



AGERIN SAS
Aménagement et Gestion de l'Environnement et du Risque
Naturel
11, avenue du 8 mai 1945 09 120 Varilhes



**Direction Départementale
des Territoires du Gers**

PLAN DE **P**REVENTION DES **R**ISQUES NATURELS PREVISIBLES

Commune de CADEILHAN

(N° INSEE : 32068)

- RISQUE INONDATION -

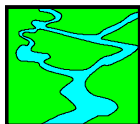


Note de présentation

PPR prescrit le : 8 juillet 2014

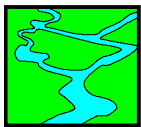
PPR approuvé le :

Septembre 2016



- SOMMAIRE -

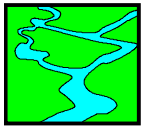
I	OBJECTIFS DE LA PREVENTION DU RISQUE INONDATION	1
I.1	DES DEGATS CONSIDERABLES ET REPETES.....	2
II	LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PPRI.....	3
II.1	UN NOUVEAU DISPOSITIF PLUS CONTRAIGNANT	3
II.2	PPRI DU BASSIN VERSANT DE L'ARRATS ET DE L'AUROUE – PERIMETRE CONCERNE.....	5
III	PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE DES BASSINS VERSANTS.....	7
III.1	LES CONDITIONS GEOMORPHOLOGIQUES D'ÉCOULEMENT : LE COURS D'EAU, SON BASSIN VERSANT ET SES AFFLUENTS	7
III.2	LES CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES DU BASSIN.....	8
IV	NATURE, HISTORIQUE ET CONSEQUENCES DES PHENOMENES NATURELS	9
IV.1	L'ORIGINE METEOROLOGIQUE DES CRUES DANS LES BASSINS VERSANTS	9
IV.1.1	<i>Les averses atlantiques.....</i>	<i>9</i>
IV.1.2	<i>Les averses méditerranéennes</i>	<i>9</i>
IV.1.3	<i>Les crues des petits cours d'eau.....</i>	<i>10</i>
IV.2	LES CRUES HISTORIQUES SUR LA ZONE D'ÉTUDE	11
IV.3	HYDROLOGIE DES CRUES	12
V	PRESENTATION DES ALEAS.....	16
V.1	DIFFERENTS TYPES D'ALEA D'INONDATION	16
V.2	DETERMINATION DE L' ALEA	17
V.2.1	<i>La méthode hydrogéomorphologiques</i>	<i>17</i>
V.2.2	<i>Les cartes hydrogéomorphologiques.....</i>	<i>18</i>
V.2.3	<i>Choix de la crue de référence</i>	<i>18</i>
V.3	L'ÉLABORATION DES CARTES DES HAUTEURS ET DES VITESSES DE L'EAU.....	20
V.3.1	<i>L'élaboration des cartes des hauteurs d'eau</i>	<i>20</i>
V.3.2	<i>L'élaboration des cartes des champs de vitesses</i>	<i>21</i>
V.4	L'ÉLABORATION DES CARTES D' ALEA :	22
V.4.1	<i>Zones d'aléa différencié</i>	<i>22</i>
V.4.2	<i>Zones d'aléa non différencié.....</i>	<i>23</i>
VI	PRESENTATION DES ENJEUX	24
VI.1	LA CARTE DES ENJEUX.....	24
VI.2	DEFINITION DE LA NOTION D'ENJEUX	24
VI.3	DEFINITION DES ZONES A ENJEUX DANS UN PPRI.....	25
VI.3.1	<i>Principes généraux</i>	<i>25</i>
VI.3.2	<i>Les enjeux spécifiques au territoire communal.....</i>	<i>27</i>



AGERIN SAS
Aménagement et Gestion de l'Environnement et du Risque
Naturel
11, avenue du 8 mai 1945 09 120 Varilhes



Direction Départementale
des Territoires du Gers



I OBJECTIFS DE LA PREVENTION DU RISQUE INONDATION

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau.

Une crue est une augmentation de la quantité d'eau (le débit) qui s'écoule dans la rivière.

De tous temps, les crues ont existé, avec leur cortège de nuisances, de dégradations, de destructions de toute nature, parfois même de victimes.

Pour y faire face, à défaut de pouvoir y remédier, les « décideurs » ont peu à peu érigé et conçu une panoplie de moyens préventifs ou curatifs. On peut les classer en deux catégories, qui n'ont que peu de liens entre elles, quoique complémentaires :

- des aménagements sur le terrain : digues, surélévations, barrages écrêteurs, aménagement des chenaux fluviaux ;
- une réglementation précisée à plusieurs reprises depuis le début du siècle, et qui a pour but de protéger l'homme du cours d'eau.

C'est ce second volet que nous allons rappeler et développer dans un premier temps.

La réglementation concernant les zones inondables n'est pas nouvelle. Elle n'a jamais visé à combattre les crues - elle ne le pouvait pas ! - mais à protéger les personnes et les biens des dangers de submersion.

La nécessité d'une telle législation est née du caractère répétitif et grave (vies humaines, destructions) des inondations et du fait que la collectivité toute entière est appelée à « payer » directement ou indirectement tout ce qui peut ou qui doit être réparé.

De surcroît, les événements dramatiques de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle le long du Rhône, de la Loire (1856), de la Garonne (450 victimes en juin 1875), et du Vernazobres (95 victimes à Saint-Chinian en septembre 1875), puis la tragédie de 1930 le long du Tarn inférieur et de la moyenne Garonne (200 noyés), ressentis comme de véritables catastrophes nationales, ont sensibilisé à ce problème l'opinion publique et l'Etat, lequel s'est progressivement engagé sur la voie législative dans un but préventif.

Cela n'empêche pas pour autant les catastrophes de se reproduire (et donc de « maintenir la pression », si l'on peut dire). Chaque année, des inondations sévissent sur tel ou tel secteur ou cours d'eau : événements de Nîmes, du Grand-Bornand, de Vaison-la-Romaine, de Couiza ou de la Faute-sur-Mer (XINTHIA)...sont encore présents dans les mémoires ; mais d'autres événements de moindre échelle et moins spectaculaires sont connus çà et là dans nos régions plusieurs fois par an.

Le risque inondation n'est donc pas un problème de circonstance, mais un risque chronique que la législation ne pouvait annihiler du jour au lendemain. Préventive, mais aussi « contraignante », la législation concernant les zones inondables s'est ainsi modifiée et affinée au cours des décennies.



Une application insuffisamment rigoureuse des lois

En pays de droit - et de vieille civilisation - on aurait pu penser qu'une simple réglementation, respectée, aurait suffi une fois pour toutes à prévenir les événements graves, c'est-à-dire à préserver les personnes et les biens du risque de submersion, du moins dans les lieux où ce risque est notoire. Convenons que les lois édictées n'ont pas empêché l'urbanisation ou « l'anthropisation » de secteurs manifestement submersibles.

Les raisons en sont évidentes a posteriori, et vont dans le même sens. Elles sont d'ordre socio-économique, législatif, scientifique, technique, financier.

