



*ENVIRONNEMENT
ET RISQUES NATURELS*



**Direction Départementale des
Territoires Haute-Garonne**

Service Risques et Gestion de crise

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

RISQUE INONDATION

MARCAISSONNE - SAUNE – SEILLONNE AVAL

**COMMUNES : Aigrefeuille, Auzielle, Drémil-Lafage, Flourens, Fourquevaux,
Lanta, Lauzerville, Mons, Odars, Pin-Balma, Préserville, Quint-Fonsegrives,
Saint-Orens-de-Gameville, Saint-Pierre-de-Lages, Sainte-Foy-d'Aigrefeuille
et Vallesvilles.**

VOLET 1 :

NOTE DE PRESENTAION DU BASSIN DE RISQUE

- Version n°1 : juin 2014

Juin 2014

SOMMAIRE

1. AVANT PROPOS	3
1.1. Portée du Plan de Prévention des Risque (P.P.R.) et dispositions générales	3
1.2. Contexte	4
1.3. Pourquoi des P.P.R. ?	5
2. METHODE D'APPRECIATION DES RISQUES NATURELS	6
2.1. Établissement du diagnostic et caractérisation des aléas	6
3. PRESENTATION GENERALE DES BASSINS DE LA MARCAISSONNE, DE LA SAUNE ET DE LA SEILLONNE	7
3.1. Périmètre d'étude	7
3.2. Risque inondations	8
3.3. Présentation Géographique	9
3.4. Etude hydrologique des crues	11
3.5. Méthode d'évaluation de la crue de référence	24
4. CARACTERISATION DES ALEAS	36
4.1. L'aléa « inondation »	
CONCLUSION	44
Annexe 1 : Bibliographie	45
Annexe 1 : Fiches d'information des traits ou des repères de crue	50

Liste des figures :

Figure n° 1 : Périmètre d'étude

Figure n° 2 : Coupe type que l'on peut retrouver sur le terrain.

Figure n° 3 : Exemple d'analyse géomorphologique :

Figure n° 4 : Qualification de l'aléa en fonction de la hauteur et de la vitesse

Figure n° 5 : Capacité de déplacement en zone inondée.

Figure n° 6 - Profil en travers de la vallée de la Marcaisonne (secteur du Carreau commune de Lauzerville).

Figure n° 7 : Profils en travers de la vallée de la Seillonne (Secteur de Micoulet à Drémil-Lafage)

Figure n° 8 : Profil en travers de la vallée de la Saune (secteur de la Gouffie).

1. AVANT PROPOS

1.1. Portée du Plan de Prévention des Risque (P.P.R.) et dispositions générales

Le code de l'Environnement, titre VI – chapitre II – articles L 562-1 à L 562-9, définit un outil réglementaire, le plan de prévention des risques (P.P.R.), qui a pour objet de délimiter les zones exposées aux risques naturels prévisibles et d'y régler les utilisations et occupations du sol.

Le P.P.R. constitue aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'État en matière de prévention des risques naturels. Il constitue une servitude d'utilité publique associée à des sanctions pénales en cas de non-respect de ses prescriptions et à des conséquences en terme d'indemnisations pour catastrophe naturelle.

Le dossier est approuvé par un arrêté préfectoral, au terme d'une procédure qui comprend l'arrêté de prescription sur la ou les communes concernées, la réalisation d'études pour recenser les phénomènes passés, qualifier l'aléa et définir les enjeux du territoire, en concertation avec les collectivités concernées, et enfin une phase de consultation obligatoire (conseils municipaux et enquête publique).

Le P.P.R. permet de prendre en compte les risques naturels dans l'aménagement et le développement.

Il relève de la responsabilité de l'État pour maîtriser les constructions dans les zones exposées à un ou plusieurs risques, tout comme dans celles qui ne sont pas directement exposées mais où des aménagements pourraient les aggraver. Le champ d'application du règlement couvre les projets nouveaux et les biens existants. Le P.P.R. peut également définir et rendre obligatoires des mesures générales de prévention, de protection et de sauvegarde.

Conformément à l'article 3 du décret du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, le dossier est organisé autour des trois pièces réglementaires suivantes :

➤ **Volet 1 : note de présentation du bassin de risque**

La note de présentation a pour objet d'expliquer le cadre général de la procédure P.P.R., de préciser les raisons de sa prescription et de présenter la démarche méthodologique relative à l'évaluation des risques. Le bassin de risque concerné est également décrit au regard des phénomènes naturels d'une part et de l'environnement hydrologique et géographique d'autre part.

➤ **Volet 2 : notes communales et documents cartographiques**

Les notes communales sont établies pour chaque commune du bassin de risque. Leur principal objectif est de présenter les résultats des investigations menées sur le territoire. Ces résultats sont détaillés et cartographiés sur des cartes spécifiques (carte informative, carte des aléas et carte des enjeux).

➤ **Volet 3 : zonage réglementaire et règlement.**

Le plan de zonage, constituant la cartographie réglementaire du P.P.R, délimite les zones à risques dans lesquelles sont applicables des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes et des mesures de prévention de protection ou de sauvegarde. Associé au règlement, ce plan constitue le fondement de la démarche du P.P.R...

1.2. Contexte

En application des dispositions réglementaires en vigueur, le Préfet de Haute-Garonne a prescrit par arrêté en date du 21 décembre 2011 l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles d'Inondation des Bassins de la Marcaisssonne, de la Saune et de la Seillonne concerne 16 communes : Aigrefeuille, Auzielle, Drémil-Lafage, Flourens, Fourquevaux, Lanta, Lauzerville, Mons, Odars, Pin-Balma, Préserville, Quint-Fonsegrives, Saint-Orens-de-Gameville, Saint-Pierre-de-Lages, Sainte-Foy-d'Aigrefeuille et Vallesvilles.

Le PPR a pour objet :

- de délimiter les zones exposées aux risques naturels et d'y interdire tous "types de constructions, d'ouvrages, d'aménagements, d'exploitations agricoles, forestières, artisanales" ; ou, dans le cas où ils pourraient être autorisés, de définir les prescriptions de réalisation ou d'exploitation ;
- de délimiter les zones non exposées au risque mais dans lesquelles les utilisations du sol doivent être réglementées pour éviter l'aggravation des risques dans les zones exposées ;
- de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers et aux collectivités publiques, et qui doivent être prises pour éviter l'aggravation des risques et limiter les dommages.

Cet outil réglementaire prend en compte le risque inondation par débordement de cours d'eau.

Le zonage du risque est le résultat d'un croisement entre les aléas et les enjeux.

L'aléa est défini comme la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée (différents niveaux d'aléa sont distingués).

Le présent rapport établi par le bureau d'études Géosphair est destiné à présenter de façon pédagogique, la méthodologie employée pour la détermination des aléas inondations.

1.3. Pourquoi des P.P.R. ?

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

1.3.1. Risques liés aux inondations

Les inondations représentent un phénomène naturel largement répandu à la surface du globe. Elles sont à la fois les plus fréquentes et les plus nuisibles en termes de pertes de vies humaines et de dégâts matériels.

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

- | | |
|------------------------------------|---|
| - 1875 : la Garonne | - 1974 : Corte |
| - 1910 : la Seine à Paris | - 1980 : la Loire à Brive Charensac |
| - 1930 : le Tarn à Moissac | - 1982 : la Charente |
| - 1940 : la Têt à Perpignan | - 1988 : Nîmes |
| - 1947 : la Moselle à Pompey | - 1992 : Vaison-la-Romaine |
| - 1957 : l'Arc, le Guil et l'Ubaye | - 1995 : nord-est de la France |
| - 1958 : le Gardon d'Anduze | - 1996 : l'Orb dans l'Hérault |
| - 1960 : la Vézère à Montignac | - 2001 : département de la Somme |
| - 1968 : la Rivière Neuve à Toulon | - 2002 : Sommières, les départements du
Gard et de l'Hérault |

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

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

Pour passer du plan général au cas qui nous intéresse présentement, c'est-à-dire la zone étudiée, les bassins de la Marcaisonne, de la Saune et de la Seillonne ont subi de nombreuses crues non seulement ces trois rivières mais aussi de leurs affluents. Les archives départementales permettent de dater les grandes crues historiques sur ces trois rivières : 1853 ; 23 juin 1875, 3 février 1952, 23 janvier 1955, 23 mars 1971, 19 mai 1977, 6 mai 1978, 15 janvier 1981, 14 décembre 1981, 11 juin 1992, 26 décembre 1993, 28 juillet 1996, 12 juin 2000...

Cette liste montre la fréquence relativement élevée des crues inondantes des bassins de la Marcaisonne, de la Saune et de la Seillonne.

2. METHODE D'APPRECIATION DES RISQUES NATURELS

L'analyse des risques et de leurs conséquences sur les biens se développe au travers de cinq étapes successives :

- 1. établissement d'un diagnostic à partir de la connaissance des phénomènes naturels et du contexte historique (bilan de l'état actuel des connaissances) ;
- 2. caractérisation des aléas (qualification, hiérarchisation et cartographie) sur la base des informations recueillies lors du diagnostic ;
- 3. identification des enjeux (zone urbaine, zone d'habitats dispersés, équipements publics, ...), (*en cours*) ;
- 4. zonage des risques (par croisement entre les aléas et les enjeux), (*en cours*) ;
- 5. définition des principes réglementaires applicables (*en cours*).

Établissement du diagnostic et caractérisation des aléas

Au niveau national, la circulaire du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables précisait que l'événement de référence à retenir est, conventionnellement, « *la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière* ».

Au niveau régional, la politique en Midi-Pyrénées s'appuie sur la cartographie informative des zones inondables (C.I.Z.I.) dans le choix de la crue de référence en application du « document de référence des services de l'État en région Midi-Pyrénées pour l'évaluation du risque « inondation », l'élaboration des P.P.R.I. et sa prise en compte dans l'aménagement ».

Ce document, actualisé le 17 mai 2006 et validé par le comité administratif régional, précise le principe retenu dans la définition de la crue de référence : « les niveaux déjà atteints par des crues passées peuvent l'être de nouveau par des crues exceptionnelles ».

De ce fait, « la cartographie informative des zones inondables qui s'appuie sur la connaissance historique et en particulier sur les Plus Hautes Eaux Connues (P.H.E.C.) est donc la référence à prendre en compte.... ».

Ce choix répond à la volonté :

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

Dans le cas présent, les limites de la C.I.Z.I. correspondent à la crue exceptionnelle de juin 1875 et ont constitué la cartographie de départ ; ces limites ont ensuite été précisées par une nouvelle analyse hydrogéomorphologique comme le stipule la politique régionale.

3. PRESENTATION GENERALE DES BASSINS DE LA MARCAISSONNE, DE LA SAUNE ET DE LA SEILLONNE.

3.1. Périmètre d'étude

Le Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles d'Inondation des bassins de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne concerne 16 communes : Aigrefeuille, Auzielle, Drémil-Lafage, Flourens, Fourquevaux, Lanta, Lauzerville, Mons, Odars, Pin-Balma, Préserville, Quint-Fonsegrives, Saint-Orens-de-Gameville, Saint-Pierre-de-Lages, Sainte-Foy-d'Aigrefeuille et Vallesvilles.

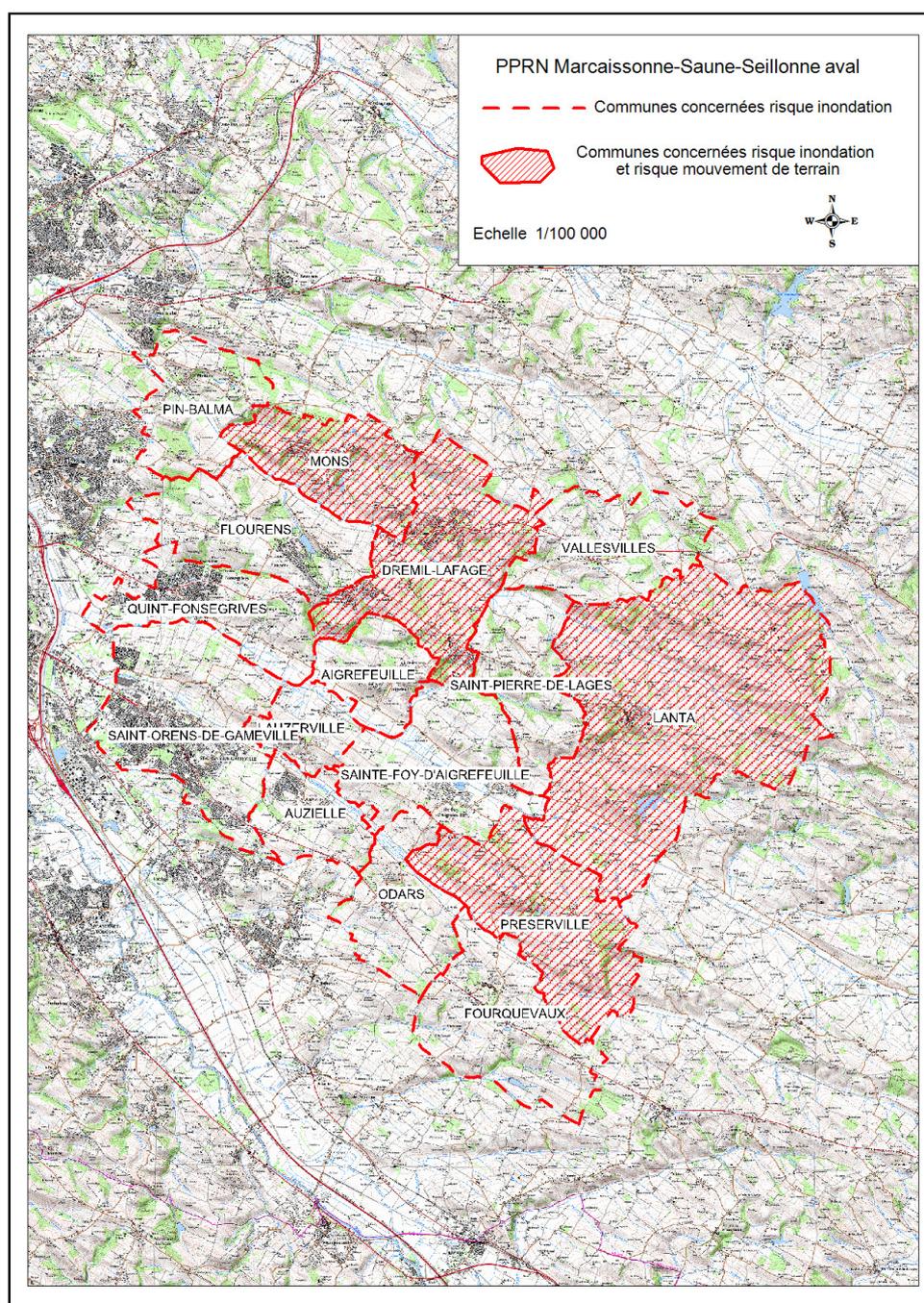


Figure n° 1 : Périmètre d'étude

3.2. Risque inondations

- Cours d'eau étudiés

Les cours d'eau suivants ont été étudiés :

