

RAPPORT

Service Eau, Risques
et Nature

Mai 2019

Directive Inondations Bassin Rhône-Méditerranée

***Territoire à Risque Important
d'inondation (TRI) de Béziers-Agde***

***Cartographie des surfaces
inondables
et des risques***

-
Rapport explicatif

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
v1	27/04/13	Cadre DREAL
v2	08/2013	DT
v3	09/2013	Complément DT / SB
v4	08/09/2013	Relecture NR
v5	11/12/13	Suite phase de consultation
V6	05/2019	Modification 2nd cycle de la DI – DREAL Occitanie

Affaire suivie par

Delphine MATHEZ
Tél. :04 34 46 62 10
Courriel : ddtm-sern-prnt@herault.gouv.fr

Rédacteur

DREAL RA
DDTM 34
DREAL OCCITANIE

Relecteur

Delphine MATHEZ / DDTM 34 - SERN – PRNT

SOMMAIRE

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....	4
· Le Territoire à risque Important d'Inondation de Béziers–Agde.....	4
· La cartographie du TRI de Béziers-Agde.....	6
1 - INTRODUCTION.....	8
2 - PRÉSENTATION.....	10
2.1 - Caractérisation du TRI de Béziers-Agde.....	10
2.2 - Les mesures de prévention contre le risque inondation.....	12
2.3 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie.....	12
2.4 - Association technique des parties prenantes.....	13
3 - CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI.....	15
3.1 - Débordement de cours d'eau.....	15
3.1.1 - L'Hérault.....	15
3.1.2 - L'Orb.....	26
3.1.3 - Le Libron.....	37
3.2 - Submersion marine.....	46
3.3 - Carte de synthèse des surfaces inondables.....	63
4 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI.....	63
4.1 - Rappel sur le caractère partiel des cartes.....	63
4.2 - Méthode de caractérisation des enjeux.....	64
4.3 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques.....	65
4.4 - Précision sur les sources de données des enjeux.....	68
5 - ANNEXES.....	69
Annexe I : Atlas cartographique.....	69
Annexe II : Compléments méthodologiques.....	69
Annexe III : Méthodologie cycle 2.....	69

Résumé non technique

• Le Territoire à risque Important d'Inondation de Béziers–Agde

○ Définition et objectifs généraux du TRI

La mise en œuvre de la Directive Inondation vise à fixer un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée tout en priorisant l'intervention de l'État pour les territoires à risque important d'inondation (TRI).

31 TRI ont été arrêtés le 12 décembre 2012 sur le bassin Rhône-Méditerranée. Cette sélection s'est appuyée sur 3 éléments : le diagnostic de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), l'arrêté national définissant les critères de sélection des TRI, la prise en compte de critères spécifiques à certains territoires du bassin en concertation avec les parties prenantes du bassin Rhône-Méditerranée.

L'identification des TRI obéit à une **logique de priorisation** des actions et des moyens apportés par l'État dans sa politique de gestion des inondations. À cet effet, les 31 TRI sélectionnés ont fait l'objet :

- d'une **cartographie** des surfaces inondables et des risques pour les phénomènes d'inondation caractérisant le territoire,
- de la mise en place de **stratégies locales** de gestion des risques d'inondation nécessitant un engagement des acteurs locaux dans leur élaboration s'appuyant notamment sur un partage des responsabilités, le maintien d'une solidarité amont-aval face aux risques, la recherche d'une synergie avec les autres politiques publiques.



Le territoire à risque important d'inondation a été sélectionné d'après les conséquences négatives susceptibles d'impacter son bassin de vie au regard de phénomènes prépondérants.

La sélection du TRI de Béziers-Agde s'est appuyée en première approche sur l'arrêté ministériel du 27 avril 2012 qui demandait de tenir compte, a minima, des impacts potentiels sur la santé humaine et l'activité économique de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI). Ce premier diagnostic macroscopique avait fait ressortir les enjeux dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP) pour les 6 indicateurs du tableau ci-dessous (chiffrage réalisé lors du 1^{er} cycle de la Directive européenne avec la commune de Marseillan qui faisait partie du TRI de Béziers-Agde).

	Impact sur la santé humaine			Impact sur l'activité économique		
	Population permanente en EAIP (nb d'habitants)	Part de la population permanente en EAIP	Emprise de l'habitat de plain-pieds en EAIP (m ²)	Nombre d'emplois en EAIP (moyenne)	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (m ²)
Débordements de cours d'eau	45 326	30,20%	1 078 969	19 600	33,40%	4 319 585
Submersions marines	15 990	10,70%	614 008	8 722	14,90%	1 874 125

La qualification de ce territoire en TRI a impliqué l'élaboration d'une stratégie locale de gestion des risques d'inondation (SLGRI Orb, Libron, Hérault) arrêtée le 24 avril 2017 par le préfet de l'Hérault. Elle décline les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI 2016-2021, arrêté le 7 décembre 2015, à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engageant l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement.

Le périmètre du TRI et ses caractéristiques spécifiques

Le périmètre du TRI de Béziers-Agde, concentrant 15 communes, s'est constitué autour du bassin de vie des agglomérations de Béziers et de Agde.

Celui-ci a été précisé pour tenir compte :

- de la dangerosité des phénomènes de submersion marine et de submersion par les étangs,
- des débordements de cours d'eau principaux sur certaines communes.

Ces phénomènes sont aggravés par :

- la pression démographique croissante sur le littoral d'Occitanie et notamment sur ce territoire,
- la pression touristique saisonnière, jusque tard en saison, au moment des crues de type cévenoles.

o **Description du TRI et de ses principales caractéristiques**

Le TRI de Béziers-Agde concerne le département de l'Hérault (34) et compte 15 communes, soumises aux aléas de submersion marine et de débordements de cours d'eau, notamment d'ouest en est, de l'Orb, du Libron et de l'Hérault.

La commune de Marseillan, initialement dans le TRI de Béziers-Agde au premier cycle de la Directive Inondation, est rattachée dans le second cycle au TRI de Sète au regard des problématiques d'inondation et de gestion qu'elle partage avec Sète et de sa position géographique en bordure du bassin de Thau.

Le TRI de Béziers-Agde regroupe 156 014 habitants permanents. Sa population saisonnière s'élève à 296 120 habitants, soit 190 % du nombre total d'habitants permanents du TRI (données 2014).

Ses enjeux économiques sont liés à ses activités :

- industrielle principalement sur la communauté urbaine de Béziers,
- touristique estivale (avec une capacité annuelle d'hébergement de plus de 100 000 personnes) et le doublement de sa population.

De plus, le bassin de vie Béziers-Agde est caractérisé par un fort développement démographique et une forte pression urbaine, constituant donc une véritable poche d'enjeu.

○ **Phénomènes identifiés comme prépondérants pour la cartographie**

Le TRI de Béziers-Agde est exposé à la submersion marine sur la partie littorale ainsi qu'à des crues de type cévenol ou méditerranéen extensif d'intensité moyenne (crues rapides) pouvant se conjuguer avec des tempêtes marines.

Réseau hydrographique du département de l'Hérault

Le département de l'Hérault dispose d'un large réseau hydrographique, dont les 3 cours d'eau principaux retenus pour la phase cartographique du TRI de Béziers-Agde : **l'Orb, le Libron et l'Hérault**.

Ce TRI répertorie d'autres cours d'eau qui ne sont pas représentés dans ce cycle de la phase cartographique en raison de donnée partielle ou d'indisponibilité de la donnée.

Caractère partiel de la cartographie des cours d'eau pour ce cycle de la DI

Les phénomènes cartographiés sont les inondations par débordement de cours d'eau de l'Orb, du Libron et de l'Hérault. Les cours d'eau secondaires n'ont pas été représentés lors du premier cycle de la directive européenne et ne le sont toujours pas dans ce second cycle du fait qu'ils n'ont pas fait l'objet d'études hydrauliques complémentaires. Ils le seront ultérieurement dans le cadre d'un prochain cycle de la directive, suivant leur importance et leur impact sur le TRI.

● La cartographie du TRI de Béziers-Agde

○ **Objectifs généraux et usages de la cartographie**

La cartographie du TRI de Béziers-Agde apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements de certains cours d'eau et pour la submersion marine pour 3 types d'événements (fréquent, moyen, extrême). De fait, elle apporte un premier support d'évaluation des conséquences négatives sur le TRI pour ces 3 événements en vue de la définition d'une stratégie locale de gestion des risques.

Elle vise en outre à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public. Plus particulièrement, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Toutefois, cette cartographie du TRI n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRI (lorsqu'elles existent sur le TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes.

Enfin, il convient de rappeler que cette cartographie du TRI est partielle, en raison d'indisponibilité de la donnée sur les cours d'eau secondaires. En effet, tous les cours d'eau (dont les affluents) n'ont pas été étudiés, ce qui conduit à une analyse non exhaustive des enjeux sociaux et économiques sur l'ensemble du TRI. Dans le périmètre du TRI, les enjeux exposés (personnes et emplois notamment) lors d'une crue extrême pour tous les cours d'eau confondus, ont été rappelés précédemment (voir tableau ci-dessus).

o Synthèse des principaux résultats de la cartographie

La cartographie du TRI de Béziers-Agde se décompose en différents jeux de carte au 1/ 25 000^e pour :

- les débordements de cours d'eau et la submersion marine :
 - des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême et moyen avec changement climatique pour le cas de la submersion marine) pour les débordements de chacun des cours d'eau (Orb, Libron, Hérault) ainsi que la submersion marine. Ces cartes présentent une information sur les surfaces inondables, les hauteurs d'eau, voire les vitesses d'écoulement,
 - une carte de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour la submersion marine et les débordements des différents cours d'eau cartographiés,
 - une carte des risques d'inondation présentant les enjeux situés dans les surfaces inondables, par type d'aléa (débordement des cours d'eau ou submersion marine),
 - un tableau d'estimation des populations et des emplois exposés par commune et par scénario.

A l'échelle du TRI de Béziers-Agde, la cartographie des risques d'inondation fait ressortir l'estimation des populations et des emplois présentée dans le tableau joint à l'atlas cartographique et synthétisée ci-après.

	Population permanente			
	Aléa fréquent	Aléa moyen	Aléa moyen avec changement climatique	Aléa extrême
Débordement de cours d'eau	14 561	23 295	23 295	29 474
Submersion marine	1 538	7 577	0	13 516

	Nbre d'emplois minimum impactés				Nbre d'emplois maximum impactés			
	Aléa fréquent	Aléa moyen	Aléa moyen avec changement climatique	Aléa extrême	Aléa fréquent	Aléa moyen	Aléa moyen avec changement climatique	Aléa extrême
Débordement de cours d'eau	6 623	9 651	9 651	13 292	8 580	12 595	12 595	17 556
Submersion marine	789	4 637	5 710	6 889	931	5 526	6 777	8 250

NB : La cartographie des risques d'inondation représente et décompte de manière partielle la population et les emplois exposés à l'aléa inondation par débordement de cours d'eau. En effet, elle se limite aux cours d'eau étudiés et retenus pour ce cycle de la DI. Les autres cours d'eau seront étudiés ultérieurement et cartographiés dans le cadre du prochain cycle de la directive européenne.

1 - Introduction

Une cartographie s'inscrivant dans le cadre de la Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation », a pour principal objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondations, qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations dans la Communauté.

Sur chaque bassin, elle se déroule en cycles successifs de 6 ans, comprenant chacun 3 étapes :

- L'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI) consiste à réaliser un état des lieux des risques connus et des enjeux exposés et permet d'identifier les territoires à risque important d'inondation (TRI).
- La cartographie des risques sur chaque TRI est une étape majeure dans la connaissance de leurs spécificités.
- Le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) fixe les objectifs de la prévention des inondations dans chaque bassin, il vise la réduction des conséquences négatives des inondations sur la santé humaine, l'activité économique, l'environnement et le patrimoine culturel. À l'échelle de chacun des TRI et plus largement du bassin de gestion du risque, les stratégies locales de gestion des risques d'inondation (SLGRI) déclinent à une échelle adaptée les objectifs du PGRI. L'élaboration de ces documents de planification s'appuie sur les étapes préalables.

Aquis du 1^{er} cycle de la Directive Inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée

Au 1^{er} cycle, l'EPRI a été arrêtée le 21 décembre 2011 par le préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée. Elle est composée d'une première partie de présentation du bassin, d'une deuxième partie sur les événements historiques marquants et d'une troisième partie sur les impacts potentiels des inondations futures, obtenus par croisement des enveloppes approchées d'inondation potentielles (EAIP) avec des données d'enjeux pour produire des cartes d'indicateurs. Sur la base de ce premier diagnostic global à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée et d'une concertation avec les parties prenantes du bassin. 31 TRI en Rhône-Méditerranée ont été sélectionnés par arrêté du préfet coordonnateur de bassin du 12 décembre 2012. Le choix de ces territoires et de leur périmètre s'est appuyé sur la définition d'un bassin de vie exposé aux inondations (de manière directe ou indirecte) au regard de leur impact potentiel sur la santé humaine et l'activité économique, mais aussi d'autres critères tels que la nature et l'intensité des phénomènes ou encore la pression démographique et saisonnière.

Le TRI de Béziers-Agde a été retenu au regard des débordements de cours d'eau et de la submersion marine considérés comme prépondérants sur le territoire. La qualification de ce territoire en TRI a impliqué l'élaboration d'une stratégie locale de gestion des risques d'inondation (SLGRI Orb, Libron, Hérault) arrêtée le 24 avril 2017 par le préfet de l'Hérault. Elle décline les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI 2016-2021, arrêté le 7 décembre 2015, à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement.

Pour la définition de cette stratégie, le TRI constitue le périmètre de mesure des effets et éclaire les choix à faire et à partager sur les priorités. La cartographie des surfaces inondables et des risques apporte un approfondissement de la connaissance en ce sens pour 3 scénarios :

- les événements fréquents (d'une période de retour entre 10 et 30 ans),
- les événements d'occurrence moyenne (généralement d'une période de retour comprise entre 100 et 300 ans),
- les événements exceptionnels (d'une période de retour de l'ordre de la millénale).

Précision sur le 2ème cycle

Tandis que le 1^{er} cycle de la Directive inondation se poursuit sur le bassin Rhône-Méditerranée avec la mise en œuvre du PGRI 2016-2021 et des SLGRI au travers notamment des programmes d'action de prévention des inondations (PAPI) et du plan Rhône, les travaux préparatoires au 2ème cycle sont d'ores et déjà à l'œuvre afin de respecter le calendrier de la Directive.

Conformément aux exigences nationales, afin de poursuivre la dynamique engagée et concentrer l'énergie des acteurs sur la mise en œuvre, les documents issus du 1^{er} cycle ne sont mis à jour que si cela s'avère nécessaire pour tenir compte d'une évolution de l'état des connaissances ou d'évènements significatifs nouveaux remettant en cause leur validité.

Entre 2011 et 2017, il n'y a pas eu d'évolution majeure des données d'aléas et des données d'enjeux qui nécessiterait de refaire les EAIP et de recalculer les indicateurs. C'est pourquoi pour le 2ème cycle, il a été décidé de compléter l'EPRI de 2011 par un addendum permettant d'intégrer les évènements historiques marquants intervenus après 2011. Le 16 octobre 2018, le préfet coordonnateur de bassin a confirmé la liste des 31 TRI, sélectionnés au 1^{er} cycle en concertation avec les parties prenantes, pour le 2ème cycle.

L'amélioration de la cartographie des TRI pour le 2ème cycle est l'un des objectifs fixé sur le bassin Rhône-Méditerranée, conformément aux engagements pris auprès des acteurs concernés au cycle précédent. En effet, certains cours d'eau n'avaient pas pu être cartographiés dans le temps imparti tandis que sur d'autres cours d'eau, la cartographie doit être améliorée.

Objectifs de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation

En dehors de l'objectif principal, décrit plus haut, de contribution à la connaissance de l'exposition des enjeux situés sur le TRI pour différents scénarios d'inondation, pour éclairer notamment l'élaboration puis la mise à jour des PGRI, ces cartes des surfaces inondables et des risques d'inondation visent à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public.

À l'instar des atlas de zones inondables (AZI), les cartes contribueront à la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme et l'application du droit des sols par l'État et les collectivités territoriales, selon des modalités à adapter à la précision des cartes et au contexte local, et ceci surtout en l'absence de PPRi ou d'autres documents de référence à portée juridique.

Par ailleurs, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Les cartes « directive inondation » n'ont pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRi (lorsqu'elles existent sur les TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes.

Contenu de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation

La cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation du TRI est constituée d'un jeu de plusieurs types de cartes :

- Des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau (et pour les submersions marines). Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau.
- Des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour les débordements de cours d'eau (et pour la submersion marine).

Elles représentent uniquement l'extension des inondations synthétisant sur une même carte pour chacun des phénomènes respectivement de débordements des cours d'eau et de submersion marine, selon les 3 scénarios.

- Des cartes des risques d'inondation
Elles représentent la superposition des cartes de synthèse avec les enjeux présents dans les surfaces inondables (bâti ; activités économiques ; installations polluantes ; établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise).
- Des tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.

