITHOLOGIQUE :

Le socle cristallin (granites et schistes) de perméabilité faible affleure dans la moitié-nord du bassin sur 150 km² et couvre 40 % de la superficie totale. Il s'agit pour la plupart de granites. Ces terrains favorisent un écoulement rapide des pluies et alimentent les cours d'eau via des ravins creusés dans de fortes pentes transversales. Les **gneiss**, quant à eux se désagrègent et sont qualifiés avec une perméabilité moyenne. Les couches superficielles érodées en arènes, permettent aux eaux pluviales de s'infiltrer jusqu'à la roche mère, voire au-delà si elle est fracturée ; ces infiltrations alimentent de nombreuses sources. Le bassin de Cerdagne, autour de Bourg-Madame, est tapissé d'alluvions quaternaires caractérisées par une perméabilité forte.

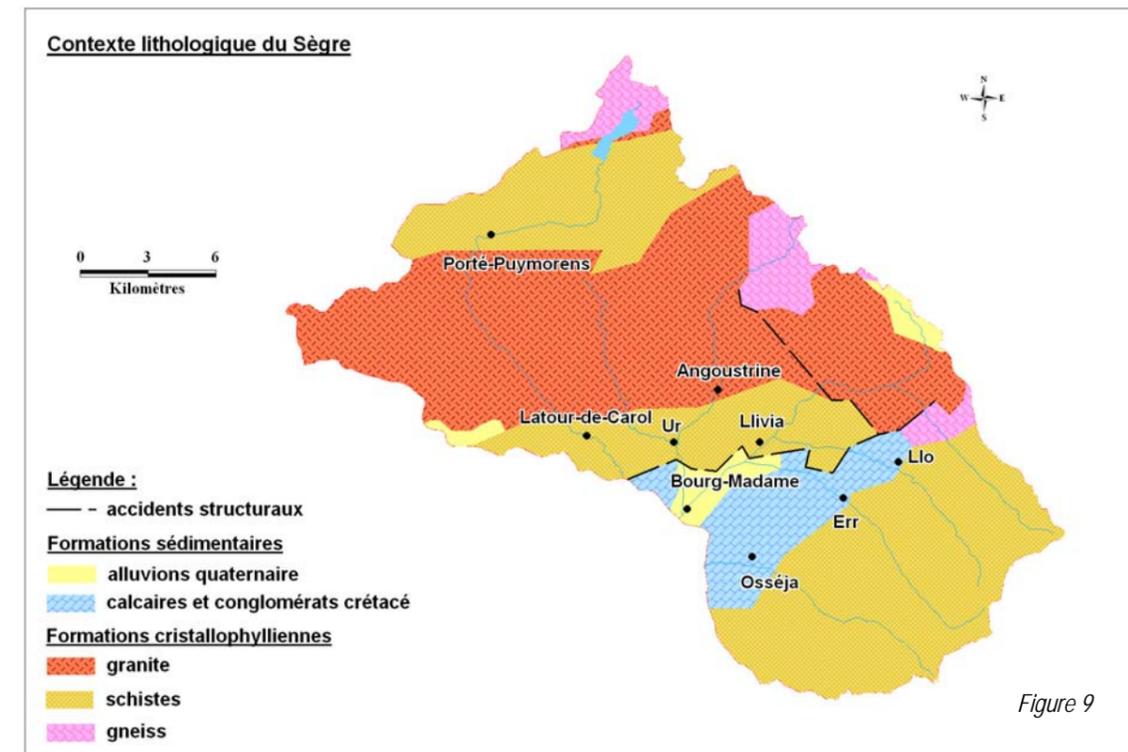


Figure 9

2.3 OCCUPATION DU SOL :

Le bassin étudié est dominé par les espaces forestiers (60 %), qui couvrent les flancs des pics dominants. En altitude, ils laissent place dans l'étage alpin à une végétation arbustive, puis aux prairies d'altitude. Les sommets culminants présentent la roche à nue, et constituent les premières sources de matériaux pour les affluents tels le Querol. Entre le Querol et le Rahur, l'espace est occupé par de nombreuses zones humides de type tourbières et de quelques petits lacs formés au cours de la dernière période glaciaire (étang de Lannoux...). Les activités agricoles sont concentrées dans le bassin de Bourg-Madame, et se partagent entre la production céréalière et de légumineuses, ainsi que l'élevage. Pour les besoins de l'agriculture et pour compenser le déficit pluviométrique qui caractérise cette région peu arrosée, un dense réseau d'irrigation a été mis en place dans le passé (XIIIe et XIV siècles, puis aux XVIIIe et XIX siècles) pour transformer cette "plaine" d'altitude sèche en un bocage de fond de vallée.

Le bassin du Sègre est un secteur peu peuplé : on dénombre quatre villages importants entre 300 et 1200 habitants : Ur, Latour-De-Carol, Angoustrine et Bourg-Madame, dont les superficies ne sont pas en mesure d'influencer le fonctionnement des cours d'eau.

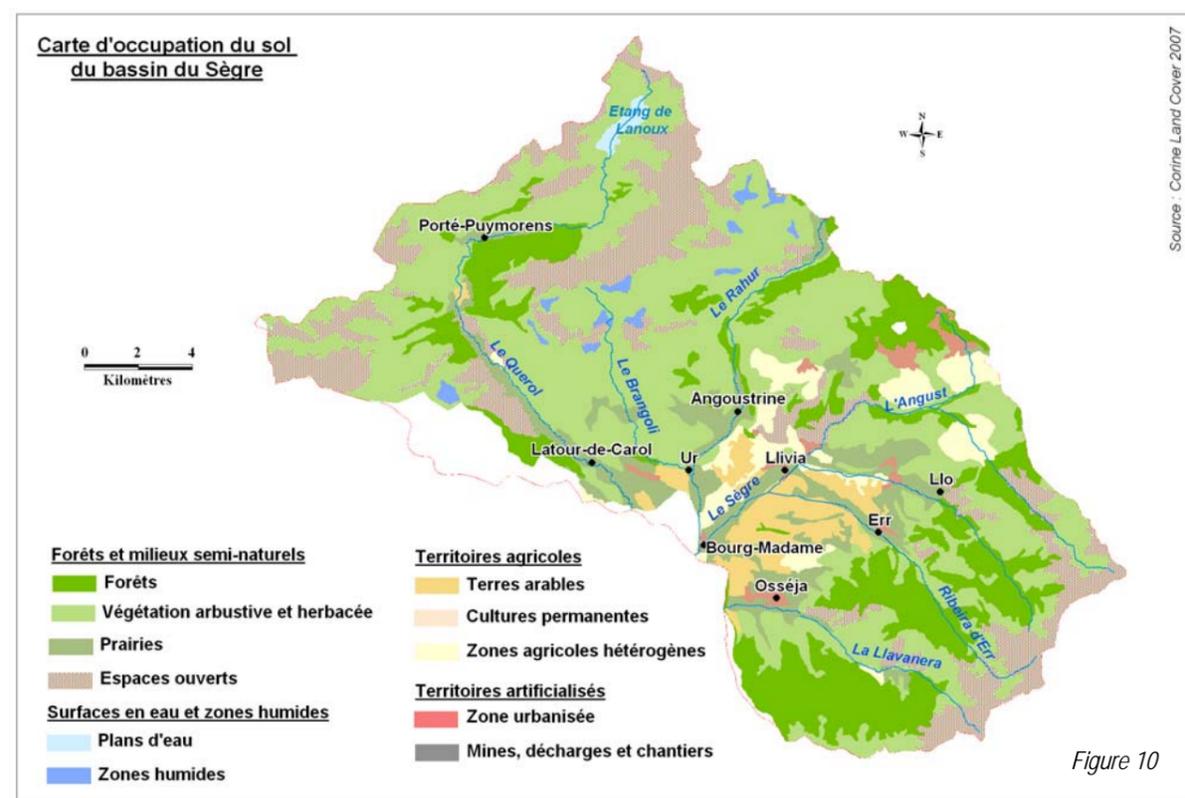


Figure 10

FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE

2.4.1 Contexte climatique :

Les hauts massifs qui encadrent le plateau cerdan lui procurent une protection vis-à-vis des précipitations d'origine atlantique ou méditerranéenne, ce qui explique les particularités de son climat, beaucoup plus sec que les régions voisines du Nord ou Sud. La Cerdagne se distingue ainsi par un climat montagnard tempéré aux hivers froids et très secs, un ensoleillement exceptionnel et de faibles précipitations annuelles. En moyenne, les précipitations annuelles sont comprises entre 600 mm et 900 mm : 630 mm à Bourg Madame à 1150 m d'altitude, 790 mm Valcébollère à 1450 m d'altitude, 900 mm à Porté Puymorens à 1640 m d'altitude (source : PPR de Bourg-Madame, RTM). Elles présentent comme spécifié d'être plus abondantes en été qu'en hiver. Toutefois, elles peuvent se présenter sous la forme d'orages intenses qui se manifestent indifféremment tout au long de l'année, aussi bien en été qu'en hiver. Ce sont eux qui provoquent la majorité des crues du Sègre et de ses affluents. Le dernier événement pluviométrique marquant date du 6 novembre 1982 et est qualifié « d'averse méditerranéenne extensive ». Les lames d'eau suivantes ont pu être observées (source source : PPR de Bourg-Madame, RTM) :

