



PRÉFET DU TARN

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES

Risque inondation du bassin de l'Agoût amont

Note de
présentation

Révision
2013

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES DU TARN
Service Eau, Environnement et Urbanisme - Bureau Prévention des Risques

**Cette note de présentation a été établie
par le bureau d'études GEOSPHAIR**

Sommaire

I. OBJECTIFS DE LA PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION	5
I.1. Une application insuffisamment rigoureuse des lois.....	6
I.2. Des dégâts considérables et répétés.....	6
II. LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PPR.....	7
II.1. Un nouveau dispositif plus contraignant.....	7
II.2. Principe général de la réglementation.....	7
II.3. PPRI du bassin de l'Agoût Amont – périmètre concerné.....	8
III. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE DU BASSIN DE L'AGOÛT AMONT.....	10
III.1. Les conditions géomorphologiques d'écoulement : l'Agoût, ses affluents et son bassin versant.....	10
III.2. Les caractéristiques géologiques du bassin de l'Agoût Amont.....	10
III.3. Les caractéristiques géomorphologiques du bassin de l'Agoût amont.....	10
IV. NATURE, HISTORIQUE ET CONSEQUENCES DES PHÉNOMÈNES NATURELS.....	11
IV.1. L'origine météorologique des crues dans le bassin-versant de l'Agoût :.....	11
IV.1.1. Les averses atlantiques.....	12
IV.1.2. Les averses méditerranéennes.....	12
IV.2. Les crues des petits cours d'eau dans le bassin de l'Agoût :.....	13
IV.3. Hydrologie des crues de l'Agoût et ses affluents :.....	14
IV.3.1. Stations hydrométriques.....	14
IV.3.2. Les crues de référence.....	15
IV.4. L'influence des barrages sur les crues de l'Agoût.....	15
V. PRÉSENTATION DES ALEAS.....	18
V.1. Qu'est ce qu'un aléa ?.....	18
V.2. Différents types d'aléa d'inondation.....	18
V.3. Détermination de l'aléa.....	19
V.3.1. Les cartes hydrogéomorphologiques.....	19
V.3.1.1. La méthode hydrogéomorphologique.....	19
V.3.1.2. Les cartes hydrogéomorphologiques.....	20

V.3.2. Les cartes des hauteurs (H) et des vitesses (V) de l'eau.....	20
V.3.2.1. L'élaboration des cartes des hauteurs d'eau.....	21
V.3.2.2. L'élaboration des cartes des champs de vitesses.....	22
V.3.3. Modélisation hydraulique.....	23
V.4. Cartographie de l'aléa.....	26
V.4.1. Zones d'aléa différencié.....	26
V.4.2. Zones d'aléa non différencié.....	27
VI. ÉVALUATION DES ENJEUX.....	28
VI.1. Définition de la notion d'enjeu.....	28
VI.2. Définition des zones à enjeux dans un PPRI.....	28
VII. DÉTERMINATION DU RISQUE INONDATION	30
VIII. ZONAGE ET PRINCIPES REGLEMENTAIRES.....	31

I. OBJECTIFS DE LA PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION

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'État, lequel s'est progressivement engagé sur la voie législative dans un but préventif.

Cela n'empêche pas pour autant les catastrophes de se reproduire. Chaque année, des inondations sévissent sur tel ou tel secteur ou cours d'eau : les événements de Nîmes, du Grand-Bornand, de Vaison-la-Romaine, de Couiza, de Biescas, 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.

Éléments de langages :

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.

I.1. 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.2. 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 coût des destructions ou des réparations.

On concevra aisément qu'une telle approche globale, se voulant exhaustive, ne puisse qu'être délicate, compte tenu de la diversité et du caractère non 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 1981), soit 1,2 à 1,5 milliard d'euros.

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

La crue du 7 décembre 1996 a touché et sinistré plus de 1500 habitations, usines ou magasins dans la région Midi-Pyrénées. Les dégâts avoisinèrent 400 millions de francs (autour de 60 millions d'euros).

Les crues de mars 1930, décembre 1996 dans le bassin de l'Agoût 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'État a mis en œuvre un programme décennal de prévention des risques naturels dont l'un des points essentiels est de limiter strictement le développement 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 peuvent l'être 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.

II.2. 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 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, 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.

II.3. PPRI du bassin de l'Agoût Amont – périmètre concerné

Les crues historiques de 1930, de 1862 et de 1996 furent particulièrement dommageables au département du Tarn. Concernant notamment la rivière d'Agoût et ses affluents, la localisation et l'importance de l'aléa demandent à être précisées et affinées. Aussi l'État, soucieux d'améliorer la connaissance du risque et des vulnérabilités, a décidé de lancer les études nécessaires à une meilleure appréhension du phénomène sur les communes du bassin de l'Agoût amont.

En application des dispositions réglementaires en vigueur, la Préfète du Tarn a prescrit par arrêté en date du 11 juillet 2011 la révision du plan de prévention des risques naturels prévisibles concernant le risque Inondation (PPRI) sur le bassin amont de l'Agoût. Cette révision concerne les territoires de 28 communes divisées en trois zones :

1- Zone Agoût amont jusqu'à la retenue de la Ravière :

- Limite amont : Murat sur Vèbre,
- Limite aval : Nages
- Communes concernées : Murat sur Vèbre, Barre, Moulin Mage, Nages

2- Zone du Gijou :

- Limite amont : Lacaune,
- Limite aval : Vabre,
- Communes concernées : Lacaune, Gijounet, Escroux, Senaux, Viane, Berlats, Espérausses, Lacaze, St Pierre de Trivisy et Vabre.

3- Zone de l'Agoût entre la retenue de la Ravière et la limite du bassin de l'Agoût en amont de Castres :

- Limite amont : Lamontélarié,
- Limite aval : Burlats,
- Communes concernées : Lamontélarié, Le Margnès, Anglès, Castelnau-de-Brassac, Brassac, Le Bez, Ferrières, Lacrouzette, Montredon-Labessonnié, Montfa, Saint-Jean-de-Vals, Roquecourbe, Lacrouzette et Burlats.

Cours d'eau concernés (liste non exhaustive) :

Agoût amont, Berlou, Candoubre, Dourdou, Gijou, Lézert, Terral, Vèbre, Verdier, Vernoubre, Viau, Albague, Baquiès, Bayourt, Bellemène, Benaval, Bezerques, Bertou, Blateyrou, Bouloumié, Caunaise, Caussillols, Cazalous, Clef longue, Costo, Cros, Del Mouli, Fargues, Falcou, Félines, Ferralde, Font Frège, Frayssé, Giffoulet, Gimbrarié, Gijoussel, Giroussel, Grande Vergne, Greissentous, Grelle, Greziès, Griffoulière, Gobert, Guzanes, Houlette, Laxo, Lézertou, Lignon, Limes, Lopis, Madorre, Marcot, Moulin du Roy, Montredon, Neigros, Parrage, Payssel, Pontis, Poumarol, Puget, Ramières, Randy, Razigade, Reveillargues, Rieufrech, Rieumaud, Rieupeyroux, Rieuveil, Rivassel, Robert, Roucarel, Rouge, Roziès, Salaveret, Salle, Saint-Agnan, Scapirol, Sepval, Ser, Suquet, Teillouse, Ténézole, Tine, Travers, Usclade, Vergne, Vialon...

III. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE DU BASSIN DE L'AGOÛT AMONT

III.1. Les conditions géomorphologiques d'écoulement : l'Agoût, ses affluents et son bassin versant

L'Agoût est un affluent majeur de la rive gauche du Tarn. Il prend sa source dans les monts de l'Espinouse au lieu dit « rec d'Agoût » (alt. 950m). Se dirigeant globalement vers l'Ouest, ce qui l'éloigne peu à peu des régimes perturbés méditerranéens, il reçoit successivement la contribution de la Vèbre, du Vernoubre, du Falcou, du ruisseau des Agrès et du Gijou, pour ne citer que les plus importants.

Le bassin versant de l'Agoût à Castres couvre une superficie de 920 km² à la station DREAL (Tutelle) située en amont immédiat du quartier de Bisséous.

III.2. Les caractéristiques géologiques du bassin de l'Agoût Amont

Le bassin versant de l'Agoût se situe à l'Est du Bassin Aquitain (au sens géologique) et en bordure Sud du Massif Central. Il se rattache directement aux abords méridionaux du Massif Central, formés de terrains d'âge précambrien et paléozoïque cristallins et métamorphiques, et constitués de granite, de gneiss, de micaschistes et de schistes. Ces plateaux cristallins, aux versants profonds et raides, finissent brusquement au Nord de la commune de Castres. Dans cette partie, la pente de l'Agoût et de ses affluents est très forte et tous les cours d'eau conservent un encaissement très marqué.

Le facteur géologique déterminant dans le comportement des crues du bassin-versant de l'Agoût se situe au niveau du changement de substrat dans le socle ancien du Massif Central.

III.3. Les caractéristiques géomorphologiques du bassin de l'Agoût amont

Dans le bassin de l'Agoût, on peut distinguer quatre secteurs homogènes en fonction de la géologie, de la géomorphologie et de la topographie :

- **Plateaux et collines sur schistes : secteurs de Roquecourbe, Vabre** : le relief se compose de plateaux et de collines (300 à 600/700 m d'altitude) souvent fortement entaillés par les cours d'eau (Agoût et Gijou). Certaines vallées sont très encaissées (le long de la route départementale 55) avec des pentes fortes à très fortes et la présence d'abrupts et d'affleurements rocheux.
- **Hautes collines et monts sur granites** : ces roches magmatiques ont été mises en place au cours du plissement hercynien (250 à 350 millions d'années). Dans le Sidobre, on trouve des boules de granites entassées constituant des chaos granitiques. L'Agoût a fortement entaillé ces massifs granitiques donnant un relief plus accentué à pentes fortes.
- **Hautes collines et monts sur gneiss et migmatites (partie Sud-Est du secteur d'étude : Lamontelarié, Anglès, Le Margnès** : zones situées à des altitudes comprises entre 600 et 1 200 m ; pentes faibles à fortes en fonction de l'importance du cours d'eau.
- **Hautes collines et monts sur schistes (partie Nord-Est : Lacaune, Viane, Barre, Moulin Mage...)** : zones situées à des altitudes entre 600 et 1 100 m ; présence de versants à pente forte due à un entaillement important des massifs par l'Agoût en particulier.

IV. NATURE, HISTORIQUE ET CONSEQUENCES DES PHÉNOMÈNES NATURELS

IV.1. L'origine météorologique des crues dans le bassin-versant de l'Agoût :

Le bassin de l'Agoût est climatologiquement et pluviométriquement hétérogène. Certes, il est « partie prenante » de l'hydrographie océanique (puisque'il appartient au bassin versant de la Garonne), mais son haut bassin est touché par les perturbations méditerranéennes extensives, caractères qui vont être évidemment conservés par les crues plus en aval.

Les hautes eaux de saison froide (d'octobre à mars), en réponse aux étiages estivaux, reflètent assez bien le régime thermo-pluviométrique du bassin versant, régime assez contrasté du fait de l'influence méditerranéenne, même s'il y a une pondération.

Lors des perturbations océaniques, les masses nuageuses en provenance de l'Atlantique remontent la vallée de l'Agoût pour parvenir sur l'amont du bassin, mais sont en partie arrêtées par les hauteurs positionnées au centre du bassin versant ; les pluies venues de l'ouest s'affaiblissent donc en progressant vers l'Espinouse. Celles venant de la Méditerranée affectent en priorité les crêtes de l'Espinouse-Caroux-Somail, qui matérialisent la « ligne de partage des eaux » Atlantique-Méditerranée, mais vont souvent au-delà, sur les Monts de Lacaune, le plateau d'Anglès, le Sidobre. On parle alors « d'averse méditerranéenne extensive », dont le cas le plus mémorable reste l'averse de 1930 (mais il y a en eu beaucoup d'autres).

Le bassin de l'Agoût connaît ainsi un régime pluvial (le coefficient de nivosité est plutôt faible) océanique à composante méditerranéenne. Il est souvent touché par des averses méditerranéennes. En revanche, les affluents en aval du bassin versant sont préférentiellement soumis aux influences océaniques ce qui veut dire que le plus souvent ils connaissent de gros abats d'eau en mai - juin principalement, ainsi que des orages intenses en été.

D'une façon générale, alors que sur les petits bassins versants (5 à 50 km²), un abat d'eau violent et bref déclenche une crue, le fait de passer à des surfaces plus vastes (200 à 500 km²) nécessite - pour qu'il y ait une forte montée des eaux - une averse plus durable et plus généralisée, même si son intensité horaire est nettement moindre. Ce postulat, très classique en hydrologie des pays tempérés, répond à l'interrelation « intensité-durée-extension » concernant les averses maximales.

Sous nos climats, on admet en effet :

- qu'une averse très intense (30 à 80 mm/heure, par exemple) ne peut ni s'éterniser, ni affecter un vaste territoire ;
- et a contrario, qu'une averse de longue durée (2 ou 3 jours, avec des rémissions et des regains), concernera forcément de grands espaces avec des intensités de l'ordre de 20 à 50 mm/jour pour donner un ordre de grandeur.