Le présent rapport a pour objectif de rappeler les principaux éléments de caractérisation du TRI de Béziers-Agde (2), d'explicitier les méthodes utilisées pour cartographier les surfaces inondables (3) et la carte des risques d'inondation (4). Ce rapport est accompagné d'un atlas cartographique qui présente le jeu des différents types de cartes au 1/25 000^{ème}. Les données ne sont pas utilisables à une échelle inférieure au 1/25 000^{ème}.

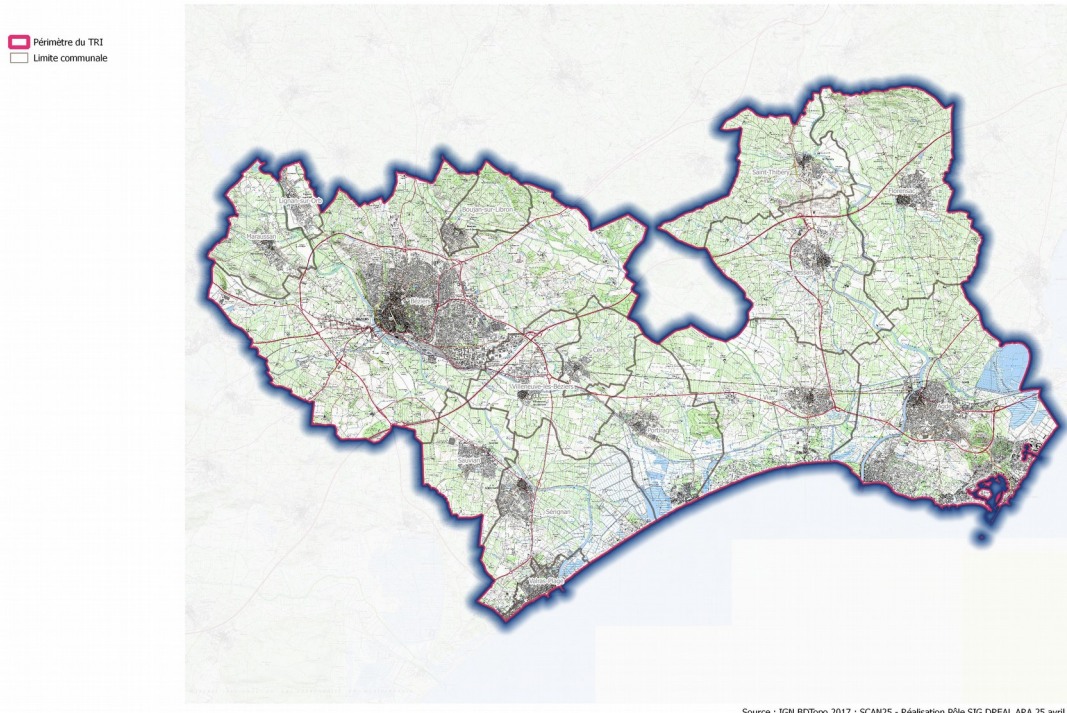
2 - Présentation

Dans le département de l'Hérault, les précipitations annuelles sont pour l'essentiel comprises entre 600 et 1400 mm sur le Parc Naturel Régional du Haut Languedoc. Le climat océanique domine en altitude tandis que l'influence méditerranéenne se fait sentir sur le littoral. Le contexte hydrogéomorphologique du département de l'Hérault se structure autour de neuf bassins versants principaux liés aux cours d'eau et étangs : l'Hérault, l'Aude, l'Orb, le Libron, le Lez et la Mosson, le Thoré et l'Agout, le Vidourle, l'Etang de Thau et l'Etang de l'Or.

2.1 - Caractérisation du TRI de Béziers-Agde

Le TRI de Béziers-Agde compte 15 communes exposées aux débordements de cours d'eau et à la submersion marine (voir carte ci-après).

Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) de Béziers Agde



TRI Béziers_Agde					
COMMUNE	INSEE	COMMUNE	INSEE	COMMUNE	INSEE
AGDE	34003	LIGNAN-SUR-ORB	34140	SERIGNAN	34299
BESSAN	34031	MARAUSSAN	34148	VALRAS-PLAGE	34324
BEZIERS	34032	PORTIRAGNES	34209	VIAS	34332
BOUJAN-SUR-LIBRON	34037	SAINT-THIBERY	34289	VILLENEUVE-LES-BEZIERS	34336
FLORENSAC	34101	SAUVIAN	34298	CERS	34073

Le TRI de Béziers-Agde regroupe 156 014 habitants permanents. Sa population saisonnière s'élève à 296 120 habitants, soit 190 % du nombre total d'habitants permanents du TRI (données 2017).

Ainsi, il fait l'objet d'une forte affluence touristique estivale (capacité annuelle d'hébergement de plus de 100 000 personnes). Pour les secteurs situés en zone inondable, des événements importants peuvent survenir durant la période touristique.

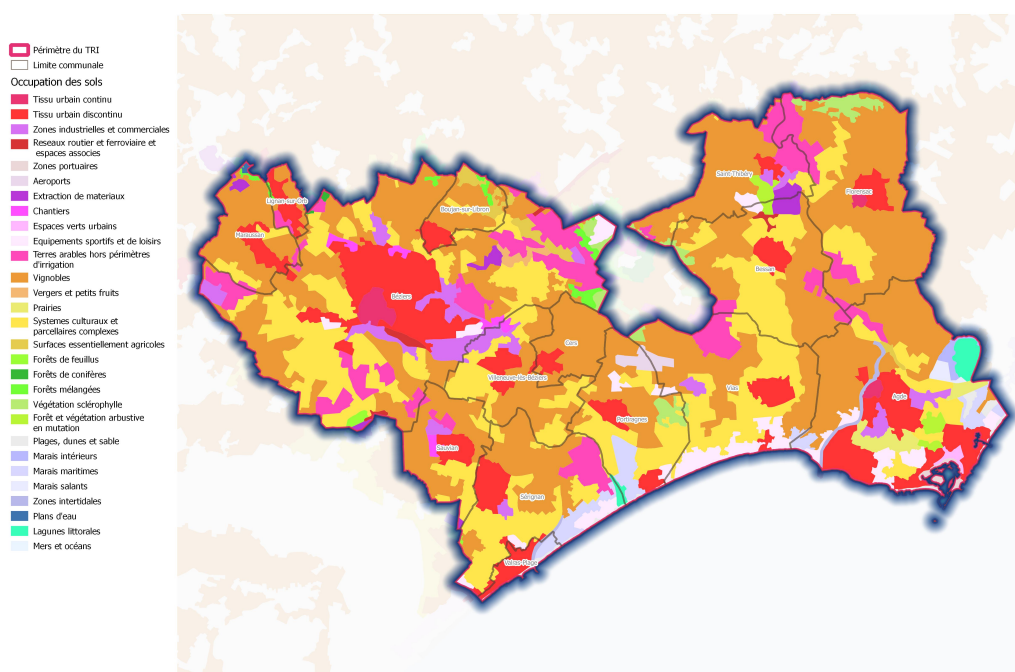
Par ailleurs, comme beaucoup de communes littorales méditerranéennes, celles du TRI de Béziers-Agde présentent une importante population saisonnière, y compris en arrière saison, lorsque les crues sont les plus susceptibles de se produire.

Le TRI de Béziers-Agde se démarque par une forte concentration de la population sur les communes littorales les plus soumises à la submersion marine. Cette tendance se retrouve également au niveau de la population saisonnière, du fait de la forte concentration de campings.

En ce qui concerne l'occupation du sol, le TRI de Béziers-Agde se caractérise par une prédominance de zones urbanisées localisées principalement en zone littorale et de terrains agricoles et forestiers en retrait de la frange littorale. Le zonage concernant la couverture végétale est le suivant :

- le secteur de bas-reliefs est parsemé de rares espaces naturels de garrigues basses à Chênes verts (buis, romarin ...), d'espaces boisés (chênes blancs, pinèdes de pins d'Alep) et de plantations de peupliers et de noyers,
- sur la zone de littorale, les parcelles de vigne et les agglomérations se substituent progressivement aux paysages de garrigue.

Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) de Béziers Agde



2.2 - Les mesures de prévention contre le risque inondation

Les communes appartenant au TRI de Béziers-Agde sont toutes couvertes par des PPRI approuvés (dont 2 sont en révision : Valras-Plage et Portiragnes).

Certains de ces PPRI intègrent la submersion marine, conformément à la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux (prise en compte du réchauffement climatique). Agde et Vias font partie des PPR prioritaires listés par la circulaire du 2 août 2011 qui a défini les communes littorales où le risque de submersion marine est à prendre en compte de manière prioritaire au regard des enseignements de la tempête Xynthia.

Le TRI de Béziers-Agde est également pourvu d'une excellente couverture en démarches PAPI.

Un premier PAPI Orb a été signé en 2004 (20 M€) et un PAPI 2 Orb-Libron a été signé en octobre 2012 (32 M€) avec labellisation PSR progressive de projets d'ouvrages de protection rapprochée. Il englobe maintenant le bassin versant du Libron et poursuit les travaux de ralentissement dynamique par reconquête de zone d'expansion des crues (ZEC), de réhabilitation de digues et l'élaboration d'outils opérationnels pour une meilleure gestion durant la crise. Ce PAPI s'est terminé en 2016, certaines actions étant cependant en phase de conclusion.

Un PAPI d'intention sur le BV de l'Hérault a été labellisé en juillet 2012 et s'est poursuivi par un PAPI complet labellisé en 2018.

2.3 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie

Les phénomènes d'inondation identifiés comme prépondérants sur le TRI de Béziers-Agde concernent la submersion marine et les débordements de cours d'eau, en particulier de l'Orb, du Libron et de l'Hérault.

Les premiers dommages du territoire sont concernés par des crues très fréquentes (2 à 3 ans). Certaines crues et tempêtes comptent parmi les derniers événements significatifs ayant touché le territoire et son littoral (pour le cas des tempêtes), comme celles de novembre 1982, de décembre 1997 et de décembre 2003.

En raison d'une forte vulnérabilité humaine du territoire, notamment sur les lidos languedociens, anthropisés et artificialisés, très vulnérables aux aléas littoraux (érosion et submersion), la doctrine inter-régionale sur l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) préconise de ne pas augmenter les enjeux humains et économiques sur ces secteurs et donc d'interdire, du moins limiter très strictement les constructions sur lidos, y compris dans les dents creuses.

Comme précisé précédemment, compte tenu du délai limité pour la réalisation des cartes d'aléas et de risques lors du 1^{er} cycle, il a été nécessaire de prioriser les études, et seuls les principaux cours d'eau ont été retenus. Les cours d'eau retenus et cartographiés dans le 1^{er} cycle de la DI, pour les 3 scénarios (faible, moyen et extrême), sont les principaux cours d'eau traversant le TRI, à savoir l'Orb, le Libron et l'Hérault. Le développement de la connaissance se poursuivra pour les autres cours d'eau et sera valorisé dans le cadre d'un prochain cycle de la mise en œuvre de la Directive européenne relative aux inondations.

Par ailleurs, la cartographie est présentée par cours d'eau. Pour chaque cours d'eau, les débits entrants des affluents ont été pris en compte. Toutefois, la situation à la confluence n'a pas été cartographiée dans son ensemble.

2.4 - Association technique des parties prenantes

Durant toute la phase d'élaboration de la cartographie de la directive inondation, l'association des parties prenantes a été menée et a comporté plusieurs étapes.

En premier lieu, dès la sélection des TRI et avant même l'élaboration des cartes, la DDTM de l'Hérault et la DREAL Languedoc-Roussillon ont organisé une réunion technique le 11 décembre 2012 de présentation de la phase de cartographie avec les syndicats de bassins versants, porteurs de PAPI, les communautés d'agglomération, les services du Conseil Régional et du Conseil Général de l'Hérault.

Ont été abordés notamment les objectifs recherchés, le mode d'organisation de la démarche au vu des échéances de rapportage à la commission européenne, le cadre technique retenu au niveau national et les principaux choix préalables à effectuer au niveau régional.

Cette réunion a été l'occasion de présenter également l'état existant en terme de connaissances disponibles (études hydrauliques, PPR, MNT et topographie disponible) et les besoins complémentaires.

De nombreux échanges ont eu lieu en particulier quant aux incidences de la directive inondation sur les démarches PAPI en cours ou en émergence, les financements, les impacts sur les PPRi existants ou les démarches en cours.

C'est à cette occasion que le périmètre d'étude, et par voie de conséquence les cours d'eau à cartographier dans le premier cycle de mise en œuvre de la directive inondation, a été examiné.

Au terme des études d'aléas menées sous maîtrise d'ouvrage de la DDTM de l'Hérault, une deuxième réunion technique a été organisée le 09 juillet 2013 pour présenter et remettre les principaux résultats cartographiques déjà disponibles et recueillir les premières réactions et observations des partenaires techniques.

Des échanges techniques sont intervenus sur les modèles utilisés, les hypothèses retenues, la prise en compte des ouvrages hydrauliques, les précisions des résultats, ...

Cette réunion a eu également pour objet d'annoncer les phases suivantes de la directive inondation, l'élaboration du Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) à l'échelle du bassin RM, sa déclinaison au sein de stratégies locales (SLGRI) et la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation (SNGRI).

Des réflexions sur les porteurs et la gouvernance lors de la rédaction des SLGRI ont également été échangées.

Au-delà de ces réunions spécifiquement consacrées à la directive inondation, la démarche a été explicitée autant que possible au cours des différents comités techniques avec les porteurs de PAPI.

Ensuite, une fois les atlas cartographiques complets achevés, intégrant notamment les cartes de synthèse des surfaces inondables pour tous les scénarios et les cartes de risques, ainsi que les décomptes de populations et emplois en zone inondable, ceux-ci ont été mis à la consultation sur Internet pendant deux mois.

Ainsi, de manière très large, toute personne désirant s'exprimer a pu envoyer ses observations à l'administration, selon les modalités indiquées sur le site de la consultation (<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/cartes.php>), avant le 15 novembre 2013.

Une réunion technique a été organisée par la DDTM de l'Hérault le 26 septembre 2013, durant la phase de consultation, pour échanger sur les cartographies soumises à consultation, leurs modes d'élaboration et recueillir le plus fidèlement possible les observations des partenaires techniques. Elle a rassemblé les structures de bassins versants dont les porteurs de PAPI, des représentants de communautés d'agglomération et des services du Conseil Général.

Par ailleurs, une commission géographique inondation Gard-Côtiers-Ouest, organisée le 17 octobre 2013, a permis un débat ouvert notamment sur cette phase de la directive inondation.

Les personnes suivantes ont été spécialement informées par courrier de cette consultation et invitées à participer à la commission géographique inondation Gard-Côtiers-Ouest :

- les communes des TRI,
- les intercommunalités,
- les porteurs de SCOT,
- les syndicats de bassin-versant,
- les Commissions Locales de l'Eau (CLE),
- les EPTB,
- les services départementaux d'incendies et de secours (SDIS),
- les conseils régionaux,
- les conseils généraux,
- les chambres de commerces et d'industries (CCI),
- les chambres d'agriculture,
- les établissements publics concernés,
- les représentants d'associations de riverains ou de protection de la nature,
- le CTB,
- les représentants des assureurs.

Le Comité Départemental de l'Eau de l'Hérault a également été mobilisé pour :

- présenter la démarche de la directive inondation lors d'un comité plénier du 11 juillet 2013,
- catalyser la future mise en œuvre des stratégies locales, dans le cadre de son groupe de travail « inondations », lors du CDE stratégique du 08 novembre 2013 sous la co-présidence du préfet de Languedoc-Roussillon et de l'Hérault et du Président du Conseil Général de l'Hérault.

Au terme de ces consultations, les cartes des TRI ont été arrêtées par l'autorité administrative le 20 décembre 2013.

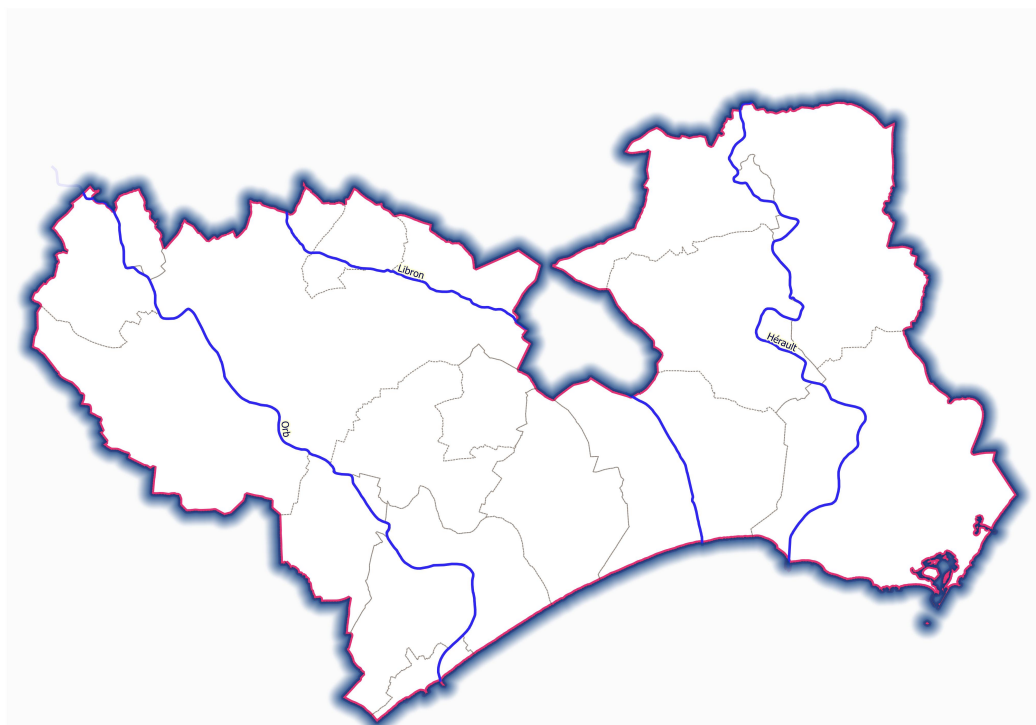
Pour le 2ème cycle, les parties prenantes du TRI de Béziers-Agde sont consultées par courrier et invitées à s'exprimer sur les nouvelles cartographies sur les mois de juin et juillet 2019.

