

II. Méthodologie

2.1. Etude hydrogéomorphologique

2.1.1. Cartographie des unités hydrogéomorphologiques

La cartographie hydrogéomorphologique est basée sur l'identification d'unités spatiales homogènes modelées par les différents types de crues, et de ce fait différenciables hydrauliquement. Ces unités sont séparées par des discontinuités matérialisées par des talus.

L'analyse hydrogéomorphologique se pratique sur le terrain et par photo-interprétation, sur la base de la mission aérienne fournie par le maître d'ouvrage. Elle se traduit par la réalisation de cartes hydrogéomorphologiques au 1/25 000^{ème} et dans les secteurs à enjeux au 1/10 000^{ème}. Dans le détail, cette cartographie identifie les **unités hydrogéomorphologiques actives**, les **structures secondaires géomorphologiques** influençant le fonctionnement de la plaine alluviale et les unités sans rôle hydrodynamique particulier, c'est-à-dire l'**encaissant**.

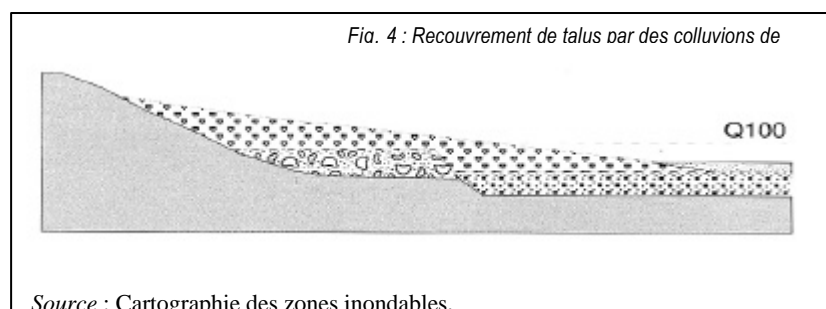
Les unités actives constituant la plaine alluviale moderne fonctionnelle

Délimitées par des structures morphologiques (talus), elles jouent un rôle direct dans le fonctionnement actuel du cours d'eau et correspondent chacune à une gamme de crues :

- Le **lit mineur**, incluant le lit d'étiage, est le lit des crues très fréquentes. Il correspond au lit à plein-bord, intra-berges et aux secteurs d'alluvionnement immédiats (plages). Ce lit est emprunté par la crue annuelle, dite crue de plein-bord, n'inondant que les secteurs les plus bas et les plus proches du lit. Il apparaît en blanc sur la cartographie pour des raisons de lisibilité et **est figuré par une ligne bleue continue quand il est trop étroit pour être cartographié sous forme de polygone** (cas de nombreuses cartes au 1/25 000^{ème} sur les secteurs amont ou les petits affluents).

- Le **lit moyen** représenté en bleu foncé est fonctionnel pour les crues fréquentes (en principe, périodes de retour 2 à 10 ans). Il assure la transition entre le lit majeur et le lit mineur. Dans ce lit, les mises en vitesses et les transferts de charge importants induisent une dynamique morphogénique complexe et changeante. Son modelé irrégulier est représentatif de la dynamique d'inondation, avec alternance de chenaux de crues, parfois directement branchés au lit mineur, et de bancs d'alluvionnements grossiers. Ces bourrelets et chenaux sont entretenus ou remaniés par les crues inondantes qui s'y développent. Il est en général occupé par la ripisylve, forêt riveraine à saules, aulnes et peupliers. Compte-tenu des nombreuses perturbations qui ont affecté les plaines alluviales des Gardons(extractions), le lit moyen n'est plus toujours fonctionnel pour des crues de période de retour inférieure à 10 ans.
- Le **lit majeur** représenté en bleu clair, est fonctionnel pour les crues rares à exceptionnelles. La dynamique des inondations dans ces secteurs privilégie la sédimentation, 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. Toutefois les dynamiques ne sont pas faibles : le lit majeur des Gardons et des affluents peut être inondé par des lames d'eau considérables (plus de 9 m à Russan en 2002 par exemple), et des vitesses très importantes.