I.1 Des dégâts considérables et répétés

A la suite de submersions importantes, il est difficile d'aboutir à des estimations chiffrées ou même, plus simplement, objectives et qualitatives.

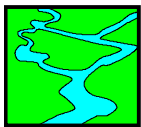
Divers organismes, bureaux d'études, compagnies d'assurances, ont tenté de procéder à des approches relationnelles entre d'une part paramètres hydrométriques (hauteur et durée de submersion, période de retour), types d'activité ou de présence humaine en zone inondable (activités agricoles, quartiers résidentiels, zones industrielles, artisanat, grandes surfaces commerciales, etc.), catégories de matériel ou de produits concernés par l'inondation (véhicules, meubles, électroménager, denrées alimentaires, livres et dossiers,...) et d'autre part le coût des destructions ou des réparations.

On concevra aisément qu'une telle approche globale, et se voulant exhaustive, ne puisse qu'être délicate, compte tenu de la diversité et du caractère pas toujours maîtrisable des divers éléments à prendre en compte.

A titre d'exemple, une estimation sommaire et globale des dégâts de la crue de 1930 avait été proposée : sur l'ensemble du Midi et du Sud-Ouest, le chiffre de 8 à 10 milliards de francs avait été avancé à l'époque (la valeur du franc de 1930 est à peu près équivalente à celle de 1980), soit 1,2 à 1,5 milliard d'euros.

Nous ne pouvons ni confirmer ni infirmer cet ordre de grandeur.

Les crues de 1999 et 2009, et plus récemment celle de 2013 et 2014 ont fait également de nombreux dégâts.



II LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PPR

II.1 Un nouveau dispositif plus contraignant

A la suite d'inondations à répétition, fortement médiatisées, survenues depuis une quinzaine d'années, l'Etat a mis en œuvre une politique de prévention des risques naturels dont l'un des points essentiels est de limiter strictement le développement de certaines activités humaines dans les zones exposées.

Il s'est traduit dans la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, par la création des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), qui visent à limiter, dans une perspective de développement durable, les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles.

Cette loi et son décret d'application n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié marquent un tournant décisif dans la prise en compte des risques naturels : en matière d'inondation, le lit majeur (zone couverte par la plus forte crue connue) devient inconstructible, l'objectif étant de préserver complètement les champs d'écoulement et de stockage des crues.

Il est désormais clairement indiqué ce qu'il est interdit de faire dans une zone notoirement inondable, **le principe retenu étant que les niveaux déjà atteints par le passé le seront de nouveau.**

Il est pris en compte, non plus les niveaux de crues jugés centennaux, mais la connaissance des plus fortes crues connues autrement appelées « **plus hautes eaux de crues connues** » (PHEC).

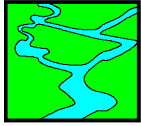
Dans nos régions riches en documents anciens, on dispose en effet très souvent d'archives, de repères gravés, de traces, de témoignages, de photos, permettant de pouvoir apprécier les niveaux atteints par des crues exceptionnelles en certains secteurs.

Principe général de la réglementation

Le principe général à appliquer en zone inondable est l'inconstructibilité.

Ce principe répond à la nécessité de préserver les champs d'expansion des crues.

Les zones non ou peu urbanisées « jouent en effet un rôle déterminant en réduisant momentanément le débit à l'aval, mais en allongeant la durée de l'écoulement. La crue peut ainsi dissiper son énergie au prix de risques limités pour les vies humaines et les biens ».



A fortiori, lorsque l'aléa est fort, le principe d'inconstructibilité répond à l'objectif de protection des personnes et des biens implantés dans ces zones.

Toute utilisation du sol qui consomme du volume de stockage ou entrave la circulation de l'eau, ne peut relever que d'une exception au principe général.

Dans les zones soumises à l'aléa le plus fort et qui sont donc particulièrement dangereuses, aucune exception au principe d'inconstructibilité ne peut être admise.

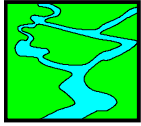
Une extension limitée de l'urbanisation peut être admise dans les zones urbanisées de façon dense, à la condition qu'elles soient soumises à un aléa faible ou moyen et ne participent pas de manière notable, au stockage ou à l'écoulement de la crue.

Dans l'esprit de la loi, il est possible de réserver des solutions différentes selon que les zones ne sont pas ou peu urbanisées (dans lesquelles on devrait être très strict), ou qu'elles sont déjà très largement urbanisées (dispositions particulières pour l'existant, protections collectives).

Cette nouvelle approche doit permettre de simplifier la cartographie des zones inondables ; les études lourdes pouvant être réservées aux seules zones à enjeux forts.

Les Plans de Prévention des Risques délimitent ces zones et précisent celles qui, soumises à un aléa faible, peuvent cependant conserver une constructibilité résiduelle.

Compte tenu de la répétitivité de certaines catastrophes dans notre pays, à la suite desquelles les pouvoirs publics semblent parfois « pris de court », la démarche de réalisation d'un P.P.R. s'avère, en fait, beaucoup plus une nécessité qu'une banale étude supplémentaire, puisqu'elle doit aboutir à l'officialisation de documents tangibles (cartes, données chiffrées, textes d'accompagnement) opposables aux tiers, et pouvant faire référence pour la plupart des décisions.



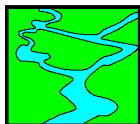
AGERIN SAS
Aménagement et Gestion de l'Environnement et du Risque
Naturel
11, avenue du 8 mai 1945 09 120 Varilhes