3 - Cartographie des surfaces inondables du TRI

Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) de Béziers Agde

3.1 -

- Périmètre du TRI
- Limite communale
- Cours d'eau
- cartographié au cycle 1 et non mis à jour



3.1.1

Princ

Fleuve
(1 567
de 2 5

Il s'éte

Mise ei

igoual
ersant

Le bassin versant peut être schématiquement divisé en 4 parties :

- **Le haut bassin**, en amont des gorges de Saint-Guilhem-le-Désert :

A la sortie des gorges au niveau du Pont du Diable, le bassin versant de l'Hérault a une superficie de 1 250 km², soit la moitié environ de son bassin total.

C'est la partie la plus pentue du bassin : dominé par le Mont Aigoual à 1 567 m NGF d'altitude, l'Hérault ressort au Pont-du-Diable à une altitude de 45 m NGF après avoir parcouru 80 km.

C'est aussi la partie la plus arrosée du bassin : les précipitations annuelles moyennes passent de 1 000 mm à Saint-Guilhem à 2 000 mm en amont de Valleraugue pour atteindre même 2 500 mm au sommet du Mont Aigoual.

Les précipitations maximales journalières sont également très importantes dans cette partie haute :

- supérieures à 200 mm en fréquence décennale,
- supérieures à 300 mm en fréquence centennale.

Les crues, très pointues, s'y propagent pratiquement sans débordement.

- **La moyenne vallée**, entre Saint-Guilhem-le-Désert et Paulhan :

Dans ce secteur, la pente longitudinale de l'Hérault n'est plus que de 1 m/km. Il reçoit en aval de Gignac un affluent rive droite important : la Lergue (BV = 520 km²).

Les précipitations annuelles moyennes sont comprises entre 800 mm et 1 000 mm sauf dans le haut bassin de la Lergue où elles atteignent 1 200 mm.

La capacité d'écoulement du lit mineur est suffisante pour transiter pratiquement sans débordement les crues de la rivière.

- **La basse vallée**, entre Paulhan et Saint-Thibéry :

Dans cette zone, l'Hérault reçoit une série d'affluents en rive droite de moyenne importance dont la Boyne (BV = 90 km²), la Peyne (BV = 122 km²) et la Thongue (BV = 158 km²).

Les précipitations annuelles moyennes sont comprises entre 600 mm et 800 mm sauf sur les hauts bassins des affluents où elles atteignent 1 000 mm.

La pente moyenne du fleuve tombe à 0,6 m/km.

La capacité d'écoulement du lit mineur est limitée par endroit à 600 m³/s donnant lieu à des débordements fréquents (1 à 2 fois par an).

- **La très basse plaine**, entre Saint-Thibéry et Agde :

Au niveau du delta, l'Hérault ne reçoit plus aucun affluent notable.

Les précipitations annuelles moyennes sont comprises entre 500 et 600 mm.

La pente de la rivière n'est plus que de 0,3 m/km et la largeur du champ d'inondation s'accroît pour atteindre 4 km entre Bessan et Agde.

Les plus grosses crues donnent lieu à des écoulements importants dans le lit majeur tant en rive gauche qu'en rive droite. Ceux de rive gauche sont pratiquement arrêtés en amont immédiat d'Agde et stagnent longuement dans la plaine après la décrue, alors que ceux de rive droite continuent vers le Sud en franchissant successivement différentes infrastructures linéaires (routes départementales, voie ferrée, ainsi que le canal du midi). Les inondations gagnent alors les terres comprises entre Agde, Vias, l'Hérault, le Libron et la mer vers laquelle elles peuvent éventuellement s'écouler par le grau intermittent du Clos de Vias si les conditions hydrométéorologiques (mer haute et vent fort de Sud/Sud-Est) ont permis son ouverture à travers le cordon littoral.

Le contexte géomorphologique :

D'amont en aval de l'Hérault, on rencontre successivement les types de vallées suivantes :

- **Zone cévenole** : vallées étroites à pente forte avec un réseau hydrographique dense,

- **Zone des causses et des calcaires** : vallées profondes et étroites formant de véritables gorges. La rivière s'est enfoncée au fur et à mesure des différents soulèvements ayant affecté la région, ainsi qu'avec les variations du niveau marin. La présence d'anciens méandres abandonnés (vallée de la Vis, vallée de l'Hérault) est fréquente. Lors de la traversée de terrains marneux, la vallée s'élargit localement (par exemple dans la zone de Saint-Bauzille),
- **Zone des basses plaines** : la vallée a une pente plus faible, ce qui favorise les dépôts de matériaux. L'Hérault s'écoule sur ses alluvions avec une zone d'expansion des crues très large (plusieurs kilomètres) dans laquelle le lit a tendance à s'écouler en toit. Des modifications de la position du lit mineur sont possibles à l'occasion de fortes crues. La partie littorale du bassin est assez réduite avec cependant un risque de submersion marine identifié pour les communes d'Agde et Vias.

Le contexte climatique :

Type de climat :

Le bassin de l'Hérault est soumis aux précipitations caractéristiques de la région méditerranéenne, essentiellement durant les périodes automnale et hivernale avec alternance d'étés chauds et secs et d'hivers doux et humides.

Typologie des précipitations :

On peut différencier les phénomènes locaux et les phénomènes généralisés, souvent de type cévenol, qui affectent un espace que l'on peut qualifier de régional. Les épisodes cévenols s'étalent sur une durée le plus souvent supérieure à 24 heures et qui peut atteindre jusqu'à 48 à 72 heures. A l'intérieur de la séquence, il peut y avoir des moments de paroxysme et de répit que l'on retrouve ensuite dans les profils des crues.

- **Exemple de phénomène de type cévenol** : du 6 au 8 novembre 1982, les secteurs les plus montagneux de l'Hérault, du Gard et de l'Ardèche ont reçu plus de 500 mm sur trois jours, l'ensemble des Cévennes plus de 200 mm avec une extension plus importante sur le versant méditerranéen et une diminution très rapide sur le versant atlantique.

- **Exemple de phénomène local** : cas de Nîmes en 1988, le secteur recevant 200 mm se limite à la ville de Nîmes et aux hauteurs de garrigues qui encadrent la ville.

Les précipitations locales ne durent en général que quelques heures. À Nîmes, le 3 octobre 1988, leur durée est de l'ordre de 6 heures avec un paroxysme entre 7 heures et 10 heures 30. Il en résulte des profils de crue nettement différents avec une montée des eaux extrêmement brutale et une descente qui l'est presque autant.

Les faibles pluviométries estivales, conjuguées à la nature **karstifiée** du sous-sol, induisent des assèchements plus ou moins temporaires de portions de cours d'eau.

A contrario, la pluviométrie, lors d'épisode cévenol peut atteindre des valeurs considérables. Par exemple, sur les Cévennes, le paroxysme de l'événement s'est produit les 28 et 29 septembre 1900. À Valleraugue (au pied du Mont Aigoual), le 29 septembre 1900, un terrible orage déverse 950 mm en environ 10 h, ce qui provoqua des débordements historiques de l'Hérault.

Événements historiques :

Les crues historiques constituant les crues de référence, produites par des épisodes généralisés particulièrement intenses, se sont produites en 1958 pour le bassin amont et 1907 pour l'aval.

Exemples de crues historiques		
Episode	Type	Caractéristiques
28 et 29 septembre 1900	Orage convectif sur les contreforts de l'Aigoual	- 950 mm en 10h.à Valleraugue - Village partiellement dévasté - Crue très forte jusqu'à Ganges s'atténuant en aval
26 septembre 1907	Episode généralisé sur la quasi-totalité du bassin	- Durée de 6 jours avec 711 mm à l'Aigoual et deux épisodes intenses - Crue majeure sur l'ensemble du bassin qui constitue la crue de référence pour la plaine (hauteurs de submersion les plus fortes à Gignac et Florensac)
30 septembre 1958	Episode cévenol en partie supérieure du bassin	- Epicentre sur le bassin des Gardons - Crue majeure de référence pour le bassin amont et les affluents de l'Hérault jusqu'à Gignac (400 mm relevés à Valleraugue) - Crue forte, non exceptionnelle, en plaine
30 octobre 1963	Episode Cévenol	- 682 mm à l'Aigoual - Crue en partie médiane du bassin dévastatrice sur le sous bassin de la Lergue
octobre 1968	Orage convectif	- Deux morts emportés par les flots à St - Pargoire. Rue du village transformée en torrent avec lame d'eau dépassant 2 m par endroit. - Episode comparable en 1998 sans victime.
19 décembre 1997	Episode généralisé affectant la quasi-totalité du bassin	- Durée de 3 jours avec lame moyenne de 270mm dépassant 600mm à l'épicentre. - Forte crue de l'Hérault en plaine - Pas de crue exceptionnelle sur les petits bassins.

Plus récemment,

Du 2 au 5 décembre 2003 : Une succession d'épisodes pluvieux sur un grand quart sud est de la France durant l'automne 2003 a généré du 2 au 5 décembre une crue proche de la décennale à Agde et des débordements en lieux habités au Vigan.

Du 1er au 7 novembre 2011 : un épisode cévenol intense affecte la partie supérieure du bassin provoquant des crues importantes sur l'Arre et l'Hérault en amont des gorges. Sur le reste du bassin versant, la crue s'avère forte sans être exceptionnelle mais entraîne une victime au niveau de la plaine de Pézenas.

Automne 2014 : Plusieurs épisodes hydrométéorologiques notables se succèdent au cours de l'automne 2014 sur l'arc méditerranéen. Du 16 au 18 septembre, une série de perturbations orageuses d'origine méditerranéenne affectent plusieurs bassins versants, notamment l'Orb et l'Hérault.

L'épisode du 29 septembre touche principalement le sud du Gard et de l'Hérault. Le 6 octobre, les 14 et 15 novembre, l'est du département de l'Hérault est encore touché.

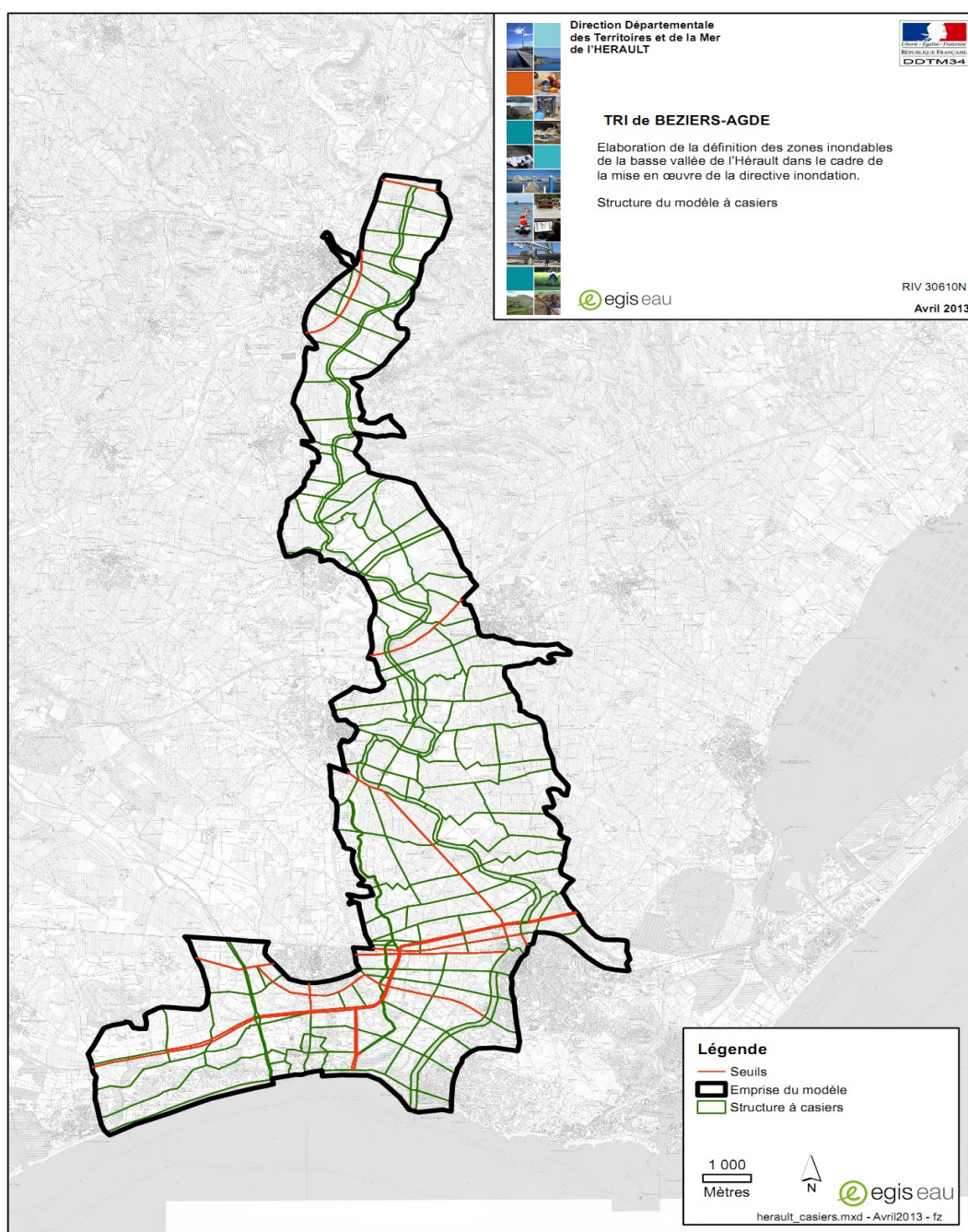
Enfin, un nouvel épisode s'abat fin novembre accompagné d'une forte houle provoquant une submersion marine. D'importantes surfaces agricoles sont impactées, sans compter les maisons et entreprises inondées, les foyers privés d'électricité, etc. Le littoral héraultais essuie par ailleurs des dommages causés par la submersion consécutive à la forte houle.

Ouvrages pris en compte

Aucun ouvrage hydraulique au sens du décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 n'a été pris en compte pour la phase cartographique du TRI.

Dans le modèle à casiers élaboré, les digues ont été supprimées du modèle numérique et donc du maillage topographique. Pour cela, les cotes topographiques du maillage de calcul au droit des endiguements existants ont été ramenées à des valeurs correspondant au terrain naturel.

Le schéma suivant illustre la structure du modèle utilisé pour l'Hérault.



Nota : Les barrages des Olivettes et du Salagou ont un effet local important sur les crues mais il diminue fortement à mesure que l'on s'éloigne des ouvrages :

- L'impact des Olivettes sur la Peyne à Pézénas est encore significatif, mais le barrage n'intercepte plus que 25 % du bassin versant.
- L'impact du Salagou sur le cours aval de la Lergue est plus faible. Le barrage intercepte environ 15 % du bassin versant de la Lergue à la confluence Lergue–Hérault.
- L'effet combiné des deux ouvrages sur la crue de l'Hérault à Agde est quasiment négligeable puisque ces barrages ne contrôlent que 4 % du bassin versant du Fleuve.

La prise en compte de ces ouvrages dans l'écrêtement des crues et concomitamment le risque inhérent à leur défaillance, pourra être étudiée ultérieurement lors d'une prochaine itération de la cartographie de la DI.

Études et méthodes mobilisées

Analyse hydrologique

Pluviométrie :

La pluviométrie n'est pas homogène sur l'ensemble du bassin versant, elle est caractérisée par :

- ✓ une valeur élevée sur le haut bassin : comprise entre 1 000 et 2 000 mm pour les précipitations moyennes annuelles,
- ✓ des précipitations annuelles moyennes comprises entre 800 et 1 000 mm sur la moyenne vallée, avec des valeurs pouvant être plus élevées sur le haut bassin de la Lergue,
- ✓ des précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 600 mm pour les Basses plaines, avec des valeurs pouvant être plus élevées sur la partie amont des bassins versants des affluents.

Sur le bassin de l'Hérault, il existe différentes stations de mesure donnant des informations pluviométriques et pluviographiques gérées par Météo-France (réseau Association Climatique de l'Hérault ACH et réseau Météo-France).