Communes	Cours d'eau
Aigrefeuille	Saune et le ruisseau de Rivalès
Auzielle	Marcaissonne et le ruisseau de Nicol
Drémil-Lafage	Seillonne
Flourens	Seillonne
Fourquevaux	Marcaissonne
Lanta	Seillonne, Saune et Sausse
Lauzerville	Marcaissonne et Saune
Mons	Seillonne
Odars	Marcaissonne et le ruisseau du Troy
Pin-Balma	Seillonne
Préserville	Marcaissonne et Saune
Quint-Fonsegrives	Saune et le ruisseau du Grand Port de Mer
Saint-Orens-de-Gameville	Marcaissonne, Saune et le ruisseau de Nicol
Saint-Pierre-de-Lages	Seillonne
Sainte-Foy-d'Aigrefeuille	Saune
Vallesvilles	Sausse

Les problématiques spécifiques de ruissellement ou de réseau pluvial ne font pas partie du PPRI. Plusieurs affluents de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne ont été pris en compte dans le PPRI, suite à une analyse de leur «dangerosité» et des enjeux concernés. Le PPR porte sur les risques majeurs naturels d'inondation par débordement des cours d'eau.

3.3. Présentation géographique

3.3.1. Les conditions géomorphologiques d'écoulement dans le bassin de la Marcaissonne, Saune et Seillonne.

La zone d'étude se trouve à l'est et au sud-est de Toulouse, où se retrouvent les affluents de l'Hers Mort. Les bassins versants de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne se situent dans les collines molassiques « stampiennes ». Ces cours d'eau ont taillé les coteaux molassiques du Terrefort toulousain durant le Tertiaire et ont ainsi formé des plaines assez larges en fond de vallée, au pied des coteaux.

La Marcaissonne :

Le bassin versant de la Marcaissonne s'étend sur 49 km² à la limite de la commune de Toulouse.

La rivière prend sa source dans les coteaux du Lauragais à 285 m d'altitude sur la commune de Beauville. Son bassin versant se caractérise par une organisation hydrographique très allongée ; il est étiré sur 24 km du SE au NO, avec seulement 3,5 km de largeur maximale. La pente moyenne de la rivière est de 0.4 %.

A partir de limite communale de Préserville, la Marcaissonne traverse les terrains molassiques. Elle a pu développer une plaine alluviale inondable d'une largeur de l'ordre de 150 à 200 m. À partir de la commune d'Auzielle, elle est caractérisée par plusieurs rétrécissements et élargissements de la plaine inondable. La largeur de la plaine alluviale inondable varie entre 250 et 450 m

La Saune :

Le bassin versant de la Saune s'étend sur 117 km² à la limite de la commune de Toulouse et 106 km² à la station de Quint. Cet affluent rive droite de l'Hers Mort prend sa source dans les coteaux du Lauragais à 270 m d'altitude, dans la commune du Vaux. Elle s'étire sur 31 km avec seulement 4 km de largeur maximale. Son réseau hydrographique présente une forme très étiré, avec une pente moyenne est de 0.4 %.

A partir de la commune de Lanta, la Saune coule dans une plaine alluviale d'une largeur de 300 à 400 m. Elle s'élargit rapidement à partir de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille, la largeur globale de la plaine variant entre 500 et 600 m.

La Seillonne :

La Seillonne draine les coteaux molassiques du Lauragais ; ce ruisseau est un affluent de la Sausse, elle-même affluent de l'Hers Mort. Le bassin versant de la Seillonne couvre une superficie de 52 km² au niveau de la RD 66 à Pin-Balma. Il est très allongé : pour une longueur de 22 km, il atteint une largeur maximale d'environ 5 km.

Ce bassin versant présente un dénivelé de 148 m, entre l'extrémité amont dans la commune de Caraman (295 m d'altitude) à la limite aval de la commune de Pin-Balma (147 m). La pente générale est donc 0,06%.

A partir de la commune de Lanta, la Seillonne coule dans une plaine alluviale très étroite d'une largeur de 50 à 100 m. Elle s'élargit rapidement à partir de la commune de Drémil-Lafage, la largeur globale de la plaine variant entre 200 et 300 m.

3.3.2. Origines météorologiques des crues des bassins versants :

Les bassins de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne sont climatologiquement et pluviométriquement hétérogènes, du fait de l'organisation du bassin versant qui est très allongé.

Ces bassins sont « partie prenante » de l'hydrologie océanique des pays tempérés, soumis au climat « aquitain » dans sa nuance toulousaine. Les hautes eaux de saison froide (de décembre à avril), en réponse aux étiages estivaux (très bas), reflètent assez bien le régime thermique et pluviométrique de ces bassins versants.

Du fait de leurs positions géographiques dans l'est du bassin aquitain, ces bassins versants sont soumis à un type principal de perturbations pluvieuses, génératrices des crues :

Il s'agit des perturbations océaniques classiques qui ont donné lieu à des crues plus ou moins importantes sur ces affluents de l'Hers-Mort et à des inondations mémorables comme celles de 1853, du 23 juin 1875, 2 et 3 février 1952, 23 janvier 1955, 23 mars 1971, 19 mai 1977, 6 mai 1978, 15 janvier 1981, 14 décembre 1981, 11 juin 1992, 26 décembre 1993, 28 juillet 1996, 12 juin 2000...

3.4. Etude hydrologique des crues :

Par la connaissance de l'hydrologie des crues de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne 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.

3.4.1. Recueil et analyse des crues historiques.

Cette phase est capitale pour obtenir une bonne connaissance du fonctionnement hydrologique des différents cours d'eau et des problèmes d'inondation, complétant ainsi utilement l'approche hydrogéomorphologique.

Pour l'ensemble du secteur d'étude, nous avons pris en compte de l'information existante dans les services de l'État, les Syndicats de bassin, les archives départementales et dans les municipalités (cf. liste annexe). Outre des études, les élus des 16 communes ont été rencontrés à l'occasion des réunions en mairie. Ces réunions avaient pour but de recueillir l'ensemble des informations dont disposaient les communes sur les cours d'eau étudiés (repère de crues, dates des crues historiques, documents exploitables, zones inondées,...) et d'identifier les enjeux.

De plus, lors de visites détaillées du terrain, le contact avec les riverains disposant d'une bonne connaissance des phénomènes d'inondation locaux a été recherché. De nombreux riverains ont fourni des témoignages exploitables. Ces témoignages sont particulièrement importants sur les affluents qui sont moins bien « documentés » que la rivière principale.

- Bassin de la Saune :

Dans les Archives Départementales de la Haute-Garonne, il n'y a pas d'information disponible sur les crues de la Saune avant 1853. Il existe un Atlas cartographique parcellaire de la crue de 1853 pour tout le linéaire de la rivière (PHEC de la Saune). La crue de juin 1875 a été sûrement la crue la plus forte ; malheureusement, il n'y a pas d'information. Nous avons quelques témoignages sur la crue de février 1952.

Nous avons pu recenser les crues moins importantes comme celles des 23 janvier 1955, 23 mars 1971, 19 mai 1977, 6 mai 1978, 15 janvier 1981, 14 décembre 1981, 11 juin 1992, 26 décembre 1993, 28 juillet 1996, 12 juin 2000...

Ainsi, lors de la crue du 28 juillet 1996, le ruisseau du Grand Port de Mer a débordé dans le quartier Monplaisir qui est situé sur la commune de Quint-Fonsegrives.

L'analyse des informations disponibles a permis de connaître les deux grandes crues historiques (1853, février 1952). On constate que ces deux crues se ressemblent et elles couvrent l'ensemble de la plaine alluviale inondable.

Les inondations des 10 et 11 juin 1992 de la Saune

Les pluies abondantes et assez continues du 15 mai au 15 juin, de l'ordre de 300 mm, ont saturé les sols dans le bassin de la Saune ; et la forte pluie de 100 mm du 10 et 11 juin a engendré une crue modérée de la Saune (à 17,60 m³/s à la station de Quint-Fonsegrives) correspondant à une période de retour de 5 ans.

Lors de cette crue, sur la commune de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille située en rive droite, deux maisons du lotissement « Les Bruges », construites en 1990, ont été touchées (12 à 50 cm d'eau dans l'habitation). Dans le hameau de la « Gouffie » deux maisons isolées ont eu entre 10 à 30 cm (il existe des photos).

Toujours en rive gauche, signalons que des maisons sont installées près du lac de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille, en partie basse. Pour limiter le risque, il existe une digue de protection le long du lac. En 1992, en aval de celui-ci, une porte qui en principe se referme lors de la montée des eaux, s'est trouvée bloquée ; si bien que l'eau a été piégée à l'intérieur du lac et a menacé les habitations. Il a fallu ouvrir une brèche à l'amont de la porte et canaliser les eaux dans un fossé se jetant dans la Saune à l'aval de la porte.

- Bassin de la Marcaissonne :

Dans les Archives Départementales de la Haute-Garonne, il n'y a pas d'information disponible sur les crues de la Marcaissonne. Nous avons quelques témoignages sur la crue de février 1952.

Nous avons pu recenser les crues moins importantes comme celles du 23 mars 1971, 19 mai 1977, 14 décembre 1981, 11 juin 1992, 26 décembre 1993, 28 juillet 1996.

L'orage du 27 juillet 1996 avec des pluies abondantes (Lanta 112 mm, Segreville 98 mm et Auzielle 132 mm chez un particulier) a engendré une crue forte dans la vallée de la Marcaissonne. Suite à cette crue, la DDE 31 a nivelé plus de 50 laisses de crues sur les communes d'Auzielle et Saint-Orens. La limite de cette crue a été dressée dans l'étude hydraulique de la Marcaissonne (1998).

Lors des crues de 1992 et 1993, le ruisseau de Nicol a débordé au niveau de la confluence avec la RD2c (au droit de la limite communale de Saint-Orens et d'Auzielle).

- Bassin de la Seillonne :

Dans les Archives Départementales de la Haute-Garonne, il n'y a pas d'information disponible sur les crues de la Seillonne. Nous disposons de 3 témoignages sur la crue de février 1952 dans la commune de Pin-Balma.

Nous avons pu recenser les crues moins importantes comme celles de 1963 (submersion de la D70), 23 mars 1971, 1974, 14 décembre 1981 (une maison inondée), 11 juin 1992, 26 décembre 1993...

Lors de la crue de 1974, dans la commune de Saint-Pierre-de-Lages, le pont de la RD 94 a été inondé avec une hauteur de 30 cm sur le pont. Depuis lors, le pont a été refait.

Lors de la crue du 26 décembre 1993, la Seillonne a débordé en rive droite sur une vingtaine de mètres au lieu-dit Luxan dans la commune de Lanta ; en aval de la RD31, il y a eu inondation de la peupleraie sous 30 cm d'eau. En rive gauche, au lieu-dit En Garric, un pont a fait barrage avec des embâcles.

Les inondations des 10 et 11 juin 1992 de la Seillonne :

Dans la commune de Drémil-Lafage, plusieurs sous-sols et caves du lotissement du Coteau de France, en rive droite de la Seillonne, ont été inondés. Car dans ce secteur le remblai de la RN 126

barre la vallée et constitue une retenue en amont. Dans zone industrielle, une maison a été inondée par une poche d'eau créée derrière la digue.