Direction Départementale
des Territoires du Gers

II.2 PPRi du bassin versant de l'Arrats et de l'Auroue – périmètre concerné

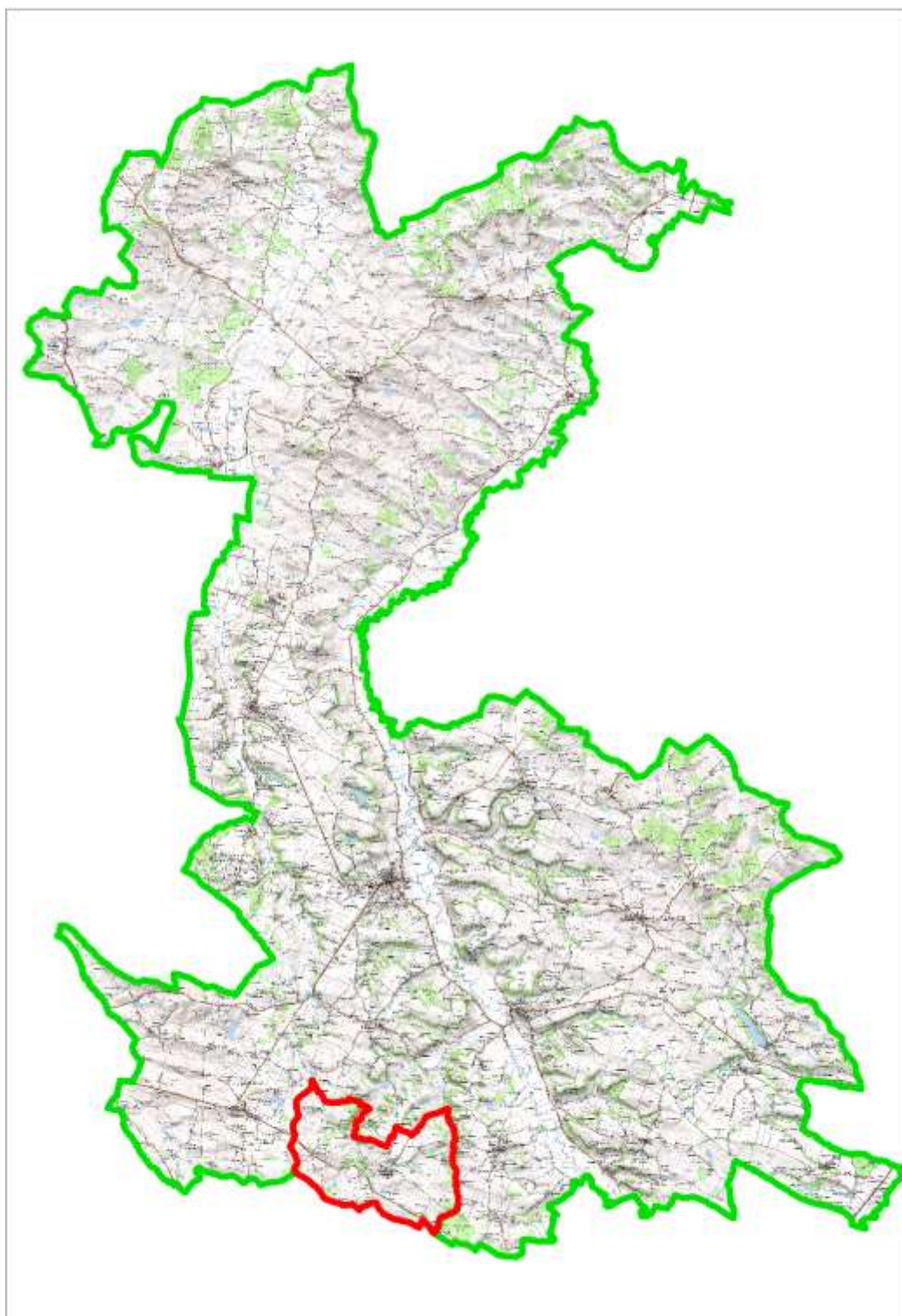
La réalisation du Plan de Prévention des Risques d'inondation pour la commune de Cadeilhan s'inscrit dans le cadre de la réalisation des PPRi sur tout le territoire du département du Gers. L'ensemble des communes a été regroupé selon une logique de grands bassins hydrologiques. Cadeilhan fait partie du Lot 4, qui couvre le sous bassin nord de l'Arrats et de l'Auroue. Le périmètre concerné par l'étude correspond au périmètre communal.



AGERIN SAS
Aménagement et Gestion de l'Environnement et du Risque
Naturel
11, avenue du 8 mai 1945 09 120 Varilhes



**Direction Départementale
des Territoires du Gers**



Extrait de la carte IGN Scan25 : le trait vert correspond à la limite de la zone d'étude du lot 4 (bassin versant de l'Arrats et de l'Auroue), en rouge la limite communale (Source IGN, AGERINsas)



III PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE DES BASSINS VERSANTS

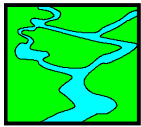
Le territoire communal de Cadeilhan fait partie du bassin versant de l'Auroue et de l'Arrats (ruisseau du Gélon). Par la suite, une description succincte des caractéristiques géomorphologiques et géologiques des bassins versants est fournie.

III.1 Les conditions géomorphologiques d'écoulement : le cours d'eau, son bassin versant et ses affluents

L'emprise globale de cette étude correspond au bassin versant de l'Auroue entre les communes de Cadeilhan et Gimbrède et de l'Arrats entre Bivès et Saint-Antoine. Une seule commune, Avensac, longe les rives de la Gimone, mais plusieurs font partie de son bassin versant. La surface de la zone d'étude globale est d'environ 300 km².

Caractéristiques des bassins versants étudiés :

Cours d'eau	Superficie BV (km²)	Linéaire compris dans la zone d'étude (km)	Zmax (m)	Zmin (m)	Pente (%)
L'Auroue à Gimbrède	170	35	148	76,5	0,20
L'Arrats à Saint-Antoine	600	110	110	75	0,09
La Gimone à Avensac	638	2,3	-	-	-



III.2 Les caractéristiques géomorphologiques du bassin

Les deux cours d'eau principaux de la zone d'étude sont l'Auroue et l'Arrats.

Sur cette zone, les deux rivières présentent une conformation géomorphologique similaire. Leur linéaire se développe le long d'un axe principal sud-nord, pour leur partie amont et ensuite sud-ouest – nord-est avant de confluer dans la Garonne, plus à l'aval.

Les lits se développent dans des plaines constituées d'alluvions modernes, modelées par l'action d'érosion et dépôt des crues passées. Les coteaux en bordure de plaine présentent globalement des pentes soutenues et sont constitués par des alternances de couches calcaires, marnes et molasses.

Le relief, la géologie et les aménagements influencent considérablement la zone inondable.

La commune de Cadeilhan fait partie du bassin versant de l'Auroue et de l'Arrats (ruisseau du Gélon)

L'Auroue :

Cette rivière prend sa source sur la commune de Puycasquier, en amont des limites de la zone d'étude. Sur sa partie amont l'Auroue présente une zone inondable de faible étendue (environ 150 m) qui s'élargit ensuite progressivement jusqu'à une largeur maximale d'environ 350-400 m.

La pente moyenne est relativement faible (environ 0.2%) et le lit mineur présente de nombreux méandres. Sur la zone d'étude, l'Auroue relie la commune de Cadeilhan à celle de Gimbrède sur une distance d'environ 35 km. A part les quelques moulins bâtis le long de ses rives, aucun enjeu n'est concerné par la zone inondable de la rivière.

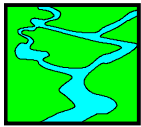
L'Arrats :

L'Arrats prend sa source sur le plateau de Lannemezan, sur la commune de Lannemezan. Au niveau de la zone d'étude, la plaine alluviale de la rivière est développée et elle s'étale sur une largeur qui varie entre 500 et 700 m. L'Arrats s'écoule, à l'intérieur la zone d'étude, sur environ 40 km entre les communes de Bivès, à l'amont, et Saint-Antoine à l'aval. De par sa faible pente moyenne (environ 0.1%), son cours est tortueux hormis quelques portions recalibrées.

Malgré la largeur de la zone inondable, très peu d'enjeux sont concernés par les crues de l'Arrats, s'agissant, pour la plupart, de moulins.

Ses principaux affluents sur la zone d'étude sont le Gelon (8,4 km) et le Lavassère (7 km).