Précipitations journalières (mm) mesurées du 6 au 8 novembre 1982					
Pluviomètre	Altitude (m)	Dates			Total de l'épisode
		6/11	7/11	8/11	
Bourg Madame	1130	25	103	1	129
Font Romeu	1754	24	82	2	108
Osséja	1240	48	81	-	129
Porté Puymorens	1640	88	196	2	286
Sainte Léocadie	1320	35	100	3	138
Valcébollère	1416	158	408	10	576

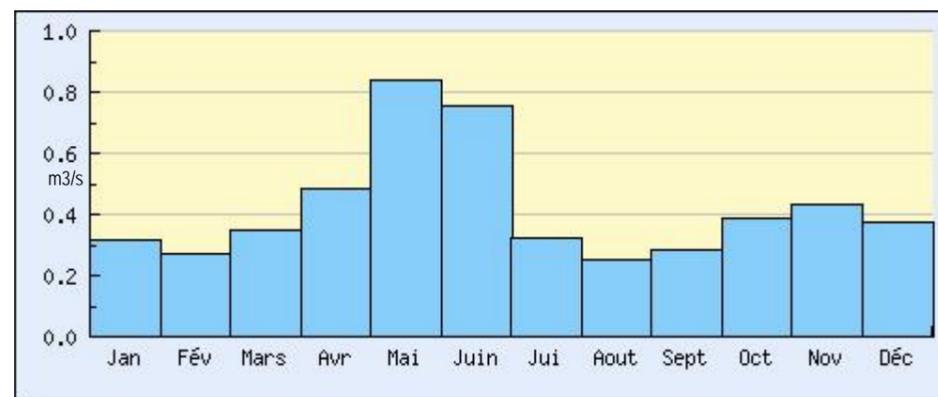
L'étude DDAF pour le tracé du TGV Languedoc-Roussillon fournit une première approche des valeurs des précipitations maximales susceptibles de survenir sur une durée comprise entre 1 heure et 24 heures, avec une période de retour décennale et centennale. Ces données sont issues d'une analyse statistique de la station de Perpignan-Llabanère (alt. 43 m), dont la représentativité peut être largement discutée, car elle est assez éloignée du bassin du Sègre.

Durée de la pluie D en heure (h)	1 h	2 h	4h	6 h	24 h
Pluie décennale P ₁₀ en mm	57	71	91	101	158
Pluie centennale P ₁₀₀ en mm	104	130	168	185	287

(Données étude D.D.A.F. 66 adaptées pour l'étude du tracé TGV Languedoc-Roussillon)

2.4.2 Fonctionnement hydrologique

Le régime hydrologique du Sègre est de type nivo-pluvial, caractérisé par des fortes crues de printemps et des pics de crues en automne à la suite de fortes pluies. Les sommets qui encadrent le bassin versant constituent de véritables réservoirs, grâce auxquels le Sègre et ses affluents ont des débits relativement soutenus toute l'année.



(Débits mensuels moyens 1988-2004 à Saillagouse. Données Banque hydro)

Le bassin du Sègre n'est pas bien équipé en stations de mesures hydrologiques pour la surveillance des crues. Les études hydrologiques préexistantes (RTM 66) s'appuient sur des estimations de débits répertoriés dans le tableau suivant (le débit décennal a été obtenu à partir d'ajustements statistiques réalisés sur les données composites de débits de crue, et le débit centennal partir de la méthode du Gradex) :

Station (ville)	Cours d'eau	Superficie du bassin versant (km²)	Débit décennal Maximal (m³/s)	Débit centennal estimé (m³/s)
Bourg-Madame	Le Sègre	174	72	210
Ur	Le Rahur	96	46	121
Cerdagne	Torrent de Nervols	9	10	23
	Rey de Le Vernedes	9	11	24

NB : Ces résultats sont à considérer avec beaucoup de prudence pour le Rec de Vernedes et le Torrent de Nervols.

Sources : synthèse des PPRI sur le Sègre (Bourg-Madame...) transmis par RTM

Les données disponibles dans la bibliographie permettent de distinguer 3 grands types d'organismes au fonctionnement différent.

Les **rivières torrentielles** comme le Sègre et Le Rahur se caractérisent par des crues liées principalement à des précipitations étalées dans l'espace et la durée. D'après les données du RTM, il semble qu'en Cerdagne, les grandes crues puissent être liées à des situations météorologiques très diverses :

- soit à l'extension exceptionnelle d'une perturbation généralisée sur la chaîne des Pyrénées (cas de « l'averse méditerranéenne extensive » de novembre 1992),
- soit à des conditions météorologiques locales très particulières également capables de générer des précipitations longues et intenses, mais dont le mode de formation est lié à la rencontre entre une perturbation d'origine atlantique et l'entrée d'air chaud méditerranéen (cas de la perturbation pluvio-orageuse de juin 1953).

Les calculs hydrauliques réalisés par le RTM montrent que les vitesses d'écoulement dans et autour du lit mineur peuvent être très rapides et comprises entre 2 et 5 m/s. Pendant les grandes crues, le chenal charrie un volume important de matériaux et subit des respirations (variations altitudinales liées aux dynamiques d'érosion ou de sédimentation qui se succèdent au cours d'une crue).

Les crues de affluents torrentiels, tels Le Nervols et Le Vernedes, naissent à la suite d'orages localisés qui surviennent en période estivale. Elles sont souvent dévastatrices car la montée des eaux est très rapide (quelques dizaines de minutes) et les vitesses d'écoulement sont très élevées, entre 3 et 6 m/s.

Les plus petits cours d'eau entre Prade-de-Caldegas et Prats de Las Salites, en rive droite du Sègre, semblent fonctionner plus rarement, et essentiellement suite à de longues périodes pluvieuses qui saturent les sols. Ils seraient caractérisés par des temps de concentration et de montée des eaux plus lents et plus longs. Les calculs du RTM évoquent des vitesses d'écoulement inférieures à 1 m/s et des hauteurs de submersion faibles (inférieures à 0,50 m).

3 DONNEES HISTORIQUES

Les données présentées ci-dessous sont une compilation des informations trouvées dans la bibliographie et dans le dépouillement des archives départementales.

Chronologie des crues et des inondations sur le bassin du Segre					
Date de la crue	Année de la crue	Mention textuelle	Lieux mentionnés	Cours d'eau concernés	Source
1750, août	1750	Les pluies qui ont commencé au début de ce mois ont causé des inondations considérables. A Saillagouse, la grande quantité d'eau qui descendait des montagnes a entraîné plusieurs vaches, juments. Des ponts de bois et de pierre et les prairies le long des rivières ont été emportés.		Segre	AD 66 C 2047
27-28 sept	1772	Graves inondations de Porté Puymorens et de ses alentours	Porté Puymorens	Carol	Projet Estel, BCEOM, 1994
18-20 juin	1854	Avaries causées à la route impériale n°20 entre Porté et Latour de Carol	Porté Puymorens Latour de Carol	Carol	Projet Estel, BCEOM, 1994
printemps	1866	Crue			Projet Estel, BCEOM, 1994
17/18 oct	1872	Crue			Projet Estel, BCEOM, 1994
19 oct	1876	Le pont du Sègre à Bourg Madame fut emporté le 19 à minuit.	Bourg Madame	Segre	FINES, 1901
printemps	1886	Crue			Projet Estel, BCEOM, 1994
13-17 jan	1898	Espace rural et propriétés riveraines inondées à Saillagouse.	Saillagouse		L'Indépendant
28-juin	1902	Inondation en Cerdagne (« Le torrent et le fleuve » - CIMA-CNRS 02/1991 p.62). Crue Catastrophique dans la vallée du Carol. Sur la commune de Porté, le tiers des récoltes, 600 moutons, 20 chevaux, 7 granges et tous les ponts de bois sont emportés. La RN 20 est coupée en 10 endroits.	Cerdagne	Carol	AD 66, MnC
13 oct	1907	Réparations des dégâts causés par les inondations à Bourg Madame (effondrement des berges du Rahur au droit du barrage).	Bourg Madame	Rahur	A A1 C E
7 oct	1919	Crue du Sègre : détruisit 3 stations de jaugeage sur l'Err au pont de la Rn 116, le Segre à Bourg Madame et la Llawanera à Osseja.	Bourg Madame	Segre	GFH
Automne	1922	Crue			Projet Estel, BCEOM, 1994
printemps	1930	Crue			Projet Estel, BCEOM, 1994
14-21 dec	1932	Passerelle emportée, affouillement de murs de soutènement. Nombreux dégâts aux chemins de grande communication : ravinement et affaissement de la chaussée, éboulement de talus et de murs en pierres sèches, comblement de fossés et d'aqueducs	Saillagouse	Segre	AD 66 16W127
printemps	1935	Crue			Projet Estel, BCEOM, 1994
28 oct	1937	Les pluies du 26 au 29 octobre provoquèrent une crue très importante du Sègre à Saillagouse. La vallée du Carol fut largement dévastée. Débit estimé à 50 m3/s à la station de jaugeage de Carol	Saillagouse	Segre Carol	AD 66 15 S
17 oct	1940	Crue du Sègre : échelle et passerelle de jaugeage de la station de Llo emportées.	station de Llo	Segre	GFH
29 juin	1953	Crue du Sègre provoquant de graves débordements à la suite d'un orage d'une violence exceptionnelle localisé sur la Cerdagne.	Bourg Madame	Segre	MICHEL – 1954
15 aout	1958	Crue du Nervols : deux campeuses sont entraînées avec leur tente par une vague [...] alors qu'elles étaient installées en Bordure du Nervols. L'une d'elle sera noyée.	Bourg Madame	Nervols	RTM66
11 nov	1970	Crue de la rivière d'Err : seuil de jaugeage de la station d'Err emportés.	station d'Err	Err	DDAF66
6-7 nov	1982	L'ensemble de la région (Andorre, vallées du Galbe, du Carol et de la Vanera) fut affectée par d'importantes inondations résultant de précipitations au caractère exceptionnel (pour exemple 88 mm et 196,3 mm les 6 et 7 novembre 1982 à Porté-Puymorens ; 158 mm et 408 mm les 6 et 7 novembre 1982 à Valcebollère). Crue remarquable sur la Carol, le Rahur et le Sègre Crue du Torrent de Nervols, dont les débordements franchissent la RN116 et inondent tout le lotissement Casanova, les bâtiments du collège et de la cité des Douanes ainsi que le lotissement Fourques Llargues.	Bourg Madame	Segre Nervols Rahur Carol	DDAF66 RTM66, BAUDET-1993
25-26 sept	1992	Crue du Torrent de Nervols dont les eaux sont montées avec une allure rapide.		Nervols	RTM66 BAUDET-1993