Du fait de sa position géographique dans l'Est Aquitain et le Sud du Massif Central, le bassin versant de l'Agoût est soumis aux deux principaux types de perturbations pluvieuses suivantes, génératrices des crues, mis à part les orages locaux qui affectent les très petits cours d'eau :

IV.1.1. Les averses atlantiques

Les averses atlantiques, poussées par des vents de secteur Ouest (S.O. à N.O.) 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). Un tel schéma prévaut plusieurs fois chaque année, mais seuls les cas les plus remarquables (par leur durée, leur intensité ou leur total millimétrique) ont pu donner lieu à des crues plus ou moins importantes sur l'Agoût et ses grands voisins (Aveyron, Tarn, Garonne...), voire à des inondations mémorables comme en juin 1875, 1897, 1906, 1910, 1927, 1932, 1940, 1965, février 1973, décembre 1981, avril 1988, juin 1992 et février 2003. Lorsqu'elles surviennent en début de saison chaude (juin 1875, mai 1910, juin 1992, mai 1994), ces averses ont une composante orageuse qui les rend encore plus agressives.

En pareil cas, le bassin versant de l'Agoût, dont l'inclinaison d'ensemble fait face à l'Ouest, subit les assauts des nuées pluvieuses qui remontent vers son amont tout en s'atténuant, notamment dans le département de l'Hérault, ce qui accentue le processus de convection ou de précipitations orographiques. On peut alors recueillir, sur les versants tournés vers l'ouest en amont bassin, plus de 180 mm en 2 jours ou 120 mm en 1 jour, générant une montée des eaux inéluctable.

Dans le transit amont-aval des crues, et dans leur évolution en un point donné, deux phénomènes tirent dans un sens opposé :

- les fortes pentes générales des versants et des talwegs (profils en long), associées à l'encaissement généralisé des vallées dans la partie centrale du bassin versant de l'Agoût, qui impliquent que les ondes de crue se déplacent avec célérité et qu'en un point donné on assiste à une montée brusque et à une décrue tout aussi rapide (peu d'étales);
- le passage d'Ouest en Est des fronts pluvieux d'origine atlantique et donc, en principe, des paroxysmes, qui a pour effet tempérant de faire réagir les affluents d'aval avant que la réaction principale ait lieu en amont. Dans la pratique, cependant, ce processus ne se vérifie pas systématiquement, loin s'en faut, du fait du caractère durable ou répétitif des pluies océaniques : il peut continuer à pleuvoir (ou repleuvoir) sur l'aval du bassin versant alors que l'amont de celui-ci se trouve encore sous l'averse. Ce qui a pour effet de générer des étales (ou des culminations d'hydrogrammes) assez durables ou assortis de ressauts, impliquant des concordances quasi inévitables.

IV.1.2. Les averses méditerranéennes

Les averses méditerranéennes sur le bassin du haut Agoût (amont de Castres) constituent des situations les plus fréquentes et beaucoup plus graves dans bien des cas, comme lors des crues du 3 mars 1930, 17 décembre 1995, 7 décembre 1996 ou 5 décembre 2003. Poussées par le vent de Sud-Est ou « Marin », les averses méditerranéennes peuvent envahir le haut du bassin versant de l'Agoût, en dépit de l'écran constitué par les massifs. Dans certains cas, en effet, il arrive que ces pluies à caractère orageux ne se limitent pas aux seules montagnes sub-méditerranéennes du sud-est

du département du Tarn mais débordent sur les versants atlantiques. Comme déjà dit, on parle alors « d'averse méditerranéenne extensive », pour reprendre l'expression de Maurice Pardé.

Le cas de mars 1930 en constitue la plus parfaite illustration, paroxysmique pour ce qui est de l'extension territoriale de l'averse, puisque c'est alors qu'on a noté les records hydrologiques absolus (connus) dans le bassin de l'Agoût et bon nombre de ses affluents.

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.

IV.2. Les crues des petits cours d'eau dans le bassin de l'Agoût :

Comme il a été dit plus haut, les bassins versants de petite taille (de 5 à 50 km²) ne sont pas sensibles aux mêmes types d'averse qu'un bassin versant comme celui de l'Agoût.

Les crues des ruisseaux dans ce bassin peuvent avoir 4 origines :

- Les crues liées aux orages de saison chaude (mai-septembre), survenant généralement en fin d'après-midi, peuvent donner de 50 à 100 mm en peu de temps (1 ou 2 heures), et ce, forcément, sur des espaces réduits. Ces cas d'averses sont répertoriés par Météo France, agence d'Albi.

Si le paroxysme de l'orage affecte un bassin versant de petite taille, bien entendu il y aura des débordements.

Rappelons qu'à 30 km à l'Est d'Ambialet, un orage tombé fin mai 1993 sur le secteur de Coupiac (Aveyron) a généré une pointe de crue estimée 100 m³/s sur le Mousse, pour un bassin versant de 24,5 km².

Le même problème apparaît à Cassagnes-Bégonhès (Aveyron) le 5 juin 2007 avec les Hurnargues un petit affluent du Céor qui a généré une pointe de crue estimée 100 m³/s, pour un bassin versant de 14 km².

- Les crues de saturation, avec une grosse pluie à la fin de journée correspondent plutôt à une situation printanière (mai-juin) ; ce fut le cas en mai 1910, mai 1948, mai 1968 ou mai 1994 par exemple. Il pleut irrégulièrement pendant plusieurs jours, pas forcément consécutifs. Les sols sont saturés et le débit de base est élevé. Survient alors une averse, d'intensité un peu plus forte (composante orageuse possible) ; la réaction dans bassin versant est alors inéluctable...
- Les crues d'averse océanique persistantes : on rejoint alors ce qu'on observe pour l'Agoût aval. Dans ce cas-là, certains bassins versants - grands ou petits - fournissent beaucoup d'eau à la suite de 2 ou 3 jours pluvieux, en saison froide le plus souvent (décembre 1981).
- Les averses méditerranéennes constituent des situations les plus fréquentes et beaucoup plus graves qui touchent les petits cours d'eau ; ce fut le cas en 1930. Les crues récentes dont nous avons fait état (1995, 1996, 1999) qui ont concerné ces bassins. Il semble donc que le «cas 1930» fasse bel et bien figure d'exception par son ampleur.

IV.3. Hydrologie des crues de l'Agoût et ses affluents :

Par la connaissance de l'hydrologie des crues de l'Agoût et ses affluents au travers des documents hydrométriques et des archives historiques, il est possible de préciser la connaissance des grandes crues historiques qui vont étalonner la crue de référence sur laquelle repose notre étude et de valider l'étude hydrogéomorphologique de la plaine inondable.

IV.3.1. Stations hydrométriques

Le régime des crues est connu grâce à plusieurs stations hydrométriques dans le bassin de l'Agoût : La Raviège, Anglès, Brassac annonce de crue, Castelnau-de-Brassac, Castres Tutelle, Castres annonce de crue sur la rivière Agoût et Vabre annonce de crue et Vabre Rocalé sur le Gijou.

L'analyse des données hydrométriques de ces différentes stations nous permet connaître les crues historiques. Le régime de l'Agoût est connu grâce aux stations annonce de crue de Brassac depuis 1861, de Castres depuis 1770 et du Gijou à Vabre depuis 1911.