Hydrométrie :

Le fleuve Hérault ainsi que certains de ses affluents sont équipés de stations hydrométriques produisant des données relatives aux niveaux d'eau sur les cours d'eau du bassin versant, dont un grand nombre sont consultables sur Banque de données HYDRO.

L'incertitude sur les débits de crue :

La transformation hauteur-débit, qu'elle soit réalisée à partir de mesures ponctuelles de débit (jaugeages) ou par une modélisation théorique des écoulements de crues, entraîne une incertitude sur la valeur de débit calculé.

Par ailleurs, les conditions d'écoulement des crues très débordantes peuvent rendre les relevés de hauteur difficilement exploitables. Ainsi, au-delà des cotes de débordement, quand les flots empruntent des champs d'écoulement différenciés, la traduction des hauteurs en débit devient très incertaine. Ainsi l'analyse de la fiabilité des débits de crue réalisée par BCEOM en 1999 permet de conclure que compte tenu de la répartition des stations hydrométriques et de leur fiabilité, il apparaît que les débits de crue de l'Hérault sont correctement connus sur la partie amont du bassin versant, moins bien sur la partie aval, ceci par manque de mesure sur les affluents et l'imprécision des mesures pour les crues très débordantes dans la plaine (de Canet à Agde).

À partir de ces données, différents bureaux d'études ont réalisé une analyse hydrologique sur le bassin versant de l'Hérault dont :

- BCEOM (EGIS Eau) en 2005 (étude préalable à l'élaboration du PPRI de la Haute Vallée de l'Hérault) Entre Saint Guilhem-le-Désert et Pouzols, le débit validé a été la limite supérieure du débit centennal issue d'une étude statistique à la station de Moulin-de-Bertrand, soit 3 065 m³/s,

- SAFEGE CETIS en 2000 (étude précédant la mise en place du PPRI de la Moyenne Vallée de l'Hérault). L'analyse hydrologique donne un débit centennal de 2 300 m³/s à Gignac, débit pour l'Hérault à l'amont de la confluence avec la Lergue et un débit centennal de 3 000 m³/s pour l'Hérault à l'aval de la confluence avec la Lergue.

Les débits de crue retenus sont issus des études antérieures :

Cours d'eau	Q10 (m3/s)	Q100 (m3/s)
Hérault à Montagnac	1 650	3 000
Peyne à Pézenas	80	320
Thongue à Saint Thibéry	275	580

Cartographie des surfaces inondables

Modélisation hydraulique

Actualisation du modèle

Le modèle hydraulique réalisé sur la Basse Vallée de l'Hérault a été développé avec le logiciel STREAM (Simulation en TRansitoire des Écoulements À surface libre Multidirectionnels), modèle 2D à casiers, datant de 1987. Initialement construit depuis Montagnac (aval du pont) jusqu'à la mer, il a été actualisé à plusieurs reprises notamment en 2003 à l'occasion de l'étude hydraulique de la ZAC de Vias Plage, puis étendu, en amont jusqu'à Canet, dans le cadre de l'étude d'amélioration des modèles de prévision des crues de l'Hérault élaboré en 2008 pour le compte du SCHAPI.

La topologie du modèle global (Canet à la mer), levés topographiques et bathymétriques et données photogrammétriques du lit majeur, a été complétée afin d'étendre et d'actualiser le modèle.

Nota : un modèle global a été construit mais les deux modèles séparés ont été conservés. Ces deux modèles sont utilisés pour la prévision en temps réel, car cela permet de prendre en compte explicitement les observations à Montagnac en entrée du modèle aval.

Calage du modèle

De nombreuses informations de lasses de crues sont disponibles sur le fleuve Hérault notamment pour les crues de novembre 1982, de décembre 1997 et d'autres plus ponctuelles pour les crues d'octobre et novembre 1994 et janvier 1996. Plus récemment, quelques lasses de la crue de 2011 au droit de Saint-Thibéry, dont la période de retour est voisine de 10 ans, ont été levées par le Syndicat Mixte du Bassin du Fleuve Hérault (SMBFH).

- Les crues utilisées pour le calage du modèle sont celles de décembre 1997 et d'octobre 2006. Cette dernière crue étant légèrement débordante, elle permet de valider le calage du modèle pour cette gamme de débits.
- Les crues de novembre 1982, novembre 1994 et janvier 1996 sont utilisées pour la validation du modèle.

Ainsi le calage s'effectue dans un premier temps pour les crues de calage, puis les résultats obtenus sont contrôlés pour les crues de validation, permettant si nécessaire, des ajustements du modèle. Une attention particulière a été portée pour le calage au droit des stations hydrométriques et en particulier à Agde compte-tenu des enjeux importants de la prévision en ce point.

Le détail du calage figure dans l'étude « Prévision des crues sur le bassin de l'Hérault – Calage et amélioration des modèles de prévision (SCHAPI – Egis Eau - 2010) » dont les principaux éléments sont repris ci-après.

- **Modèle de Canet à Montagnac**

Pour le calage de cette partie du modèle, le modèle global a été utilisé afin de s'affranchir d'une condition limite de relation cote-débit à Montagnac.

Les hydrogrammes de crue étant très proches entre Canet et Aspiran, l'hydrogramme d'entrée du modèle à Canet a été reconstitué à partir de l'hydrogramme à Aspiran pour les crues de 1994 et 1997.

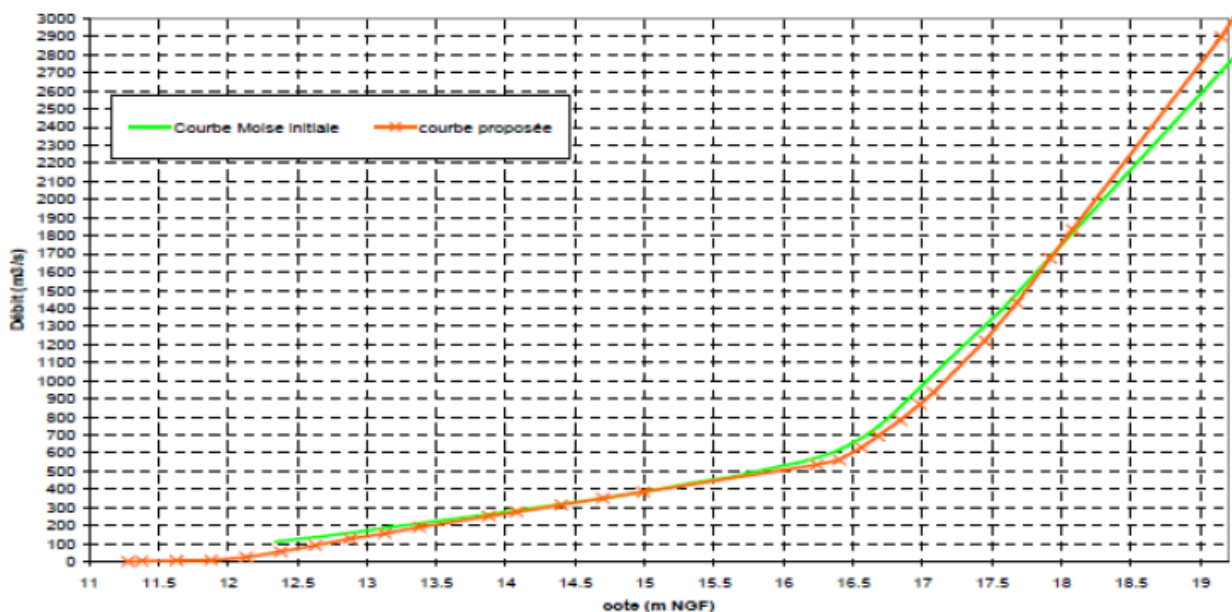
Le calage sur les laisses de crue est satisfaisant sur l'ensemble du secteur modélisé.

Le contrôle des limnigrammes observés à Montagnac montre une bonne reproduction de la forme de la crue, avec un très bon calage temporel.

Suite à l'étude effectuée sur la partie aval (notamment pour reproduire les phénomènes hydrauliques d'amortissement entre Montagnac et Agde), la courbe de tarage à Montagnac a été modifiée en réduisant les débits de l'ordre de 10% pour les débits inférieurs à 1 700 m³/s, et en augmentant les débits supérieurs.

Remarque : la partie basse de la courbe, pour les faibles débits, correspond à celle proposée par le Service de Prévision des Crues Méditerranée Ouest (cohérence avec les débits à Canet et Agde).

Courbe hauteur – débit proposée à Montagnac et courbe initiale



- **Modèle aval de Montagnac à la Mer**

La condition limite aval du modèle est le niveau de la mer à l'exutoire de l'Hérault, soit la valeur de 0,8 m NGF. Le contrôle de la validité du modèle sur la crue de décembre 1997 montre une bonne cohérence sur les laisses de crue.

Un travail important d'ajustement des paramètres du modèle a été nécessaire pour reproduire correctement le calage temporel des limnigrammes à Agde

Pour les crues largement débordantes (1982, 1994, 1996 et 1997), la forme des limnigrammes à la station hydrométrique d'Agde est bien reproduite, en particulier le changement de pente important (raidissement) qui se produit au-delà d'un débit de 800 à 900 m³/s.

Pour les crues de moindre importance (crue d'octobre 2006), les volumes débordés sont plus faibles et la pointe de crue observée à Montagnac est quasiment totalement amortie à Agde.

Le débit à Montagnac est de l'ordre de 1 350 m³/s (h=5.15 m). Un test effectué avec un débit à Montagnac diminué de 10% montre une réduction de la pointe de crue calculée et un décalage temporel de la pointe calculée (retard) qui se rapproche de la pointe observée. Il apparaît qu'en augmentant le débit de pointe à Montagnac de 50 m³/s, le débit de pointe à Agde peut augmenter de près de 100 m³/s. Cette sensibilité se manifeste dans la gamme des débits de 1 000 à 1 500 m³/s à Montagnac. Ces résultats ont conduit à proposer une modification de la courbe hauteur-débit à Montagnac.

À Agde, la relation cote-débit obtenue avec le modèle hydraulique s'ajuste sur le jaugeage le plus élevé effectué (778 m³/s) mais pas avec les deux jaugeages réalisés pour des débits plus faibles (356 m³/s et 84 m³/s). Cela ne perturbant pas les résultats du modèle pour les crues, la relation cote-débit initiale pour Agde est conservée.

- **Apports intermédiaires en aval de Canet**

Du fait de la sensibilité des débits à Montagnac par rapport au phénomène de raidissement de la crue en phase de montée à Agde, la représentation des apports des affluents situés entre Montagnac et Agde est importante.

La crue du 29 janvier 1996 est riche d'enseignement car elle a donné lieu à une très forte crue de la Thongue (crue d'occurrence centennale) et des estimations de débit ont été effectuées à Montblanc (débit de pointe estimé à 650 m³/s, validé par un modèle hydraulique). La crue s'amortit ensuite probablement très fortement jusqu'à la confluence avec l'Hérault, d'au moins 30%, d'après les études antérieures.

Les débits de pointe calculés pour la Peyne et la Thongue sont respectivement de 125 m³/s et 220 m³/s et permettent de reproduire la montée qui se produit à Agde, et qui n'aurait pu être reproduite avec les seuls débits de Montagnac.

Exploitation du modèle

Dans le cadre de cette étude, seul le modèle aval (Montagnac à la Mer) a été exploité.

Les trois crues étudiées et cartographiées sont les suivantes :

- Crue fréquente (assimilée à une crue décennale),
- Crue intermédiaire (assimilée à la crue centennale),
- Crue exceptionnelle (assimilée à la crue millénale, estimée à 1,8 x la crue centennale).

Les hypothèses retenues sont celles généralement prises pour la modélisation des zones inondables cartographiées dans les PPRI du département de l'Hérault (crue centennale du fleuve et contrôle aval dû à un niveau marin estimé à 1,50 m NGF).

Nota : La modélisation du Libron comprend notamment en hypothèse 3, la concomitance de la crue centennale de l'Orb, de la crue décennale du Libron et de la crue centennale de l'Hérault. Cette hypothèse est reprise pour la modélisation du scénario 2 de la Basse Vallée de l'Hérault.

Les scénarios modélisés sont les suivants :

	Sc 3	Sc 2	Sc 1
T Hérault	1000 ans	100 ans	10 ans
T affluents	100 ans	100 ans	100 ans
T Libron	100 ans	10 ans	-
T tempête marine	Except.	50 ans	<50 ans
Niveau marin	2.40 NGF	1.50 NGF	1.20 NGF
Digues transparentes	oui	oui	oui

Scénarios de crue modélisés

Les digues et remblais jouant le rôle de digue sont considérés comme inexistantes sur tout le linéaire du fleuve pour les 3 scénarios de crues. Cette transparence concerne les digues longeant les cours d'eau et les ouvrages linéaires (routes, voies ferrées, ...) reconnus comme assurant ce rôle de digue et classés en tant que tels.

Précision des résultats :

Le type de modèle utilisé et la précision des résultats :

Le modèle utilisé dans la présente étude est le modèle STREAM particulièrement bien adapté à la modélisation des phénomènes hydrauliques complexes : échanges lit mineur et champs d'inondation, champs d'inondation hétérogènes, écoulements maillés ou bidimensionnels, écoulement en zones agglomérées et donc à la retranscription des phénomènes d'inondation dans le secteur d'étude concerné ici.

Le modèle fournit des résultats au centimètre près.

Les données utiles à la construction du modèle :

Il s'agit des données topographiques et bathymétriques (relevés in situ) nécessaires à la représentation des casiers. Leur précision altimétrique est de l'ordre de 10 cm.

Les données d'entrée du modèle (hors géométrie) :

Le tableau ci-joint liste les principales sources d'incertitude des données d'entrée du modèle hors géométrie :

DONNEES HORS GEOMETRIE¹

Types de données	Nature de l'incertitude (origine)	Ecart le plus probable (ou précision)	Ecart maximum possible	Ecart exceptionnel envisageable ²	Commentaires
Données hydrologiques					
débites	Erreur relative (expériences a posteriori)	T<30/50 ans : 10 à 20% 30/50<T<100 ans : 30% T>100 ans : >100%	T<30/50 ans : 20% 30/50<T<100 ans : 40% T>100 ans : >100%	T<30/50 ans : 30 à 40% 30/50<T<100 ans : 50%	on peut disposer pour chaque débit d'un intervalle de confiance (incertitude due à la méthode statistique seule)
Données hydrométriques					
hauteurs d'eau	Erreur relative ou précision	capteurs : 5% échelle : 1 à 10 cm	capteurs : 10% échelle : 5 à 20 cm	capteurs : 30% échelle : 20 à 40 cm	Ecart exceptionnel du aux conditions hydrauliques
débites	Erreur relative	hors crues fortes : 5 à 10% crues fortes : 10 à 20%	hors crues fortes : 10% crues fortes : 20 à 30%	50%	Ecart exceptionnel du à l'extrapolation du tarage
Paramètres de calage					
coefficient de Strickler	Erreur relative	15 à 20%	20 à 30%		pas de limite / signification pour l'écart exceptionnel
pertes de charges singulières, lois d'ouvrages	Erreur relative	15 à 20%	20%		pas de limite / signification pour l'écart exceptionnel
laisses de crues	Précision en altimétrie	20 à 30 cm (crues récentes)	30 cm (crues récentes)	30 à 60 cm	

¹ Il s'agit de **valeurs interprétées** : il s'agit de valeurs issues d'enquêtes et de recueils d'expériences, et toujours en ordre de grandeur.

En **italiques** : valeurs non consensuelles.

² Il s'agit de **valeurs arbitraires** déterminées de manière subjective en tenant compte des contraintes physiques (site, type de mesure, variabilité du phénomène physique...) représentant une éventualité réelle maximum. Mais cela **ne concerne pas les données manifestement erronées** que l'on suppose exclues du jeu de données par le manipulateur avant livraison à l'hydraulicien (erreurs de mesures, perte de l'origine,...)

Cartographie des zones d'aléa :

Dans le cas présent, les différents modèles numériques de terrain (MNT) employés sont les suivants :

- Lever Litto 3D, réalisé en commun par le SHOM et l'IGN, disponible sur la majeure partie de la zone d'étude. La précision des levés terrestres est de 15 cm, la tolérance de 40 cm.
- Lever GAIA Mapping, disponible sur toute la zone d'étude. La précision du lever est de 50 cm dans les zones découvertes et de 1 m dans les zones couvertes.

Compte tenu de la précision de ces différents MNT et de leur disponibilité, il a été retenu pour élaborer les cartes d'aléa, par priorité :

- Lever Litto 3D,
- Lever GAIA Mapping.

Conclusion :

Les principales sources d'incertitude sont liées à la prise en compte des données des MNT (15 cm sur la majeure partie de la zone d'étude et 50 cm sur la partie amont).

Mode de représentation retenu pour la cartographie

La cartographie des zones inondables est réalisée à l'aide du logiciel CALYPSEAU mis au point par Egis Eau qui permet de cartographier automatiquement les hauteurs d'eau en tout point du champ d'inondation en croisant le MNT et les résultats de calcul du modèle.