4 ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Cette analyse se décomposera de la manière suivante :

- évocation des principales caractéristiques des parties amont des cours d'eau étudiés,
- étude du Sègre et de ses affluents formant le bassin oriental de notre secteur d'étude : Err, Ebre, Llanvera
- étude des affluents formant la partie occidentale : Agoustrine, Brangoli, Rahur, Querol

4.1 SPECIFICITES GEOMORPHOLOGIQUES DU SECTEUR ETUDIE ET CONSEQUENCES

L'analyse hydrogéomorphologique menée sur le Sègre et ses affluents, et notamment les contrôles de terrain nous ont permis de constater l'existence d'une configuration originale des fonds de vallées. En effet, en lieu et place d'une unité homogène de lit majeur bien délimitée au sein d'alluvions anciennes ou des formations de versants, on observe l'existence de plusieurs morphologies en paliers au-delà du lit mineur, représentées sur la figure ci-dessous. Ces différents niveaux séparés par des talus de dimension décimétrique à pluridécimétriques correspondent à des surfaces d'abandon ou d'érosion formées par l'évolution des cours d'eau alternant des phases de remblaiement et des périodes d'incision. Ils présentent une sédimentologie de surface à peu près homogène (essentiellement des limons). Une rapide analyse qualitative des sédiments de surface et de la géométrie des dépôts permet d'avancer des hypothèses permettant de rattacher les niveaux les plus hauts aux périodes médiévales, mais guère plus âgées. Les caractères géomorphologiques et sédimentologiques de ces surfaces nous amènent donc à poser l'hypothèse d'une incision « récente » de certains cours d'eau de notre zone d'étude (notamment pour les cours d'eau de la partie orientale du bassin) qui nécessite d'intégrer au travail de détermination des zones inondables, les changements liés à l'évolution sur le long terme des cours d'eaux.

Une multitude d'études concernant l'évolution des environnements en milieux montagnards ou de moyenne montagne sur le pourtour méditerranéen, ont effectivement démontré l'importance de la variabilité de la dynamique paysagère depuis plusieurs milliers d'années. Ces recherches ont dévoilées les différents rythmes de sédimentation de nombreux organismes hydrologiques qui alternent entre phases de remblaiements et périodes d'incision de leur cours, en fonction des variations climatiques et/ou de l'impact des modes d'occupation humaine depuis la dernière glaciation (soit 20 000 ans). Ces puissantes mutations paysagères ont laissées des marques dans le paysage actuel (formations sédimentaires, surfaces d'érosion ou d'abandon, etc...). Des travaux récents (Ollivier, 2006) ont par exemple démontrés la saisissante transformation des lits fluviaux des vallons du Luberon (Vaucluse) entre le Haut Moyen Age et la période historique. En effet, dans ces systèmes provençaux, une phase majeure d'incision linéaire des talwegs (atteignant parfois une dizaine de mètres) s'est développée par paliers entre le XIII^{ème} et le XVII^{ème} siècle modifiant profondément ces paysages anciens et aboutissant à ceux que nous observons aujourd'hui.

Sans effectuer un simple transfert des constatations réalisées dans d'autres régions, il existe un certain nombre d'indices concordant qui justifient l'hypothèse d'évolutions au moins en partie comparables. L'encaissement actuel des lits mineurs, compris entre 3 et 5 m en moyenne, pourrait ainsi s'inscrire dans la continuité d'une tendance générale à l'incision au cours des derniers siècles.



Figure n°11, surfaces d'érosions liées aux incisions supposées médiévales à historiques et problèmes de délimitation de la surface inondable associée.

En terme de délimitation des zones inondables, cette configuration de paliers séparés par des talus plus ou moins hauts constitue une difficulté importante, que l'on peut résumer schématiquement de la manière suivante : l'encaissement, s'il paraît assez important, est-il suffisamment avancé pour que les niveaux les plus anciens ne soient plus atteints par des crues exceptionnelles ? La faible hauteur des talus qui séparent ces niveaux ne permet pas de trancher radicalement, et la sédimentologie de surface ne présente pas assez de différenciation pour servir de critère déterminant. Se pose à la fois les questions de l'âge de ces niveaux et de leur fonctionnalité.

Pour pouvoir réaliser la cartographie des zones inondables, nous avons donc établi une hypothèse de travail sur la base des critères disponibles (hauteurs des talus, sédimentologie, mais aussi données historiques, occupation du sol des bassins versants), et définit la surface d'abandon (talus à la topographie la plus haute représentant le niveau de base médiéval/historique, cf figure) comme étant hors d'atteinte des débordements actuels. En deçà, on a distingué des niveaux de lit majeur (surface d'érosion 2) et de lit majeur exceptionnel (surface d'érosion 1). Toutefois il est important de souligner que les incertitudes sur ces limites hydrogéomorphologiques sont plus importantes que dans les configurations plus classiques où la différenciation entre les morphologies fonctionnelles et non fonctionnelles est plus facile. Il n'est donc pas impossible que des crues exceptionnelles puissent inonder au-delà des limites représentées sur ces cartes, et ce d'autant qu'on se situe dans un contexte montagnard caractérisé par un potentiel de débits liquide et solide conséquent en fonction des évolutions climatiques et d'occupation du sol. Des études complémentaires plus précises pourraient être menées sur cette problématique pour approfondir la question : des études géomorphologiques plus détaillées de type universitaire permettraient probablement de reconstituer l'évolution des fonds de vallées sur la période historique, et des études hydrologiques-hydrauliques de mieux déterminer l'occurrence de remplissage de chacune des sections délimitées par ces paliers.

4.2 LES PARTIES AMONT DU BASSIN DU SEGRE, UN DOMAINE MONTAGNEUX DOMINE PAR DE FORTES PENTES

- Cartes 1, 2, 3, 5, 7 au 1/25 000 pages 28 à 34

Les parties amont étudiées constituent le bassin amont montagneux dont les plus hauts reliefs atteignent des altitudes de 2000 à 3000 mètres en moyenne. De fortes pentes et une lithologie faiblement perméable, dominée par

un ensemble de roches métamorphiques (schistes) à plutoniques (granites) et plus rarement sédimentaires (calcaires et conglomérats crétacés), fournissent un contexte environnemental relativement favorable à l'expression de « crues éclairs » liées aux épisodes méditerranéens de précipitations de fortes intensités. La spécificité locale d'un climat, relativement plus sec (700 mm/an de moyenne pluviométrique) que celui des régions environnantes conjuguée aux caractéristiques orographiques et géologiques énoncées peut également jouer un rôle cumulatif dans le déclenchement des crues locales lors d'événements rapides (formation de pellicule de battance et faible amortissement des écoulements). Les torrents qui se forment dans ces secteurs bénéficient de débits pérennes relativement soutenus, alimentés par les nombreux petits systèmes de lacs étagés (héritages des anciens glaciers) de même que les barrages et retenues (Lanoux, Bouillouses, Passet, Estany de Font Vive, Estany Llat, etc...). Dans ses parties amont, le Sègre et ses affluents sont des torrents de haute montagne dont le régime semble essentiellement nival. Dans ces secteurs où les enjeux et les aménagements conséquents sont absents, les dynamiques torrentielles et les processus érosifs s'expriment librement au gré de la saisonnalité (cônes torrentiels, apports latéraux détritiques de versant) fournissant des apports sédimentaires qui comblent progressivement les dépressions lacustres naturelles ou artificielles (retenues et barrages). En aval de ces zones de stockage on remarque d'une manière générale que les stocks sédimentaires disponibles sur les versants paraissent faibles, en liaison avec la lithologie granitique qui fournit soit des masses peu mobiles, soit des fines (issues de l'altération des granites en arènes). Ceci pourrait être également un facteur explicatif de la tendance générale à l'incision des cours d'eau au cours de la période historique.