Dans le bassin versant des Gardons, le lit majeur présente des physionomies spécifiques le distinguant des autres cours d'eau méditerranéens proches (Durance, Ouvèze, etc...) et qui, selon les cas peuvent compliquer l'interprétation hydrogéomorphologique. Sa première spécificité est de présenter des physionomies très diverses : sur le bassin versant, on trouve **des lits majeurs typiques à sédimentation fine et profil transversal très plat et des lits majeurs où se mêlent sédiments fins et grossiers et**



dont le profil transversal présente une pente forte. Cette hétérogénéité est liée d'une part à la diversité des formations géologiques affleurantes, mais aussi à l'inégalité de la taille et de la puissance des cours d'eau. Par ailleurs, on notera l'omniprésence de colluvions de pente issues des versants. Il semblerait en effet que les versants produisent et/ou produisaient une grande quantité de matériel. Ces colluvions, particulièrement présentes dans les bassins versants molassiques et marneux (ex : Alzon, le Rieu, le Bourdic...) offrent des caractéristiques sédimentologiques très proches de celles des lits majeurs : elles forment de vastes glacis de sédiments fins qui se raccordent très progressivement avec le lit majeur. On trouve de beaux exemples de cette configuration dans la plaine de St-Quentin-la-Poterie, ou sur le Bourdic aval. Cette configuration complique l'interprétation géomorphologique car la limite de la zone inondable est souvent masquée par les apports latéraux (cf. fig. 4) et donc imprécise.

Par ailleurs, il existe des cas rares de lits majeurs rocheux. Essentiellement présents dans des secteurs de gorges, il s'agit d'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, positionné avec la meilleure précision possible (haut/pied, longueur) en fonction de l'échelle du support cartographique. Les **talus peu nets** sont cartographiés en discontinu. Ils correspondent à des talus convexo-concaves à pente très douce et indiquent une **incertitude quant au positionnement de la limite de la zone inondable**.

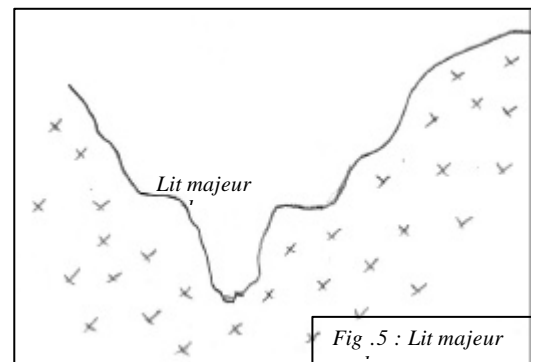


Fig .5 : Lit majeur

La **limite extérieure de la plaine alluviale fonctionnelle** est représentée par une ligne bleue, située au contact de l'encaissant. Cette limite correspond à l'**enveloppe maximale des crues** 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 une grande précision (présence d'un talus net plus ou moins haut, bas de versant franc) ou imprécise (talus peu nets, fonds de vallons en berceau) ; c'est principalement le cas dans les secteurs présentant une forte couverture colluviale ou quand le substratum particulièrement tendre (molasse, marne) détermine un relief « mou » peu incisé par le réseau hydrographique.

Trois types de zones d'inondation potentielles ont été définis :

- **Zone d'incertitude** : il s'agit de surfaces à propos desquelles l'interprétation géomorphologique n'a pas permis de définir avec certitude son inondabilité
- **Zones de débordement sur terrasse ou colluvion** : ce sont des zones de l'encaissant de la plaine alluviale (terrasses, colluvions) où aucune trace d'inondabilité n'est repérée par l'interprétation géomorphologique mais qui pourtant ont été inondées avec certitude par des crues historiques (témoignages vérifiés, photos, repères de crues, ...). Ces débordements peuvent être liés à des paramètres anthropiques (effet de barrage des ouvrages...), des phénomènes naturels (sur-sédimentation et remontée du plancher alluvial), ou à leur conjonction.
- **Zone de versant inondable par surcote** : bas de versant dont l'inondabilité est due à la remontée de la ligne d'eau sur le versant par causes naturelles (rétrécissement de la plaine alluviale...), anthropiques, ou les deux conjuguées.