Sur la commune de Pin-Balma, les 2 lotissements de « la Seillonne » et de « la Seillonnette » (construits entre 1972 et 1984) sont touchés. Dans le lotissement de « la Seillonne », on note 2 maisons affectées par la crue avec 10 et 35 cm d'eau ; et dans le lotissement « la Seillonnette », une maison et la station d'épuration sont inondées par refoulement du réseau pluvial (photos des inondations).

- Bassin de la Sausse :

Il n'existe aucun témoignage sur la Sausse dans les communes de Lanta et de Vallesvilles. Il faut reconnaître que nous n'étudions que la tête du bassin de la Sausse où la plaine alluviale est très encaissée et les débordements très limités.

3.4.2. Analyse hydrologique

Un état des lieux hydrologique a été réalisé avec la définition des débits caractéristiques des cours d'eau concernés, au droit de la zone d'étude. Puis les plus hautes eaux connues seront estimées à partir des repères de crues présents dans les bassins de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne.

Sur le secteur étudié, nous avons basé nos calculs à partir de différentes sources de données. Tout d'abord nous avons exploité les données de la seule station hydrométrique du secteur d'étude, celle de la Saune à Quint-Fonsegrives. Ensuite nous avons analysé les différentes études réalisées, dans les bassins de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne pour lesquelles une analyse hydrologique était demandée.

3.4.2.1. La synthèse des études antérieures

Dans le cadre de l'étude hydraulique et hydrogéomorphologique des lits mineur et majeur de la Saune, de novembre 2001, le bureau d'étude Sogelerg-Sogreah a estimé le débit de pointe à :

Saune à Quint-Fonsegrives

	Débit de pointe estimé
décennal	40 m ³ /s
centennal	60 m ³ /s

Dans le cadre de l'étude hydraulique complémentaire de la Marcaissonne, de novembre 1997, Sogelerg-Sogreah a estimé le débit de pointe à partir des modèles statistiques classiques (SOCOSE, DELTAQIX, CRUPEDIX et SOGREAH) :

Marcaissonne à Saint-Orens

	Débit de pointe estimé
décennal	21 m ³ /s
centennal	34 m ³ /s
crue du 28/07/1996	33 m ³ /s

Dans le cadre de l'étude hydraulique de la Seillonne (juillet 1997) sur la commune de Pin-Balma, le bureau d'étude BCEOM a estimé le débit de pointe de la Seillonne à partir du modèle pluie-débit SIREA :

Seillonne en amont de la RD 66

	Débit de pointe estimé
décennal	21,5 m ³ /s
centennal	38,5 m ³ /s
crue du 10 juin 1992	21 m ³ /s

3.4.2.2. Les données disponibles aux stations hydrométriques :

Il existe une seule station hydrométrique sur l'ensemble du secteur d'étude :

Commune	Cours d'eau	Surface du BV (km ²)	Code station	Gestionnaire	Dates des mesures	Nombre d'années
Quint-Fonsegrives	Saune	106	O2215010	DREAL M.P.	1971-2012	41

Les débits maximums connus :

Station de Quint-Fonsegrives : par ordre décroissant, on a enregistré 35,80 m³/s, le 6 mai 1978 ; 31,30 m³/s le 15 janvier 1981 ; 28,90 m³/s le 19 mai 1977 ; 25,70 m³/s, le 14 décembre 1981 ; 24,70 m³/s le 2 janvier 1980.

L'analyse des données nous a permis de considérer que les débits des grandes crues sont sous-estimés à la station de Quint-Fonsegrives. En effet, selon le service hydrométrique de la DREAL Midi-Pyrénées, les débits contenu dans le lit mineur ont certes pu être estimés, mais on n'a pas pu tenir compte ceux qui circulent dans la plaine inondable. En dépit du recalibrage du lit mineur en 1971, sa capacité hydraulique s'est vue diminuée par manque d'entretien et du fait de problèmes de berges, ce qui a généré une fréquence des débordements plus importante.

Estimation des débits de crue caractéristique à la station hydrométrique

Pour déterminer les débits caractéristiques de crue, nous emploierons les méthodes probabilistes couramment utilisées en hydrologie à partir des débits estimés la station hydrométrique de Quint-Fonsegrives.

Ajustement à une loi GUMBEL 'Crucal' de la banque Hydro (1971-2012)

	Gumbel			
	Qi ₁₀	Qi ₂₀	Qi ₅₀	Qi ₁₀₀
Quint-Fonsegrives (m ³ /s)	25	30	37	42

Dans un premier temps, une requête 'Crucal' a permis d'extraire de la banque Hydro les débits de crue de chaque station hydrométéorologique précédemment répertoriée. Ce sera cette méthode qui sera retenue pour l'échantillonnage.

Ensuite, plusieurs ajustements des fréquences des débits de pointe ont été effectués à l'aide des logiciels Hydrolab (CNRS) et Saparhy (IRD) sur les différentes séries dont les résultats sont les suivants.

En annexe sont répertoriés les graphiques des ajustements individuels retenus pour la station hydrométrique de Quint.

Le choix des valeurs de débits décennaux (m³/s) issus des méthodes d'ajustement est surligné

	Gumbel				Fuller			
	Qi ₁₀	Qi ₂₀	Qi ₅₀	Qi ₁₀₀	Qi ₁₀	Qi ₂₀	Qi ₅₀	Qi ₁₀₀
Quint-Fonsegrives	24	29	35	40	29	38	49	58

La synthèse de toutes les données a permis de déterminer les débits cités ; nous estimons que les valeurs sont correctes pour les débits décennaux et vicennaux, par contre les débits centennaux sont sous estimés car les données n'intègrent pas les débits des grosses crues passées dans le lit majeur au droit de la station de Quint-Fonsegrives.

3.4.2.3. Méthodes hydrométéorologiques

Ces méthodes intègrent l'information « pluie ». Elles reposent en général sur des concepts statistiques qui ont été privilégiés par rapport à une approche déterministe de la transformation de la pluie en débit.

L'objet de cette analyse est la détermination des débits de pointe pour les crues calculées décennale, trentennale, cinquantennale et centennale. Car sur la Marcaissonne et la Seillonne, il n'y a pas de donnée hydrométrique, aussi bien en condition normale qu'en condition exceptionnelle d'écoulement (étiage et crue).

Les caractéristiques des bassins versants de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne

Le découpage du bassin versant a été établi à partir des cartes IGN et d'investigations complémentaires pour deux secteurs :

Données hydrologiques des bassins versants

	Saune à la station de Quint	Saune à la RD 16	Marcaissonne à la limite communale de Toulouse	Seillonne en amont de la RD 66
Surface	S = 106 km ²	S = 117,10 km ²	S = 49,63km ²	S = 51,88 km ²
Longueur du chemin hydraulique le plus long	L = 27,08 km	L = 31,02 km	L = 24,33 km	L = 21,87 km
Pente pondérée	Ip = 0,004 m/m	Ip = 0,004 m/m	Ip = 0,004 m/m	Ip = 0,006 m/m
Altitude du point haut du bassin versant	Ph = 270,00 m	Ph = 270,00 m	Ph = 285,00 m	Ph = 295,00 m
Altitude du point bas du bassin versant (exutoire)	Pb = 146,00 m	Pb = 138,00 m	Pb = 143,00 m	Pb = 147,00 m
Altitude moyenne du bassin versant (hypsométrie)	Hm = 180,00 m	Hm = 175,00 m	Hm = 170,00 m	Hm = 175,00 m
Pluie moyenne annuelle	Pa = 660 mm	Pa = 660 mm	Pa = 660 mm	Pa = 660 mm
Pluie journalière décennale	Pj10 = 58 mm	Pj10 = 58 mm	Pj10 = 58 mm	Pj10 = 58 mm
Température moyenne annuelle	Ta = 13,5 ° C	Ta = 13,5 ° C	Ta = 13,5 ° C	Ta = 13,5 ° C
Paramètre de Montana	a = 20,09 b = 0.86	a = 20,09 b = 0.86	a = 20,09 b = 0.86	a = 20,09 b = 0.86

Les caractéristiques météorologiques

Les données météorologiques de la station Météo France de Toulouse-Blagnac sur la période 1947-2011 ont été exploitées.

Données météorologiques de la station de Toulouse-Blagnac (Météo France)

Paramètres						
Pluie moyenne annuelle	Pa = 660 mm					
Température moy. annuelle	Ta = 13,5 ° C					
	Période de retour T					
	5 ans	10	20	30	50	100 ans
Précipitations sur 24 h en mm	52	61	71	76	84	95

Le temps de concentration des bassins versants de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne

Le temps de concentration d'un bassin versant, T_c , est le temps maximal que met une goutte d'eau de pluie tombée sur ce bassin pour en atteindre l'exutoire. Il donne l'ordre de grandeur du temps au bout duquel le débit est maximum à l'exutoire.

Différentes formules ont été utilisées pour calculer le temps de concentration de ces petits bassins à dominante largement rurale. Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

	Temps de concentration en heures			
Formule	Giandotti	Kirpich	Passini	SOGREAH
Cours d'eau				
Saune à Quint	9,8	7	9,54	9,59
Saune à RD 16	10,1	7,8	10,4	8,6

Marcaissonne	8,2	6,5	5,4	5,95
Seillonne	6,7	5,1	5,88	5,26

La formule de Turraza, Giandotti et SOCOSE donnent des temps de concentration, Tc, sans doute trop longs tandis que la formule de SOGREAH donne un Tc peut-être un peu court.

On retiendra la moyenne des quatre formules de Giandotti, SOGREAH, Passini et Kirpich, donc les valeurs suivantes :

Cours d'eau	Temps de concentration en heures
Saune à la station de Quint	8,7
Saune à la RD 16	9,2
Marcaissonne	6,5
Seillonne	5,7

* Ces valeurs sont exprimées en centièmes d'heure, c'est-à-dire que 0,50 correspond à ½ heure, et non à 50 minutes...

Estimation des débits de pointe

Avant de présenter les calculs effectués ici, rappelons que l'hydrologie des cours d'eau n'est pas une « science exacte » et comporte de nombreuses incertitudes, en particulier quant à la réponse effective du bassin versant soumis à une pluie intense. Car la réponse peut varier fortement en fonction de l'occupation des sols, de la saison végétative, du « drainage » des terres, de l'état de saturation hydrique, etc...

A ce titre, les procédés classiques en la matière consistent à utiliser plusieurs méthodes de calcul du débit de pointe, de les comparer entre elles et avec les observations sur les crues historiques si l'on en possède. Il importe ainsi de se forger une opinion quant aux ordres de grandeur acceptables pour les situations étudiées. Puis, conscient des marges d'erreur en présence, on se doit de « retenir » les valeurs de travail les plus cohérentes avec les objectifs plus ou moins sécuritaires recherchés.

3.4.2.4. Débit décennal

Le débit décennal est estimé au niveau des deux secteurs à l'aide de la méthode de Crupedix (**Crue** de **période** de retour de **dix** ans). Cette méthode est particulièrement simple à utiliser. Testée sur 630 bassins, la méthode Crupedix fournit à partir de la seule connaissance des précipitations journalières

décennales P , d'un coefficient régional R et de la superficie du bassin versant S , une estimation du débit instantané de crue de fréquence décennale

La pluie journalière décennale à Toulouse-Blagnac a été estimée à $P = 58$ mm environ, à partir de la formule de Montana :

$$h = a * t^{1-b}$$

Avec : a, b : coefficients de Montana ;

T : durée de la pluie considérée (en min) ;

H : hauteur de pluie précipitée.

Le coefficient R est un coefficient régional, ici égal à 11.

La formule utilisée est la suivante : $Q_{10} = S^{0,8}(P/80)^2 * R$

L'intervalle de confiance [$Q_d/2 ; 2 * Q_d$] a une probabilité de plus de 90% d'encadrer la valeur vraie.

Estimation des débits décennaux calculés (Méthode de Crupedix)

	Saune à Quint	Saune à la RD 16	Marcaissonne	Seillonne
Q10 (m3/s) Méthode CRUPEDIX	21,92	23,74	11,95	11,16

L'analyse des débits estimés pour la crue décennale montre que la méthode Crupedix sous-estime les débits de pointe pour une crue décennale, car elle ne prend pas en compte la pente forte du bassin versant.

Nous avons obtenu le débit de pointe décennal à partir des autres méthodes : SOCOSE et « RATIONNELLE » :

Qi10 (m ³ /s)				
	Saune à Quint	Saune à la RD 16	Marcaissonne	Seillonne
SOCOSE	15,35	16,62	11,40	11,16
CRUPEDIX	21,92	23,74	11,95	12,38
RATIONNELLE	32,22	33,91	19,37	19,42

Valeurs retenues	32,22	33,91	19,37	19,42

Synthèse :

Les méthodes sommaires (CRUPEDIX et SOCOSE) sont des méthodes qui ont été obtenues par traitement statistique. Elles permettent de calculer Qi10 à partir de paramètres de terrain et de la pluie Pi10. La méthode déterministe (dite « rationnelle ») est fondée sur le phénomène de transformation de la pluie en débit.

A l'issue de cette analyse, les débits de pointe décennaux retenus sont - globalement - ceux qui sont issus de la moyenne des méthodes SCS et Rationnelle.