Dans un autre registre mais compte tenu du domaine montagnard de ce secteur, les villages les plus en amont sont également menacés par d'autres risques naturels comme les glissements de terrains et avalanches qui peuvent générer par extension des inondations à leur amont et/ou engendrer des victimes. Nous pouvons citer à titre d'exemple les avalanches de 1925 (qui bloqua les écoulements dans le ravin de Serra Dal), 1935, 1972 (qui obstrua le cours du Querol), 2003, au village de Porta ou bien encore celles de 1954, 1978, 1986 (deux victimes) à Porté-Puymorens (source : www.risques-majeurs66.com).

4.3 LE SÈGRE ET SES AFFLUENTS DE RIVE GAUCHE JUSQU'À BOURG MADAME : UN DOMAINE CALCAIRE CONSTITUANT L'AMONT DU BASSIN DE CERDAGNE.

- Cartes 1 à 4 au 1/25 000 pages 28 à 31

4.3.1 Le Sègre de Saillagouse à Estavar :

- Cartes 1 et 2 au 1/25 000 pages 28-29

Sur une section marquée de quelques sinuosités le Sègre, de Saillagouse (photos n° 6 et n°7) à Estavar, s'inscrit dans les ensembles de terrasses quaternaires dont le développement est particulièrement notable en rive gauche du cours.

A Saillagouse (Carte 1 au 1/10 000 page 40), plusieurs affluents de rive droite entaillent par de puissants ravinements les dépôts mio-pliocènes relativement meubles (galets, sables et limons). Ces formations constituent un important stock sédimentaire hérité alimentant en charge solide les eaux du Sègre.

Dans ce secteur, on distingue différents lits fluviaux bien hiérarchisés (classiquement : lit mineur, moyen, majeur et majeur exceptionnel). L'encaissement du lit mineur est assez important, ce qui permet de déterminer avec certitude la limite de la zone inondable. L'agglomération, positionnée sur chacune des rives du Sègre sur les niveaux pliocènes ou les terrasses quaternaires, est en grande partie à l'abri des débordements. Quelques habitations et infrastructures sont toutefois exposées aux alentours de la zone de confluence avec le Rec de Vedrinyans en rive gauche. La présence de nombreux ponts et d'un remblai de rive droite à son exutoire sont également des éléments aggravants (embâcles et surcotes amont). Les principaux effets liés à des événements hydrométéorologiques majeurs (débordements et forts hydrodynamisme) pourraient être des phénomènes érosifs de type sapements de berges. Toutefois, la partie basse du camping du « Sègre » en rive droite semble exposée aux inondations de fréquence rare à exceptionnelle.

Le torrent dels Andrus en rive droite traverse directement l'agglomération de Saillagouse et constitue la menace la plus évidente en cas de crue majeure. Son cours naturel est aujourd'hui masqué par l'urbanisation. Les écoulements se font dans les rues situées dans l'axe du ravin, et notamment la rue du Torrent (qui correspond sans doute à l'axe naturel). L'aménagement de la place de Cerdagne est fait de telle sorte qu'il ne semble pas impossible que des écoulements puissent déborder sur la RN 116 et la suivre, provoquant des ruissellements concentrés en dehors de l'ancien talweg naturel.

Lors des aiguats de 1940 et de 1982 notamment, le Sègre ne connu aucun débordement à Saillagouse. Pour exemple, le pont de la RN116 ne fut pas mis en charge en 1982, seul le vieil ouvrage vouté, situé légèrement à son amont, fut brièvement mis en charge mais sans déversement.



Photo n° 6 et n°7, le Sègre à Saillagouse vue amont/aval

En descendant vers Estavar, la vallée s'élargit et les différents lits fluviaux s'étendent (principalement lits moyens, majeurs et majeurs exceptionnels). Le cours du Sègre poursuit son encaissement dans les accumulations pliocènes et quaternaires. Parfois, des contraintes structurales (diminutions ou dilatations des affleurements de roches tendres sur l'une des rives) engendrent des phénomènes de divagation du cours ou de dédoublements d'axes lors des crues (secteur de Ro). Deux ouvrages majeurs traversent le cours du Sègre et constituent des obstacles aux écoulements au niveau de la voie ferrée du train jaune vers l'incinérateur (pont et remblai de la voie) et de la D33 (pont et remblai de la départementale) vers Plà de Ro.

Plus en aval, en contrebas du village de Bajanda, un large cône de déjection aplati formé par le torrent de Méoua, couvre un vaste secteur, inondable lors de crues exceptionnelles. Depuis ce cône, quelques écoulements peuvent inonder le lambeau de terrasse quaternaire localisé sur sa rive droite, légèrement en contre-bas. Le camping l'Escapade localisé au droit de la confluence Sègre/Méoua est implanté dans le lit majeur du Sègre.

Une étude hydrologique et hydraulique des points sensibles en prévision du zonage réglementaire des risques naturels sur la commune d'Estavar (RTM, 1996) estime que les hauteurs d'eau devraient rester faibles en cas de débordement mais les valeurs obtenues pour les vitesses d'écoulement (2m/s) indiquent qu'ils pourraient être fortement dommageables pour les infrastructures. Ces constatations additionnées à des possibilités d'embâcles au niveau du pont ont amené les experts à préconiser une mise hors d'eau d'au moins 1 m des installations électriques et des habitations sur une bande de 30 m de largeur au bord de la rive gauche de la rivière (RTM, 1996).

4.3.2 L'Err

- Cartes 3 et 4 au 1/25 000 pages 30-31

Tout comme l'Ebre et le Sègre dans leur partie amont, l'Err traverse les massifs schisteux en collectant de nombreux petits affluents latéraux de faibles rangs. La profondeur des vallons et l'encaissement du cours confère une faible extension aux lits majeurs et les zones de débordements maximaux se situent fréquemment au niveau des confluences les plus importantes. Par la suite, la rivière atteint les ensembles calcaires crétacés constituant le cœur du « bassin du Sègre » et s'inscrit dans les formations alluviales récentes (Fz sur la carte géologique) étagées en contrebas des terrasses perchées attribuées à la dernière période froide (Fy sur la carte géologique). Elle traverse le village d'Err (Carte 2 au 1/10 000 page 41) à partir duquel son lit s'élargit singulièrement, avant de confluer avec le Sègre à Llivia (en Espagne, zone non traitée dans notre étude).

Dans la section aux abords du village, les lits mineur et moyen de l'Err sont bien encaissés dans un niveau inondable par les crues moyennes à rares (lit majeur). Au-dessus de celui-ci on retrouve plusieurs paliers, le plus bas pouvant être atteint exceptionnellement. L'agglomération est bâtie sur la terrasse ancienne (Fy) et en partie sur les matériaux de pentes provenant de son démantèlement. En amont de la zone urbanisée, plusieurs ravins affluents surplombent les terrasses de l'Err en rive gauche. Ils ont élaboré par le passé des cônes de déjection qui ne sont plus actifs, mais qui peuvent toutefois être parcourus par des ruissellements en nappe issus du débordement des ravins.

La majeure partie du village d'Err est située hors zone inondable sur des colluvions, mais dans la partie basse r, les maisons situées le long de la rue longeant la rivière sont exposées aux inondations sur la zone comprise entre la confluence avec le torrent de Font Sabadella et l'aire de repos de la Ribereta en aval. Plusieurs remblais et ponts (accès à la piscine municipale, au camping Puigmal, remblai et pont sur l'Err de la voie ferrée du train jaune au lieu dit Els Bacs, photo n°9, remblai et pont de la route nationale 116, etc...) constituent des obstacles à l'écoulement et peuvent engendrer une plus grande extension de la zone inondable et une surcote amont lors d'embâcles. C'est d'ailleurs dans ce type de contexte (pont + embâcle) que la partie basse du camping de Puigmal en rive gauche, se trouve exposée aux débordements de l'Err. Le reste du camping est situé sur d'anciens niveaux.

Sur la partie haute de l'agglomération, le torrent Nègre traverse un groupement de maisons sur une centaine de mètres, pouvant provoquer des inondations très localisées (sur quelque mètres).

Photo n° 8 et n°9, bassin amont de l'Err et pont de la voie ferrée



En aval d'Err, la vallée actuelle encaissée dans les dépôts anciens s'élargit : le nombre de paliers étagés se multiplie. Dans ce secteur, les limites de zones inondables sont incertaines (cf paragraphe 4.1).