La zone d'étude est caractérisée par une présence massive de bassins artificiels collecteurs d'eau et de petits chenaux utilisés pour l'irrigation des champs ou la récupération des eaux de ruissellement. Ces chenaux coupent, longent et interceptent les zones inondables des cours d'eau et peuvent parfois influencer la dynamique des écoulements. De plus, souvent encombrés et mal entretenus, ils peuvent donner lieu à des embâcles générant des débordements ponctuels et indépendants de la morphodynamique globale.



IV NATURE, HISTORIQUE ET CONSEQUENCES DES PHENOMENES NATURELS

IV.1 L'origine météorologique des crues dans les bassins versants

Le régime hydrologique de l'Auroue, de l'Arrats sont de type pluvial océanique soumis à la fois aux influences océaniques et parfois à des remontées de masses d'air chaud et humide méditerranéennes. Cela donne alors de violentes précipitations, qui sont à l'origine de toutes les fortes crues.

Toutefois, il est à noter que ce type de phénomène n'est pas strictement automnal comme le témoignent les principales crues historiques (juin 1855, juillet 1897 et juillet 1977). Du fait de leur position géographique, les bassins versants étudiés sont soumis à deux types principaux de perturbations pluvieuses : les averses atlantiques et les averses méditerranéennes.

IV.1.1 Les averses atlantiques

Poussées par des vents de secteur Ouest (S.O. à N.O.), les averses atlantiques se produisent lorsque l'anticyclone des Açores a battu en retraite vers les basses latitudes, laissant libre cours au passage de perturbations frontales (fronts chauds et froids successifs), liées aux déformations du front polaire.

Elles fournissent des pluies sur de vastes espaces du Sud-Ouest de la France et du Massif Central, pouvant aller des Pyrénées au Périgord ou des Charentes au Ségala.

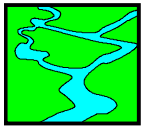
Même peu intenses, ces pluies sont susceptibles d'être durables (2 à 4 jours, avec des rechutes ou des accalmies).

IV.1.2 Les averses méditerranéennes

Elles constituent des situations pas plus fréquentes, mais beaucoup plus intenses dans bien des cas, comme lors de la crue du 8 juillet 1977.

Dans certains cas, en effet, il arrive que ces pluies à caractère orageux ne se limitent pas aux seules montagnes subméditerranéennes du sud du département du Gers mais débordent sur les versants atlantiques. On parle alors « d'averse méditerranéenne extensive », pour reprendre l'expression de Maurice Pardé.

Contrairement aux crues « atlantiques », le paroxysme pluvieux des averses méditerranéennes a tendance à se déplacer vers le nord ou vers l'ouest, accompagnant ainsi le transfert de l'onde de crue vers l'aval.



AGERIN SAS
Aménagement et Gestion de l'Environnement et du Risque
Naturel
11, avenue du 8 mai 1945 09 120 Varilhes



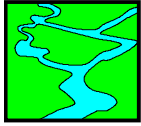
Direction Départementale
des Territoires du Gers

IV.1.3 Les crues des petits cours d'eau

Le long des bassins versants de l'Auroue, de l'Arrats les coteaux sont incisés par nombre de petits ruisseaux et ravines.

Ces petits cours d'eau présentent des bassins versant de petite taille (5 à 50 km²) et de forte pente, induisant des temps de concentrations très rapides. De plus les sols assez meubles et propices aux glissements de terrains (colluvions) au sein desquels s'écoulent ces ruisseaux induisent de fortes possibilités de transport solide, comme on a pu le voir lors des événements de novembre 1999.

Leurs caractéristiques rendent ces cours d'eau particulièrement sensibles aux précipitations intenses et localisées.



AGERIN SAS
Aménagement et Gestion de l'Environnement et du Risque
Naturel
11, avenue du 8 mai 1945 09 120 Varilhes

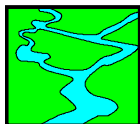


Direction Départementale
des Territoires du Gers

IV.2 Les crues historiques sur la zone d'étude

Les violents orages d'été génèrent des crues qui se produisent simultanément dans les bassins versants de l'Auroue et de l'Arrats.

Six crues remarquables ont caractérisé les 150 dernières années : juin 1855, juin 1875, juillet 1897, mai 1905, février 1952 et juillet 1977. Parmi ces dernières, la crue de 1977 représente la plus destructrice et la plus importante au niveau des hauteurs d'eau et débits mesurés (203 m³/s mesurés à la station de Saint-Antoine sur l'Arrats).

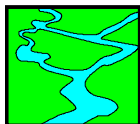


IV.3 Hydrologie des crues

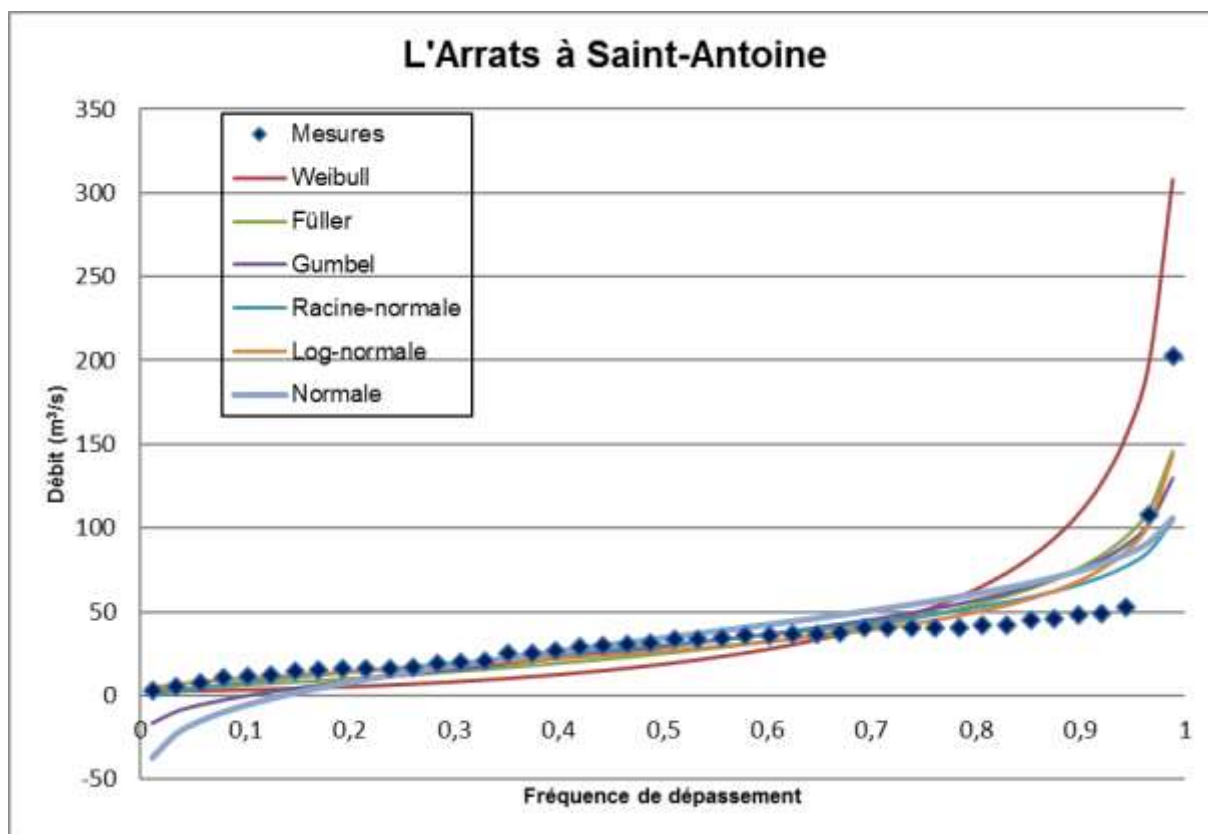
Le calcul des débits est basé sur les données des stations hydrométriques issues de la Banque Hydro :