3.4.2.5. Débits vicennaux, cinquanteannaux et centennaux

L'estimation du débit de pointe centennal de la Saune, de la Marcaissonne et de la Seillonne a été réalisée selon quatre méthodes (Sommaire, Gradex Progressif et Rationnelle) et a conduit aux résultats suivants :

Saune à la station de Quint :

Débit (m³/s)	Qi20	Qi50	Qi100
Sommaire	37,1	54,3	72,5
GRADEX progressif	38,3	53,1	70,9
RATIONNELLE	43,3	58,8	76,9
Moyenne	39,56	55,37	73,42

Saune à la RD 16 :

Débit (m³/s)	Qi20	Qi50	Qi100
Sommaire	39	57	76,3
GRADEX progressif	40,2	55,4	73,3

RATIONNELLE	41,2	55,2	73,2
Moyenne	40,15	55,9	74,23

Marcaissonne :

Débit (m³/s)	Qi20	Qi50	Qi100
Sommaire	21,9	32	42,8
GRADEX progressif	22,6	31,4	42,2
RATIONNELLE	25,8	35,2	46,9
Moyenne	23,4	32,9	43,9

Seillonne :

Débit (m³/s)	Qi20	Qi50	Qi100
Sommaire	22,3	32,7	43,7
GRADEX progressif	23,1	32,4	44,2
RATIONNELLE	28,3	39,3	49
Moyenne	24,6	34,8	45,6

Synthèse :

A l'issue de cette analyse, on peut admettre que les débits de pointe vicennaux, cinquantiennaux et centennaux retenus sont - globalement - ceux qui sont issus de la moyenne.

Comparaison les débits estimés avec celui des études antérieures :

Saune à la station de Quint

Débit de point estimé	Sogelerg-Sogreah 2001	Géosphair 2013	
décennal	40 m3/s	32,22 m3/s	0,30 m3/s/km ²
centennal	60 m3/s	73,42 m3/s	0,7m3/s/km ²

La comparaison des débits estimés montre que le débit décennal de SOGREAH est bien supérieur à celui de Géosphair, par contre le débit est centennal est bien inférieur (18%).

Marcaissonne à Saint Orens

Débit de point estimé	Sogelerg-Sogreah 2001	Géosphair 2013	
décennal	21 m3/s	19 m3/s	0,38 m3/s/km ²
centennal	34 m3/s	43,9 m3/s	0,88 m3/s/km ²
Crue du 28/07/1996	33 m3/s		

La comparaison des débits estimés montre que le débit décennal de SOGREAH est légèrement supérieur à celui de Géosphair, par contre le débit est centennal est bien inférieur (23%).

Seillonne en amont de la RD 66

Débit de point estimé	Sogelerg-Sogreah 2001	Géosphair 2013	
décennal	21,5 m3/s	19,42 m3/s	0,37 m3/s/km ²
centennal	37,5 m3/s	45,6 m3/s	0,88 m3/s/km ²
Crue du 10 juin 1992	21 m3/s		

La comparaison des débits estimés montre que le débit décennal de BCEOM est légèrement supérieur à celui de Géosphair, par contre le débit est centennal est inférieur (18%).

On peut conclure que les débits centennaux estimés dans les études intérieures sont sous-estimés de 18 à 23%.

3.5. Méthode d'évaluation de la crue de référence.

3.5.1. Principes de détermination de l'aléa inondation au niveau national

La circulaire du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables précisait que l'événement de référence à retenir pour le zonage est, conventionnellement,

« la plus forte crue connue ou, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière ».

Le principe retenu par l'État dans la définition de la crue de référence est que les niveaux atteints par le passé peuvent l'être de nouveau par des crues exceptionnelles.

Ce choix répond à la volonté :

- de se référer à des événements qui se sont déjà produits, qui sont donc non contestables et susceptibles de se produire de nouveau, et dont les plus récents sont encore dans les mémoires ;
- de privilégier la mise en sécurité de la population en retenant des crues de fréquence rare ou exceptionnelle.

Dans l'étude des risques liés aux inondations, cette définition d'aléa est élargie afin d'intégrer l'intensité du phénomène (hauteurs et durées de submersion, vitesses d'écoulement) et sa fréquence d'apparition.

L'intensité du phénomène est estimée, la plupart du temps, à partir de l'analyse des données historiques et de terrain (témoignages, chroniques décrivant les dommages, indices laissés sur le terrain, observés directement ou sur les photos aériennes, ...).

La notion de fréquence de manifestation du phénomène s'exprime par sa période de retour ou récurrence, et présente souvent une incidence directe sur la « supportabilité » ou « l'admissibilité » du risque. En effet, un risque d'intensité modérée, mais qui s'exprime fréquemment, voire même de façon permanente, devient rapidement incompatible avec toute activité humaine.

Cette notion ne peut être cernée qu'à partir de l'analyse des données historiques. Elle n'aura, en tout état de cause, qu'une valeur statistique sur une période suffisamment longue. En aucun cas, elle n'aura valeur d'élément de détermination rigoureuse de la date d'apparition probable d'un événement qui est du domaine de la prédiction.

A titre d'exemple, la période de retour probable (décennale, centennale, ...) traduit le risque qu'un événement d'intensité donnée ait une « chance » sur dix, une « chance » sur cent, ... de se reproduire dans l'année.

3.5.2. Analyse de la crue de référence :

La crue de référence dans le bassin de la Saune

Pour connaître la crue de référence dans le bassin de la Saune, nous avons analysé et comparé la limite de la zone inondable de trois cartographies dans le secteur aval de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille :

La carte de la crue de 1853, la carte de l'Affinage CIZI et la carte des zones inondées de Sogreah 2001 (crue centennale en débit permanent). Nous constatons que l'emprise de la zone inondable de 1853 est par endroits plus importante à la marge. En ce qui concerne l'Affinage CIZI et la crue centennale, il y a très peu de différence à la marge.

Par contre en comparant les lignes d'eau de l'Affinage CIZI et de la crue centennale, nous constatons que souvent nous avons les mêmes isocotes. Dans le secteur de la ZAC de Ribaute, nous avons constaté que les deux isocotes sont les mêmes, par contre la cote de l'Affinage CIZI a été modifiée en janvier 2007 (avec une baisse d'environ 1 m). Nous n'avons pas trouvé d'explication sur cette baisse.

Dans le bassin de la Saune, la crue de référence est donc celle de 1853, pour laquelle nous disposons d'un Atlas cartographique parcellaire très précis sur tout le linéaire de la Saune ; de plus, elle est mieux renseignée que celle du 2 février 1952. D'occurrence exceptionnelle, la crue de 1853 a inondé l'ensemble du lit majeur de la Saune ; on peut donc la qualifier de crue « géomorphologique ». Elle est la crue de référence du PPRI et correspond donc bien à l'enveloppe de crue de la CIZI.

Le bassin de la Saune a été modifié depuis 1968 par les remembrements agricoles, le recalibrage du lit mineur en 1971, l'urbanisation et des endiguements. L'analyse des données hydrologiques à la station de Quint-Fonsegrives montre que la capacité hydraulique du lit mineur depuis 1971 a beaucoup diminué (faute d'entretien et d'érosion de berge), ce qui a généré une fréquence des débordements plus importante. En ce qui concerne la plaine alluviale exceptionnelle, elle a été peu modifiée, si la même crue que celle de 1853 se reproduit, elle couvrira l'ensemble de la plaine inondable.

Dans le cadre de ce PPRI, nous proposons d'établir la ligne d'eau de la crue 1853, en tenant en compte des apports des affluents, des conditions géomorphologiques et hydrauliques actuelles et des pertes de charge au droit des ouvrages. Cette ligne d'eau doit couvrir l'ensemble de la plaine inondable.

Lors de la crue 1992, le lotissement « Les Bruges » a été touché (12 à 50 cm dans l'habitation), dans la commune de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille en rive droite de la Saune. Depuis 2008, ce lotissement est protégé par des digues. Dans le cadre de ce PPRI, nous n'avons pas tenu compte des digues.

Le ruisseau du Grand Port de Mer traverse le village de Quint-Fonsegrives. Lors de la crue du 28 juillet 1996, le quartier Montplaisir a été inondé, tel que ce fut cartographié sur la CIZI mais non pas sur la carte de l'Affinage CIZI. Suite à cette crue, la commune a réalisé une étude (étude hydraulique SOGREAH – 1996) sur le risque d'inondation et les mesures compensatoires à l'imperméabilisation par urbanisation. Dans le bassin versant du r. du Grand Port de Mer, 2 bassins de rétention ont été créés (sur 4 bassins préconisés dans l'étude). Dans le cadre du PPRI nous n'avons pas tenu compte de ces aménagements. Il faut noter que le bassin n° 2 possède des dispositifs vis-à-vis des embâcles, mais non vis-à-vis des surverses : ce qui veut dire qu'une fois que le bassin rempli à plein bord, la

digue de terre risque dégradée par une surverse, décapée puis partiellement emportée, donc engendrer une vague déferlante sur le centre de Fonsegrives.

La crue de référence dans le bassin de la Marcaissonne

Dans le bassin de la Marcaissonne la crue la plus forte observée est celle de février 1952, nous n'en avons trouvé que quelques témoignages. Les crues les plus récentes sont celles de juillet 1996 et de juin 2000.

Analyse de la crue de 27 juillet 1996 :

A la suite de la crue du 27 juillet 1996 sur la Marcaissonne, le cabinet SOGREAH a analysé la pluviométrie et évalué la période de retour de cette crue.

Cet épisode orageux-pluvieux qui a affecté le Sud-Est de Toulouse le 27 juillet 1996 était centré aux alentours de la station pluviographique de Lanta.

Le cumul journalier observé à la station de Lanta atteint une période de retour supérieure à 100 ans si on le compare aux courbes intensité-durée-fréquence de la station de Toulouse-Blagnac.

En effet, la pluviométrie du 27 juillet 1996 sur le bassin versant de la Marcaissonne a été estimée à 79 mm en six heures à partir de la méthode de Thiessen (soit une période de retour supérieure à 100 ans). Le débit de la crue de juillet 1996 a été estimé par le cabinet SOGREAH à 33 m³/s tandis que celui de la crue centennale à 34 m³/s... Lors de la crue de 1996, la zone inondable a été cartographiée et une cinquantaine de repères ont été nivelés.

En 1968, la Marcaissonne a été curée et recalibrée totalement, les digues ont été arasées et les berges ont été approfondies. Depuis les années 1980, le péri-urbain de Saint-Orens s'est développé sur les versants. Dans la plaine alluviale d'inondation exceptionnelle, ont vu le jour un centre commercial et une partie de la ZAC. Lors de la crue de 1996, le centre commercial et la ZAC ont été inondés. Depuis la crue de 1996, la commune de Saint-Orens a réalisé plusieurs aménagements pour diminuer le risque de débordement de la Marcaissonne dans ces secteurs.

Les aménagements réalisés à partir de 1997, sont :

- l'aire de loisirs implantée face au centre commercial de Saint-Orens,
- l'extension du Centre commercial,
- la déviation de la RD 2 en rive droite de la Marcaissonne,
- le décaissement des terrains situés entre ce même centre commercial et le pont et la RD 54.

Nous avons comparé les lignes d'eau de l'affinage CIZI avec les cotes de la crue centennale (étude Sogreah de juin 1999) sur les communes de Saint-Orens et Auzielle (à partir de la RD94 jusqu'à la limite de la communale entre Saint-Orens et Toulouse) ; nous constatons que souvent nous avons les mêmes isocotes.

Le centre commercial a été considéré comme étant hors d'eau dans l'étude de Sogreah de juin 1999 (crue centennale) sur la version l'Affinage CIZI modifiée de 2007 (zone inondable de l'Affinage CIZI 2006).

On peut conclure que, malgré ces aménagements, le centre commercial n'est pas protégé pour un événement exceptionnel. De plus, nous avons trouvé des photos de la crue du 11 juin 2000, dans les archives de la commune de Saint-Orens, montrant bien que le centre commercial de Saint-Orens a été inondé. Les digues protègent le centre commercial d'une crue directe de la Marcaissonne, mais les réseaux pluviaux, passant sous les digues, sont plus bas que la rive droite décaissée et également que les courants qui arrivent par la rue de la Rivière.

Dans ces conditions nous ne pouvons pas valider les cartes de Sogreah de juin 1999 (crue centennale) et la version de l'Affinage CIZI modifiée de 2007.

La crue de référence dans le bassin de la Seillonne

Dans le bassin de la Seillonne, la crue la plus forte observée est celle de février 1952. Nous en avons 3 témoignages dans la commune de Pin-Balma. Pour le moment, nous n'avons pas trouvé d'autres témoignages dans le secteur amont du bassin. La crue la plus récente est celle de juin 1992.

Nous avons comparé la limite de la zone inondable de deux cartographies (voir la carte n° 3) l'Affinage CIZI et la carte des zones inondées de BCEOM 2000 (crue centennale). En aval du bourg, la cartographie est semblable ; par contre, en amont, l'emprise de la zone inondable est importante sur l'Affinage CIZI, impliquant une différence de cote de 0,30 à 1 m.

En 2007, le SIAH de la vallée de la Seillonne a fait procéder par SIEE une étude pour « la Protection de l'agglomération contre les crues de la Seillonne ». A la suite de cette étude, plusieurs aménagements ont été réalisés pour diminuer le risque de débordement de la Seillonne au niveau du bourg (lotissements de la Seillonne et de la Seillonnette).