4.3.3 Les affluents rive droite du secteur oriental granitique, gneissique et schisteux : L'Ebre et l'Angust

- Carte 2 au 1/25 000 page 29

La Bolquère (aussi dénommée l'Angust), cours d'eau montagnard, traverse d'imposants reliefs granitiques en suivant le trajet imposé par les accidents structuraux (failles) d'orientations NW-SE / NE-SW qui délimitent les contacts entre les différents affleurements d'un substratum à la lithologie variée (granit, gneiss, schistes, calcaires, cf : carte de synthèse géologique p 10).

Bolquère : Carte 3 au 1/10 000 page 42

Après avoir traversé de façon rectiligne le village du même nom, la **Bolquère** arrive dans un espace relativement ouvert où dominent les morphologies douces (buttes). Au niveau de la rupture de pente en pied de versant, dans un secteur légèrement déprimée (à l'aval de la station d'épuration), une zone de confluence avec plusieurs petits drains latéraux engendre un élargissement du lit majeur et un renforcement de l'hydrodynamisme (axes de crues). Vers l'aval les écoulements sont à nouveau concentrés (lits mineurs et majeurs peu étendus).

Le village de Bolquère est directement exposé par les crues inondantes. Plusieurs ravins latéraux y convergent. Toutefois, du fait de la localisation en amont du bassin et de la bonne déclivité du versant, l'extension de la zone inondable reste relativement faible, et axée autour du lit mineur. Elle concerne toutefois une dizaine d'habitations et plusieurs ouvrages (renforts de talus et/ou ponts gênant quelque peu les écoulements liés aux fortes crues et pouvant générer des embâcles). A l'aval de l'agglomération, plusieurs remblais constituent des obstacles qui contrarient les écoulements en crue. La station d'épuration, située entre lit majeur et lit majeur exceptionnel, est

concernée par les débordements de même qu'une habitation sur remblai en rive droite, le pont et une section d'une centaine de mètres sur la RN 116 (dans un secteur au carrefour de plusieurs vallons).

La Bolquère devient ensuite l'Angoust à l'aval de sa confluence avec l'Ebre en traversant un secteur montagneux en gorges sinueuses jusqu'à Estavar. Dans cette section, les apports issus des organismes secondaires de type ravines ou liés à des ruissellements plus diffus sont importants. L'extension de la zone inondable se réduit à sa plus simple expression et ne concerne que quelques modestes zones d'élargissement de la vallée. Les enjeux sont nuls.

L'Ebre à Eyne : Carte 4 au 1/10 000 page 43

La rivière de l'Ebre, traverse le village d'Eyne après un long parcours au travers des massifs schisteux au sein desquels elle s'encaisse en une vallée profonde où dominent les apports latéraux (alimentation en charge solide et ruissellements concentrés). Au niveau de l'agglomération, la vallée et le lit majeur s'élargissent modérément. Un organisme secondaire affluent (issue du lieu dit amont de la Serra del Bosc) traverse le village (positionné sur le versant) et constitue le principal vecteur d'inondations lors d'évènements hydrométéorologiques majeurs. Plusieurs maisons de rive gauche se trouvent quelque peu exposées.

Les débordements du torrent de l'Ebre concernent directement la zone à proximité de la Maison de la Réserve, du Centre équestre en rive droite de même que la station d'épuration en aval. La plupart des ponts du village constituent des entraves aux écoulements et sont des facteurs favorisant les débordements en amont lors d'embâcles.

Après l'adjonction d'un autre affluent (Comes del Pallat) en aval du secteur concernant le village, l'Ebre rejoint la Bolquère qui adopte le nom d'Angoust jusqu'à sa confluence avec le Sègre au niveau d'Estavar.

Le village d'Estavar : Carte 5 au 1/10 000 page 44

L'agglomération d'Estavar est localisée à proximité de la confluence entre de nombreux organismes torrentiels (Targasona, l'Angoust, rec d'Angoust et Sègre), d'où des zones inondables assez étendues, concernant principalement la partie basse du village. Le reste de la zone urbanisée est établie sur le versant méridional de la Pla del Corral et en partie sur le glacis colluvial de rive gauche, en dehors de toute menace liée à des crues débordantes.

D'amont en aval, les secteurs les plus exposés concernent le camping de l'enclave (débordements de 0,25 m de haut sur une bande de 30 m de large pour une crue centennale selon le RTM, 1996), dans le lit majeur de l'Angoust de même que les habitations et aménagements de rive gauche et majoritairement de rive droite entre le camping et le lieu dit de Prat Gran. La route localisée en rive gauche à proximité du terrain de jeu du camping peut également être très largement submergée (par une tranche d'eau d'environ 1,5 m) rendant très difficile, voir impossible l'évacuation des personnes résidant en amont. En amont du deuxième pont traversant l'Angoust, le niveau d'eau peut être élevé (environ 4 m dans le lit mineur) et les habitations localisées en rive droite sont directement exposées (RTM, 1996).

Un important remblai, jouxtant le pont de la D33 traversant l'Angoust et situé à l'interface entre ses lits majeurs et majeurs exceptionnels, constitue l'entrave aux écoulements la plus remarquable du secteur. Cette configuration, renforce l'inondabilité des enjeux localisés en amont. Enfin, la station d'épuration semble particulièrement menacée car située en plein cœur d'une zone de confluence, siège des écoulements les plus dynamiques (axes de crues marqués).

En dehors du cœur même du village, le caractère torrentiel des différents cours d'eau de ce secteur (vitesses importantes et faibles temps de concentration) associé à des zones de loisirs et de détente (campings) localisées à leurs abords immédiats, augmente le risque concernant les personnes, notamment les populations particulièrement vulnérables (enfants et personnes âgées).

4.3.4 Le Sègre en aval de l'enclave espagnole

Bourg-Madame : Carte 6 au 1/10 000 page 45

Localisée à la confluence entre le Sègre, le Rahur, le Nervols et le rec de Vernedes, le secteur de Bourg-Madame connaît une organisation morphostructurale relativement riche, composée d'une assise calcaire crétacée sur laquelle reposent les dépôts continentaux mio-pliocènes qui offrent un paysage aux reliefs assez doux, sur lesquels se sont accumulés des dépôts quaternaires d'origines variées (nappes fluvio-glaciaires, terrasses alluviales emboîtées ou étagées, etc...). Au sein de ses différentes unités, le Sègre, grossi des écoulements issus des affluents d'amont, se développe en un large ensemble de lits bien organisés (lits mineurs, moyens, majeurs et majeurs exceptionnels) dont l'extension confère au secteur une zone inondable particulièrement importante. Les nombreux axes de crues qui jalonnent le cours du Sègre à cet endroit laissent envisager des vitesses d'écoulements et un hydrodynamisme particulièrement notable. Dans ce secteur notamment on retrouve toute une série de paliers étagés au sein desquels il est particulièrement difficile de placer la zone inondable actuelle, limite au-delà de laquelle les crues exceptionnelles ne peuvent déborder. Ces petites morphologies en talus (surfaces d'érosion étagées) sont autant de témoins de l'incision linéaire récente en paliers qui a affecté cet organisme dans une période probablement médiévale à historique (cf : *supra* paragraphe 4.1). **La cartographie présentée repose sur les hypothèses définies dans le paragraphe 4.1**, mais appelle à être confirmée par des études plus détaillées. En amont, un tronçon de la D30 en remblai et le pont traversant le Sègre (dont une plateforme est également en remblai à sa terminaison en rive gauche) constituent des obstacles aux écoulements. Les habitations du Mas d'en Moli en rive droite sont directement menacées par des débordements liés à des crues rares à exceptionnelles. Il semble que le mas d'en Llordes se situe en limite de la zone potentiellement mobilisable dans les conditions climatiques actuelles.

Le site de **Bourg-Madame** est caractérisé par deux confluences entre 3 organismes torrentiels : le Sègre, le Rahur et le Nervols. Une part importante de l'agglomération de Bourg-Madame se trouve donc particulièrement exposée aux inondations de ces trois cours d'eau.

Photos n° 10 et n°11, Torrent de Nervols et Sègre à Bourg-Madame



En rive gauche, le puissant cône de déjection provenant du Nervols élargit singulièrement l'extension de la zone inondable (en lit majeur et surtout lit majeur exceptionnel). Quelques phénomènes de ruissellement sont également à noter dans des ravines secondaires et autres expressions de l'érosion des surfaces en terrasses (parfois même au sein de paléo-chenaux). Les eaux débordent préférentiellement en rive droite du Nervols vers le groupe scolaire. En rive gauche le lotissement en amont est exposé et les eaux peuvent passer sous le pont SNCF et se diriger vers le centre ville.

En amont du pont de la voie ferrée, le Sègre déborde plus facilement en rive droite car il est contraint en rive gauche par le cône du Nervols. Ses débordements peuvent toucher des maisons d'habitation et le Camping du Sègre. En aval, il inonde préférentiellement la rive gauche plus basse, où s'étend l'urbanisation récente. Il peut également inonder le lotissement en rive droite, mais moins fréquemment. Au niveau du pont sur la RN 20, la limite rive droite est difficile à localiser. D'après nos observations de terrain elle se situerait vers l'hypermarché, mais demande à être confirmée par des études plus détaillées. Notamment il subsiste des doutes sur la possibilité de voir la partie basse de l'interfluve entre le Rahur et le Sègre touchée (zone d'incertitude sur la carte).