Station de Brassac : 9 crues supérieures à 2,15 m, sur une période de 150 ans. Ces crues sont celles du 18 octobre 1961 (7,56 m), 3 mars 1930 (4,70 m), 7 novembre 1907 (2,55 m), 3 mai 1928 (2,50 m), 13 septembre 1929 (2,50 m), 7 novembre 1907 (2,55 m), 6 décembre 1953 (2,3 m), 17 janvier 1995 (2,25 m) et 17 décembre 1996 (2,15 m)

A noter que la crue de 18 octobre 1861 (7.56 m) dépasse largement celle de mars 1930 (4.7 m) à Brassac. La crue de 18 octobre 1861 est la plus forte, et a donc été retenue comme crue de référence (P.H.E.C.) pour cartographier les zones inondables de l'Agoût supérieur en amont de Lacazalié.

Station de Castres : L'analyse des données hydrométriques à la station de Castres a permis de connaître les crues historiques (dont 8 fortes crues supérieures à 4 m) sur une période de 240 ans. La commune de Castres fut inondée par les grandes crues d'origine méditerranéenne de 1762 (4,7m), de novembre 1766 (4,7 m), de décembre 1772 (4,7 m), du 6 janvier 1826 (4,25 m), du 19 octobre 1872 (4 m), du 18 octobre 1874 (6 m), du 13 septembre 1875 (4,8 m) et du 3 mars 1930 (7,6 m). A noter également, deux crues historiques plus anciennes : celle du 13 octobre 1567, et celle de 1603. La crue de mars 1930 est la plus forte, et a donc été retenue comme crue de référence (P.H.E.C.) pour cartographier les zones inondables de l'Agoût entre Lacazalié et Castres.

Station de Vabre : 10 crues supérieures à 2,30 m, sur une période de 150 ans. Ces crues sont celles du 12 décembre 1940 (2,96 m), 3 mars 1930 (4,88 m), 27 novembre 1928 (2,85 m), 31 décembre 1923 (2,45 m), 25 février 1973 (2,43 m), 14 décembre 1981 (2,4 m), 8 février 1984 (2,35 m), 18 mars 1988 (2,32 m), 4 février 2003 (2,31 m), 19 février 1916 (2,30 m)...

Nous constatons que le Gijou à Vabre a connu trois grandes crues : 12 décembre 1940 (2,96 m), 3 mars 1930 (4,88 m) et 27 novembre 1928 (2,85 m). La crue de décembre 1940 est la plus forte et a donc été retenue comme crue de référence (P.H.E.C.) au niveau de Vabre pour cartographier les zones inondables. En ce qui concerne le bassin du Gijou, la crue de mars 1930 est la crue plus forte observée et a donc été retenue comme crue de référence (P.H.E.C.).

IV.3.2. Les crues de référence

L'événement de référence pris en compte dans le bassin de l'Agoût dans le cadre de ce PPRI, est tiré de **trois crues historiques** : celle du **3 mars 1930** (période de retour supérieure à 100 ans) pour le secteur Agoût en aval de la Cazalié et l'ensemble des affluents de l'Agoût, celle du **18 octobre 1861** pour l'Agoût supérieur et celle du **12 décembre 1940** pour le Gijou à Vabre.

Ces crues très exceptionnelles ont inondé l'ensemble du lit majeur dans le bassin de l'Agoût; on peut donc les qualifier de crues « géomorphologiques ». Elles constituent les crues de référence du PPRI.

Les limites des zones inondables du PPRI de 2002 ont été confortées et affinées par une nouvelle approche hydrogéomorphologique (lecture du lit majeur, investigations de terrain, témoignages,...) et par la prise en compte des repères de crues historiques.

Pour les affluents de l'Agoût amont, nous avons surtout procédé par analyse géomorphologique faute de données suffisantes sur les crues historiques. Cette analyse a été recoupée avec les témoignages disponibles sur les différentes crues.

Nous constatons que la crue de 1930 a été généralisée sur l'ensemble du bassin supérieur de l'Agoût, comme le confirment les repères de crue sur le Gijou à Lacaze, la Vèbre à Murat-sur-Vèbre, le Viau à Moulin-Mage et le Dourdou à Arnac-sur-Dourdou (12). Pour l'ensemble des affluents de l'Agoût, la crue de référence est donc celle de mars 1930.

IV.4. L'influence des barrages sur les crues de l'Agoût

L'influence des barrages-réservoirs sur les crues de l'Agoût est une question qui a donné lieu à de nombreuses réflexions et affirmations, dont quelques-unes s'avèrent erronées. Il est trop souvent considéré que les barrages-réservoirs sur l'Agoût et la Vèbre mettent à l'abri, une fois pour toutes, les secteurs inondés par la crue de mars 1930.

Cette opinion est assez répandue dans le secteur d'étude, notamment sur l'Agoût moyen et inférieur, où la hantise d'un retour d'une catastrophe de type mars 1930 s'est en grande partie estompée lorsque les barrages de la Raviège (43 millions de m³) et du Laouzas (44 millions de m³) ont été mis en service (1957 et 1966 respectivement). Depuis lors, en l'absence d'un phénomène de type 1930, l'efficacité des dits barrages sur des événements hydrologiques moindres et non exceptionnels a conforté les impressions sécurisantes le long de l'Agoût.

Tout d'abord, il faut souligner que **la vocation première de ces barrages n'est pas la protection contre les crues** et que leur gestion implique des périodes de remplissage proches du maximum.

L'objectif prioritaire de ces ouvrages EDF (Raviège et Laouzas) est **la production d'électricité**, ces ouvrages devant être fonctionnels pour contribuer à satisfaire la demande des heures de pointe, très forte de novembre à avril. Le remplissage de ces ouvrages se fait au printemps et la vidange est plus prononcée en automne à l'arrivée (en principe) des bons débits d'hiver.

Donc l'objectif d'écrêtement des crues ne fait pas partie des fonctions assignées à l'ouvrage ; cependant, **si les barrages-réservoirs ne sont pas déjà pleins au début de la montée des eaux, ils peuvent atténuer les crues de la haute vallée.**

Il est évident que les crues d'automne ont le plus de chances d'être laminées, car elles trouvent des barrages peu remplis. Cette situation favorable, qui correspond à la période de prédilection de nos crues d'origine méditerranéenne, s'est bel et bien produite à de nombreuses reprises, et en particulier lors d'évènements pluviométriques importants sur la région (novembre 1962, octobre 1969, novembre 1982, octobre 1987).