Les aménagements réalisés à partir de 2010, sont :

- une partie des digues situées en aval du pont de la RD70 a été supprimée,
- le pont de la RD70 a été reconstruit en augmentant l'ouverture hydraulique de l'ouvrage,
- le lit de la Seillonne a été reprofilé en rive gauche, en amont du pont de la RD70,
- la berge reprofilée a été renforcée en rive gauche par la mise en place de protections mixtes (enrochements et protection végétale),
- la digue a été arasée partiellement, en rive droite en amont du pont de la RD70.

Nous avons comparé les deux études (BCEOM 2000 et SIEE 2007). Elles fournissent la même hypothèse de débits (Q10 à 21,5 m³/s et Q100 à 38,5 m³/s). Mais pour l'état initial avant aménagement, la cartographie et la cote de la crue sont totalement différentes. Nous pensons que l'étude de SIEE est trop optimiste par rapport à celle de BCEOM. L'étude de SIEE met hors d'eau une partie de la plaine inondable.

La crue de référence dans le bassin de la Sausse

Il n'existe aucun témoignage sur la Sausse dans les communes de Lanta et de Vallesvilles. Cela n'est pas surprenant puisque la tête du bassin de la Sausse comporte un lit mineur encaissé et que les débordements sont très limités.

Seule l'analyse hydrogéomorphologique permet de déceler et de cartographier ces zones inondables, notamment les fonds plats de la Sausse. Les zones inondables de la Sausse seront classées comme zones d'aléa indéterminé (sans isocote).

Les affluents de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne :

Les affluents la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne sont issus de bassins versants de petite taille, souvent pentus ; donc, ils réagissent vite aux abats d'eau. Les crues font suite sans délai à des pluies brèves, localisées, mais intenses. Avec des courants rapides, le risque d'embâcle est alors non négligeable, notamment au passage des ponts et ponceaux. Lorsque l'affluent pénètre dans la vallée principale pour confluer, les pentes diminuent et on observe des phénomènes d'étalement des eaux.

Le régime de ces affluents est peu connu. Il ne faut pas pour autant négliger les risques de crue sur ces cours d'eau secondaires voire modestes, à commencer par le fait que leurs réactions sont méconnues et constituent un facteur aggravant (événements aléatoires et imprévisibles). Leur bassin versant est exigu et les crues sont très rapides et imprévisibles. Mais dans l'agencement pluvieux intensité-durée-extension, tel que nous l'avons expliqué, il est tout à fait logique que des abats d'eau assez violents et brefs n'affectent que des bassins versants de faible étendue, haussant le niveau des débits de tel ou tel émissaire secondaire, mais incapable de générer de grandes crues sur les cours d'eau principaux en aval. Des talwegs topographiques, dont on soupçonnait à peine l'existence, se mettent à fonctionner à la manière de torrents boueux transportant parfois toutes sortes d'objets. De telles phases de crise s'accompagnent d'érosions dommageables de terres agricoles ou inversement, ailleurs, d'atterrissements stériles. D'où le qualificatif de « crues imprévisibles et très rapides » (flash flood) des petits affluents et le qualificatif de « risque torrentiel » appliqué à ce type d'événement.

3.5.3. Détermination de la crue de référence dans les bassins de la Saune, de la Marcaissonne, de la Seillonne, de la Sausse et leurs affluents :

Dans les paragraphes précédents, nous avons analysé et comparé les différentes crues dans les différents bassins pour la détermination de la crue de référence. Nous avons répertorié deux grandes crues généralisées dans ces quatre bassins : celles de 1853 et de 1952. L'analyse la crue de la Saune de 1853 montre qu'il s'agit d'une grande crue historique que l'on peut qualifier comme une crue « géomorphologique ». En effet, elle couvre l'ensemble de la plaine alluviale inondable. Nous avons retenu la crue de 1853 comme crue de référence pour la Saune et également pour les bassins de la Marcaissonne, la Seillonne, de la Sausse et leurs affluents. Car, nous considérons que cette crue étant généralisée a pu toucher avec la même ampleur ses bassins voisins qui ont les mêmes caractéristiques.

Dans le cadre de ce PPRI, il sera établi les isocotes de la crue de référence 1853, principalement à partir la méthode hydrogéomorphologique pour les rivières de la Saune de la Marcaissonne et la Seillonne. Cette méthode permet de cartographier la crue « géomorphologique ». Dans l'établissement de la ligne d'eau, nous allons tenir compte des apports des affluents, des conditions géomorphologiques et hydrauliques actuelles et des pertes de charges au droit des ouvrages. Cette ligne d'eau doit couvrir l'ensemble de la plaine inondable.

Également, la zone inondable des petits affluents sera déterminée à partir de la méthode hydrogéomorphologique. Seule celle-ci permet de déceler et de cartographier les zones inondables, notamment les fonds plats des petites vallées. Il est difficile de déterminer les isocotes pour ces cours d'eau, car ils ont un régime torrentiel. En conséquence, ils sont classés comme zones d'aléa indéterminé (sans isocote), faute de connaissances et faute de prévisions possibles. L'alerte y est impossible et la sécurité des personnes et des biens ne peut pas y être garantie.

Dans le cadre de ce PPRI, nous avons réalisé une modélisation hydraulique (le modèle USACE HEC-RAS version 4.0) dans les secteurs de vallées pour tenir compte des aménagements récents qui ont fortement modifié les écoulements de la crue (zone industrielle de Saint-Orens sur la Marcaissonne et au niveau du bourg de Pin-Balma sur la Seillonne). Ainsi, on peut établir la ligne d'eau de la crue centennale.

Par contre les digues ne sont pas prises en compte dans l'établissement de la carte d'aléa.

Nous avons vérifié le raccordement entre l'enveloppe réalisée par la modélisation et celle réalisée par analyse hydrogéomorphologique. De façon générale, il n'y a pas des différences de niveau.

3.5.4. Précisions sur la méthode hydrogéomorphologique

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

Ainsi, il est possible de délimiter le modelé fluvial, organisé par la dernière grande crue et organisateur de la prochaine inondation à partir d'analyses stéréoscopiques des missions IGN et de l'étude du terrain.

Elle permet une bonne distinction entre :

- Les zones inondées quasiment chaque année,
- Les zones inondables fréquemment (entre 5 et 15 ans),
- Les zones d'inondation exceptionnelle qui nous intéressent particulièrement pour le PPRI car étant la référence des PHEC.

L'analyse fine des photographies aériennes au 1/10 000^e permet en outre 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, l'intégration la vitesse des courants dans la réalisation d'une carte d'aléa est possible, qu'il s'agisse de la crue PHEC ou non. 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.

L'équipement hydraulique de la plaine inondable concernée et tous les obstacles à l'écoulement recensés (digues, remblais, levées, talus, haies, clôtures constructions) sont ainsi étudiés et pris en compte en fonction de leur influence.

La cartographie hydrogéomorphologique intègre donc les enseignements qu'apportent les diverses zones d'inondations (crues très fréquentes, fréquentes et exceptionnelles), les écoulements de crues (lignes de courant, chenaux de crues...), les facteurs perturbateurs (remblais, digues, casiers...), les points noirs connus (PHEC...) et les dynamiques érosives de la plaine alluviale (ruptures de bourrelets, berges vives, mouvements de terrains).

La CIZI ou l'affinage CIZI - quand ils sont disponibles - ont été élaborés selon ces principes. C'est pourquoi, ils constituent une base de travail importante pour la réalisation du PPRI.

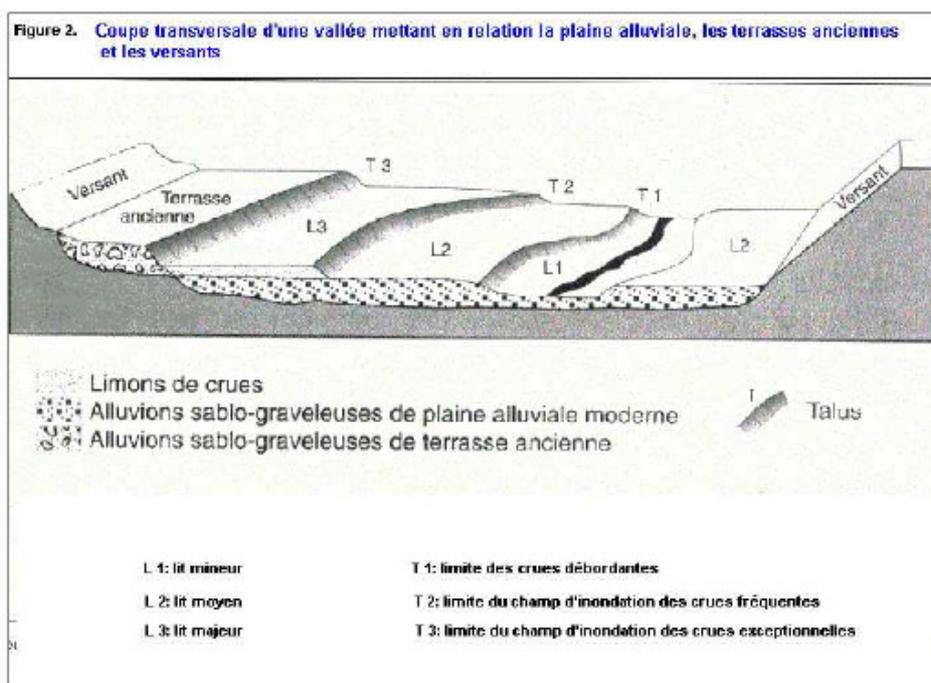


Figure n° 2 : Le schéma présente une coupe type que l'on peut retrouver sur le terrain, dans le cas notamment la Saune (d'après le guide méthodologique P.P.R.)

Cette méthode hydrogéomorphologique de terrain est complétée et recoupée avec d'autres données afin d'apporter un maximum de fiabilité.

3.5.5. Carte informative des phénomènes naturels

Il s'agit d'une première étape qui permet d'avoir une vision d'ensemble des zones inondables au

1 : 10 000 en faisant figurer les données hydrologiques et géographiques recueillies (lit, repères de crues...). Ce n'est pas encore la carte d'aléas qui, elle, s'attache à cartographier l'intensité de la crue (hauteurs et vitesses) qui servira ultérieurement pour le zonage réglementaire du PPRI.

3.5.6. Modélisation hydraulique

Nous avons réalisé une modélisation hydraulique (le modèle USACE HEC-RAS version 4.0) dans deux secteurs pour tenir compte des aménagements récents qui ont fortement modifié les écoulements de la crue :

Secteur modélisé dans la commune de Pin-Balma :

Au niveau du bourg de Pin-Balma (à partir du pont de la rue du stade jusqu'au pont de la RD 66, environ sur 1,6 km de vallée) la ligne d'eau de la crue de référence a été établie à partir des cotes de profils pour la crue centennale (45,6 m³/s), en tenant compte de la morphologie de la vallée et de la dynamique de la crue d'une part, et d'autre part des ouvrages de mise en charge ou de décharge, des infrastructures et des remblais. Le modèle a été calé à partir la crue de juin 1992 (21 m³/s).

Secteur modélisé dans la commune de Saint-Orens :

Nous avons modélisé la vallée de la Marcaissonne dans la commune de Saint-Orens (à partir de la zone industrielle des Champs Pinsons jusqu'à la RD4, environ sur 1,6 km de vallée). Ainsi, nous avons établi la ligne d'eau de la crue centennale (Q100 à 44 m³/s). Le modèle a été calé à partir la crue de juin 2000 (11 m³/s) et la crue de 1996 (33 m³/s).

La limite aval de la zone d'étude se trouvant à 1,4 km de la confluence avec l'Hers-Mort, elle est trop éloignée pour tenir compte de la concomitance avec l'Hers-Mort.

Modèle hydraulique utilisé :

Il s'agit de simuler les écoulements sur une maquette numérique du chenal et de la plaine reconstituée grâce aux levés topographiques. Cette dernière nous montrera le fonctionnement hydraulique de la zone avec répartition des profondeurs, des vitesses et autres caractéristiques de l'écoulement en crue. Le calage s'effectuera en ajustant les caractéristiques du modèle pour faire correspondre les résultats de simulation des débits de crues connues avec les repères de crues relevés auparavant (juillet 1996 et juin 2000). Les simulations concerneront les débits d'occurrence de la crue centennale et de celle prise comme crue de référence et donc retenue pour l'aléa.

La modélisation sera réalisée en régime permanent (simulation des hauteurs, des vitesses et des emprises lors des pics des crues) afin de quantifier les caractéristiques de submersion au maximum de l'intensité de l'inondation de référence.

Les modélisations seront réalisées avec le modèle USACE HEC-RAS version 4.0, 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, ...).

LE MODELE HEC-RAS

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'eau (risques de débordement, inondations) que l'étude de l'impact lié aux modifications des conditions des abords (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.

Nous considérons un régime stationnaire (débit constant dans le bief) car nous souhaitons simplement déterminer les hauteurs maximales de débordement (et non l'évolution de la hauteur d'eau au cours du temps). Ainsi, nous utilisons le débit de pointe à l'exutoire du bassin dans le modèle HEC-RAS. En période de crue l'écoulement est en régime fluvial et est donc piloté à l'aval. Le logiciel HEC-RAS procède par calcul itératif en partant de l'aval pour déterminer les zones de débordement en utilisant la conservation de la charge hydraulique (équation de Bernoulli).

$$h_1 + v_1^2/2g + z_1 = h_2 + v_2^2/2g + z_2 + Pdc$$

h : Hauteur d'eau pour la section.