De nombreux habitations et ensembles collectifs (camping, école et collège notamment) sont donc implantés en lit majeur. Leur positionnement sur des remblais et les multiples sections d'axes de communication (voie ferrée, Départementale 70, ponts, etc...) traversant le cours du Sègre sont des facteurs perturbant les écoulements naturels qui peuvent protéger un lieu en aggravant l'aléa par ailleurs. De plus, ces différentes infrastructures sont localisées sur la trajectoire de plusieurs axes de crues (Sègre et Nervols) qui représentent les zones d'écoulements privilégiés les plus dynamiques.

4.3.5 Osseja et la rivière de la Llavanera

Au sortir des massifs schisteux puis calcaires au sein desquels le réseau hydrographique évolue dans une vallée encaissée, la Llavanera débouche au niveau de l'agglomération d'Osseja en entaillant les dépôts pliocènes et quaternaires organisés en terrasses (et affleurant au contact d'une faille). Sur ce parcours, seul le petit village de **Valcébollère** constitue une zone « urbanisée » quelque peu exposée aux crues des torrents de la Tossa (secteur exposé en rive gauche et au niveau de la rue en direction de la D30) et de la Vila (pont qui l'enjambe et habitations en rive droite).

L'agglomération d'**Osseja** (Carte 7 au 1/10 000 page 46), construite sur les niveaux pliocènes et quaternaires, est majoritairement localisée à l'abri des débordements. Plusieurs vallons affluents viennent grossir les eaux de la Llavanera qui creuse un large lit dans les alluvions récentes au sortir des massifs montagneux. L'extension des lits est réduite en amont de la zone de loisirs du fait de l'encaissement profond du cours d'eau, mais elle se développe plus largement en aval du village.

Les secteurs les plus directement exposés aux inondations sont d'amont en aval :

- En contrebas du camping els Palles en rive gauche, où quelques maisons semblent menacées ; au niveau de la scierie et du camping Las Aspéras directement situés dans le lit majeur exceptionnel en rive gauche, et plus en aval de la station d'épuration en rive droite.
- Plusieurs ouvrages implantés dans l'axe du cours font obstacles aux écoulements tels les zones de remblais de part et d'autre des deux rives vers le parcours de santé, ou encore le pont de la voie communale rejoignant le village de Palau de Cerdagne.

- Sur la partie haute de l'agglomération, plusieurs talwegs secs peuvent être fonctionnels lors de fortes précipitation et favoriser les ruissellements sur certains quartiers du village, au niveau des lieux dits de Campon et des Comes.

En aval de la zone de loisirs où le plan d'eau est susceptible de recevoir une petite partie des eaux débordantes, on voit apparaître dans le fond de vallée les différents paliers liés à l'encaissement historique de la rivière. En rive droite notamment, il est difficile de définir avec certitude à quel palier se limite la zone inondable par les crues survenant dans le contexte climatique actuel. A Palau-del-Cerdagne, il existe une incertitude notable en rive droite sur la possible réactivation d'un axe de crue encore très visible sur les dépôts qui paraissent anciens. En rive gauche, la limite est par contre assez nette, incluant le camping las Aspéras

Enfin, plus en aval et en dehors de notre zone d'étude, la Llavanera conflue avec le Sègre qui poursuit son cours en Espagne.

4.4 LES AFFLUENTS DU SEGRE TRAVERSANT EN GRANDE PARTIE LE DOMAINE GRANITIQUE : LE SECTEUR DE PORTE PUYMORENS-LLIVIA

- Cartes 5 à 9 au 1/25 000 pages 32 à 36

4.4.1 La rivière d'Angoustrine : des contreforts du Conflent à la confluence avec le Brangoli à Ur

- Cartes 5 et 6 au 1/25 000 pages 32 et 33

La rivière d'Angoustrine traverse le domaine strictement montagnard sur une importante section de l'amont du secteur étudié au lieu dit les Escaldes entre 2000 et 1600 mètres d'altitude environ. Sur son parcours plus ou moins sinueux, celle-ci traverse les complexes gneissiques, granitiques et schisteux. A l'approche d'Angoustrine le contraste lithologique entre les granites et les schistes plus tendres est assez net et se perçoit au travers de l'élargissement de la vallée.

Le lit mineur de l'Angoustrine est composé de galets de taille décimétrique bien roulés. La charge solide y est donc abondante et témoigne d'une compétence importante, associée à des paramètres vitesses élevés.

Les zones de confluence et d'évasement de la vallée sont de façon cohérente les ensembles les plus inondables, les écoulements y trouvant enfin un espace de mobilité plus important.

L'agglomération d'**Angoustrine** (Carte 8 au 1/10 000 page 47) est majoritairement construite sur un ensemble de versants, terrasse et glacis colluvial en rive droite préservé des inondations. A l'approche de la zone urbanisée, la rivière d'Angoustrine entaille les formations superficielles quaternaires (terrasses et couvertures colluviales) jusqu'à



Photo 12. L'Angoustrine au pont de la Part Petita

la confluence avec la Ribereta. Les secteurs les plus menacés par les débordements se situent au niveau du pont de la D618 qui traverse la rivière d'Angoustrine au lieu dit La Part Petita. Une dizaine de maisons sont directement concernées en amont et aval de l'édifice. Ici, des surcotes amont liées à la mise en charge du pont et/ou des embâcles sont possibles et constituent des facteurs aggravants quant à l'exposition des secteurs habités.

C'est au niveau de **Villeneuve** (village dont la totalité des constructions sont hors zone inondable par les cours d'eau cartographiés), que le lit majeur connaît son extension maximale, en aval de la confluence entre la rivière d'Angoustrine et de la Ribereta (qui elle-même résulte de la rencontre entre le Rec de Juell et la Coma Armada). La conjugaison des différents écoulements engendre un hydrodynamisme notable reflété par la présence de quelques axes de crues bien identifiés en photo-interprétation et sur le terrain. Les infrastructures localisées en amont du pont sur la D618 sur la Riberta (obstacle à l'écoulement), sont ici directement concernées par les inondations et/ou par l'affouillement des berges.

La rivière d'Angoustrine rejoint ensuite le Brangoli au niveau de l'agglomération d'Ur en conservant un lit majeur d'environ 300 m de large. Sur cette section Villeneuve/Ur, plusieurs habitations sont situées en zone inondable, plus particulièrement en rive droite en lit majeur à majeur exceptionnel (partie basse du Mas Flori et scierie notamment).

Au niveau du village d'Ur (carte 9 au 1/10 000 page 48), dont le vieux centre est implanté sur des dépôts de pente à l'abri des inondations, un quartier est très exposé aux crues de la rivière sur la rive droite, en amont du remblai de la N20 qui aggrave l'aléa en amont (surcote). Sur la rive gauche, la berge du lit mineur est artificialisée, et des enrochements protègent l'infrastructure routière des érosions de berges susceptibles d'être fortes dans cette rive concave de méandre. Au-delà de la route s'étend un niveau d'anciennes alluvions (terrasse) qui peut être touché par une crue exceptionnelle, en liaison avec l'obstacle que représente le remblai de la RN 20. Des études complémentaires pourraient préciser ce point. Ce secteur présente un enjeu car une entreprise de bâtiment y est installée (photo 13).



Photo n°13, Ur, enrochements sur les contreforts de la N20.

4.4.2 La vallée du Brangoli : de l'amont de Brangoli aux environs d'Ur

➤ Cartes 8 et 9 au 1/25 000 pages 35 et 36

Dans son bassin de réception, localisé à une altitude moyenne de 2300 à 2400 mètres, le torrent de Brangoli chemine de façon tortueuse au sein des reliefs granitiques du flanc sud du massif de la Serra de la Portella de Bac d'Ortella jusqu'au lieu dit de Camp sec (2000 mètres d'altitude). Il adopte par la suite un tracé un peu plus droit jusqu'au village de Brangoli. Sur cette section, de nombreux ravins latéraux viennent se greffer à son cours venant grossir les écoulements en cas de forts cumuls de précipitations. Cette organisation rectiligne du réseau hydrographique local, à laquelle s'additionnent les apports torrentiels de versants, peut favoriser des temps de réponse relativement courts aux événements hydrométéorologiques exceptionnels. Dans ce cours parcourant un secteur où les enjeux sont absents, l'extension du lit majeur et de la zone inondable se trouve donc relativement limitée. Seules les principales confluences constituent des espaces de débordements plus larges notamment sur l'aval immédiat du village de Brangoli.

Ur : Carte 9 au 1/10 000 page 48

Après avoir bifurqué et conflué avec le torrent d'Albe, le Brangoli s'écoule vers l'agglomération d'Ur en traversant une zone où les versants sont disséqués par de nombreux ravins latéraux de rive gauche, au niveau du lieu dit Solà dels Rocs. En arrivant sur Ur, le Brangoli entaille une épaisse couverture colluviale dont les apports dévient son cours et le forcent à méandrer. L'extension du lit majeur devient notable et les multiples recoupements dans le manteau détritique (colluvions) lors de crues importantes se manifestent par une série de plusieurs talus en rive gauche.