Les classes de hauteurs d'eau retenues pour l'ensemble des scénarios sont les suivantes :

- hauteur d'eau comprise entre 0 et 0,5 m,
- hauteur d'eau comprise entre 0,5 et 1 m,
- hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m,
- hauteur d'eau supérieure à 2 m,

Les enjeux représentés sur les cartes sont issus des fichiers de la BdTopo IGN. Les données des stations d'épuration et des IPPC ont été corrigées à partir des bases de données gérées localement par la DDTM34 ou la DREAL LR.

Les cartes ont été réalisées conformément aux prescriptions de la note sémiologique méthodologique de juillet 2013.

Les cartographies des zones inondables pour chacune des périodes de retour étudiées sont présentées à l'échelle 1/25 000^{ème}.

3.1.2 - L'Orb

Principales caractéristiques des phénomènes

Le fleuve Orb draine un bassin versant de 1 514 km² pour un linéaire de 136 km, ce qui fait de lui l'un des plus importants cours d'eau de la région Occitanie. Les altitudes s'y échelonnent de 1 126 m au sommet de l'Espinouse, à 0 m au niveau de l'embouchure à Valras-Plage. Il prend sa source sur les plateaux calcaires du Causse du Larzac au Nord (plateaux de Romiguières à 886 m et de Guilhaumard à 853 m) et sur le massif volcanique de l'Escandorgue (865 m) au nord-est.

Les principaux affluents du fleuve Orb sont le Jaur, le Vernazobre, le Lirou, le Gravezon et le Taurou.

Le bassin versant se compose de formations géologiques et géomorphologiques variées :

- La **haute vallée** de l'Orb traverse les terrains de la Montagne Noire, massifs entaillés de nombreuses gorges d'orientation Nord-Sud qui y découpent des reliefs escarpés. Ces terrains très pentus sont bien végétalisés (forêts), ce qui limite le ruissellement et l'apparition des phénomènes d'érosion de versant.
- La **moyenne vallée** de l'Orb entaille le versant Sud de la Montagne Noire, (Monts de Pardhailhan), puis s'élargit et traverse le chaînon de St Chinian. Le secteur aval du bassin est faiblement végétalisé (terrains agricoles, vignes, garrigues basses) et fortement anthropisé. Les terrains sous-jacents sont moyennement ou faiblement perméables, peu favorables à l'infiltration, excepté dans la plaine alluviale. En revanche, les pentes sont plus douces que sur le bassin amont, ce qui diminue les phénomènes de ruissellement.
- La **basse plaine** de l'Orb (de Béziers à la mer) est en réalité une vaste plaine d'accumulation alluviale présentant une morphologie caractéristique des plaines côtières ce qui lui donne un profil « en toit » avec des dépressions latérales où s'écoulent des eaux de pluies et de débordement. (En d'autres termes, le cours de l'Orb se trouve au-dessus des terres avoisinantes, aussi lorsque le fleuve est en crue, les eaux se déversent dans le lit majeur inondant ainsi, les zones urbanisées situées à proximité.)

Les formations karstiques (Atlas des zones inondables du bassin versant de l'Orb)

Ces formations sont constituées des dolomies cambriennes de la haute vallée de l'Orb, des calcaires jurassique du bassin de Bédarieux, des calcaires du Dévonien et/ou Cambrien du secteur St Pons-Corniou-Pardailhan et des Monts de Faugères. Ces aquifères karstiques contribuent de façon sensible à l'alimentation du cours d'eau à l'étiage, de l'ordre de 1 à 2 m³/s.

Il est à noter que la source du Jaur provient de la résurgence des pertes du Thoré, rivière appartenant au bassin atlantique (traçages effectués en 1948, 1958, 1996). Cette source constitue donc un exemple de transfert souterrain des eaux du bassin versant atlantique vers le bassin méditerranéen.

Ces formations perméables sont favorables à l'infiltration des eaux de pluie, permettant de ralentir la propagation des ondes de crue en cas de fortes pluies.

Les caractéristiques de l'inondabilité :

Le bassin-versant de l'Orb est soumis, essentiellement durant les périodes automnale et hivernale, à différents types de précipitations orageuses et localisées, dites de caractère cévenol. En effet ces dernières sont provoquées par le relief (une majeure partie du bassin versant se situe à des altitudes supérieures à 600 m avec, dans certains secteurs des Cévennes, des monts d'Orb et de l'Espinouse, des altitudes de plus de 1000 m), et par la rencontre d'un air chaud et humide, issu de l'évaporation du bassin méditerranéen durant les mois chauds.

De ce fait, un fort gradient de précipitations s'observe entre la plaine littorale (600 mm en hauteur moyenne annuelle) et les reliefs les plus élevés où la pluviométrie moyenne annuelle atteint les 1 600 mm près de Roqueredonde.

Pour les **haute et moyenne vallée**, compte tenu de la forte pente de l'Orb et de ses affluents, les **crues sont rapides, violentes** et généralement chargées en matériel sédimentaire. Ces crues sont particulièrement dangereuses pour les zones urbanisées situées en lit majeur. (Exemples : Graissessac, Saint Pons de Thomières, Avène, ...)

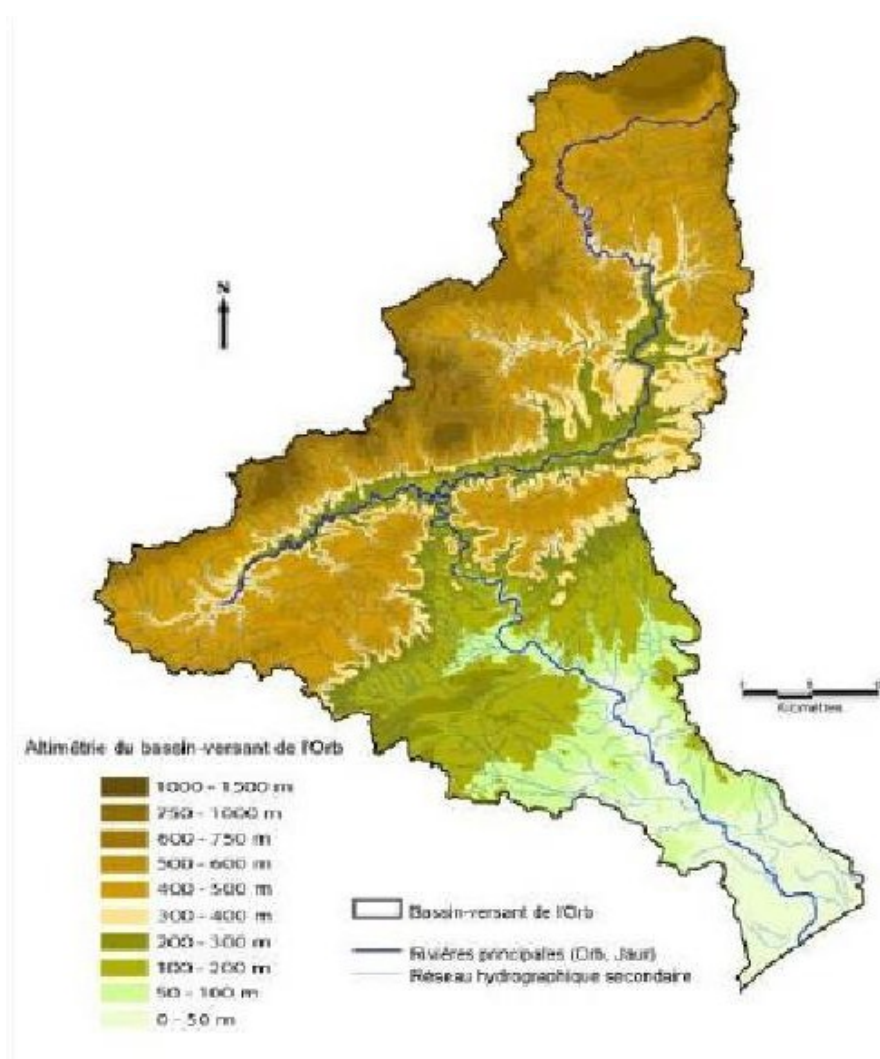
Plus à l'aval, du fait de la faible distance qui sépare la basse plaine des hauteurs, l'essentiel de l'eau est précipité sur une frange assez mince du bassin versant. Ce flux est alors canalisé par des vallées encaissées situées dans un relief accidenté. L'Orb s'écoule grossièrement sur les deux tiers de son parcours en zone montagneuse ne permettant pas aux eaux de se répandre de part et d'autre. De plus, les ruissellements peuvent être à la fois importants et extrêmement rapides.

La concentration de ces flots se libère brutalement au niveau de Cessenon-sur-Orb qui représente la cassure entre la zone montagneuse et la plaine. Dès lors, la platitude du relief permet aux eaux de s'étaler plus facilement que dans la partie amont où les pentes sont relativement prononcées.

La basse plaine de l'Orb (Béziers à la mer) représente ainsi, un vaste champ d'inondation (5 000 ha) atteignant à certains endroits cinq kilomètres de large. Les inondations y sont fortes car au fur et à mesure que l'on s'approche de l'exutoire, le lit mineur décroît.

De plus dans la zone du delta les inondations dues aux crues de l'Orb se conjuguent à celles provoquées par les « coups de mer » accentuant le risque d'inondation de cette zone très urbanisée dont Valras-plage.

Ainsi lors des tempêtes marines, le vent de sud-est ou vent « marin » favorise le phénomène de « surcote marine ». Cet événement se caractérise par une remontée des eaux de mer dans les terres par l'exutoire, obstruant ainsi l'évacuation des eaux de l'Orb et prolongeant la durée de submersion sur la basse plaine.



Événements historiques :

Sur le bassin de l'Orb, les crues les plus importantes ont eu lieu en :

- **décembre 1953** au niveau de la basse plaine (Béziers). Le débit de pointe à Béziers a été estimé à 2300 m³/s correspondant à une période de retour de 80 ans. Cependant, les cotes de Plus Hautes Eaux (PHE) de cette crue dépassent, dans le quartier du Faubourg, celles de la crue de référence centennale estimée à 2500 m³/s. Cette différence s'explique par les nombreux travaux qui ont eu lieu dans la traversée de Béziers (ponts et seuil).

- **décembre 1987** crue du bassin médian et aval de l'Orb avec des précipitations importantes sur le bassin du Lirou. La crue prend la forme d'une coulée de boue gigantesque, dévalant la plaine à la vitesse de 5 km/h. Le débit de l'Orb atteint 1630 m³/s à Béziers.
- **décembre 1995** sur le Jaur. D'un point de vue hydrologique, l'hydrogramme de cette crue à Tabarka, en amont de Béziers, est très proche de celui de la crue de 1987.
- **janvier 1996** sur l'aval du bassin, le débit de pointe à Béziers était de l'ordre de 2100 m³/s, et la période de retour estimée à 65 ans.

Plus récemment, les fortes pluies de **septembre 2005, novembre 2005 et janvier 2006** ont provoqué la coupure de voies de communication sur la commune de Villeneuve-Les-Béziers et des débordements sur des ruisseaux de la commune de Béziers.

Automne 2014 : Plusieurs épisodes hydrométéorologiques notables se succèdent au cours de l'automne 2014 sur l'arc méditerranéen. Du 16 au 18 septembre, une série de perturbations orageuses d'origine méditerranéenne affectent plusieurs bassins versants, notamment l'Orb et l'Hérault. Dans la soirée du 18, la rupture d'un embâcle sur le torrent du Bitoulet dévaste le camping de Lamalou-les-Bains et cause la mort de quatre personnes. L'efficacité des secours permet néanmoins d'éviter plus de pertes humaines.

L'épisode du 29 septembre touche principalement le sud du Gard et de l'Hérault. Le 6 octobre, les 14 et 15 novembre, l'est du département de l'Hérault est encore touché.

Enfin, un nouvel épisode s'abat fin novembre accompagné d'une forte houle provoquant une submersion marine. A Bédarieux, l'Orb atteint la cote 4,45 m et inonde la commune sous 1,5 m d'eau. D'importantes surfaces agricoles sont impactées, notamment dans les secteurs de la Tour-sur-Orb, Bedarieux, Lamalou-les-Bains. Sans compter les maisons et entreprises inondées, les foyers privés d'électricité, etc. Le littoral héraultais essuie par ailleurs des dommages causés par la submersion consécutive à la forte houle.

Ouvrages pris en compte

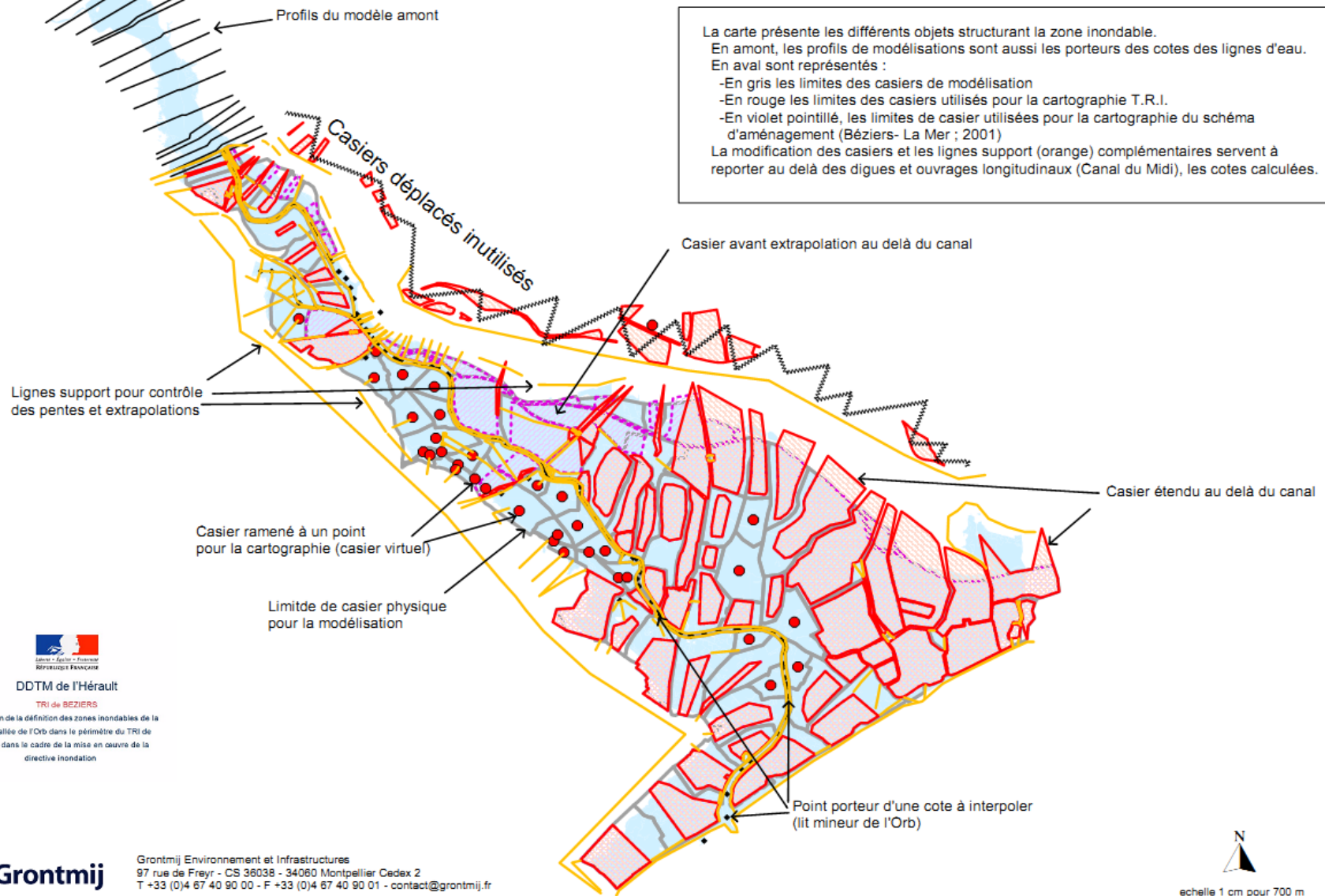
Aucun ouvrage hydraulique au sens du décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 n'a été pris en compte pour la phase cartographique du TRI.

Pour le modèle Orb, les obstacles longitudinaux faisant office de digues ont été supprimés :

- La plaine Saint-Pierre, située entre Béziers et l'A9 en rive gauche, a fait l'objet d'une modification notable du mode de calcul des zones inondables en établissant un lissage des pentes de la surface de l'eau sans tenir compte des pertes de charge localisées au droit des berges de l'Orb.
- De même pour les zones inondables cartographiées au Nord-Est du Canal du Midi en rive gauche de l'Orb (Béziers, Villeneuve-les-Béziers, Cers, Portiragnes), la cote de l'eau dans la plaine de l'Orb a été prolongée au-delà du canal.
- À Portiragnes-Plage, il a été appliqué la cote du casier amont situé au Nord de la zone bâtie cernée d'une route en remblai faisant digue à cette occurrence.

Le schéma suivant explicite la modification des casiers qui a permis les extrapolations des lignes d'eau au-delà des ouvrages longitudinaux.