La crue de novembre 1962 fut forte, car le haut du bassin de l'Agoût et celui de la Vèbre ont reçu autour de 500 mm de pluie en deux «vagues » séparées d'une vingtaine d'heures. Le 7 novembre, l'intensité pluvieuse dépasse 10 mm/h pendant 7 heures consécutives, avec un maximum horaire de plus de 30 mm. Agoût et Vèbre s'enflent dans la soirée : plus de 100 m³/s à 18 h, 300 m³/s vers 20 h et 500 m³/s entre 22 et 23h. Le taux de remplissage de la retenue de la Raviège, qui était de 50% au départ, passe à 65%. Dès minuit l'intensité pluvieuse diminue, et le 8 novembre les débits restent supérieurs à 200 m³/s jusqu'à 10 h. Le barrage de la Raviège est à son maximum de remplissage avant 14 h, tandis que les pluies ont déjà cessé. Les évacuateurs du barrage lâchent alors 160 m³/s ; c'est un débit élevé, mais qui n'a rien de catastrophique. Il faut ajouter sur un plan positif que le pic de crue des affluents en aval de la Raviège (Gijou, etc...) avait pu s'évacuer avant l'arrivée de ces 160 m³/s dans le chenal de l'Agoût. Bien sûr, la situation serait devenue inquiétante s'il y avait eu un nouvel épisode pluvieux. Ce ne fut pas le cas, la crue fut écrêtée et étalée dans le temps.

Les barrages ont un impact indéniable sur les crues, à condition d'assortir cette affirmation de critères restrictifs : l'atténuation est sensible sur certains tronçons de rivières et pas sur d'autres ; sur certaines crues, et plutôt en certaines périodes de l'année. Les barrages ont joué et joueront encore souvent un rôle dans l'amointrissement des crues moyennes, **en évitant des inondations fréquentes.**

Ainsi la capacité utile de ces barrages se traduit de toute évidence par le laminage des petites crues et non pas des grandes crues.

Plusieurs facteurs peuvent intervenir pour expliquer **l'inefficacité des barrages** sur l'atténuation des grandes crues de type 1930 :

- **Barrages déjà pleins ou presque** car leur gestion implique des périodes de remplissage proche du maximum. Dans le cas de grosses crues comme celle de décembre 1996, les barrages n'ont pratiquement pas d'impact régulateur. Les grands barrages du haut Agoût totalisent certes une centaine de millions de m³, mais à l'issue d'une saison pluvieuse et de crues à répétition, ils sont remplis en grande partie. Ainsi, au cours d'une bonne partie de la journée de la crue de décembre 1996, l'Agoût et la Vèbre réunis pénétraient dans la Raviège à raison de 300 à 350 m³/s, ce qui veut dire 1 million de m³ à l'heure.
- Dans le cas **des crues à répétition** ou polygéniques, on retombe un peu sur le cas précédent ; la marge de manœuvre devient en général très faible à la suite de la première ou de la deuxième crue ou onde de crue. Face à une nouvelle crue, les déversements directs deviennent quasiment inévitables car les barrages sont pleins, et les lâchures préventives risquent d'être trop faibles et trop tardives pour piéger le pic de crue. C'est ce qui s'est produit en décembre 1995 et en décembre 1996 sur l'Agoût en aval de la Raviège.

- **Avatars liés à la gestion des ouvrages**, en dépit du « sérieux » et de l'expérience des organismes gestionnaires, le fonctionnement parfait et permanent avec 0% de risque n'existe pas, d'autant que les phénomènes hydro-météorologiques réservent bien souvent des surprises.

En cas d'une crue énorme, de type 1930 ou 1861 sur l'Agoût réside le danger le plus notable. Il faudrait un concours de circonstances assez remarquable pour que les barrages conservent quelque efficacité en pareil cas et en particulier qu'ils soient presque vides initialement, que les lâchures soient massives par turbinage ou vannes de fond dès le début de la crue. De telles manœuvres préventives n'apparaissent pas forcément logiques dans un premier temps, car on ne peut savoir alors à quel type de crue on a affaire dans les 10 ou 20 heures qui suivent...

La doctrine nationale en matière de plan de prévention des risques inondation considère les ouvrages de protection (digues, remblais, barrages, bassins de rétention, etc.) comme **transparents vis-à-vis d'un événement exceptionnel**.

V. PRÉSENTATION DES ALEAS

V.1. Qu'est ce qu'un aléa ?

Un aléa est la probabilité qu'un phénomène relativement brutal survienne dans une zone donnée. Il est caractérisé par sa fréquence et par son intensité.

Dans un PPRI, l'aléa de référence est représenté par l'enveloppe des crues connues.

V.2. Différents types d'aléa d'inondation

On distingue 3 types d'inondations, dans l'ordre décroissant du temps que l'enchaînement des phénomènes laisse pour alerter les populations et les activités menacées : les inondations de plaine, les crues torrentielles et les inondations par ruissellement urbain.

♦ **Les inondations de plaine** sont des inondations lentes. A partir de la pluie qui les déclenche, l'apparition du ruissellement, la propagation de la crue et la montée des eaux jusqu'au niveau de débordement laissent généralement le temps de prévoir l'inondation et d'avertir les riverains.

Elles peuvent néanmoins entraîner la perte de vies humaines par méconnaissance du risque et par le fait qu'elles peuvent comporter localement des hauteurs de submersion et des vitesses de courant non négligeables.

Il faut noter que l'urbanisation des champs d'expansion des crues de plaine a tendance à transformer ces crues lentes en crues à dynamique plus rapide par l'augmentation du ruissellement, la diminution des temps de concentration et l'accélération de la vitesse de propagation.

♦ **Les crues torrentielles** sont des inondations rapides, qui se forment lors d'averses intenses à caractère orageux, lorsque le terrain présente de fortes pentes, ou dans des vallées étroites sans amortissement notable du débit de pointe par laminage. La brièveté du délai entre la pluie génératrice de la crue et le débordement rend quasiment impossible l'avertissement des populations menacées, d'où des risques accrus pour les vies humaines et les biens exposés.

♦ **Les inondations par ruissellement urbain** sont celles qui se produisent par un écoulement dans les rues de volumes d'eau, ruisselé sur le site ou à proximité, et qui ne sont pas absorbés par le réseau d'assainissement superficiel ou souterrain. La définition, le dimensionnement et la construction de ce réseau et/ou de tout autre dispositif de substitution ou d'amortissement des volumes à écouler, est de la responsabilité des communes, qui doivent ainsi prendre en compte et apprécier le risque d'inondation par ruissellement urbain dans les PLU, notamment lors de la délimitation des zones constructibles.

V.3. Détermination de l'aléa

Deux méthodes ont été utilisées pour déterminer l'aléa dans le bassin de l'Agoût : la méthode hydrogéomorphologique et une méthode hydraulique

V.3.1. Les cartes hydrogéomorphologiques

V.3.1.1. La méthode hydrogéomorphologique

Cette méthode s'appuie essentiellement sur l'étude de l'hydrogéomorphologie fluviale par exploitation des photographies aériennes et l'étude du terrain. L'analyse stéréoscopique des missions aériennes IGN couplée à une étude de terrain permettent en particulier de déceler et de cartographier les zones inondables des (petits) cours d'eau ignorés des archives des services hydrométriques.