Légèrement en aval, le Brangoli conflue avec deux organismes : la Carrerada, qui est un ravin de faible rang et la rivière d'Angoustrine qui constitue un apport majeur dans l'alimentation des écoulements. L'agglomération d'Ur est localisée en grande partie sur des formations colluviales en pied de versant et se trouve par endroits directement concernée par des éboulements rocheux et des ravinements (Fiches techniques BCEOM, 1994). Les secteurs exposés aux inondations sont situés au niveau des deux confluences (Brangoli/ Carrerada et Brangoli/ rivière d'Angoustrine). Ils concernent de nombreuses habitations (lotissements) sur l'ensemble des rives des différents organismes sur un périmètre comprenant les zones localisées en contrebas du cimetière et du centre équestre. La partie basse du camping du Gou et les stations d'épuration en amont et en aval de l'agglomération sont aussi menacées.

4.4.3 Le Rahur en aval d'Ur

En aval de ces confluences le torrent prend le nom de Riù del Rahur et les différents lits se développent désormais dans une large vallée inscrite dans des alluvions quaternaires (terrasses). Le cumul des différents cours d'eau en amont renforce l'hydrodynamisme de cette nouvelle section comme en témoignent les nombreux axes de crues. Le lit mineur élargi est caractérisé par un fond pavé par des galets de taille centimétrique à décimétrique. Il est encadré par un niveau qualifié en lit majeur, peu large car rapidement délimité par un talus d'ordre métrique au niveau du lotissement, puis décimétrique en aval. On distingue nettement au bombement altitudinalement surélevé, cartographié en lit majeur exceptionnel, et qui est encerclé par un axe de crue au niveau des Vernedetes.

Au niveau du pont de Livia (frontière), la zone inondable actuelle se ferme et se rétrécit en liaison avec l'encaissement progressif du lit mineur qui atteint plus de 4 m. Sur ce linéaire quelques seuils limitent la tendance à l'incision du cours d'eau en lui conférant un profil en long en escalier.

Bourg-Madame : Carte 6 au 1/10 000 page 45

Au niveau et en amont du pont de la Porte de France, les débordements se font préférentiellement en rive droite car la rive gauche est plus haute, tandis qu'en aval, cette dernière est plus basse et donc plus fréquemment inondée. La basse terrasse du camping du mas d'En piques est situé en zone inondable. Le lotissement situé en amont de la confluence du Rahur avec le Sègre est doublement exposé aux crues des deux rivières. La confluence peut engendrer à ce niveau des phénomènes particuliers comme des remous, une surcote...

4.4.4 La vallée du Querol d'amont en aval : de Porté-Puymorens à Latour de Carol et ses environs

➤ Cartes 7 à 9 au 1/25 000 pages 34-36

Les reliefs granitiques et schisteux concernant ce secteur offrent des morphologies particulières (boules, chaos de bas de pentes, ravinements latéraux, etc...) qui portent souvent la marque des dernières glaciations (photo n° 14, fond de vallées amples, moraines, roches polies, blocs erratiques, etc...). Postérieurement à l'englacement des vallées, les différents cours d'eau ont remobilisé durant plusieurs milliers d'années ces matériaux abondants et souvent volumineux qui illustrent la forte compétence des organismes torrentiels actuels locaux (photo n°15).



Photos n°14, exemple de vallée glaciaire caractéristique ; Photo n°15, charge solide actuelle remobilisée du stock sédimentaire hérité des dernières glaciations (torrent de Querol).

Porté-Puymorens : Carte 10 au 1/10 000 page 49

En aval du massif du Carlitt aux altitudes atteignant fréquemment les 2800 m et où l'on observe les marques les plus évidentes des dernières périodes froides (lacs occupant d'anciennes hautes vallées ou dépressions glaciaires, moraines etc...), l'agglomération de **Porté-Puymorens** est l'un des premiers secteurs à enjeux menacé par les crues débordantes provenant des écoulements conjugués, au niveau du Querol, de la multitude de petits vallons et ravins du domaine strictement montagnard (part importante du ruissellement issue des apports latéraux). L'implantation de l'agglomération de Porté-Puymorens résulte vraisemblablement de l'élargissement de la vallée et de l'adoucissement des versants qui offrent un espace aménageable plus important qu'en amont. Les premières

terrasses alluviales postglaciaires (postérieures à la dernière glaciation d'il y a environ 20 000 ans) commencent d'ailleurs à s'y organiser et sont souvent disséquées par le Querol ou la concentration de ruissellements latéraux (à l'aval du barrage d'El Passet à proximité du lieu Les Polverines par exemple).

La plus grande partie du village est positionnée sur un versant à pente modérée et sur un ancien glacis-cône torrentiel en rive droite de l'organisme de sorte que le camping « La Rivière » (en rive droite) constitue l'aménagement le plus exposé aux inondations, en plein lit majeur. Afin de pallier à cette position peu avantageuse, une digue a d'ailleurs été édifée à l'interface entre les lits majeurs et moyens du Querol. Cet ouvrage est réalisé pour supporter une crue de récurrence centennale. Cependant, le sous dimensionnement du pont localisé en aval pourrait favoriser les débordements concernant ce camping avec toutefois de faibles vitesses d'écoulement (RTM, Foussard F., Toularastel T., 1996).

En rive gauche du Querol, on observe une bonne extension de la zone inondable et de nombreux axes de crues qui reflètent le dynamisme des débordements à cet endroit. Le cône de déjection actuel du torrent de Cortal, emboîté dans le glacis-cône hérité de rive droite (au lieu dit la Cajola), offre une vision caractéristique de l'impact de ce type de formation par déviation du cours principal sur lequel il se greffe, lié à des apports conséquents en sédiments. Les débordements de ce torrent concernent plusieurs habitations du village situées à proximité immédiate. Une multitude d'ouvrages et de ponts jalonnent le cours de cet affluent, qui peuvent favoriser des débordements et surcotes amont en cas de mise en charge avec ou sans embâcles. Plusieurs habitations, directement localisées en lit majeur, sont déjà concernées par les débordements du Cortal malgré de récents aménagements (seuils et enrochements entre le pont de la RN20 et celui du cimetière). Légèrement plus en aval, un second cône de déjection actuel a été construit par le torrent de Pimoren. Un remblai est construit partiellement dessus, et peut être attaqué par les divagations latérales du torrent sur son cône. La station d'épuration est positionnée dans le lit majeur du Querol.

Le cours du Querol est plus en aval principalement imposé par la structure géologique ce qui lui vaut une série de coudes abrupts (à l'aval de Porté-Puymorens) où les écoulements s'enfoncent profondément en gorges (gorges de la Rou) sans extension des lits autre que le lit mineur.

Dans le secteur aval, et de la même façon qu'au niveau des gorges de la Rou, la rivière de Querol jouxte la N320 et voit son cours s'élargir singulièrement au niveau de la gare de péage de la N20 (secteur de Pla Bau). En cet endroit, de la rupture de pente qui signe la sortie des gorges et à cause d'un petit vallon affluent de rive gauche, la route devient partiellement inondable. La nationale est construite sur d'imposants remblais qui se calquent sur la position topographique haute de la terrasse afin de la préserver des crues inondantes.

Enfin, et en marge de l'analyse hydrogéomorphologique « classique » il est important de signaler la présence des barrages et retenues du Lanoux et d'el Passet dont le rôle écrêteur doit limiter l'impact de certains événements hydrométéorologiques locaux d'amont (le barrage de l'étang du Lanoux est conçu pour amortir les crues de périodes de retour inférieures ou égales à 100 ans) mais qui en cas de rupture (événement peu probable mais à prendre en compte), menace directement les habitants de la vallée (et notamment de Porté-Puymorens) et ses infrastructures.

Lors de l'aiguat des 6 et 7 novembre 1982 (débit de pointe 50m³/s, période de retour de 200 ans, Fiches techniques BCEOM, 1994), plusieurs débordements ont concernés la rive gauche jusqu'au cimetière et une habitation localisée en rive droite. Le pont de la N20 fut également fortement déstabilisé et le camping « La

Rivière » inondé. Les dégâts occasionnés par l'ensemble des crues inondantes des différentes rivières ont à l'époque été estimés à 10 millions de francs.

Porta :

En aval de la gare de péage, vers le village de **Porta**, on note une extension importante de la zone inondable dans un petit bassin semi-fermé, qui récolte également des ruissellements latéraux directs issus des versants tout proches. En rive droite, le torrent de Campcardos se déverse dans le Querol augmentant ainsi l'extension de la zone inondable. Il convient de noter que la multiplicité des axes de crue témoigne de l'hydrodynamisme des écoulements liée à l'alternance de resserrements (accélération des fluides) ponctuels et répétitifs de la vallée et d'élargissements, qui sont alors le siège de débordements intenses. Dans ce secteur, de petites terrasses et apports colluviaux, parfois partiellement inondés de façon exceptionnelle, alimentent en charge solide le Querol.