V : Vitesse moyenne sur la section.

Z : Côte du fond du lit.

Pdc : Pertes de charge.

g : accélération de la pesanteur.

La précision du modèle est fonction de la précision de l'évaluation des pertes de charge et donc de l'estimation des coefficients de rugosité. Elle dépend aussi de la précision sur l'estimation du débit

(Q = v.S).

3.5.7. Aménagement de protection vis-à-vis des inondations

3.5.7.1. Ouvrages de protection (barrages écrêteurs, bassins de stockage, ...)

La circulaire interministérielle du 30 avril 2002 rappelle que « *les ouvrages de protection réduisent le risque mais ne l'annulent pas, et que toutes les hypothèses de ruptures, de submersion, de mauvais dimensionnement des ouvrages, de contournement, d'erreurs humaines lors de la mise en place de batardeaux ou d'actionnement de vannes, ne peuvent être exclues. Seuls sont pris en compte les aménagements pérennes dimensionnés pour des crues importantes et bénéficiant d'un entretien* ».

La politique de l'État est de considérer en général les ouvrages de protection comme transparents vis-à-vis d'un événement exceptionnel ; en effet ils sont souvent dimensionnés pour des événements nettement inférieurs à la crue de référence du PPR et donc inefficaces vis-à-vis de cette dernière. Par ailleurs, certains ouvrages agricoles n'ont pas de fonction de protection contre les crues exceptionnelles et peuvent présenter un risque de submersion ou de rupture (même s'ils peuvent réguler les petites crues en fonction de leur capacité de stockage disponible lors d'événement non exceptionnel).

3.5.7.2. Dignes de protection

La circulaire interministérielle du 30 avril 2002 rappelle que « *ne peuvent être considérées comme digues de protection que les ouvrages ayant été conçus avec cet objectif et dans les règles de l'art, dûment dimensionnés pour un événement de référence, et faisant l'objet d'un entretien pérenne et d'un contrôle périodique. Ainsi, tout autre ouvrage ou remblai conçu et réalisé pour d'autres objectifs (infrastructures de transport, chemins piétonniers, levée de terre,...) ne peut être assimilé à une digue de protection.* ».

La politique de l'Etat est de considérer ces ouvrages comme « transparents » et éventuellement d'appliquer une bande de précaution s'il y a un danger important pour la population en cas de rupture ou de submersion. En effet, la rupture ou la submersion d'une digue mal entretenue ou mal conçue peut provoquer une inondation rapide et soudaine des zones sensées être protégées. Outre les dégâts matériels, les vitesses d'écoulement et de montée des eaux consécutives à une rupture ou submersion de digue peuvent surprendre les personnes présentes dans la zone que la digue protège.

Par ailleurs, la zone endiguée peut également être exposée aux inondations par contournement, remontée de nappes phréatiques, ruissellements urbains, etc....

Les zones endiguées sont donc des zones où demeure le risque inondation, avec des conséquences catastrophiques, quel que soit le degré de protection théorique de ces digues.

Dans le secteur d'études nous avons répertorié de nombreuses digues de protection :

- Le long de la Saune, il y a eu beaucoup de modifications dans la plaine inondable depuis 1970, notamment par la mise en place de digues ou levées de terre le long du lit mineur. Ces ouvrages de protection ne garantissent pas la mise hors d'eau des territoires situés en arrière, qui restent inondables pour une crue forte à exceptionnelle, même si pour autant, la fréquence des submersions a pu ainsi y être réduite. Pour mémoire, les témoignages de riverains lors des crues du 12 juin 1992, montrent qu'en plusieurs endroits les digues ont été submergées ou qu'elles ont cédé, et qu'au niveau de la confluence entre la Saune et ses

affluents les eaux sont remontées dans le lit des affluents pour envahir la plaine de la Saune.

- Depuis 2007, lotissements de la Seillonne et de la Seillonnette dans la commune de Pin Balma a été protégé par des digues, pour diminuer le risque de débordement de la Seillonne au niveau du bourg.

- Depuis 2008, le lotissement « Les Bruges » dans la commune de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille est protégé par des digues.

- Le Centre Commercial E. Leclerc dans la commune de Saint-Orens-de-Gameville est protégé par des digues.

- Le ruisseau du Grand Port de Mer est endigué dans le quartier Monplaisir (Quint-Fonsegrives) ; lors de la crue de 1996, la digue avait cédé au niveau de la rue de la Violette.

Bref, en termes d'évaluation des aléas, ces ouvrages linéaires peuvent générer des perturbations négatives dans le déroulement des crues inondantes (localisation des débordements, stockage d'eau en arrière des digues, retour des eaux de débordement dans le chenal...) qui sont appréciées en fonction des contextes locaux et de leur impact supposé.

Dans le cadre de ce PPRI, et comme développé plus haut, nous n'avons donc pas tenu compte des digues.

Remarque :

Les digues pérennes dimensionnées pour l'événement de référence restent des cas exceptionnels en Midi-Pyrénées.

En conclusion, les limites des zones inondables de la présente étude ont été tracées en ne prenant en compte ni la protection derrière les digues, ni l'effet des ouvrages de régulation des eaux tels que les barrages ou les lacs. En d'autres termes, il n'a pas été identifié d'aménagement d'ampleur suffisante pour impacter de façon pérenne et significative la genèse et l'enveloppe de la crue exceptionnelle de référence du PPRI.

4. CARACTERISATION DES ALEAS

Le mot « aléa » vient du latin *aléa* qui signifie « coup de dés ». De façon générale, ce terme peut être défini comme la probabilité de manifestation d'un phénomène naturel donné sur un territoire donné, dans une période de référence donnée...

La caractérisation des aléas représente la deuxième étape de l'étude des risques liés aux inondations.

4.1. L'aléa « inondation »

4.1.1. Définition

Dans l'étude des risques liés aux inondations, cette définition est élargie afin d'intégrer l'intensité du phénomène (hauteurs et durées de submersion, vitesses d'écoulement) et sa fréquence d'apparition.

4.1.1.1. L'intensité du phénomène

Elle est estimée, la plupart du temps, à partir de l'analyse des données historiques et de terrain (témoignages, chroniques décrivant les dommages, indices laissés sur le terrain, observés directement ou sur les photos aériennes, ...).

4.1.1.2. La fréquence du phénomène

La notion de fréquence de manifestation du phénomène, s'exprime par sa période de retour ou récurrence et a, la plupart du temps, une incidence directe sur la « supportabilité » ou « l'admissibilité » du risque. En effet, un risque d'intensité modérée, mais qui s'exprime fréquemment, voire même de façon permanente, devient rapidement incompatible avec toute activité humaine.

Cette notion ne peut être cernée qu'à partir de l'analyse des données historiques. Elle n'aura, en tout état de cause, qu'une valeur statistique sur une période suffisamment longue. En aucun cas, elle n'aura valeur d'élément de détermination rigoureuse de la date d'apparition probable d'un événement qui est du domaine de prédiction.

A titre d'exemple, la période de retour probable (décennale, centennale, ...) traduit le risque qu'un événement d'intensité donnée ait une « chance » sur dix, une « chance » sur cent, ... de se reproduire dans l'année.

Enfin, la probabilité de réapparition ou de déclenchement d'un phénomène, pour le risque inondation, présente une corrélation étroite avec certaines données météorologiques, des effets de seuils étant, à cet égard, assez facilement décelables :

➤ hauteur de précipitations cumulées dans le bassin versant au cours des 10 derniers jours, puis des dernières 24 heures, grêle, ... pour les crues torrentielles,

- hauteurs des précipitations pluvieuses au cours des derniers mois.

Ainsi, l'aléa inondation est, la plupart du temps, étroitement couplé à l'aléa météorologique et ceci peut, dans une certaine mesure, permettre une analyse prévisionnelle.

4.1.2. Niveau d'aléas

La définition des différents niveaux d'aléa est clairement explicitée dans le guide méthodologique relatif à la réalisation des Plans de Prévention des Risques naturels – Risque d'inondation (La Documentation Française, 1999) :

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

Dans le secteur d'étude, comme dans la majorité des cas, il est scientifiquement très difficile sinon impossible de connaître précisément les vitesses d'écoulement des cours d'eau en crue, notamment pour des événements très exceptionnels. En effet, la mesure des vitesses en période de crue est d'autant plus ardue que la vitesse est forte et hétérogène, et n'a de toute façon de valeur qu'au point et au moment où elle est effectuée. Dans ces conditions, on ne dispose pas de mesures fiables des vitesses, mais de valeurs approchées, par exemple à partir d'objets emportés par le courant ou de dépôts.

Dans une plaine alluviale fonctionnelle (c'est-à-dire inondable) les crues successives laissent les traces (d'érosion, de dépôt) dans la géomorphologie du lit ordinaire de la rivière et dans celle de la plaine alluviale inondée ; ces traces diffèrent selon la puissance-fréquence des crues. L'analyse fine des photographies aériennes à l'échelle du 1/10.000 permet :

- de recenser les phénomènes d'érosion ou de sédimentation dans le lit d'inondation, ce qui permet de mieux connaître les processus de sédimentation des alluvions au cours de la dynamique de la crue inondante et devrait permettre une approche qualitative du champ des vitesses.
- de cartographier les chenaux d'écoulement préférentiels,

le tout s'appuyant sur des enquêtes de terrain méthodiques.

Pour ce secteur d'étude, l'enquête de terrain a permis de cartographier l'aléa d'inondation exceptionnelle de type 1853. Cet enseignement acquis a été fort utile lors de l'établissement de la carte des champs de vitesses.

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

En pratique, les niveaux d'aléas pour le secteur d'étude sont définis par le croisement hauteurs-vitesses :

	Vitesse < 0,5 m/s	0,5 m/s < Vitesse
Hauteur < 0.5m	Aléa faible	Aléa fort
0,5 m < Hauteur < 1 m	Aléa moyen	Aléa fort
Hauteur > 1 m	Aléa fort	Aléa fort

Figure n° 4 : qualification de l'aléa en fonction de la hauteur et de la vitesse

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

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

Cette qualification de l'aléa est fonction de la capacité de déplacement en zone inondée comme il est décrit dans le schéma suivant :

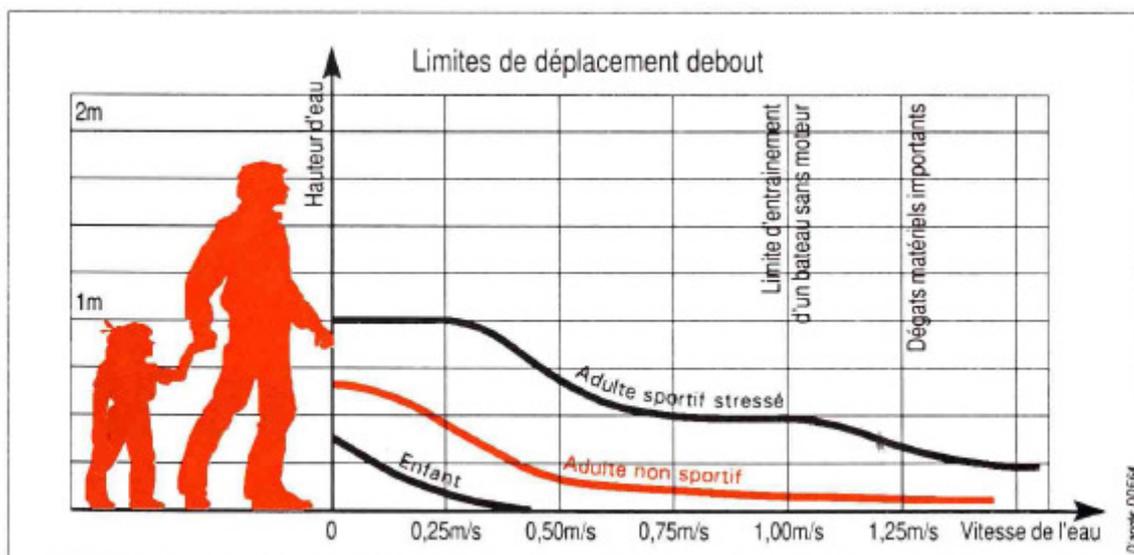


Figure 5 : capacité de déplacement en zone inondée (d'après le guide méthodologique P.P.R. – Risque inondation)

4.1.3. Cartographie des aléas

Les cartes d'aléas des communes des bassins de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne ont été dressées sur un fond de plan parcellaire à l'échelle du 1 / 5 000ème.

Ces cartes, fournies dans les notes communales (volet 2 du dossier), constituent le document définitif de l'évaluation scientifique des risques d'inondation.

Les cartes indiquent :

- la délimitation des zones soumises à l'aléa,
- les niveaux d'aléas (faible à fort) et leur signification.

Les aléas sont représentés par un code couleur (gradation croissante des couleurs suivant le niveau d'aléa).