La méthode hydrogéomorphologique :

La méthode hydrogéomorphologique consiste à distinguer les formes du modelé fluvial et à identifier les traces laissées par le passage des crues inondantes.

Elle permet de connaître et de délimiter le modelé fluvial, organisé par les dernières grandes crues ; elle permet une distinction satisfaisante, voire bonne à très bonne, entre :

- les zones inondées quasiment chaque année,
- les zones inondables fréquemment (entre 5 et 15 ans),
- les zones d'inondation exceptionnelle.

Les principaux moyens techniques :

Les principaux moyens techniques pour l'application de la méthode hydrogéomorphologique sont les suivants :

- recherche et analyse des documents existants dans les archives des services;
- utilisation systématique des hauteurs de crue aux stations hydrométriques et des traits de crue localisés ;
- analyse hydrogéomorphologique de la vallée ;
- analyse des traces sédimentologiques, granulométrie des alluvions ;
- analyse des photographies aériennes et des cartographies ;
- mission de terrain et enquête auprès des habitants.

Le tout débouche sur une cartographie des zones inondables telle que décrite ci-après.

V.3.1.2. Les cartes hydrogéomorphologiques

L'ensemble des cartes hydrogéomorphologiques est réalisé sur un fond de plan IGN au 1/25 000^{ème} agrandi à l'échelle du 1/10 000^{ème}.

La cartographie hydrogéomorphologique est importante, car c'est le seul document qui recense les zones inondées de l'ensemble du secteur d'étude, et rend compte de la dynamique des inondations. Un soin particulier a été apporté à cette cartographie, notamment de nombreuses validations de terrain.

Dans la plaine inondable de l'Agoût et ses affluents, la distribution fréquentielle des inondations apparaît clairement, avec une zone d'inondation de crue très fréquente (d'ordre annuelle) étendue aux abords du lit ordinaire et aux grands bancs de galets, végétalisés ou non.

Une zone d'inondation de crue fréquente (retour de 5 à 15 ans) occupe les points bas de la plaine, et particulièrement les grands chenaux de crue.

La plaine d'inondation exceptionnelle occupe le reste de l'espace jusqu'à l'encaissant, et correspond à l'extension des crues du 3 mars 1930 et 18 octobre 1861

Le PPRI du bassin de l'Agoût englobe les territoires de 28 communes divisées en quatre zones :

- zone Agoût amont jusqu'à la retenue de la Raviège,
- zone du Gijou,
- zone de l'Agoût entre la retenue de la Raviège et la limite du bassin de l'Agoût en amont de Castres.

V.3.2. Les cartes des hauteurs (H) et des vitesses (V) de l'eau

La méthode hydrogéomorphologique ne permet pas, seule, de déterminer la hauteur et la vitesse de l'eau, information nécessaire dans les secteurs à enjeux. Elle a donc été couplée à une méthode hydraulique simplifiée ou une modélisation.

Nous avons réalisé et cartographié les aléas hauteur d'eau et vitesse des courants uniquement pour les secteurs urbains présentant des enjeux sur l'Agoût et le Gijou. Ceux-ci englobent 5 secteurs des communes suivantes : Brassac, Roquecourbe, Burlats (village de Burlats et les Salvages) et Vabre.

Nous avons réalisé une modélisation pour connaître la ligne d'eau de l'Agoût pour les crues de référence sur les cinq secteurs : pour les Salvages, Burlats, Roquecourbe et Brassac, il s'agit de la crue de 1930 qui sert de référence ; pour la commune de Brassac, c'est la crue de 1861 ; pour celle de Vabre sur le Gijou, celle de 1940.

Cette étude a pour objectif de réaliser les étapes suivantes :

- levé topographique du secteur d'étude ;
- calcul du débit des crues de référence ;
- détermination de la ligne d'eau de la crue de référence ;
- cartographie des hauteurs d'eau de crue en l'état actuel du lit et de ses abords ;
- cartographie des champs de vitesses, toujours pour la crue de référence ;
- élaboration de la carte d'aléa.

V.3.2.1. 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 de toutes les laisses de la crue de référence (mars 1930 et octobre 1861) et des grandes crues historiques,
- un profil en long de la ligne d'eau de la crue de référence.

Le levé topographique est réalisé 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.

Dans la plupart des cas, la ligne d'eau de référence est reportée sur un profil en long du lit ordinaire, mais grâce à la richesse de l'information recensée, il est parfois possible dans les grandes vallées d'établir une deuxième ligne d'eau au droit de la plaine inondable, donnant ainsi une image de l'inondation non plus au dessus du lit ordinaire mais dans la plaine inondable, secteur naturellement le plus intéressant.

Avec un profil en long précis des PHEC, et un fond topographique pertinent, il est alors possible de réaliser la carte des isopaques 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 les aménageurs maîtres d'ouvrage.

Nous préconisons pour l'établissement de la carte des hauteurs d'eau de la crue de référence les fourchettes suivantes :

- de 0 à 0.5 m
- de 0.5 à 1m
- de 1 à 1.5 m
- de 1.5 à 2 m
- plus de 2m.

V.3.2.2. 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. Ces traces diffèrent selon la puissance-fréquence des crues.

L'analyse fine des photographies aériennes au 1/10 000^e 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 inondante; c'est une approche qualitative de la connaissance des champs de vitesse lors des grandes inondations.

Aujourd'hui, les responsables de l'aménagement ont pleinement conscience de la difficulté de quantifier les vitesses d'écoulement de crue inondante. Il semblerait que le compromis idéal pour donner une image fidèle des écoulements dans la plaine inondable, soit la carte des champs de vitesse au 1/5 000^e que nous proposons.

Ainsi, la réalisation d'une telle carte est possible, en distinguant pour la PHEC ou la crue de référence, plusieurs plages d'analyse.

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 isopaques établie,
- du levé topographique,
- 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 instantanées qui peuvent se produire dans ces champs, avec les plages d'analyse suivantes :

- secteurs de vitesse nulle (0 à 0.2 m/s)
- secteurs de vitesse faible (d'ordre 0.2 à 0.5 m/s)
- secteurs de vitesse moyenne (d'ordre 0.5 à 1 m/s)
- secteurs de vitesses fortes (supérieures à 1 m/s)

V.3.3. Modélisation hydraulique

Dans les zones où l'approche hydrogéomorphologique n'est pas suffisante, une modélisation a été réalisée. Dans le cadre de cette étude, il a été prévue une modélisation sur 3 secteurs : Les Salvages, Roquecourbe et Brassac.

Les modélisations sont réalisées avec le modèle USACE HEC-RAS version 4.1.0, modèle hydraulique de détermination des lames d'eau et de leurs caractéristiques dynamiques (champ de vitesse, inondation latérales, ressauts, tensions sur le fond et aux parois, ...).