Structures secondaires géomorphologiques

- **Lit rocheux** : Sur la cartographie au 1/10 000^{ème}, sont représentés les secteurs du lit où le substratum affleure. Il s'agit ici d'apporter une information concernant les conditions d'écoulement dans le lit mineur, modifiées par l'affleurement du substrat : augmentation des vitesses, effet de seuil. L'information lit rocheux n'a pas été portée sur les cartes dans les secteurs de gorges et les secteurs montagneux pour des raisons de lisibilité et de pertinence de l'information.
- **Atterrissements** : Les lit mineurs sont caractérisés par des **atterrissements** sous forme de bancs de graviers. Ils peuvent être de taille conséquente et la végétation s'y installe fréquemment, les stabilisant en partie. Ces atterrissements sont cartographiés uniquement sur les cartes au 1/10 000^{ème}. Ils ont parfois été cartographiés en lit moyen lorsqu'ils paraissaient relativement stabilisés. Cependant, il faut préciser que ce sont des **formes temporaires**, qui sont détruites par remobilisation des matériaux lors des crues. Leur cartographie est donc relative.
- **Embâcles** : Les embâcles sont constitués d'accumulation de matériaux variés, principalement du bois mort et des déchets divers. Ils jouent un rôle important lors des inondations en provoquant un effet barrage, puis lorsqu'ils cèdent, un phénomène de chasse d'eau qui se traduit souvent par une vague d'eau destructrice. Ce sont des **formes temporaires**, dont la construction ou la disparition est aléatoire en fonction des crues. Pour ces raisons, seuls les embâcles importants sont cartographiés.
- **Bourrelets de berge** : Représentés au 1/10 000^{ème} quand ils sont nettement visibles, ce sont des constructions alluviales qui assurent localement la transition entre le lit mineur et le lit moyen. Cette zone de passage lit mineur/

lit moyen est en effet une zone de discontinuité granulométrique où le courant, qui est brutalement ralenti, abandonne une partie de sa charge solide au franchissement des berges.

- **Erosion de berge** : Cartographiés au 1/10 000^{ème}, il s'agit de talus de berge du lit mineur présentant des traces d'une érosion importante : talus net, sous-cavation, ... Parfois ont été cartographiés en érosion de berge des talus d'érosion importants situés dans le lit moyen.
- **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. Ils indiquent donc un risque plus fort. Les bras secondaires et les axes d'écoulement sont particulièrement fréquents dans les lits moyens et majeurs des Gardons.
- **Points de débordement** : Les points de débordements correspondent à des secteurs privilégiés de déplacement du lit mineur (rescindement de méandre par exemple).
- **Cônes alluviaux** : Certains affluents sont couronnés à leur exutoire par une accumulation de sédiments grossiers qui forment des cônes alluviaux. Seuls ont été représentés, à la demande du Maître d'Ouvrage, les cônes inondables. Cette information est en effet importante car la présence d'un cône se traduit par des phénomènes hydrodynamiques et hydrauliques spécifiques et perturbe les écoulements de la plaine alluviale principale. Dans les parties amont du bassin versant, ces cônes alluviaux présentent un caractère torrentiel.

Les formations constituant l'encaissant de la plaine alluviale fonctionnelle

Elles comprennent les terrasses alluviales, les dépôts de colluvions, 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**. Elle 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 de berge

lors des crues. Ces structures héritées ont donc un rôle essentiel car elles contribuent à alimenter en matériel grossier les lits des rivières actuelles. Ces unités comprennent :

- Les **terrasses alluviales** plus ou moins anciennes, témoins de l'hydrodynamique passée. Ces terrasses sont cartographiées avec leur talus, qui peut lui-même former la limite de l'encaissant. Plusieurs niveaux de terrasses plus ou moins bien conservés se distinguent, surplombant le plancher alluvial actuel des Gardons d'une hauteur variant entre 5, 10 et 90 mètres.
- Les **versants** plus ou moins raides, taillés dans le substratum dans lequel la vallée est imprimée.
- Les **colluvions**, qui sont des dépôts de pentes 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.

Exceptionnellement, des **ruissellements sur versant** ont été cartographiés (carte de Domazan), lorsqu'ils déterminent un risque d'inondation non négligeable dans un petit vallon sec.

2.1.2 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 zones inondables mais de faire apparaître les **facteurs déterminants de l'occupation du sol sur la dynamique des crues**. Les éléments naturels et anthropiques de l'occupation du sol ont été identifiés séparément.