4.1.3.1. Détermination des limites des zones inondables

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

- Peu de laisses de crues ont été observées et le report des limites visibles sur le terrain sur une carte parcellaire entraîne une erreur systématique due à l'échelle de travail. L'esprit d'un P.P.R. n'est pas de raisonner à l'échelle de la parcelle, le report a été réalisé sur un plan au 1 / 5 000^{ème}.
- En secteur très plat (comme c'est le cas dans ce secteur d'étude) et malgré de nombreuses visites de terrain, la précision en planimétrie est de plusieurs mètres. Au 1 / 5 000^{ème}, 1 mm représente 5 mètres. Nous pouvons retenir comme valeur de précision une valeur de 5 à 10 mètres près.

4.1.3.2. Détermination des hauteurs d'eau

La détermination des hauteurs d'eau pour des événements exceptionnels de type 1853, pour la Saune, a été réalisée à partir de l'Atlas cartographique parcellaire de la crue de 1853 en tenant en compte des apports des affluents, des conditions géomorphologiques et hydrauliques actuelles et des pertes de charges au droit des ouvrages.

En ce qui concerne la Marcaissonne et la Seillonne, nous n'avons pas trouvé de repères de la crue de 1853. Dans certains secteurs, nous avons trouvé des repères et des témoignages de la crue de 1952.

Pour déterminer les hauteurs d'eau de la crue de référence, la crue géomorphologique a été retenue pour l'ensemble du secteur d'étude sauf pour les deux secteurs modélisés (Pin-Balma et Saint-Orens-de-Gameville).

La crue géomorphologique correspond à une crue inondant la totalité des unités hydrogéomorphologiques du cours d'eau, à savoir le lit mineur, le lit moyen (crues courantes) et lit majeur (crue exceptionnelle). Cette méthode permet de faire un zonage de cet aléa inondation.

La reconstitution des lignes d'eau de la crue exceptionnelle de type 1853, a été possible à partir d'un travail hydrologique et hydrogéomorphologique. L'analyse hydrogéomorphologique nous a permis tout d'abord de connaître l'expansion de la crue exceptionnelle qui a couvert l'ensemble de la plaine inondable. C'est dire que la plaine inondable se situe entre deux talus de la basse terrasse (voir les profils en travers dans ces trois vallées).

A partir des points du profil en travers (limite extrême de la plaine alluviale), nous pouvons extrapoler une ligne d'eau de la crue exceptionnelle. La précision des résultats obtenus dans ces trois

vallées à partir de cette méthode est de plus ou moins 20 cm. Seul le recouplement avec d'autres données d'études ou historiques (repères 1952) permet de réduire localement cette incertitude.

Nous exploitons les laisses de la crue de référence retenue, sans négliger celles des autres crues anciennes, laisses qui ont été recensées, repérées et nivelées dans la première phase. Nous reportons toutes ces laisses sur un profil en long du lit mineur pour la reconstitution des lignes d'eau de la crue de référence ;

Puis à partir :

- de ces deux profils en long,
- de la topographie réalisée en 2013 et les données LIDAR de 2013,
- des observations de terrain,
- de l'analyse fine des photographies aériennes du 1/5.000^e au 1/25.000^e ,

Nous déterminons les lignes d'eau extrapolées (hypsométrie du plan d'eau de l'inondation à son maximum).

La reconstitution des lignes d'eau de la crue exceptionnelle de type juin 1853, a été possible à partir d'un travail hydrologique et hydrogéomorphologique. L'analyse hydrogéomorphologique nous a permis tout d'abord de connaître l'expansion de la crue exceptionnelle qui a couvert l'ensemble de la plaine inondable. C'est dire que la plaine inondable se situe entre deux talus de la basse terrasse, voir les profils en travers dans les vallées de la Marcaisonne, de la Saune et de la Seillonne (les figures n° 6, 7 et 8).

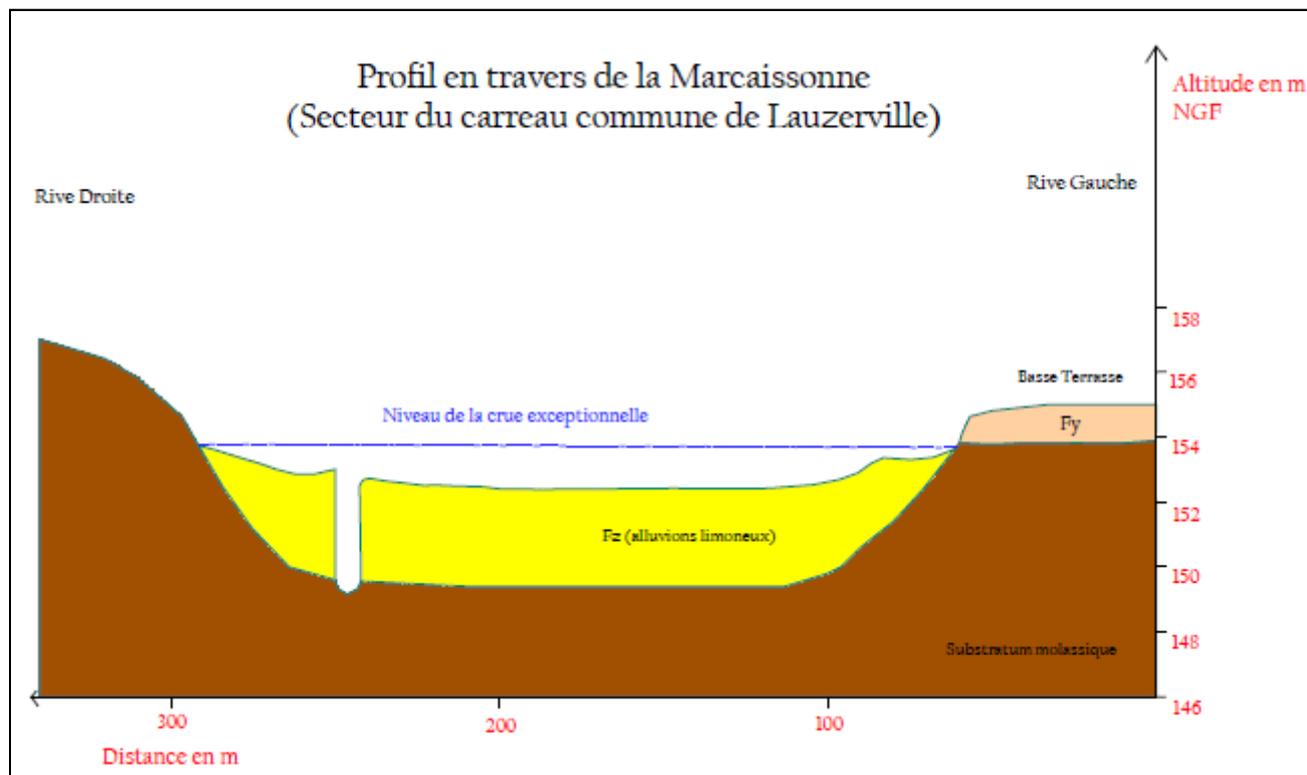


Figure n° 6 : Profil en travers de la vallée de la Marcaisonne (secteur du Carreau commune de Lauzerville).

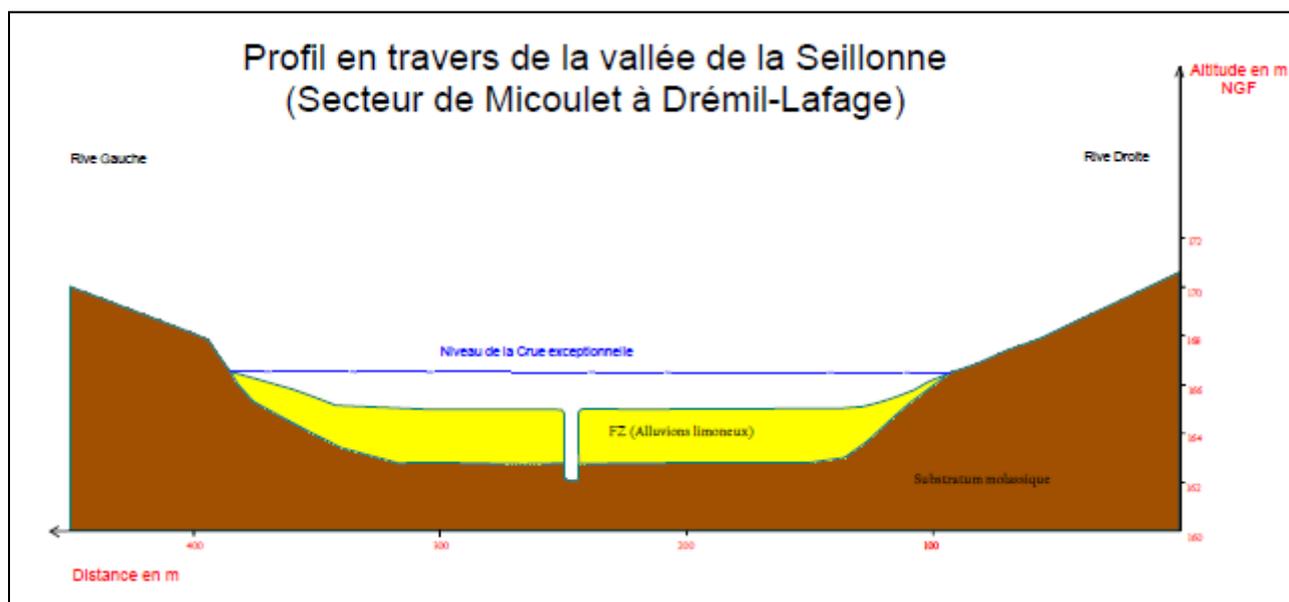


Figure n° 7 : Profil en travers de la vallée de la Seillonne (Secteur de Micoulet à Drémil-Lafage)

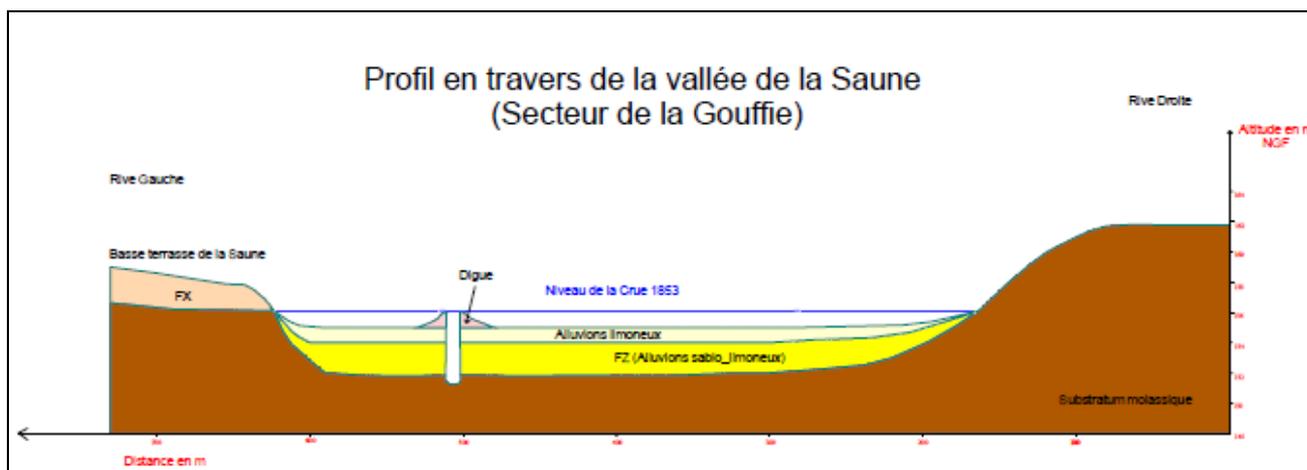


Figure n° 8 : Profil en travers de la vallée de la Saune (secteur de la Gouffie).

A partir des points du profil en travers (limite extrême de la plaine alluviale), nous pouvons extrapoler une ligne d'eau de la crue exceptionnelle. La précision des résultats obtenus dans les vallées de la Marcaisonne, de la Saune et de la Seillonne, à partir de cette méthode est de plus ou moins 20 cm. Seul le recoupement avec d'autres données d'étude ou historique (cartographie de la crue de 1853 de la Saune et repères 1952) permet de réduire localement cette incertitude.

Pour ces secteur modifiés, nous calculons les hauteurs de la crue de référence en l'état actuel du lit, en s'appuyant:

- sur le profil en travers remanié, la section mouillée ayant été recalculée,
- sur le débit de la crue de référence,

- sur les crues récentes qui ont pu s'écouler sur ces secteurs remaniés.

Ensuite, sur le fond de carte retenu, nous établissons la carte des isopaques (lignes d'égale épaisseur) de la crue de référence à partir des lignes d'eau précédemment tracées. Les hauteurs d'eau seront cartographiées en fonction des tranches : 0 à 0.50 m, - de 0.5 à 1m, > à 1 m.

Remarques : cette valeur est cohérente avec l'objectif du « P.P.R. Inondation » fixé par le Ministère, il faut aussi garder à l'esprit que le raisonnement est basé sur des « terrains inondables » et non sur des « maisons ou bâtiments inondables », ces derniers pouvant être implantés sur des remblais.

4.1.3.3. Détermination des vitesses

Le problème de la détermination des vitesses d'écoulement des eaux en période de fortes crues a déjà été souligné. La méthode hydrogéomorphologique est une approche qualitative du champ des vitesses.