Détail des extrapolations au delà des obstacles longitudinaux



DDTM de l'Hérault

TRI de BÉZIERS

Elaboration de la définition des zones inondables de la basse vallée de l'Orb dans le périmètre du TRI de Béziers dans le cadre de la mise en œuvre de la directive inondation



Grontmij Environnement et Infrastructures
97 rue de Freyr - CS 36038 - 34060 Montpellier Cedex 2
T +33 (0)4 67 40 90 00 - F +33 (0)4 67 40 90 01 - contact@grontmij.fr



échelle 1 cm pour 700 m

Dossier n° FL34D0018 V3 - sept 2013

Nota : Le barrage des Monts d'Orb contrôle 7,5% du bassin total de l'Orb et n'a pas de fonction formelle d'écrêtement des crues. La prise en compte de cet ouvrage dans l'écrêtement des crues et concomitamment le risque inhérent à sa défaillance, pourra être étudiée ultérieurement lors d'une prochaine itération de la cartographie de la DI.

Études et méthodes mobilisées

Analyse hydrologique

Les bassins amont et intermédiaire de l'Orb ont des formes ramassées, résultant de la juxtaposition de plusieurs bassins de petite taille réagissant rapidement et simultanément. A contrario, le bassin aval présente une forme allongée et un réseau hydrographique peu ramifié.

Les caractéristiques de forme et l'aptitude au ruissellement confèrent aux bassins des modes de réaction différents : **les bassins amont et intermédiaires réagissent rapidement à la suite d'épisodes pluvieux courts et intenses**, tandis que **les crues du bassin aval résultent de pluies plus longues qui s'étalent davantage dans le temps**.

Par ailleurs la **saturation des sols** a une incidence forte sur la conséquence de l'épisode pluvieux. En effet, des épisodes relativement peu abondants arrosant des sols saturés par des épisodes précédents ont engendré des crues importantes sur l'Orb (novembre 1962, octobre 1965, février 1980, janvier 1982).

Pluviométrie

Selon les données recueillies par Météo France, le haut du bassin de l'Orb correspond à un cumul de pluie en 24 h de 300 mm et la basse plaine, concernée par les affluents en amont immédiat de Béziers, est située dans la zone des 200-250 mm/24h.

Typologie des crues

Les débits de pointe de l'Orb sont élevés et les temps de propagation sont courts (le temps de réaction du bassin est de 8 à 12 heures). Les crues peuvent donc être subites suite à des pluies intenses.

On peut répartir les crues en 3 familles :

- les crues du **bassin amont**, ayant un épicode pluvieux entre Castanet et Avène, et un débit de pointe maximal à Vieussan, sans apport à l'aval.
- les crues du **bassin intermédiaire**, ayant un épicode pluvieux situé vers Olargues et un débit de pointe maximum dans la moyenne vallée, voire en aval si la pluie est très forte.
- les crues du **bassin aval**, liées à une pluie homogène sur l'ensemble du bassin versant et ayant un débit de point maximum à l'aval de Béziers.

Une étude réalisée par Météo France (1986 – étude portant sur 91 épisodes pluvieux de 1953 à 1981, dont 26 ont généré une crue sur l'Orb), conclut que les pluies générant des crues ont leur épicode localisé principalement en amont du bassin versant et durent 5 jours en moyenne, avec un cumul moyen à l'épicode de 480 mm.

Cartographie des surfaces inondables

Modélisation hydraulique

Les études utilisées :

L'étude du « schéma de protection contre les inondations » réalisé entre 1999 et 2001 par Ginger Environnement pour le compte du syndicat Béziers-la Mer a donné lieu à une modélisation hydraulique des écoulements de la basse vallée depuis la RD 39 (à l'amont de Béziers) jusqu'à la mer.

Cette étude a été actualisée, en raison des travaux menés sur le territoire concerné et complétée sur les communes amont de Maraussan, Thézan-les-Béziers et Lignan-sur-Orb.

Nota : Pour compléter l'étude initiale, un modèle indépendant devait être mis en place sur ces 3 communes mais en raison des conditions hydrologiques défavorables en mai-juin 2013, la bathymétrie de ce secteur n'a pas pu être réalisée dans les délais impartis. Cette modélisation sera donc effectuée ultérieurement et permettra d'améliorer la précision de la cartographie des zones inondables lors du prochain cycle de la DI.

Actualisation et calage du modèle :

Le modèle actuel intègre la zone inondable de l'Orb, de l'aval de la RD 39 (pont de Tabarka) jusqu'à Portiragnes Plage (Grau de l'ancien Libron) et Valras Plage, ainsi que celle du Lirou, depuis le domaine de Lirou (CR105) jusqu'à la confluence.

Le modèle est calé pour les crues de type décembre 1995 et janvier 1996. Il est réputé valide pour la crue centennale.

Le complément opéré sur les communes amont de Maraussan, Thézan-les-Béziers et Lignan-sur-Orb. a été produit et calé à partir des données structurantes disponibles :

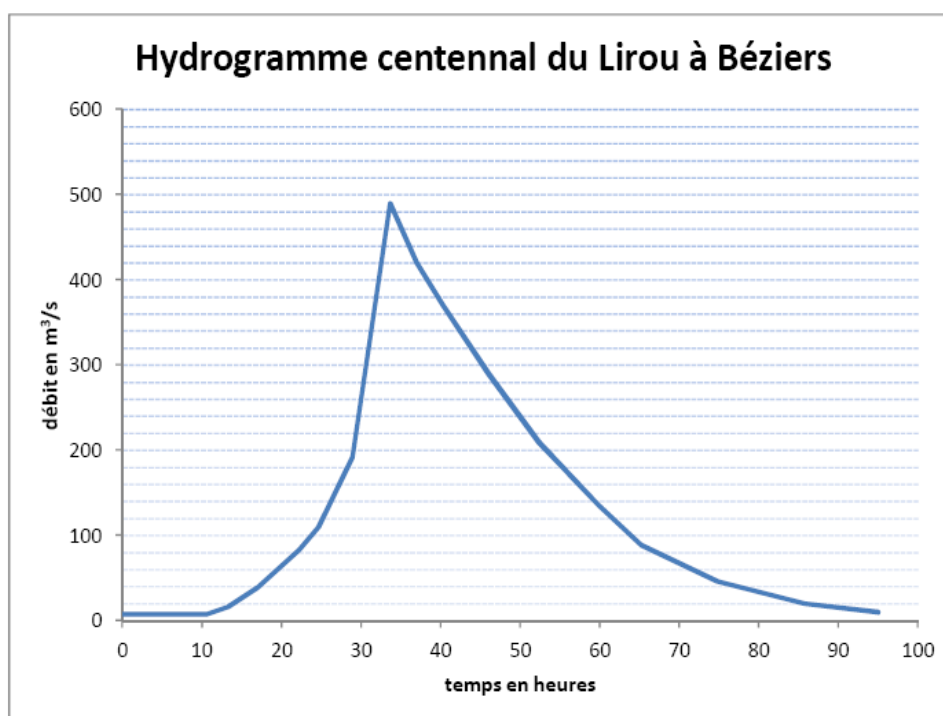
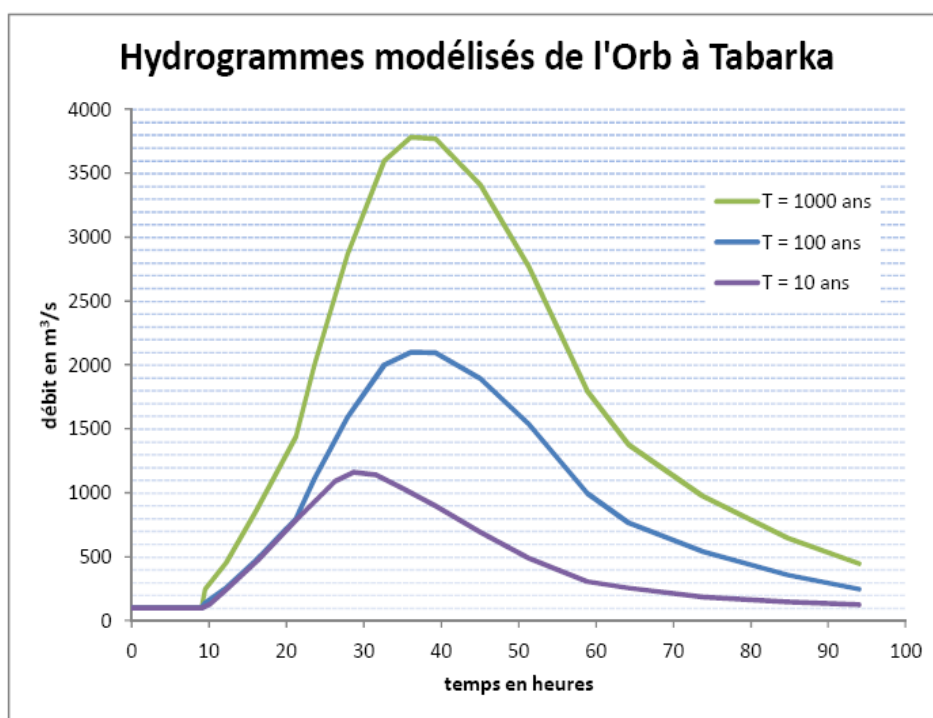
- sur certains secteurs le Modèle Numérique de Terrain (MNT) du Référentiel Géographique à Grande Échelle (RGE de l'IGN) à maille de 1m,
- sur d'autres, des données topographiques relativement récentes et disponibles ont été réutilisées (données topographiques sur les déversoirs de la Malhauté et de Tabarka ; Élévation du pont de Tabarka disponible dans l'étude de gestion des risques SMVOL – BCEOM-2001),
- Les profils du lit mineur ont été extrapolés manuellement avec une précision médiocre mais dont l'incidence sur les modélisations des très fortes crues devrait être modérée.

Le modèle ISIS (2D) d'origine datant de 2000 a été actualisé afin de prendre en compte les aménagements récents impactant le fonctionnement hydraulique de l'Orb, notamment :

- en amont du Pont-Vieux de Béziers, la nouvelle déviation de la RD612,
- dans la traversée de Béziers, l'ouverture du Pont Vieux et la modification de la confluence du Lirou,
- le dégagement d'une arche rive gauche au Pont SNCF,
- l'enlèvement du déversoir de Sauclière / Moulin Neuf.

Les données hydrologiques prises en compte :

Les hydrogrammes de projet de la crue décennale et de la crue centennale sont conservés (étude BCEOM – étude de gestion du risque inondation dans le bassin versant de l'Orb – 2000). En effet, les statistiques de débit à la station de Tabarka sont en 2013 comparables aux statistiques de 2000 (voir l'étude BCEOM août 2000 et la synthèse banques Hydro 2013 sur le site www.hydro.eaufrance.fr).



La crue extrême ($Q_{1000} = 1,8 \times Q_{100}$) a déjà été utilisée dans le cadre d'une étude de danger sur le secteur et employée sans modification du temps de montée (simple multiplication des valeurs de débit de l'hydrogramme).

Pour les 3 scénarios modélisés, afin de reconstituer le débit de pointe de crue de l'Orb à Béziers, l'hydrogramme centennal du Lirou est injecté en gérant le décalage temporel pour obtenir le débit déterminé dans le tableau suivant : (La procédure est itérative et permet un ajustement à moins de $5 \text{ m}^3/\text{s}$ près).

Débits de pointe des crues

Identifiant de la crue	Débit de l'Orb à Tabarka (m3/s)	Débit de l' Orb à Béziers (m3/s) (augmenté notamment débit du Lirou)	Niveau marin (m NGF)
12/87	1550	1655	1.1
12/95	1580	1620	1.3
01/96	1700	2100	1.2
11/99	-	850	0.9
Crue de projet décennale	1160	1250	1.2
Crue de projet centennale	2100	2500	1.5
Crue de projet millennale	3780	4500	2.4
Débit Centennal du Lirou	-	490 m3/s	-

Le calage et la précision du modèle :

• **Entre la RD 39 et la Mer : modèle Béziers-La mer**

Le modèle de simulation Béziers-la Mer a été calé lors de l'étude du Schéma d'Aménagement avec une précision de l'ordre de 10 cm, sur les crues historiques listées dans le tableau précédent.

• **En amont de la RD39**

Sur ce secteur, la modélisation a été réalisée en régime permanent et en mode filaire (1D).

Pour cette partie amont, le calage s'appuie sur les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) des crues de 1987, 1995 et 1996, notamment pour déterminer la condition limite aval (sud de la RD39). La cohérence de la ligne d'eau est ensuite vérifiée.

Le calage est mené par ajustement des coefficients de rugosité du lit mineur et du lit majeur droit et gauche en cohérence avec la configuration du terrain (sinuosité et atterrissements localisés, ripisylve, variations de la végétation et des accidents de terrain, urbanisation localisée).

Toutefois, on rappelle que l'extrapolation manuelle des profils du lit mineur peut générer une imprécision pour les scénarios 1 et 3 (10 et 1000 ans) pour lesquels les débits sont sensiblement différents des crues de calage. En particulier, l'incidence de l'erreur par extrapolation de la forme du lit mineur serait plus importante pour la crue décennale (scénario 1).

Le calage des lignes d'eau des crues est obtenu avec des écarts de l'ordre de 10 à 15 cm par rapport aux PHEC. Le fond du lit est fictif (absence de bathymétrie du fait de conditions météorologiques défavorables au moment de l'étude) mais les cotes des seuils demeurent justes.

Le Lirou est aussi modélisé depuis le CR105 (domaine de Lirou) jusqu'à la confluence de l'Orb.

Les trois crues étudiées et cartographiées sont les suivantes :

- Crue fréquente (assimilée à une crue décennale),
- Crue intermédiaire (assimilée à la crue centennale),
- Crue exceptionnelle (assimilée à la crue millennale, estimée à [1,8 x la crue centennale]).

Les scénarios modélisés sont les suivants :

	Sc 3	Sc 2	Sc 1
T Orb	1000 ans	100 ans	10 ans
T affluents	100 ans	100 ans	100 ans
T tempête marine	Except.	50 ans	< 50 ans
Niveau marin	2.40 NGF	1.50 NGF	1.20 NGF
Digues transparentes	oui	oui	oui

La cote marine intervient en tant que cote de contrôle aval des exutoires en mer (embouchures).

Les digues et remblais jouant ou présumés jouer un rôle de digue sont considérés comme inexistantes sur tout le linéaire du fleuve pour les 3 scénarios de crues. Ainsi la méthodologie retenue est la suivante :

La cartographie pour le TRI ignore les obstacles longitudinaux faisant office de digues :

- Notamment la plaine Saint-Pierre, située entre Béziers et l'A9 en rive gauche, a fait l'objet d'une modification notable du mode de calcul des zones inondables en établissant un lissage des pentes de la surface de l'eau sans tenir compte des pertes de charge localisées au droit des berges de l'Orb.
- De même pour les zones inondables cartographiées au Nord-Est du Canal du Midi en rive gauche de l'Orb (Béziers, Villeneuve-les-Béziers, Cers, Portiragnes), la cote de l'eau dans la plaine de l'Orb a été prolongée au-delà du Canal.
- À Portiragnes-Plage, il a été appliqué la cote du casier amont situé au Nord de la zone bâtie cernée d'une route en remblai faisant digue à cette occurrence.

Zone de validité des résultats :

Les résultats seront réputés valides pour la zone inondable de l'Orb (hors affluents) :

- avec une précision moyenne en raison de l'absence de données bathymétriques précises pour les communes amont de Maraussan, Thézan-les-Béziers et Lignan-sur-Orb.
- avec une bonne précision (sauf cas particuliers mentionnés ci-avant) depuis le pont de la RD39 en amont de Béziers jusqu'à la mer à savoir, Valras-Plage incluse à l'ouest, Sérignan et Portiragnes à l'est, jusqu'au grau de l'ancien Libron (à l'Est du Grau le modèle Béziers-La Mer s'arrête).

Précision des résultats :

Sur la partie aval le MNT de l'étude Béziers la Mer (photogrammétrie de 1999 avec un écart moyen sur l'altimétrie de moins de 20 cm) utilisé a été rastérisé à maille de 1 m pour réaliser les opérations cartographiques.

Pour la partie amont (amont de la RD39), le MNT du Référentiel Géographique à Grande Échelle (RGE de l'IGN), à maille de 1m a été retenu après validation à partir de relevés topographiques de terrain initiés dans le cadre de l'étude (le MNT RGE 1 m n'était pas disponible au démarrage de l'étude). Les écarts sur les points « durs » facilement vérifiables (chaussées, etc.) entre le lever de terrain et le MNT RGE sont de l'ordre de 5 à 15 cm.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les classes de hauteurs d'eau retenues pour l'ensemble des scénarios sont les suivantes :

- hauteur d'eau comprise entre 0 et 0,5 m,
- hauteur d'eau comprise entre 0,5 et 1 m,
- hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m,
- hauteur d'eau supérieure à 2 m,

Les enjeux représentés sur les cartes sont issus des fichiers de la BdTopo IGN. Les données des stations d'épuration et des IPPC ont été corrigées à partir des bases de données gérées localement par la DDTM34 ou la DREAL LR.

Les cartes ont été réalisées conformément aux prescriptions de la note sémiologique méthodologique de juillet 2013.