Les ripisylves de lit moyen et riveraines des berges ont été cartographiées sur les cartes au 1/10 000^{ème}. En bon état, elles peuvent jouer un rôle de peigne essentiel lors des inondations et freiner les courants. En mauvais état, elles fournissent une grande quantité de matériaux et favorisent les embâcles.

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, épis, 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 fronts d'urbanisation indiquent la poursuite de l'urbanisation au-delà du périmètre urbanisé indiqué sur les scans 25 IGN,
- les bâtiments isolés non indiqués sur le scan 25 IGN
- les stations d'épuration et les captages.

2.2 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. De nombreuses sources documentaires ont été consultées pour cela, telles que :

- Les hauteurs d'eau relevées aux Echelles d'Annonce des Crues lors de crues survenues depuis les années 1890, fournies par le service d'annonce des crues de la DDE du Gard
- Le relevé de la crue de 1958 effectué par la DDE 30 en 1976. Cette limite a été numérisée dans le SIG et apparaît sur les cartes. La comparaison avec le positionnement de la limite hydrogéomorphologique a été systématiquement réalisée dans le commentaire des cartes¹.
- La base de données historiques sur les inondations de la Cèze, des Gardons, du Vidourle et de l'Hérault dans le département du Gard (XIIIe siècle - XXe siècle), réalisée par Géode pour la D.D.E. du Gard en 1996
- Des enquêtes ont été menées auprès des communes concernées par le risque inondation sur tout le bassin versant des Gardons. Nous avons pu ainsi obtenir des témoignages plus ou moins intéressants, qui concernent pour la plupart la crue de 1958.
- Enfin pour compléter ces différentes sources, nous avons mené des recherches aux Archives Départementales du Gard.

L'objectif de nos recherches d'archives a consisté à compléter, dans la mesure du possible, les informations historiques recensées dans la base de données dont dispose déjà la DDE 30. Les recherches aux Archives Départementales du Gard ont porté sur deux séries principales :

- La série S qui rassemble toute la documentation du service hydraulique de la Préfecture

¹ La crue de septembre 2002 étant survenue lors de la finalisation du présent atlas, son relevé n'a pu être inséré dedans.

- La série M qui rassemble toutes les données relatives à la population, et apportant le maximum d'information sur les dégâts occasionnés par les crues

Nous avons par ailleurs consulté certaines archives communales déposées aux archives départementales, et en particulier le dépôt de la commune d'Anduze : elles sont en partie redondantes avec les fonds préfectoraux, mais apportent aussi leur part d'informations intéressantes. Au terme de cette étude, il apparaît que la base de données déjà constituée est assez exhaustive. Il sera plus difficile dans l'avenir, d'obtenir de nouvelles informations « inédites » sur les crues et inondations des Gardons. C'est probablement principalement vers les archives communales qu'il faudra orienter les recherches. L'objectif du volet historique de l'Atlas des zones inondables étant avant tout d'obtenir des informations spatiales sur les inondations passées, les mentions recherchées sont avant tout, celles repérables géographiquement. Toutes sources confondues, nous avons trouvé plusieurs cas de figures :

- des mentions totalement imprécises, sans indication de lieu, et donc non localisables
- des mentions fournissant seulement des noms de quartier, de lieu-dit
- des mentions précises indiquant des noms de rue, des églises ou des ponts particuliers

Plusieurs types d'information se sont de même présentées à nous :

- aucune information, si ce n'est qu'il y a eu inondation ou peu d'informations (« dommages » par exemple)
- des informations plus précises sur la nature des dommages
- des informations relatives à des hauteurs d'eau

Toutes les informations rassemblées nous ont permis d'établir une liste chronologique des dates pour lesquelles est recensée une inondation (cf. annexe 2). Nous avons dû, parmi toutes les informations obtenues, effectuer un tri afin de sélectionner pour les intégrer dans la **base de données numériques**, les informations qui sont d'une part localisables précisément, et d'autre part les moins sujettes à caution. En effet, face aux informations livrées par les archives, il est d'usage d'émettre certaines réserves concernant la fiabilité, la véracité et la précision des renseignements. C'est pourquoi seules les informations localisables avec **une marge d'erreur faible** ont été intégrées dans la base de donnée du système d'information géographique. Ces informations numérisées apparaissent en italique et en gras dans le tableau des résultats des recherches historiques présenté en annexe 1.