Commune	Cours d'eau	Code	Bassin Versant	Période de mesures	Débit maximum
Saint-Antoine	Arrats	O6094010	600 km ²	1965 – 2010	203 m ³ /s (1 ^{er} juillet 1977)
Caudecoste	Auroue	O6164310	196 km ²	1968 – 2006	30 m ³ /s (18 août 2002)
Gimont	Gimone	O2743320	279 km ²	1965 – 2006	42 m ³ /s (21 février 1971)
Garganvillar	Gimone	O2883310	827 km ²	1965 – 2011	250 m ³ /s (1 ^{er} juillet 1977)

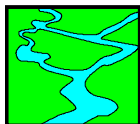
A partir de ces données, pour chaque station, les débits de crue centennale ont été calculés par Agerin sous le logiciel Hydrolab, à l'aide des méthodes statistiques de Weibull, Füller, Gumbel, racine-normale ainsi qu'avec les méthodes log-normale et de Gauss (normale) pour les stations de Saint-Antoine et Caudecoste.



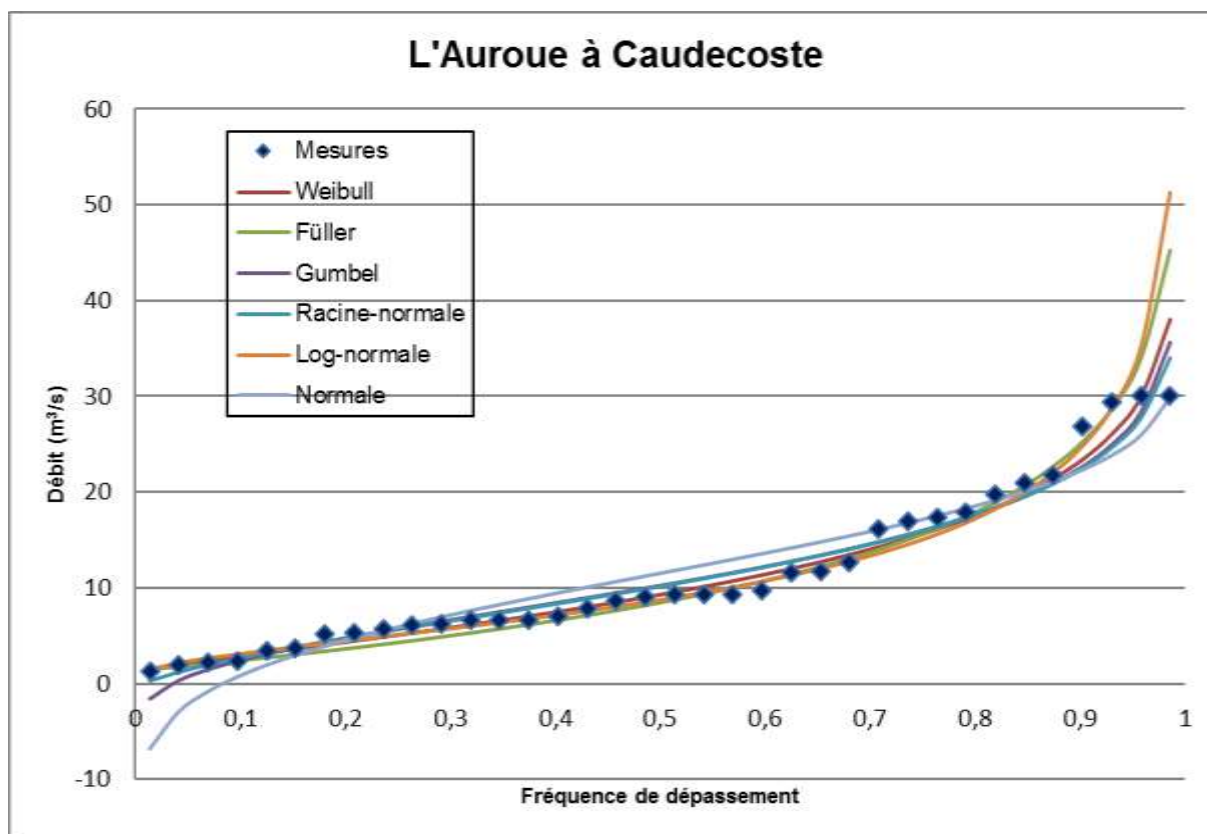
❖ L'Arrats :



La station de Saint-Antoine donne de bons résultats dans l'ensemble en termes d'ajustement statistique (excepté pour la méthode de Weibull) et elle a l'avantage d'être située exactement dans la zone d'étude. De plus, le débit maximal de la station est le débit de la crue de référence pour cette rivière, la crue de juillet 1977. Les données de cette station ont donc été utilisées pour la suite de l'étude hydrologique de l'Arrats : **le débit centennal retenu est de 141 m³/s et le débit de référence est celui de la crue de juillet 1977 qui est de 203 m³/s.**



❖ L'Auroue :

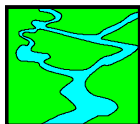


Les résultats pour la station de Caudecoste sur l'Auroue sont peu fiables car certaines données relevées semblent fausses par rapport au reste du bassin versant du Gers. En effet, le débit maximal enregistré par la station est de 30 m³/s (pour l'année 1971), et le débit relevé pour la crue de juillet 1977 n'est que de 17,9 m³/s.

Une étude hydrologique, basée sur des formules semi-empiriques, a donc été réalisée afin de compléter cette étude statistique. Ces méthodes se basent sur les caractéristiques morphologiques du bassin versant (occupation des sols, superficie, pente, longueur des cours d'eau, etc.) et sur ses caractéristiques climatiques (intensité de pluie, cumul de pluie annuelle, etc.).

Les débits de référence ont été calculés, avec différentes méthodes, à Gimbrède (à l'aval de la zone d'étude) :

	SOCOSE	CRUPEDIX	Méthode rationnelle	Méthode ANETO	RETENU
Q10	33.6 m ³ /s	96.3 m ³ /s	30.4 m ³ /s	93.2 m ³ /s	35.0 m³/s



Le bassin versant de l'Auroue à Gimbrède ayant une superficie de 170 km², les méthodes les plus adaptées sont SOCOSE et la méthode rationnelle.