Elle a permis de distinguer deux plages d'analyse des vitesses de courants :

- secteurs de vitesse nulle à faible (inférieure à 0,5 m/s).
- secteurs de vitesse moyenne et forte (supérieures à 0,5 m/s)

Les axes principaux d'écoulement ont été précisés ainsi que des informations obtenues auprès des témoins des crues.

En pratique, l'imprécision sur les vitesses d'écoulement n'est pas très gênante pour définir tout à fait correctement les aléas dans la zone d'étude au vu des seuils d'aléas retenus (< à 0,5 m/s et > à 0,5 m/s)

Suite à la réalisation des cartes d'aléas du secteur d'étude, nous avons constaté que le paramètre hauteur d'eau (de submersion des terrains) est essentiel pour la détermination de l'aléa. La vitesse, exprimée sous forme deux classes, est utilisée pour conforter le niveau d'aléa proposé, notamment quand la hauteur d'eau est faible.

4.1.3.4. Détermination des aléas

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

Malgré les incertitudes précédentes, on peut considérer que l'on dispose in fine d'une bonne appréciation des aléas, d'autant que ces derniers sont présentés aux responsables communaux (élus, services techniques,...), responsables de l'État (D.D.T 31, ...),... et éventuellement affinés en fonction des observations validées.

Les affluents de la Marcaissonne, de la Saune et de la Seillonne sont caractérisés par des bassins versants de petite taille qui réagissent très vite. Sur ces cours d'eau, les crues importantes sont donc en général générées par des pluies brèves mais intenses. A l'amont des bassins versants, les pentes élevées et le caractère encaissé des vallées induisent de fortes vitesses en crue. Le risque d'embâcle est alors non négligeable, notamment au droit des « singularités », en particulier les ponts. Lorsque l'affluent pénètre dans la vallée inondable principale, les pentes diminuent et on observe des phénomènes d'étalement des eaux (exemple lors des crues récentes des affluents en 1992) mais en

général qui sont masqués par l'inondabilité de la rivière principale sauf au niveau des débordements où les risques sont aggravés.

4.1.3.5. Prise en compte des remblais en zone inondable :

Dans le secteur d'étude nous avons répertoriés les remblais anciens et récents sur plusieurs communes :

- Commune de Quint-Fonsegrives : dans la zone d'activités de la Ribaute, Monplaisir et le Point de Bois,
- Commune de Saint-Orens-de-Gameville : dans la zone d'activité des Champs Pinsons, secteurs de la Querquille et de Cornac,
- Commune d'Auzielle : au niveau des terrains de sports, des remblais récents au lieu-dit Nanbours,
- Commune de Lauzerville : le lieu-dit « le Communal »,
- Commune de Drémil-Lafage : dans la zone d'activités de Drémil-Lafage,
- Commune de Sainte-Foy-d'Aigrefeuille : dans le lotissement « Les Bruges »,
- Commune de Pin-Balma : au niveau du bourg et dans le secteur « des Prés du Village ».

Ces différents secteurs qui ont été modifiés par l'urbanisation. Les travaux et les remblais, aggravent souvent le risque d'inondation et augmentant la ligne de la crue de référence. De façon générale, les remblais sont interdits dans la plaine inondable. Pour la réalisation de la carte des aléas nous avons tenu compte des remblais en zone inondable présents en 2013, ce qui coïncide avec la date des données de LIDAR de 2013. Nous n'avons pas tenu compte des remblais postérieurs à cette date.

4.1.3.6. Inconnues persistantes

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

- certains petits cours d'eau pouvant générer des inondations ne sont pas compris dans le P.P.R.I. (petit chevelu par exemple),
- les inondations liées aux réseaux d'assainissement pluvial ou à des phénomènes de ruissellement locaux ne sont pas concernées par le présent P.P.R.I.,
- les quelques secteurs sur les terrasses alluviales, caractérisés par une morphologie « plane », sont inondés par l'affleurement ou remontée de nappe superficielle.

CONCLUSION

Cette étude technique, préalable à la réalisation du PPRI sur les seize communes dans les vallées de la Marcaisonne, de la Saune et de la Seillonne, a permis de caractériser les risques majeurs d'inondations.

Elle est basée sur la méthode hydrogéomorphologique et l'analyse des documents existants ; elle se complète par des constats de terrain, nombreux et détaillés (recherche de témoignages et de marques laissées par les crues, lecture du terrain...).

Ce travail est mené en étroite collaboration avec la DDT 31 et une concertation a été menée avec les seize communes.

Le risque d'inondation sur le secteur d'étude est ainsi défini et délimité par un ensemble de cartes qui se complètent et se recoupent. L'échelle du 1/5 000^e, qui est celle de réalisation de l'étude, est une échelle convenant à un zonage de l'aléa et à la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques (PPR). Le rapport d'étude et l'atlas cartographique qui composent ce projet présentent, dans leur ensemble, le déroulement de l'étude technique et les résultats.

La réalisation des cartes d'aléas constituent la base indispensable permettant d'engager la poursuite du PPRI en ses diverses phases : concertation publique, remarques puis validation concernant les aléas, zonage réglementaire, règlement, dossier d'Enquête Publique, etc.

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE

Documents de type législatif ou réglementaire :

- Loi n° 95-101 du 2 février 1995 (dite « Loi Barnier ») relative au renforcement de la protection de l'environnement.
- Code de l'Environnement – Partie législative, éditions des Journaux Officiels – 2001.
- Décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles.
- Circulaire interministérielle du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables.
- Circulaire du 2 février 1994 relative à la cartographie des zones inondables, aux mesures conservatoires en matière de projet de construction dans les zones récemment soumises à des inondations.
- Circulaire du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zones inondables.
- Circulaire du 30 avril 2002 (MEDD) relative à la politique de l'État en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines.
- Circulaire MATE -DPPR+DE relative à la programmation pluriannuelle de la réalisation des atlas des zones inondables – Février 2002.
- Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.
- Circulaire du 03 juillet 2007 relative à la consultation des acteurs, la concertation avec la population et l'association des collectivités territoriales dans les plans de prévention des risques naturels prévisibles.

Documents à caractère méthodologique :

- Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR)
Guide général – MATE -MELT
La Documentation Française – 1997
- Plans de Prévention des Risques naturels (PPR)
Risque d'inondation, Guide méthodologique – MATE -MELT
La Documentation Française – 1999
- Élaboration d'Atlas de zones inondables par des techniques d'analyse hydrogéomorphologique
Termes de référence du CCTP relatif à la réalisation des atlas
MATE -DPPR – Octobre 2001
- Votre atout pour la prévention des risques naturels
PPR : une action concertée entre l'État et les collectivités locales.
Document MATE – Décembre 2001
- Document de référence des services de l'état de la région Midi-Pyrénées pour l'évaluation du risque inondation et sa prise en compte dans l'aménagement – DIREN Midi Pyrénées – janvier 2004
- Plans de Prévention des Risques Naturels
Guide de la concertation -La Documentation Française – 2002
- Cahier des charges type pour la cartographie géomorphologique des zones inondables.
Sept. 2000 (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement)
Géosphair.
- De la cartographie informative à la cartographie réglementaire, éléments de démarche technique. Sept. 1999 (DIREN Midi-Pyrénées) – Géosphair.
- Méthodologie de cartographie informative des zones inondables. Juin 1996 (DIREN Midi-Pyrénées). Valentin Gholami avec l'équipe de IUTM.

Documents spécifiques :

- Cartographie informative des zones inondables du bassin de l'Hers et ses affluents en Midi-Pyrénées (ech : 1 / 25 000^e, 2001);
- Affinage CIZI (cartographie informative des zones inondables affinée) à l'échelle du 1/10 000^e (version juillet 2005), élaborée par la DIREN par approche historique et hydrogéomorphologique Pour les secteurs à enjeux l'emprise de la zone d'inondation de la CIZI a été affinée avec une délimitation des zones inondées par des hauteurs d'eau supérieures à 1 m et une estimation des isocotes de la crue exceptionnelle ;
- Hydrométrie à la station de la Saune à Quint-Fonsegrives (DREAL), période 1971–2012 ;
- Précipitations à la station de Toulouse-Blagnac, période 1947–2011.

Bassin de la Marcaissonne

- Projet d'extension du centre commercial Leclerc, Sogelerg-Sogreah, décembre 1994.
- Protection contre les crues et création d'une aire de loisirs, étude d'impact, SCI Promorens, Sogelerg-Sogreah, juin 1995.
- Étude hydraulique de la Marcaissonne, zones inondables, commune de Saint-Orens (crue décennale et centennale), Sogelerg-Sogreah, juin 1995.
- Marcaissonne, la crue de 28 juillet 1996 à Saint-Orens, DDE 31.
- Étude hydraulique complémentaire de la Marcaissonne, Sogelerg-Sogreah, novembre 1997.
- Étude hydraulique de la Marcaissonne, déviation de la D 2 entre Toulouse et St-Orens (crue décennale et centennale), Sogelerg-Sogreah, juin 1998.
- Étude hydraulique de la Marcaissonne, zones inondables - Commune de Saint-Orens (crue décennale et centennale), Sogelerg-Sogreah, septembre 1998.
- Étude hydraulique de la Marcaissonne, vérification des crues de la Marcaissonne au droit du centre commercial Leclerc, Sogelerg-Sogreah, septembre 1998.
- La Marcaissonne, Actualisation des zones inondables - Commune de Saint-Orens (crue décennale et centennale), Sogelerg-Sogreah, juin 1999.
- Hers Mort et Marcaissonne dans la commune de Toulouse, cartographie des zones inondables, SODETEG, juillet 1999.
- Marcaissonne, Mission d'assistance, Cabinet Ectare, janvier 2001.
- Dossier de synthèse sur les études de zone inondable et les aménagements réalisés au droit du centre commercial Leclerc, SCI Promorens, Sogelerg-Sogreah, avril 2004.
- Prévention des crues de la Marcaissonne, étude hydraulique et projet d'aménagement, SMBVH, Sogelerg-Sogreah, décembre 2007.
- Etude hydraulique de l'assainissement pluvial du bassin Fondargent/Champs Pinsons à Saint-Orens-de-Gameville, Hydrétudes, mars 2013.

Bassin de la Saune

- Atlas parcellaire de la rivière de la Saune, cartes de la crue de 1853 à l'échelle au 1/2.500^{ème} (PHEC de la Saune), Conseil Général 31, Archives Départementales de la Haute-Garonne, 8 avril 1853, cote 1511 W-6.
- Aménagements hydrauliques de la Saune, (profils en travers, note technique, profils en long...) Sogreah, 1969.
- Aménagement de rivière Saune (étude et proposition), DDAF 31, juin 1993.
- Protection des sols et des cultures dans la vallée de la Saune DDAF Haute Garonne, NR TRONCHE, juin 1994.
- Aménagement et mise en valeur de la Saune et proposition, (mémoire de maîtrise de Géographie), Sylvain Simonet, UTM, septembre 1994.
- Dossier de réalisation – Zone d'aménagement concerté de l'Ecoparc de la Saune, avril 1995, commune de Quint-Fonsegrives.
- Etude hydraulique - ruisseau du Grand Port de Mer, commune de Quint-Fonsegrives, Sogelerg-Sogreah, 1996.
- Etude hydraulique et hydrogéomorphologique des lits mineur et majeur de la Saune, Sogelerg-Sogreah, 2001.
- Dossier ZAC de Ribaute (Plan, topo, projet aménagement), commune de Quint-Fonsegrives, 2011.

Bassin de la Seillonne

- Assainissement pluvial de la commune de Pin-Balma, DDE 31, 1997.
- Etude de la Seillonne pour la détermination des zones inondables (cartes, rapport de présentation, diagnostic de l'état actuel et proposition d'action), Cabinet Ectare, SIAH de la Seillonne, avril 1997.
- Etude hydraulique de la Seillonne- commune de Pin-Balma, BCEOM, juillet 1997.
- Etude complémentaire de la cartographie des zones inondables de la Seillonne- commune de Pin-Balma, BCEOM, avril 2000.
- Protection de l'agglomération contre les crues de la Seillonne, communes de Pin-Balma et de Balma (dossier d'enquête publique), SIAH de la vallée de la Seillonne, SIEE, mai 2007.

Bassin de l'Hers et ses affluents

- Les risques d'inondations dans la zone périurbaine « est » de Toulouse, mémoire de maîtrise de Géographie, Arnaud Boudet, Université de Toulouse le Mirail, septembre 1995.
- Brunet. R, Les inondations de février 1952 dans la commune de Toulouse, Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome XXIV, fascicule 3-4, 1953, pp. 280-285.
- Couffin. C. L'orage du 13 mai 1954 entre Hers et Marcaissonne : ses conséquences, D.E.S.S. complémentaire, Université de Toulouse le Mirail, 1966.
- La profonde métamorphose de l'Hers Mort, mémoire de maîtrise de Géographie, Collet Anthony, Université de Toulouse le Mirail, septembre 2007.

Bassin de la Sausse

- Etude hydraulique pour l'aménagement de la vallée de la Sausse, BETERU, 1988.
- Etude hydrologique et hydraulique pour la détermination des zones submersibles – rivière la Sausse du chemin d'En Coudou à Gauré et la confluence à l'Hers Mort, BCEOM, novembre 1995.

ANNEXE 2
FICHES D'INFORMATION
des traits ou repères de crue