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) est développé par USACE. Il permet d'effectuer des calculs d'écoulements filaires à surface libre en régime permanent ou transitoire selon les besoins.

Les calculs de lignes d'eau, réalisés à partir de profils en travers topographiques permettent tant l'analyse de la capacité de cours d'eaux (risques de débordement, inondations) que l'étude de l'impact de modifications des conditions de bords (ponts, endiguements), voire simulation d'embâcles. Pour une analyse très fine, la modélisation de profils extrapolés entre les profils topographiques permet une décomposition très précise des écoulements et de leurs caractéristiques.

Les calculs de lignes d'eau d'écoulements graduellement variés sont basés sur l'équation de Bernoulli. Les pertes de charge sont évaluées par l'équation de Manning-Strickler pour le terme de frottement et par des coefficients de contraction-expansion.

La résolution de ces équations nécessite la connaissance de la géométrie du cours d'eau, de ses caractéristiques de rugosité et du débit d'écoulement.

Fonctionnement :

HEC-RAS est capable de modéliser avec une extrême finesse un large éventail de conditions d'écoulement. Il permet de gérer et de combiner les différents types de données :

- géométrie ;
- débits et conditions aux limites ;
- condition de calcul ;
- résultats.

Un même projet peut contenir plusieurs descriptions géométriques (état actuel, variantes après travaux ...), plusieurs jeux de débits (étiage, module, Q20, Q100, ...), les conditions de calcul étant des combinaisons de débits et de géométries (état actuel, Q20, Q100, variantes avec travaux).

Géométrie du cours d'eau simulée :

Les réseaux de cours d'eau sont organisés en biefs séparés par des connexions où s'opèrent les additions et séparations de débits. Dans chaque bief, les profils en travers définissant la géométrie sont classés selon leur position kilométrique.

Les données relatives à chaque section sont :

- le profil en travers, défini par une série de couples distance-altitude ;
- les coefficients de rugosité et de perte de charge.

Le modèle HEC-RAS se base principalement sur l'équation de Manning-Strickler qui donne une relation entre le débit dans la rivière et la hauteur d'eau.

Pour l'Agoût, le coefficient de Manning retenu est 0,04, coefficient qui correspond aux rivières naturelles non-aménagées.

Résultats obtenus :

Les Salvages :

Les cotes pour l'ensemble des scénarios ont été extraites d'HEC-RAS. Afin d'augmenter la précision des résultats, les 9 sections principales ont été interpolées (pas de 10 m).

Les cotes mesurées lors des différentes crues et lors du passage du site ont été répertoriées afin de pouvoir calculer la différence entre le modèle et la réalité.

Il en ressort que le modèle est bien calé vis-à-vis des cotes relevées sur site en avril 2011 car la moyenne des différences est quasiment nulle.

Pour la crue de mars 2011, le modèle est calé à 20 cm près (plus ou moins 10 cm).

Pour les crues de 1996 et 1930, globalement le modèle est calé correctement, à l'exception près des effets de discontinuités induites par les seuils et le pont.

A partir du modèle, nous avons obtenu la ligne d'eau de la crue de 1930 dans les conditions d'écoulements actuels pour 9 profils. Après avoir analysé les différentes cotes obtenues, nous avons constaté que la ligne de la crue de 1930 en amont du pont est à 180,28 m NGF au lieu de 180,12 m (plaque 1930 sur le pont). Il faut préciser que le parapet actuel est plus haut d'environ 0.20 m d'une part, et d'autre part que le parapet en place en 1930 a été emporté. En amont immédiat du pont, nous avons pris plutôt la cote observée (plaque de 1930 à 180,12 m). Dans le modèle, il est difficile de prévoir pour quels débits le parapet du pont céderait.

Roquecourbe :

Les 16 profils en travers utilisés pour faire la modélisation sur la commune ont été interpolés pour donner plus de précision au modèle. Les interpolations ont été faites avec un pas de 20 m.

Pour vérifier que le modèle soit bien calé, il faut comparer les cotes obtenues par simulation avec les cotes nivelées sur le terrain.

La crue de 1996 a permis de caler le modèle de façon précise, à plus ou moins 5 cm. En obtenant des résultats cohérents pour la crue de 1996, cela permet d'avoir un calage précis pour celle de 1930. Ainsi la crue de 1930 est calée à 20 cm près.

Avec une crue similaire à celle de 1930 le pont de la mairie n'est pas en charge ; sur les quatre arches une seule se retrouve en charge.

Brassac :

Pour la modélisation sur la commune de Brassac, les 18 profils ont été interpolés tous les 15 m. De la même manière que sur Roquecourbe et Les Salvages, des cotes de la crue de 1996 ont permis de caler le modèle de façon précise. Ensuite le calage a été vérifié pour la crue de 1930 notamment au niveau du pont où il y a une plaque de repère de crue. Pour la crue de 1861 aucune cote de crue n'a été trouvée donc il n'est pas possible de faire de vérification. Mais comme le modèle est calé précisément pour les crues de 1996 et 1930, il est possible de le valider pour 1861.

Ainsi pour une crue de type 1861 avec une période de retour supérieure à 100 ans, les deux ponts de Brassac (pont-neuf et pont-vieux) sont en charge. En ce qui concerne le pont de Saint-Agnan, il n'est pas en charge mais la marge de sécurité est très faible.

V.4. Cartographie de l'aléa

V.4.1. Zones d'aléa différencié

Dans les secteurs inondables présentant des enjeux, **une caractérisation de l'intensité de l'aléa** est réalisée.

Nous avons réalisé et cartographié les aléas **uniquement pour les secteurs urbains présentant des enjeux** sur l'Agoût et sur le Gijou. Ceux-ci englobent les communes suivantes : Brassac, Burlats (village de Burlats et les Salvages), Castelnau de Brassac, Lacaune, Lacaze, Roquecourbe, Vabre.

Cette caractérisation est réalisée à partir de l'étude hydrogéomorphologique et de l'étude hydraulique 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 trois types d'aléas selon le tableau suivant :

	V \geq 0,2 m/s	0,2 < V \geq 0,5 m/s	0,5 m/s < V
H \geq 0,5 m	Aléa faible	Aléa moyen	Aléa fort
0,5 < H \geq 1m	Aléa moyen	Aléa moyen	Aléa fort
1m < H	Aléa fort	Aléa fort	Aléa fort

a) La **zone d'aléa faible** est une zone de faible submersion pour la crue de référence (la plus forte crue connue) avec :

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

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.

b) La **zone d'aléa moyen** est une zone de faible submersion pour la crue de référence (la plus forte crue connue) 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

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 (la plus forte crue connue) :

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

Dans le bassin de l'Agoût, l'aléa n'est pas différencié **en dehors des secteurs à urbanisation dense**.