	Gradex brutal	Gradex progressif	Méthode sommaire	Méthode rationnelle	Méthode QdF	RETENU
Q100	109.3 m3/s	59.8 m3/s	70.0 m3/s	40.3 m3/s	78.8 m3/s	71.6 m3/s

N'ayant pas de mesures pour la crue de juillet 1977, ni de repères de crue, on prend pour la suite comme **débit de crue de référence pour l'Auroue le débit centennale retenu, à Gimbrède, de 71,6 m³/s.**

➤ **Conclusion :**

Les débits dans chaque commune ont donc été calculés à l'aide de la relation de Myer, à partir des données des stations de références comme décrites ci-dessus :

$$Q_1 = Q_2 * \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{0,9}$$

avec Q₁ : le débit au point de calcul

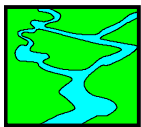
Q₂ : le débit de référence à la station

S₁ : la surface du bassin versant au point de calcul (aval de chaque commune)

S₂ : la surface du bassin versant de référence

Le tableau ci-dessous résume les valeurs de Q₁₀₀ et Q₁₉₇₇ retenues pour la commune de Cadeilhan.

Commune	Cours d'eau	Superficie (km ²)	Q100 (m ³ /s)	Q1977 (m ³ /s)
Cadeilhan	Auroue	39	16.8	
	Arrats	434	105.6	151.7



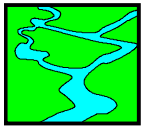
V PRESENTATION DES ALEAS

Un aléa correspond à la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité données.

V.1 Différents types d'aléa d'inondation

On distingue 3 types d'inondation :

- Les inondations de plaine : submersion des terrains de plaine avoisinant le lit d'un fleuve ou d'une rivière, suite à une crue généralement annonçable : la hauteur d'eau peut être importante et la vitesse du courant reste souvent non significative. A ce phénomène, sont rattachées les éventuelles remontées de nappe associées au fleuve ou à la rivière ainsi que les inondations pouvant être causées par les chantournes et autres fossés de la plaine alluviale.
- Les crues rapides : apparition ou augmentation brutale du débit d'un cours d'eau à forte pente qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides, d'érosion et de divagation rapide du lit.
- Le ruissellement urbain : divagation des eaux en dehors des réseaux hydrographiques suite à des précipitations importantes provoquée par le refoulement des réseaux des eaux pluviales. Ce phénomène est accentué par l'imperméabilité du sol en zone urbaine (bâtiments, voirie, etc.) qui limite l'infiltration des eaux. Le ruissellement se traduit par des écoulements d'eau souvent rapide dans les rues et peut provoquer un stockage important dans les dépressions et des érosions localisées.



V.2 Détermination de l'aléa

V.2.1 La méthode hydrogéomorphologiques

La méthode hydrogéomorphologique consiste à distinguer les formes du modelé fluvial et à identifier les traces laissées par le passage des crues inondantes. Dans une plaine alluviale fonctionnelle, les crues successives laissent des traces (érosion-dépôt) dans la géomorphologie du lit de la rivière et dans la géomorphologie de l'auge alluviale ; ces traces diffèrent selon la puissance-fréquence des crues.

Cette méthode permet de connaître et de délimiter le modelé fluvial, organisé par la dernière grande crue et organisateur de la prochaine inondation; elle permet une distinction satisfaisante, voire bonne à très bonne, entre :

- **Les zones inondées très fréquemment (quasiment chaque année)**, au modelé fait de bosses (bancs de graviers et de sables grossiers) et de creux linéaires (chenaux de crue), et souvent couvertes d'une végétation arborée.
- **Les zones inondables fréquemment** (entre 5 et 15 ans), faites de bourrelets étirés, séparés les uns des autres par des talwegs-chenaux de crue, sur une largeur pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Face à ce risque, les habitants ont longtemps hésité à y installer leur maison ou leurs investissements. Bien sûr l'essentiel du modelé de ces zones inondables décennalement est aussi un produit des grandes crues historiques, qui s'étalent encore plus loin de l'axe fluvial.
- **Les zones d'inondation exceptionnelle** couvrent le reste de l'espace jusqu'à l'encaissant. C'est avant tout un secteur de sédimentation de sables fins, de limons et d'argiles; aussi ces zones sont elles remarquables par leur platitude et leur utilisation fréquente par l'agriculture.

La cartographie hydrogéomorphologique intègre donc les zones d'inondation (crues très fréquentes, fréquentes et exceptionnelle), les écoulements de crue (lignes de courant, chenaux de crue...), les facteurs perturbateurs (remblais, digues, casiers...), les points noirs connus (PHEC...), les dynamiques érosives de la plaine alluviale (ruptures de bourrelets, berges vives, mouvements de terrain).

Principaux moyens techniques pour l'application de la méthode hydrogéomorphologique :

- recherche et analyse des documents existants dans les archives des services (documents hydrométriques, cartes d'inondation, photographies...) ;
- utilisation systématique des hauteurs de crue aux stations hydrométriques, et des traits de crue localisés, datés ;
- analyse hydrogéomorphologique de la vallée ;



- analyse des traces sédimentologiques et granulométriques des alluvions ;
- analyse des photographies aériennes et cartographie ;
- missions de terrain et enquête auprès des habitants ;

V.2.2 Les cartes hydrogéomorphologiques

L'ensemble des cartes hydrogéomorphologiques a été réalisé au 1/10.000^{ème} sur fond SCAN25 IGN.

Légende des zones inondables :



Crue très fréquente (annuelle)



Crue fréquente/débordements des ruisseaux (5 à 15 ans)



Crue exceptionnelle du cours d'eau principal / crue exceptionnelle des ruisseaux/ruissellement sur cône de déjection

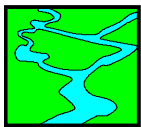
Les cartes font également apparaître les points et chenaux de débordement, les limites d'encaissant (ruptures de pente et remblais), les digues, les repères de crue et les ouvrages d'art les plus importants.

V.2.3 Choix de la crue de référence

La crue de référence est généralement considérée comme la crue centennale ou la plus grande crue connue, si celle-là est supérieure à la centennale.

Pour le bassin de l'Arrats le débit de la rivière à la station hydrométrique de Saint-Antoine, pour la crue de juillet 1977 est presque double par rapport à celui calculé pour une crue centennale (140 m³/s). La crue du 8 juillet 1977 est donc prise comme référence car étant récente, elle est encore bien en mémoire et le recueil de témoignages auprès des habitants et des victimes des inondations est encore possible. Des repères de crue existent sur les communes les plus impactées. Toutefois, les rares repères ou témoignages trouvés pour la crue de 1897 indiquent localement des hauteurs d'eau supérieures à celle atteintes en 1977.

La délimitation de la crue exceptionnelle et les limites d'encaissant le long des trois cours d'eau a été reconstruite par méthode hydrogéomorphologique et affinée avec les repères de crue disponibles. Ces limites correspondent donc à l'emprise de la crue de juillet 1977.



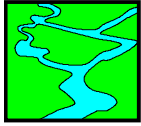
Néanmoins, là où des données relatives à la crue de 1897 sont disponibles, celles-ci ont été prises en compte.