Dans la partie basse de l'agglomération de Porta, plusieurs habitations sont concernées par des débordements rares à exceptionnels à proximité de la N20. Par ailleurs, cette route construite sur un remblai, traverse une grande partie du lit majeur et sa structure se trouve directement exposée aux écoulements les plus dynamiques lors des crues (axes de crues de part et d'autre de l'ouvrage et possibles érosions par sapements). De par les « ouvertures » qui jalonnent son linéaire, la voie SNCF qui borde le Querol sur un remblai ne constitue pas une infrastructure suffisamment protectrice pour limiter l'extension des débordements. Lors des inondations de 1937 (plus forte crue connue avant celle de 1982) d'importants dégâts ont été infligés aux axes de communications et aux ponts. En 1982, lors d'une crue de période de retour de 60 ans, les eaux du Querol atteignirent les marches de la mairie.

Photos n° 16 et n°17, ouvrages actuels sur le cours du Querol à l'aval de Porta



Latour de Carol et ses environs : Carte 11 au 1/10 000 page 50

En descendant le cours du Querol en direction de Latour de Carol, la vallée s'ouvre progressivement et de modestes systèmes de terrasses alluviales postglaciaires, auxquels s'ajoutent de massifs apports colluviaux, ourlent la base des versants. La rivière y creuse un peu plus profondément son lit limitant par là même l'extension de la zone inondable. Les différents lits fluviaux y sont bien individualisés avec la particularité de lits moyens principalement étendus au niveau des sinuosités et des parties convexes du torrent. Dans ce secteur, le village de **Carol** (Querol), édifié sur la terrasse et dont les vieilles tours ruinées surmontent un affleurement granitique poli par d'anciens glaciers (photo n°18), est pour partie préservé des inondations.



Photo n°18, Tours ruinées de Carol ; photo n°19, partie basse du village de Carol exposée aux débordements



La partie basse du village est toutefois assez exposée aux crues inondantes, dont l'augmentation de la hauteur d'eau peut être ponctuellement influencée par le resserrement du cours lié à la structure (affleurement granitique sur lequel sont positionnées les tours ruinées de Carol), menaçant directement un groupe d'habitations en rive droite (photo n° 19).

Plus en aval, au niveau du hameau de Quers, un bras de décharge actif du Carol (photo n° 20) témoigne de la dynamique fluviale inféodée à l'élargissement de la vallée. La zone inondable, également très large sur la rive droite, concerne les habitations de ce hameau retranchées derrière une petite digue implantée en lits moyen et majeur. Un axe de crue contourne d'ailleurs l'ouvrage et les débordements exceptionnels y atteignent les formations colluviales. Dans le même secteur, en rive gauche de la rivière, une coupe dans la carrière montre d'importants dépôts fluvioglaciaires ou morainiques et indique la nature fréquente du stock sédimentaire, hérité (blocs et boules de granit, galets, sables et limons) des dernières glaciations, directement remobilisable par le Querol sous la forme d'apports latéraux (photo n°21).



Photos n°20 et 21, bras de décharge du Querol au niveau de Quers/La Colomina; photo n°, à proximité du village de Riutès, nature du stock sédimentaire hérité disponible datant des dernières glaciations.

L'agglomération de **Latour de Carol** de même que la gare internationale sont en grande partie localisées sur un ancien niveau de terrasse (fluvioglaciaire) et sur la roche mère. Dans cette zone le substratum granitique cède la

place à des niveaux schisteux qui, du fait de leur sensibilité plus importante aux processus érosifs, ne sont pas étrangers à l'élargissement manifeste de la vallée. C'est également en fonction de ces formations plus tendres (terrasses et schistes) que méandre le cours du Quérol qui dispose alors d'un espace de mobilité plus important.

En amont du village, le lit majeur du Quérol est relativement large et bénéficie des écoulements et apports solides d'un petit affluent de rive droite, le Tarterès, qui élabore un large cône de déjection à son exutoire. La confluence de ces deux organismes provoque une érosion de la terrasse en rive gauche. La concentration des écoulements engendre un surcreusement du Quérol dans ces alluvions hérités (plus tendres que le substratum), une accentuation de la pente et un resserrement de la largeur de son lit jusqu'à l'aval immédiat de Latour de Carol. Par la suite, le lit majeur s'élargit en rive droite et la rivière sape à nouveau les bords de la terrasse en rive gauche (phénomène d'érosions de berges). D'amont en aval, le cours du Quérol est jalonné d'axes de crues préférentiellement localisés au niveau des concavités et de nombreuses petites infrastructures (épis, murets, digues) viennent encombrer son lit majeur (notamment dans le secteur amont de la Riberassa ou des digues viennent contraindre le cours du Tarterès à bifurquer un peu plus vers l'aval).

L'exposition des habitations et équipements au risque d'inondation est relativement variable. La voie SNCF est particulièrement vulnérable en traversant le lit majeur du Tarterès en amont puis en longeant sur quelques centaines de mètres vers l'aval le lit majeur du Quérol au niveau de la confluence. Quelques habitations en lit majeur en contrebas du bourg de la Tour de Carol sont directement menacées de même que celles résidant sur les berges concernées par des débordements exceptionnels lors d'embâcles au niveau du pont de la D34.

5 CONCLUSION

La cartographie hydrogéomorphologique telle qu'elle a été appliquée sur ces cours d'eau définit l'emprise des zones inondables pour les crues exceptionnelles. A cet égard, une fois les principes méthodologiques agréés, elle offre une information objective de l'emprise des zones inondables, indépendante des aléas des méthodes historiques et hydrauliques, et qui représente fidèlement la réalité du terrain. A ce titre, l'atlas des zones inondables constitue un outil de base d'aide à la décision en termes d'aménagement du territoire à laquelle il apporte une connaissance du fonctionnement globale du bassin versant.

La méthode employée est principalement basée sur :

- la reconnaissance objective des limites morphologiques, résultant du fonctionnement en crue ;
- la prise en compte des crues historiques, souvent connues par les riverains et les gestionnaires des cours d'eau ;
- l'évolution dans le temps du cours d'eau dont les traces, souvent visibles dans le paysage alluvial, permet de justifier l'éventualité d'une crue exceptionnelle.

Par expérience, ces éléments de méthode sont, en comparaison des méthodes relevant de l'hydraulique, plus compréhensibles par les gestionnaires et les riverains : l'appropriation puis l'acceptation de la cartographie et des risques définis sur cette base n'en sont que plus aisées. De plus l'analyse historique exhaustive qui lui est associée permet de constituer une base de données commune aux différents acteurs favorisant la mémoire du risque.

L'étude et les résultats obtenus à travers cette étude ont permis :

- de mieux connaître l'emprise des zones inondables sur l'ensemble des vallées,
- de cibler une difficulté posée par les tendances générales à l'encaissement de ces cours d'eau.

La connaissance ainsi fournie par ce travail constitue un premier outil visant à aider les services dans leur mission d'identification des zones à préserver pour la gestion des écoulements à l'échelle du bassin versant (zone d'expansion), et des secteurs où un contrôle strict de l'urbanisation doit être opéré par le croisement des enjeux et les aléas.

BIBLIOGRAPHIE

BCEOM / ANTEA, 1994, Fiches techniques du Programme de Prévention contre les Inondation liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles, ministère de l'environnement DPPR/SD-PRM, Préfecture des Pyrénées Orientales, 234 fiches.

BCEOM, 1994, Projet Estel, Aménagement routier de Puigcerda-Bourg Madame, DDE des Pyrénées Orientales, 21p.

CHARRETEUR V, Les inondations dans les Pyrénées Orientales à travers la presse la presse et les écrits locaux : à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, Mémoire de maîtrise, université de Paris X (Nanterre), 1986, 193 p.

DDAF., 1996, Avant-projet de retenue sur le Sègre à Saillagouse : études hydrologiques et hydrauliques des points sensibles en prévision du zonage réglementaire des risques naturels sur différents communes de la vallée du Sègre

Fonds Pardé, archives DDAF.

INTERNET : www.risques-majeurs66.com

OLLIVIER V., 2006, Continuités, instabilités et ruptures morphogéniques en Provence depuis la dernière glaciation. Travertinisation, détritisme et incisions sur le piémont sud du Grand Luberon (Vaucluse, France). Relations avec les changements climatiques et l'anthropisation, Thèse de doctorat de Géographie Physique, Université de Provence U1, 357p.

RTM, Foussard F., Toularastel T., 1996, Cerdagne bassin versant du Sègre, étude hydrologique et hydraulique des points sensibles en prévision du zonage réglementaire des risques naturels, commune de Estavar, RTM Pyrénées orientales, septembre 1996, 44 p.

RTM, Foussard F., Toularastel T., 1996, Cerdagne bassin versant du Sègre, étude hydrologique et hydraulique des points sensibles en prévision du zonage réglementaire des risques naturels, commune de Porté-Puymorens, RTM Pyrénées orientales, septembre 1996, 57 p.

RTM, 1987, Plan d'exposition aux risques naturels prévisibles, commune de Porté-Puymorens