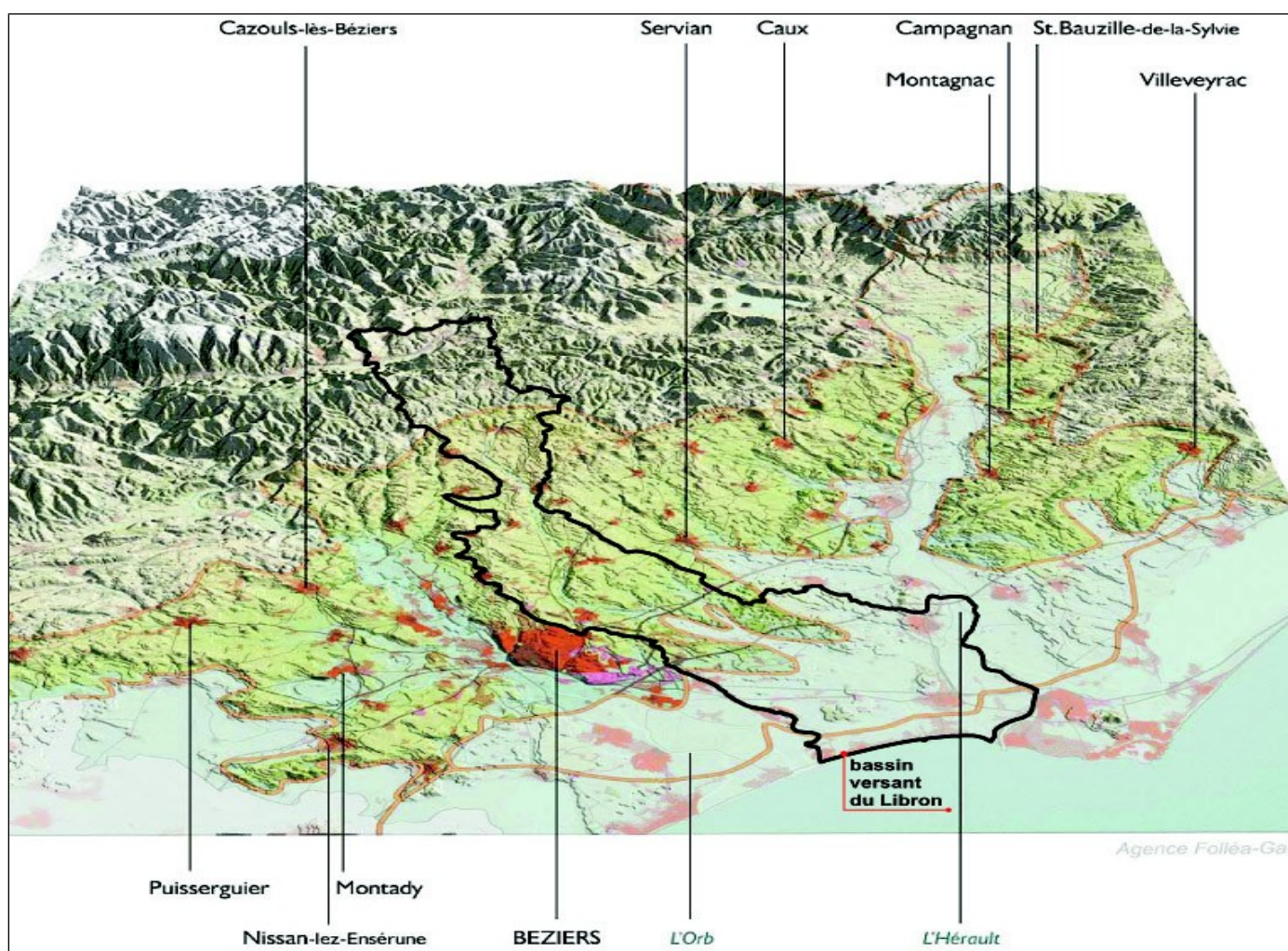
Les cartographies des zones inondables pour chacune des périodes de retour étudiées sont présentées à l'échelle 1/25 000^{ème}.

3.1.3 - Le Libron

Principales caractéristiques des phénomènes

Caractéristiques géométriques

Situé entre l'Orb et l'Hérault, le Libron prend sa source à 265m d'altitude dans le Parc Naturel Régional du Haut Languedoc, parcourt un linéaire d'environ 44 km, puis se jette dans la Méditerranée au niveau de la commune de Vias. D'une superficie totale de 236 km², le bassin versant du Libron est orienté Nord-Nord-Ouest à Sud-est et présente une forme relativement allongée.



- ◆ Dans la partie supérieure de son cours, le point haut du bassin versant est situé à 500 m NGF, il s'écoule dans une vallée en V très étroite dont la pente est très prononcée (supérieures à 2%) jusqu'à Laurens, puis s'adoucit sur le reste du linéaire (environ 0,4%). C'est d'ailleurs à partir de Laurens qu'il prend le nom de Libron et qu'il est alimenté par plusieurs affluents.
Dans son extrémité amont, le Libron traverse des formations naturelles composées principalement d'arbres feuillus (chênes verts, pubescents ...). Une partie des pluies est donc interceptée par cette végétation relativement dense.
- ◆ Le passage du bassin amont au bassin aval est caractérisé par une alternance de tracés sinueux (affaiblissement de la pente) et de tracés rectilignes (lorsque la pente augmente légèrement), les méandres pouvant parfois se recouper, induisant un tracé plus rectiligne et plus pentu. Plus à l'aval, jusqu'à Boujan sur Libron, les pentes sont de plus en plus faibles, le Libron divague dans une plaine alluviale qui s'élargit fortement, atteignant plus de 400m par endroits, et décrit de légers méandres .
Dans ce secteur, seul le lit moyen du Libron est occupé par de la végétation dense, constituant la ripisylve du ruisseau. L'espace est alors occupé par les activités agricoles, principalement par des vignes et des vergers.
- ◆ Au-delà, la plaine alluviale du Libron s'étend très largement jusqu'à se confondre avec celle de l'Hérault et de l'Orb. Cette section correspond à l'exutoire du Libron. Le secteur étant très plat, et les actions mécaniques de la mer se faisant ressentir, cette partie du territoire est très vulnérable aux inondations.

Le contexte climatique :

Le bassin versant du Libron est soumis aux précipitations caractéristiques de la région méditerranéenne, essentiellement durant les périodes automnale et hivernale avec alternance d'étés chauds et secs et d'hivers doux et humides.

Les épisodes pluvieux les plus intenses se produisent généralement en automne. Il s'agit d'orages brefs et violents favorisés par les reliefs amont qui bloquent les masses d'air concentrant sur certains secteurs des quantités d'eau très importantes.

D'importantes précipitations peuvent également survenir en hiver, comme en témoignent les crues de janvier 1994 et 1995. Ces événements restent néanmoins marginaux.

Pluviométrie

Les faibles pluviométries estivales, conjuguées à la nature karstifiée du sous-sol, induisent des assèchements plus ou moins temporaires de portions de cours d'eau.

La pluviométrie est relativement homogène sur l'ensemble du bassin versant :

- sur le haut bassin, les précipitations annuelles sont comprises entre 800 et 1000 mm,
- sur la moyenne vallée et la basse plaine, les valeurs annuelles sont de l'ordre de 600 à 700 mm (Source : Météo France).

Événements historiques :

2 exemples de crues au XIX^{ème} siècle :

- Crue du 26 septembre 1857 : « le débordement du Libron a occasionné de plus lamentables désastres (que ceux de l'Hérault). Dans le village de Laurens, huit maisons se sont écroulées ; deux personnes ont perdu la vie et cinq autres ont pu se sauver à la nage à la nage. À Lieuran, le pont du chemin de fer de Graissessac a été emporté, les travaux de cette ligne ont été détruits sur près d'une lieue d'étendue, et le matériel a été entraîné sur le chemin du Midi »¹
- Crue en 1860 : « les pluies torrentielles qui sont tombées du côté d'Agde et de Béziers ont fait déborder toutes les rivières. L'Orb a considérablement grossi ; le Libron a presque atteint la hauteur de 1858 »²

1 Les inondations en France du VI^e siècle à nos jours, M. Champion. Paris, Dunod, 1858-1864

2 Même source

Au XX^{ème} siècle, on peut citer :

Les crues de 1920, 1953; 1964, 1966, 1969, 1972, 1979, 1999, les crues des 3-4 et 30 septembre 1964, semblant être les plus importantes du siècle.

Synthèse des crues les plus importantes sur l'ensemble du bassin versant du Libron :

Commune	Date des plus fortes crues
Laurens (amont)	Crue du 26 septembre 1857 (2 morts)
	Crue des 12 et 26 septembre 1907
	Crue des 3-4 et 30 septembre 1964
Vias (aval)	Crue d'octobre 1987
	Crue d'octobre-novembre 1994

Les communes de Boujan-sur-Libron, Béziers et Montblanc ont également été particulièrement touchées par la crue de janvier 1996.

Le cas particulier de la commune de Vias :

La commune de Vias est concernée par les inondations dues aux débordements de trois fleuves : l'Hérault, le Libron et indirectement l'Orb.

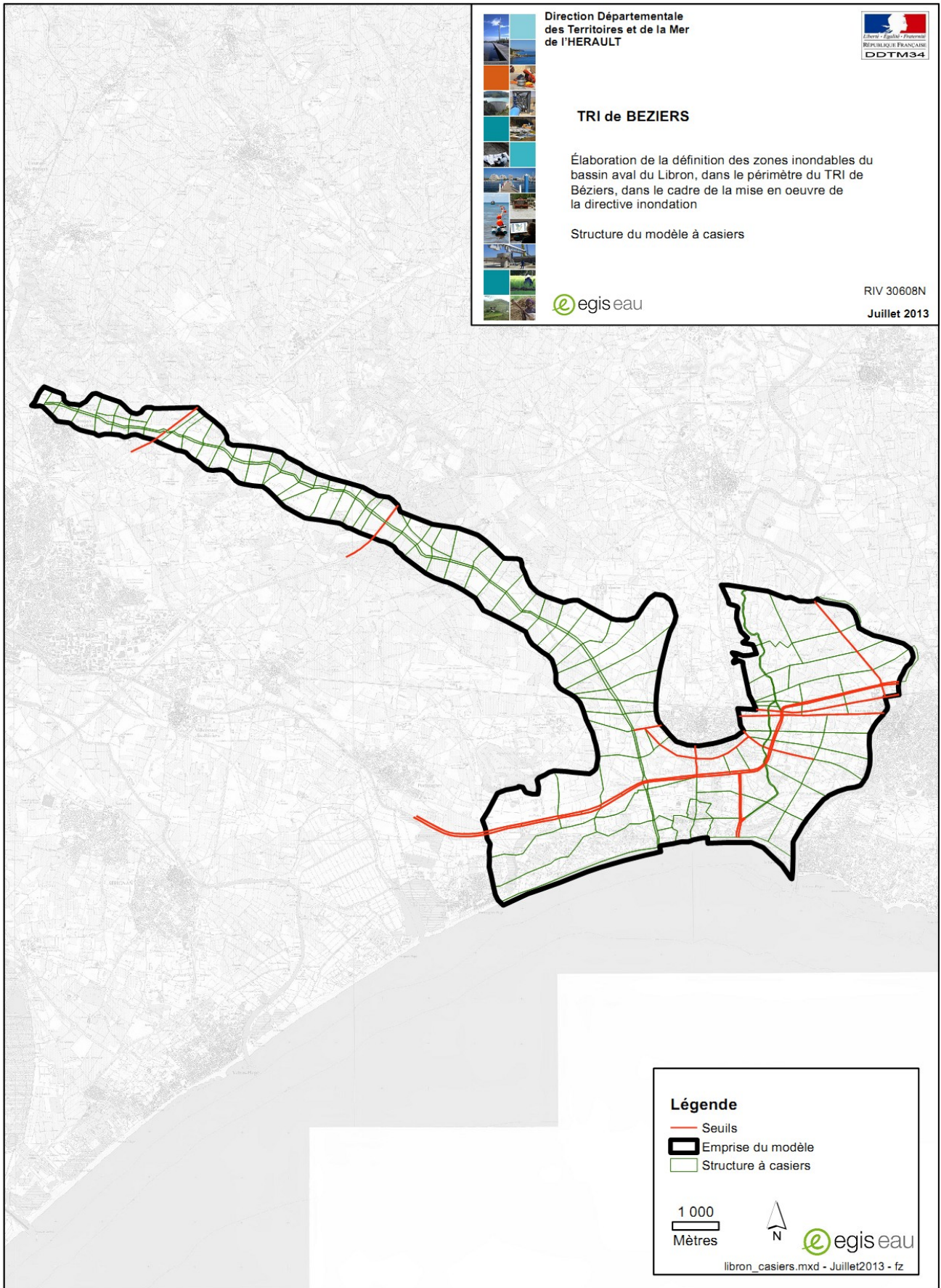
- l'Orb : Les crues les plus importantes sont celles de 1875, du 7 novembre 1907, du 2 mars 1928 et 1930, des 5 et 6 décembre 1953 et celle des 4 et 5 décembre 1987.
- L'Hérault : on retrouve pour la basse plaine de l'Hérault des dates de crues identiques à celles du bassin de l'Orb, avec quelques variations dans l'intensité (1875, 1907, 1928, 1953). Viennent s'ajouter à la liste les inondations catastrophiques du 2 novembre 1920 (la plus forte hauteur d'eau jamais enregistrée à l'écluse du bassin rond à Agde), du 21 décembre 1932, des 17 et 18 janvier 1972 et du 9 novembre 1982 (période de retour d'environ 15 ans).
- Le Libron : Les études ont montré que la crue du 30 septembre 1964, avec un débit de l'ordre de 250 m³/s, a une période de retour de l'ordre de 100 ans.

Ouvrages pris en compte

Aucun ouvrage hydraulique au sens du décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 n'a été pris en compte pour la phase cartographique du TRI.

Dans le modèle à casiers élaboré, les digues ont été supprimées du modèle numérique et donc du maillage topographique. Pour cela, les cotes topographiques du maillage de calcul au droit des endiguements existants ont été ramenées à des valeurs correspondant au terrain naturel.

Le schéma suivant illustre la structure du modèle utilisé pour le Libron.



Études et méthodes mobilisées

Analyse hydrologique

Synthèse des études antérieures

Les débits caractéristiques du Libron issus des études antérieures sont synthétisés ci-après.

BV	Nom étude		Q10	méthode	Q100	méthode	Crue 1964
Libron	Aqua Conseil 2010	Boujan	216	SCS	473	SCS	
	HYDRATEC 2004	Aval de Boujan	177,8	rationnelle	373	rationnelle	
			215,2	crupedix	468	gradex	
			94,6	socose	460	gradex	
	BRL 1988	Boujan			394	SCS	335
		Autoroute			295	SCS	280
	Sogreah 1968	Autoroute	230		460		

Choix des hypothèses hydrologiques

Données hydrométriques et pluviométriques

- Aucune station hydrométrique présente sur le bassin versant du Libron ne permet de disposer de résultats fiables pour réaliser une analyse statistique.
- Il en va de même pour les stations pluviographiques du secteur. Il n'est donc pas pertinent de d'utiliser ces données pour calculer des débits sur des bassins versants dont les temps caractéristiques sont nettement inférieurs à 24 h.
- D'autre part, les méthodes usuelles de détermination des débits caractéristiques ne permettent pas de prendre en compte de façon réaliste les phénomènes de ralentissement dynamique et d'écèlement du pic de crue qui interviennent sur le bassin versant aval du Libron.

Dans ce contexte, il semble que le choix le plus pertinent soit d'utiliser la forme des hydrogrammes caractéristiques définie dans l'étude de référence de 1988-89, dont les résultats sont fondés sur une solide analyse hydrologique comparative, et qui prend bien en compte les effets d'amortissement et de concomitance.

Les débits maximaux de période de retour 100 ans issus de l'étude BRL étant globalement inférieurs à ceux des autres études sur la partie aval du bassin versant, le débit de l'hydrogramme centennal retenu sera majoré à **460 m³/s** par souci de cohérence avec les études de Sogreah (1968) et d'Hydratec (2004).

Comparaison avec les bassins voisins

Il est nécessaire de s'assurer que le débit de pointe retenu (460 m³/s en amont du modèle) est cohérent avec les valeurs des études antérieures et les données disponibles sur les bassins versant voisins.

Le tableau suivant permet de comparer ce débit avec ceux de différents bassins versants de la région dont les surfaces sont du même ordre de grandeur :

Comparaison de Q100 à Boujan et sur les bassins voisins

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débit centennal (m ³ /s)	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	Source
Libron à Vias	150km ²	300	2.0	PPRi actuel Vias
Libron à Boujan	95	503	5.3	Etude EGIS Eau 2012
Libron à Boujan	100	460	4.6	Etude A75 Hydratec (2004)
Libron à Lieuran	69	431	6.3	Révision du POS de la commune de Lieuran-les-Béziers (BCEOM – 2001)
Lirou (confluence avec l'Orb)	115	500	4.3	PPRI de Béziers
Lirou (aval de Maureilhan)	70	388	4.8	PPRI du bassin versant du Lirou (BCEOM – 2007)
Thongue	79	425	5.4	Etude A75 Hydratec (2004)
Vène	72	250	3.5	PPRI Thau (EGIS Eau -2009)

On constate que le débit spécifique du Libron est du même ordre que ceux des bassins voisins pour des surfaces drainées comparables, et que les débits spécifiques s'abaissent à mesure que l'on va vers l'aval (écrêtements dans les plaines alluviales importantes).