De nombreux repères ont été levés concernant les crues les plus importantes de ces 175 dernières années. Parmi toutes les données ainsi récoltées seulement les repères de 1897 et 1977 sont répertoriés dans le rapport des fiches de crue et utilisés pour la reconstruction de l'emprise de la crue de référence. Une analyse critique de tous ces repères a été faite en fonction de leur niveau de fiabilité (témoignage oral, plaque, niveau atteint gravé sur un mur...) et de la cohérence avec l'ensemble des informations dont on dispose. Une fiche de crue archivée peut donc ne pas être prise en compte lors de la délimitation de la crue exceptionnelle.



Exemples de repères de crue datant de juillet 1977 obtenus par témoignage (Source AGERIN).

Pour le bassin de l'Auroue, aucun repère de crue datant de 1977 a été trouvé du fait de la quasi-totale absence d'enjeux et de secteurs urbanisés à l'intérieur, ou en bordure, de la zone inondable. La crue de référence correspond donc à la crue définie par méthode hydrogéomorphologique peaufinée par une analyse hydraulique simplifiée s'appuyant sur l'estimation de la crue centennale.



V.3 L'élaboration des cartes des hauteurs et des vitesses de l'eau

V.3.1 L'élaboration des cartes des hauteurs d'eau

Pour réaliser ces cartes, les outils d'étude suivants sont nécessaires :

- un levé topographique précis du secteur étudié,
- un relevé des laisses de la crue de référence (juillet 1977),
- un profil en long de la ligne d'eau de la crue de référence.

Les levés topographiques sont réalisés quand la carte hydrogéomorphologique est achevée.

Ainsi, nous disposons d'un document fiable permettant de guider et d'optimiser le levé en fonction du modelé de la plaine alluviale. Le relevé des laisses de crues est établi à partir des archives hydrologiques et hydrométriques recensées et des missions de terrain.

Les nombreuses discussions avec les responsables municipaux, les chargés d'étude ou les techniciens des administrations et les riverains permettent de découvrir des traits de crues non référencés, des dossiers photographiques de laisses de crues non archivés ou d'autres renseignements de première main tout à fait intéressants. Il suffit alors d'établir une cartographie de ces traits de crue et de niveler ceux qui ne le seraient pas encore.

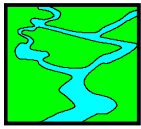
La cartographie accompagne la réalisation de la carte hydrogéomorphologique, tandis que le nivellement est achevé avec la campagne topographique exécutée par le maître d'ouvrage. À partir du recensement des traits nivelés de la crue de référence et de ceux des grandes crues historiques, il faut établir un ou plusieurs profils en long de la ligne d'eau de référence.

Avec un profil en long précis des PHEC, et un fond topographique pertinent, il est alors possible de réaliser la carte des isobathes des PHEC, carte qui découle directement de la connaissance fine du modelé de la plaine inondable et de la dynamique des inondations.

La détermination des tranches de hauteurs d'eau retenues se fait en accord avec la Direction Départementale des Territoires (DDT).

Ainsi, pour la carte des hauteurs d'eau de la crue de référence, les fourchettes retenues sont les suivantes :

- de 0 à 0.5 m
- de 0.5 à 1 m
- plus de 1 m



V.3.2 L'élaboration des cartes des champs de vitesses

Dans une plaine alluviale fonctionnelle (c'est-à-dire inondable), les crues successives laissent des traces d'érosion et de dépôt dans la géomorphologie de la plaine inondable.

L'analyse fine des photographies aériennes au 1/10 000e permet de recenser les phénomènes d'érosion et de sédimentation et de cartographier les chenaux d'écoulement préférentiel. Cela permet de mieux connaître les processus de transport et de sédimentation des alluvions au cours de la dynamique des crues inondantes; c'est une approche qualitative de la connaissance des champs de vitesse lors des grandes inondations.

Ainsi, la réalisation d'une carte des champs de vitesses au 1/5 000 c'est une façon synthétique et qualitative d'apprécier l'aléa, en tenant compte :

- du modelé de la plaine inondable, qui permet de cerner les secteurs de lignes de courant (géomorphologie et granulométrie de terrain) ;
- de la hauteur de la ligne d'eau de la PHEC qui permet de déterminer des zones de mise en vitesse par simple inertie ou par mise en charge ;
- des aménagements humains, faisant obstacle à l'écoulement et créant des dynamiques particulières en cas d'inondation.

Pour ce faire, nous nous servons :

- de la carte hydrogéomorphologique dressée,
- de la carte des hauteurs d'eau établie,
- des levés topographiques,
- des photographies aériennes analysées du terrain parcouru.

Cette qualification des champs de vitesse peut être affinée, quand on dispose d'un levé topographique extrêmement fin permettant le calcul de pentes locales, telles les pentes des chenaux de crue, différentes de la pente générale de la vallée.

Des photographies de grandes inondations peuvent aussi être très utiles, en localisant les lignes de courant, et en facilitant l'appréciation des mises en vitesses.

Il est alors possible de qualifier l'aléa, en donnant des fourchettes de valeurs correspondant aux vitesses estimées qui peuvent se produire dans ces champs, avec les plages d'analyse suivantes :

- secteurs de vitesse faible (inférieure à 0.2 m/s),
- secteurs de vitesse moyenne (entre 0.2 et 0.5 m/s)
- secteurs de vitesses fortes (supérieures à 0.5 m/s)



V.4 L'élaboration des cartes d'aléa :

V.4.1 Zones d'aléa différencié

Pour les cours d'eau principaux et les secteurs inondables de leurs affluents présentant des enjeux et une zone inondable de plus de 2x10m (tronçons d'ordre 3) on effectue une caractérisation de l'intensité de l'aléa. Cette caractérisation est réalisée à partir de l'étude hydro-géomorphologique et d'une analyse hydraulique simplifiée ayant conduit à la cartographie des hauteurs et des vitesses de l'eau.

La méthode consiste à réaliser des cartes des aléas en fonction de la réglementation qui prévoit la distinction de quatre types d'aléas selon le tableau suivant :

ALEA		Hauteurs (m)		
		$H < 0.50 \text{ m}$	$0.5 < H < 1 \text{ m}$	$H > 1 \text{ m}$
Vitesses (m/s)	$V < 0.2 \text{ m/s}$	Aléa faible	Aléa moyen	Aléa fort
	$0.2 < V < 0.50 \text{ m/s}$	Aléa moyen	Aléa moyen	Aléa fort
	$V > 0.50 \text{ m/s}$	Aléa fort	Aléa fort	Aléa fort

- a) La **zone d'aléa faible** est une zone de faible submersion pour la crue de référence avec :

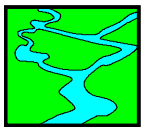
hauteur inférieure ou égale à 0.5 m
et
vitesse inférieure ou égale 0,2 m/s

- b) La **zone d'aléa moyen** est une zone de faible submersion pour la crue de référence avec :

hauteur supérieure à 0.5 et inférieure ou égale à 1 m
et
vitesse inférieure à 0,5 m/s
ou
hauteur inférieure ou égale à 0.5 m
et
vitesse supérieure à 0,2 m/s et inférieure ou égale à 0,5 m/s

a

Dans cette zone, il est possible de préserver les personnes et les biens et certains types de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation peuvent y être autorisés, sous réserve du respect de prescriptions adaptées.



c) La **zone d'aléa fort** est une zone de submersion forte et/ou rapide pour la crue de référence :

hauteur supérieure à 1 m ou vitesse supérieure 0,5 m/s

Dans cette zone les hauteurs et les vitesses des courants sont telles que la sécurité des personnes et des biens ne peut pas être garantie.