En effet, il s'agit de zones d'expansion de crues ou des zones soumises à des crues rapides et imprévisibles. La plupart des affluents de l'Agoût sont soumis à des crues rapides et imprévisibles.

VI. ÉVALUATION DES ENJEUX

VI.1. Définition de la notion d'enjeu

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.2. Définition des zones à enjeux dans un PPRI

Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux consiste en des reconnaissances de terrain complétées par un travail à partir 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).

Le caractère urbanisé ou non d'un espace s'apprécie en fonction de la réalité physique ainsi que des développements possibles de l'urbanisation existante et non pas seulement en fonction d'un zonage opéré dans un document d'urbanisme.

Au sein des espaces urbanisés, on peut délimiter **les centres urbains** pour lesquels des dispositions spécifiques peuvent être adoptées.

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.

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.

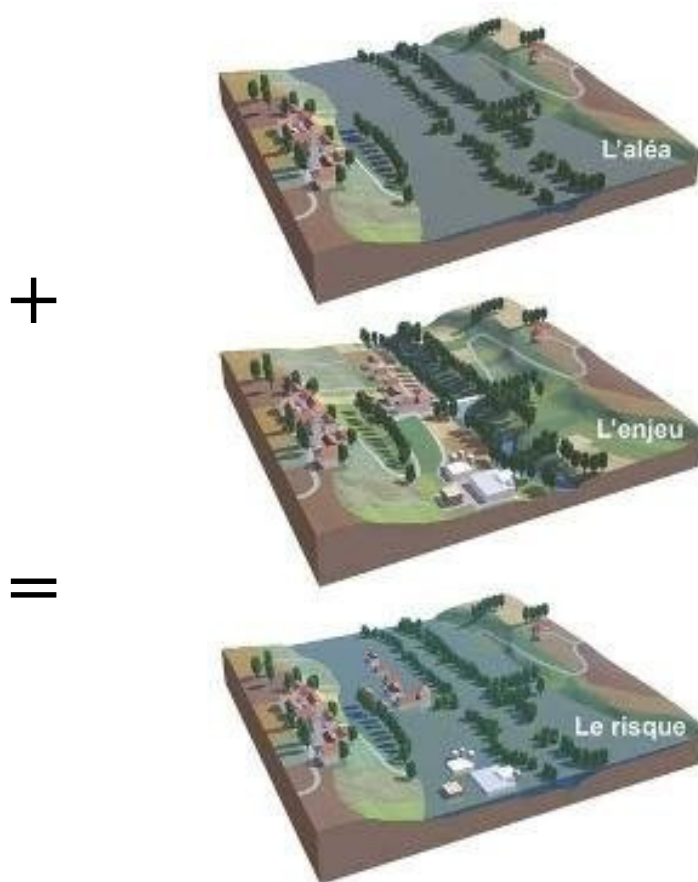
Cette analyse est par ailleurs un préalable à l'élaboration du zonage réglementaire, en effet, le zonage réglementaire est issu du croisement de l'analyse des aléas et des enjeux.

On aboutit ainsi au tableau ci-dessous :

Classification des enjeux dans le PPR	Catégorie	Description
Zones urbanisées	Zone urbanisée dense	Centre ville, zone bâtie dense, zone d'activité, zone commerciale.
	Zone urbanisée	Zone bâtie continue.
	Zone urbanisable (avec projet identifié)	Zone non actuellement bâtie mais sur laquelle des projets d'urbanisation sont précisément définis et en cours de réalisation (terrains viabilisés, réseaux et voirie existants etc.).
Zones non-urbanisées	Zone naturelle et/ou de loisirs	Zone non urbanisée laissée à l'état naturel faisant l'objet d'un simple entretien paysager ou à vocation de loisir ou d'activité sportive n'accueillant pas d'infrastructures lourdes.
	Zone agricole	Zone non urbanisée dédiée à l'exploitation agricole.
	Zone bâtie à caractère rural	Zone bâtie non continue tels les hameaux, maisons isolées etc.
	Surface en eau	Emprise des plans d'eau et cours d'eau.

VII. DÉTERMINATION DU RISQUE INONDATION

Le risque est déterminé par le **croisement entre un aléa et un enjeu**, c'est-à-dire l'ensemble des biens, personnes et activités pouvant être affectés par l'aléa.



Quand **l'aléa est fort ou très fort**, **quelque soit l'enjeu**, le risque est élevé. On aboutit ainsi à une zone restrictive en matière de réglementation.

Quand l'aléa est **faible ou moyen** avec un enjeu de type **zone urbanisée**, le risque est moindre. L'urbanisation qui peut être nécessaire aux activités humaines est alors permise, avec certaines règles de sécurité.

Enfin, **quelque soit l'aléa** en **zone non-urbanisée**, la doctrine nationale impose de laisser intactes ces zones peu bâties où la crue peut s'épandre. En effet, ces champs d'expansion de crue peuvent diminuer l'aléa en amont et en aval : on diminue ainsi le risque encouru dans les zones avec des enjeux plus importants.

VIII. ZONAGE ET PRINCIPES REGLEMENTAIRES

Le plan de zonage réglementaire est réalisé en croisant les résultats des études des aléas et des enjeux du territoire (figure ci dessous : tableau de synthèse). Les différentes règles associées à ce zonage sont précisées dans le règlement du PPRI qui est un règlement d'urbanisme (le plan de zonage valant servitude d'utilité publique).

Deux zones sont distinguées :

1 - La zone **rouge** est la zone où le principe d'interdiction prévaut. Ce principe d'interdiction s'applique dans les **zones d'expansion des crues**, les zones soumises à des **crues rapides et imprévisibles** et dans les **zones urbanisées* soumises à un aléa fort**.

Les phénomènes susceptibles de se produire dans les zones d'aléa fort peuvent avoir des conséquences graves sur les personnes et les biens. Afin d'améliorer la prévention du risque d'inondation et de ne pas aggraver les phénomènes dans les zones déjà vulnérables ainsi qu'en aval de celles-ci, l'interdiction de construire de nouveaux projets est donc la règle générale.

Les **extensions des biens existants restent cependant possibles** de manières mesurées sous réserve de ne pas en augmenter la vulnérabilité ou d'aggraver les phénomènes.

2 - La zone **bleue** est la zone où le principe d'autorisation sous réserves prévaut. Cette réglementation concerne les **zones urbanisées soumises à un aléa faible ou moyen**. Compte tenu du niveau de risque et de la vocation urbaine de ces zones, les conditions d'aménagements sont définies afin d'assurer la sécurité des personnes, de limiter la vulnérabilité des biens et de ne pas aggraver les phénomènes.

		Niveau d'aléa	
		Faible/Moyen	Fort/Très Fort
Enjeux	Zones urbanisées	bleu	rouge
	Zones non-urbanisées	rouge	rouge

Tableau de synthèse : zonage réglementaire

* voir définition des **zones urbanisées** au chapitre VI.2