Le principe général y sera donc l'interdiction.

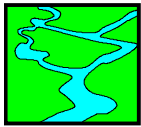
V.4.2 Zones d'aléa non différencié

Pour les affluents des cours d'eau principaux, là où l'étendue de la zone inondable est inférieure à 2x10 m l'aléa est non différencié.

Les zones d'expansion des crues proprement dites sont des zones subissant des inondations naturelles jugées comme susceptibles de ne générer que de faibles dommages.

Pour les secteurs des crues rapides, non connus des archives hydrométriques et non couverts par un réseau d'annonce de crues, le problème revient à découvrir quelles sont les surfaces qui ont déjà été inondées dans le passé et donc qui peuvent l'être dans l'avenir.

Dans ces zones, la sécurité des personnes et des biens ne peut pas être garantie et la prévision est impossible



VI PRESENTATION DES ENJEUX

VI.1 La carte des enjeux

La politique de prévention des risques s'appuie sur une connaissance fine du territoire, des aléas qui le concernent et des enjeux exposés, en tenant compte de leur vulnérabilité.

L'analyse des enjeux sur le territoire de la commune est une étape essentielle car c'est à partir du croisement de l'analyse des enjeux avec celle des aléas que les choix en matière de règlement et de zonage sont établis.

Rappelons que les objectifs de la démarche de prévention des risques, sont de prévenir et limiter le risque humain en n'accroissant pas la population dans les zones soumises à un risque important, tout en permettant la continuité du développement local du territoire concerné.

VI.2 Définition de la notion d'enjeux

Les enjeux représentent l'ensemble des personnes, des biens, activités, éléments du patrimoine culturel ou environnemental, menacés par un aléa ou susceptibles d'être affectés ou endommagés par celui-ci.

Les enjeux sont liés à l'occupation du territoire et à son fonctionnement ; ils sont humains, économiques, environnementaux et patrimoniaux.

Par enjeux humains, on entend l'ensemble des personnes, des biens, des activités économiques, etc., susceptibles d'être affectés par le phénomène d'inondation. Dans le cadre du PPRi, on prend en compte l'existant, mais également les développements possibles.



VI.3 Définition des zones à enjeux dans un PPRI

VI.3.1 Principes généraux

Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux est fait à partir d'une analyse des documents d'urbanisme existants combinée à des reconnaissances de terrain et complétée par l'étude de cartes et d'images aériennes. Il permet d'établir un état de l'occupation des sols dans les zones concernées par un aléa et au-delà.

La détermination de l'occupation du sol est qualitative, aucune règle de densité de construction n'a, par exemple, été utilisée pour identifier les zones d'urbanisation dense ou lâche.

Ce recueil est complété par des rencontres avec les élus locaux et les autres services détenteurs des informations recherchées.

Dans un PPRI, dont le rôle principal consiste à réglementer la gestion de l'espace dans les zones inondables, la recherche des enjeux consiste à délimiter **les zones dites urbanisées** sur lesquelles une expertise peut être sollicitée afin de connaître précisément l'aléa (modélisation, relevé topographique).

Au sein des espaces urbanisés et dans les limites de la zone inondable, on peut délimiter **les centres urbains** (habitat) pour lesquels des dispositions spécifiques peuvent être adoptées.

De plus, la cartographie des enjeux permet aussi d'identifier les secteurs en zone inondable concernés par :

- les équipements publics (terrains de sport) ;
- l'habitat de loisir et plein air (jardins publiques, piscine communale...) ;
- les activités industrielles, commerciales et agricoles.

Compte tenu de leur importance stratégique et de leur vulnérabilité, les établissements et équipements sensibles (mairie, gendarmerie, école, caserne des pompiers, EHPAD...) sont reportés sur la carte lorsqu'ils se situent à l'intérieur de l'emprise de la zone inondable mais aussi à l'extérieur.



Les zones inondables ne concernant pas les secteurs identifiés ci-dessus constituent des **zones d'expansion de crues**, à préserver. En effet, ce sont **des secteurs non urbanisés ou peu urbanisés et peu aménagés** où la crue peut stocker un volume d'eau important comme les terres agricoles, espaces verts ou naturels, terrains de sports.

L'analyse des enjeux doit donc déboucher sur une cartographie permettant de délimiter les zones considérées comme urbanisées ou assimilables pour le PPRi et les zones considérées comme non urbanisées ou assimilables pour le PPRi. De fait, deux zones principales sont identifiées sur la zone d'étude :

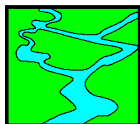
- 1) La PAU, Partie Actuellement Urbanisée à l'intérieur des limites de la zone inondable ;
- 2) La ZEC, Zone d'Expansion des Crues, également nommée Partie Non Actuellement Urbanisée (PNAU).

Les secteurs urbanisés inclus dans la PAU s'identifient par le nombre de constructions (10 minimum), la densité et les dessertes routières.

Cette distinction est essentielle car les zones non urbanisées sont dédiées aux champs d'expansion de crue et sont à préserver dans le règlement du PPRi.

Cette analyse est par ailleurs un préalable à l'élaboration du zonage réglementaire, en effet, le zonage réglementaire et le règlement du PPRi sont issus du croisement de l'analyse des aléas et des enjeux.

Ce croisement aboutit à la définition de quatre zones différentes sur la commune :



- zone rouge : zone hors PAU où le risque inondation est très important (aléa fort) ;
- zone rouge hachuré : aléa moyen ou faible en zone hors PAU ;
- zone violette : aléa fort en zone PAU ;
- zone bleue : aléa faible à moyen en zone PAU ;

	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible
Zones PAU			
Zones hors PAU			

Les prescriptions générales, ainsi que tous les cas particuliers, relatives aux cinq zones identifiées sont présentées dans le règlement du PPRi du Gers.

VI.3.2 Les enjeux spécifiques au territoire communal

Aucun enjeu n'apparaît en zone inondable sur la commune de Cadeilhan.

Une bande inconstructible de 20 m a été prise autour des petits ruisseaux afin de tenir en compte leurs débordements. C'est le cas de l'écoulement allant du plan d'eau situé sur la parcelle n°613 au ruisseau de Gélon plus à l'ouest. La carte communale de Cadeilhan montre que la zone constructible sous réserve des équipements est bordée par la zone inondable précédemment décrite, notamment pour les parcelles 613 et 640 (au nord du village de Cadeilhan).