Comparaison avec les hypothèses du PPRI

Le PPRI actuel considère un débit centennal compris entre 200 et 300 m³/s à l'entrée de la commune Vias. Le résultat de la modélisation hydraulique à ce niveau fournit un débit de pointe total (lit mineur et lit majeur) de 304 m³/s, on retrouve donc une valeur située dans la fourchette haute des hypothèses du PPRI actuel.

Les conditions hydrologiques retenues pour le Libron sont donc celles définies dans le schéma hydraulique de 1989, à savoir l'hydrogramme de crue centennale en aval de Boujan-sur-Libron, avec un **débit de pointe de 460 m³/s**. Ces données sont cohérentes avec les éléments disponibles sur les bassins versants voisins ainsi qu'avec les hypothèses prises en compte dans le PPRI actuel de la commune de Vias.

Cartographie des surfaces inondables

Modélisation hydraulique

Caractéristiques du modèle :

Le modèle existant :

Le modèle utilisé, construit sur la base des modèles STREAM (Simulation en TRansitoire des Écoulements A surface libre Multidirectionnels; modèle 2D à casiers) disponibles sur les vallées du Libron et de l'Hérault, permet notamment une bonne représentation des écoulements multidirectionnels sur la zone de confluence en aval du canal du midi.

Ce modèle a été employé dans le cadre de l'étude de prévision des crues de la basse vallée de l'Hérault réalisé par EGIS Eau en 2007-2008.

Calage du modèle :

Le calage du modèle hydraulique a déjà été réalisé lors des études antérieures. La partie Libron a été calée sur la crue de 1964 et grâce aux expertises de terrains ; la partie Hérault a été calée sur plusieurs crues observées (1982, 1994, 1993, 1996, 1997 et 2006).

Conditions aux limites (voir tableau des scénarios retenus) :

Les conditions aux limites amont sont les hydrogrammes de crue du Libron et de l'Hérault correspondant au scénario étudié. La condition aval est le niveau marin.

Exploitation du modèle :

Les hypothèses retenues sont celles généralement prises pour la modélisation des zones inondables cartographiées dans les PPRI du département de l'Hérault (crue centennale du fleuve et contrôle aval dû à un niveau marin estimé à 1,50 m NGF).

Les trois scénarios retenus sont déclinés dans le tableau ci-dessous, toutefois, en ce qui concerne le scénario 2, une précision est donnée quant à la prise en compte des débordements du Libron en concomitance avec les crues de l'Hérault.

Les hypothèses relatives aux modélisations prises pour l'établissement de ces PPRI sont les suivantes : 2 hypothèses de concomitance sont retenues, afin de conserver au final les cotes des plus hautes eaux sur l'ensemble du secteur compris entre le canal du Midi et la Mer, zone de confluence entre le Libron et l'Hérault :

- **hypothèse 1** : une crue décennale du Libron avec une crue centennale de l'Hérault, et une condition marine aval fixée à 1,5 m NGF qui correspond à une tempête cinquantennale.

- **hypothèse 2** : une crue centennale du Libron avec une crue décennale de l'Hérault, et une condition marine aval fixée à 1,5 m NGF qui correspond à une tempête cinquantennale.

Le choix d'une concomitance crue centennale / crue décennale au niveau de la confluence s'inscrit en cohérence avec les études réalisées sur les bassins versants voisins.

De plus en cas de **forte crue de l'Orb**, il peut y avoir des apports complémentaires d'eau sur la commune de **Vias en aval du canal du Midi**. Ce constat a donné lieu à l'étude du cas supplémentaire suivant :

- **hypothèse 3** : concomitance crue centennale de l'Orb, **crue décennale du Libron** et crue centennale de l'Hérault (et une condition marine aval fixée à 1,5 m NGF)

Nota : Cette dernière hypothèse a été comparée aux deux précédentes et dans les zones où les cotes d'eau sont plus importantes avec ce scénario, l'aléa a été modifié en conséquence. C'est ce résultat final qui sera pris en compte pour représenter l'aléa de la crue centennale en aval du canal du Midi.

Les scénarios de crue à modéliser peuvent être résumés dans le tableau suivant:

	Sc 3	Sc 2	Sc 1
T Libron	1000 ans	100 ans	10 ans
T Hérault	100 ans	*	100 ans
T Orb	100 ans	*	
T tempête marine	Except.	50 ans	50 ans
Niveau marin	2.40 NGF	1.50 NGF	1.50 NGF
Digues transparentes	oui	oui	oui
* : cf « Nota » ci-avant.			

Scénarios de crue modélisés

Dans cette modélisation les digues sont considérées comme inexistantes pour les 3 scénarios de crues.

Nota : l'impact des apports de l'Orb se situe essentiellement en rive droite du Libron sur la commune de Vias. Les hauteurs sont supérieures dans le cas du scénario Q100Orb-Q10Libron-Q100Hérault sur ce secteur de 15 à 45 cm par rapport au scénario Q100Libron-Q10Hérault.

Fonctionnement hydraulique

Remarques sur les déversoirs du canal du midi :

Des déversoirs et passe-lits ont été édifiés sur la rive méridionale du canal dès sa construction, afin de rétablir les écoulements à l'aval du canal. Ces ouvrages sont pris en compte dans le modèle hydraulique qui permet ainsi de modéliser les surverses du canal vers la plaine aval

Lors d'une crue centennale, le Libron traverse le canal du Midi par les ouvrages des Portes du Libron, un système de bâches permettant d'isoler le canal du Libron. L'écrêtement provoqué en amont par les obstacles en lit majeur (voie ferrée, RN, canal) et les capacités des ouvrages hydrauliques laissent transiter un débit de crue assez réduit à l'aval du canal du Midi (de l'ordre de 50 m³/s), ce qui va limiter les débordements du Libron entre le canal et la mer.

En rive gauche, le canal du Midi est alimenté par les apports amont. Le chenal reliant le canal et la mer va concentrer une partie des eaux du canal vers la mer. Les débordements de la rive droite de l'Hérault viennent inonder le lit majeur depuis la voie ferrée jusqu'au chenal.

En rive droite, les importants apports amont vont provoquer des surverses sur le canal du Midi (points bas et déversoirs) qui vont inonder la plaine en aval du canal et générer des hauteurs d'eau supérieures à 0.5 m, notamment au niveau de l'ancien Grau du Libron et dans le secteur de Trou de Ragoût. Les débits maximums surversés sur le canal en rive droite sont de l'ordre de 40 m³/s.

D'après les résultats du modèle aux interfaces entre les casiers, les vitesses moyennes d'écoulement sont très faibles en lit majeur (de l'ordre de 0.1 m/s) du fait de la faible pente. Les vitesses sont comprises entre 0.5 et 1 m/s dans les lits mineurs des cours d'eau. Il en résulte un aléa modéré sur les zones où les hauteurs de submersion sont inférieures à 0.5 m, et un aléa fort sur les zones où les hauteurs d'eau sont supérieures à 0.5 m.

NB : Une modélisation a été réalisée avec un débit de pointe de 392 m³/s à Boujan-sur-Libron. L'impact sur les hauteurs d'eau centennales est négligeable sur le secteur d'étude : cette variation du débit de pointe conduit à une baisse des cotes maximales entre le canal et la mer de l'ordre de 1 à 2 cm.

Précision des résultats :

Le type de modèle utilisé et la précision des résultats :

Le modèle utilisé dans la présente étude est le modèle STREAM particulièrement bien adapté à la modélisation des phénomènes hydrauliques complexes : échanges lit mineur – champs d'inondation, champs d'inondation hétérogènes, écoulements maillés ou bidimensionnels, écoulement en zones agglomérées et donc à la retranscription des phénomènes d'inondation dans le secteur d'étude concerné ici.

Le modèle fournit des résultats au cm près.

Les données utiles à la construction du modèle :

Il s'agit des données topographiques et bathymétriques (relevés in situ) nécessaires à la représentation des casiers.

Leur précision altimétrique est de l'ordre de 10 cm.

Les données d'entrée du modèle (hors géométrie) :

Le tableau ci-joint liste les principales sources d'incertitude des données d'entrée du modèle hors géométrie :

DONNEES HORS GEOMETRIE¹

Types de données	Nature de l'incertitude (origine)	Ecart le plus probable (ou précision)	Ecart maximum possible	Ecart exceptionnel envisageable ²	Commentaires
Données hydrologiques					
débits	Erreur relative (expériences a posteriori)	T<30/50 ans : 10 à 20% 30/50<T<100 ans : 30% T>100 ans : >100%	T<30/50 ans : 20% 30/50<T<100 ans : 40% T>100 ans : >100%	T<30/50 ans : 30 à 40% 30/50<T<100 ans : 50%	on peut disposer pour chaque débit d'un intervalle de confiance (incertitude due à la méthode statistique seule)
Données hydrométriques					
hauteurs d'eau	Erreur relative ou précision	capteurs : 5% échelle : 1 à 10 cm	capteurs : 10% échelle : 5 à 20 cm	capteurs : 30% échelle : 20 à 40 cm	Ecart exceptionnel du aux conditions hydrauliques
débits	Erreur relative	hors crues fortes: 5 à 10% crues fortes : 10 à 20%	hors crues fortes: 10% crues fortes : 20 à 30%	50%	Ecart exceptionnel du à l'extrapolation du tarage
Paramètres de calage					
coefficient de Strickler	Erreur relative	15 à 20%	20 à 30%		pas de limite / signification pour l'écart exceptionnel
pertes de charges singulières, lois d'ouvrages	Erreur relative	15 à 20%	20%		pas de limite / signification pour l'écart exceptionnel
laisses de crues	Précision en altimétrie	20 à 30 cm (crues récentes)	30 cm (crues récentes)	30 à 60 cm	

¹ Il s'agit de **valeurs interprétées** : il s'agit de valeurs issues d'enquêtes et de recueils d'expériences, et toujours en ordre de grandeur. En **italiques** : valeurs non consensuelles.

² Il s'agit de **valeurs arbitraires** déterminées de manière subjective en tenant compte des contraintes physiques (site, type de mesure, variabilité du phénomène physique...) représentant une éventualité réelle maximum. Mais cela **ne concerne pas les données manifestement erronées** que l'on suppose exclus du jeu de données par le manipulateur avant livraison à l'hydraulicien (erreurs de mesures, perte de l'origine,...)

Cartographie des zones d'aléa :

Dans le cas présent, les différents MNT employés sont les suivants :

- Lever Litto 3D, réalisé en commun par le SHOM et l'IGN, disponible sur la majeure partie de la zone d'étude, La précision des levés terrestres est de 15 cm, la tolérance de 40 cm.
- Lever GAIA Mapping, disponible sur toute la zone d'étude, La précision du lever est de 50 cm dans les zones découvertes et de 1 m dans les zones couvertes,

Compte tenu de la précision de ces différents MNT et de leur disponibilité, il a été retenu pour élaborer les cartes d'aléa, par priorité :

- Lever Litto 3D,
- Lever GAIA Mapping,

Conclusion :

Les principales sources d'incertitude sont liées à la prise en compte des données des MNT (15 cm sur la partie aval de la zone d'étude et 50 cm sur la partie amont).

Mode de représentation retenu pour la cartographie :

La cartographie des zones inondables est réalisée à l'aide du logiciel CALYPSEAU mis au point par Egis Eau qui permet de cartographier automatiquement les hauteurs d'eau en tout point du champ d'inondation en croisant le MNT et les résultats de calcul du modèle.

Les classes de hauteurs d'eau retenues pour l'ensemble des scénarios sont les suivantes :

- hauteur d'eau comprise entre 0 et 0,5 m,
- hauteur d'eau comprise entre 0,5 et 1 m,
- hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m,
- hauteur d'eau supérieure à 2 m,

Les enjeux représentés sur les cartes sont issus des fichiers de la BdTopo IGN. Les données des stations d'épuration et des IPPC ont été corrigées à partir des bases de données gérées localement par la DDTM34 ou la DREAL LR.

Les cartes ont été réalisées conformément aux prescriptions de la note sémiologique méthodologique de juillet 2013.

Les cartographies des zones inondables pour chacune des périodes de retour étudiées sont présentées à l'échelle 1/25 000^{ème}.

3.2 - Submersion marine

Principales caractéristiques des phénomènes

La façade littorale de l'Occitanie, fortement urbanisée, d'un linéaire total d'environ 200 kilomètres, concerne 4 départements et 30 communes. Quatre grandes agglomérations sont situées à une dizaine de kilomètres de la mer : Montpellier, Béziers, Narbonne et Perpignan. Cette façade présente une concomitance possible d'une crue et d'une élévation du niveau marin (dépression, vent de mer, etc.). Ce niveau marin élevé gêne d'autant plus l'évacuation des crues vers la mer et accentue ainsi les débordements des cours d'eau.

Ses rivages appartiennent à la catégorie des côtes relativement peu exposées aux tempêtes, dont la fréquence d'occurrence est moyenne (une tempête tous les 3 ans). Cependant l'impact de certaines d'entre-elles suffit à reconsidérer l'ampleur du phénomène, les conséquences étant importantes, tant sur les zones urbanisées que sur les zones naturelles. En effet, ces événements exceptionnels peuvent avoir des actions spectaculaires lorsque les houles sont associées à des niveaux d'eau élevés (pleines mers, vent soufflant depuis le large) attaquant les hauts de plage, voire rompant par endroit les cordons littoraux ou les digues et fragilisant certaines infrastructures humaines (ports, ouvrages de protection, habitations). Les tempêtes les plus marquantes de ces dernières décennies sont les tempêtes ayant sévi dans la région :

- du 6 au 8 novembre 1982,
- du 16 au 18 décembre 1997,
- les 12 et 13 novembre 1999,
- les 3 et 4 décembre 2003,
- les 26 et 27 décembre 2008,
- du 4 au 8 mars 2013 (occurrence estimée à 10 ans),
- du 28 au 1er dec 2014 (occurrence et impact modéré si on considère la houle, mais avec un niveau marin le plus important mesuré depuis 50 ans).

Ainsi, deux risques majeurs dus à la mer sur le littoral existent :

- les risques de submersion dus à la montée des eaux par surélévation du plan d'eau lors des tempêtes attaquant la côte, et au voisinage des estuaires, influençant l'écoulement des rivières lorsque celles-ci sont en crue ;
- les actions dynamiques de la houle pouvant détruire les biens et personnes, cette action pouvant se produire de façon différente en agissant :
 - directement sur les structures ;
 - ou indirectement par érosion des littoraux sableux ou des falaises protégeant naturellement celles-ci.

Ces deux types de risques sont étroitement liés. Lors des tempêtes, la surélévation du plan d'eau et l'énergie plus grande des houles accélèrent l'érosion. D'autre part le recul du littoral et la disparition des cordons dunaires rend les aménagements plus vulnérables face à la submersion marine.

L'érosion et la submersion marine concernent une part importante du territoire régional, un des plus vulnérables à une augmentation du niveau marin, notamment les lidos et les zones littorales les plus basses, ou celles dont le cordon dunaire est le plus altéré.

Choix des principales hypothèses – occurrences et niveaux marins atteints – pour la cartographie des scénarios

De nombreuses études, mesures et données historiques sont disponibles en Occitanie :

- mesures et analyses de ces mesures (houlographes, marégraphes, relevés post tempêtes),
- Traitement des séries marégraphiques du Golfe du Lion, extraction et étude statistique des événements de référence.
- numérisation des extensions d'inondations par submersion marine pour certaines tempêtes historiques (occurrence < 50 ans),
- bases de données sur ces événements,
- études sur la caractérisation des tempêtes (simulation des états de mer, niveau d'eau atteint à la côte pour des événements 10 et 50 ans),
- Atlas Régional des zones inondables par submersion marine. (AZISM 2008),
- MNT lidar Litto3D sur l'ensemble du littoral LR (version disponible à l'époque des travaux de cartographie).

Les hypothèses prises en compte dans la cartographie des extensions d'inondation dans le cadre de la mise en œuvre de la directive inondation sont issues de ces études existantes. Il n'a donc pas été conduit d'études spécifiques.

Pour l'évènement fréquent

« Événement provoquant les premières inondations et les premiers dommages conséquents, commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans »

Il a été choisi pour ce scénario de simuler un événement d'occurrence décennal (10 ans).

Les données de la tempête de décembre 2003 (d'occurrence décennale) ont été utilisées prioritairement, car elles sont nombreuses et disponibles de façon homogène sur une grande partie du linéaire.

Pour l'évènement moyen

« Événement historique de $100 < Tr < \sim 300$ ans. Par défaut événement de $Tr = 100$ ans. Un événement historique documenté sera privilégié ».

« L'impact du changement climatique est à étudier sur l'évènement moyen à échéance 100 ans.

L'hypothèse d'élévation du niveau de la mer à privilégier sera basée sur le scénario pessimiste de l'ONERC (0,6m à échéance 2100). Cette élévation est rajoutée au niveau marin retenu pour l'événement moyen ».

La circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux décline les documents cadres qui mettent en œuvre une nouvelle stratégie de gestion des risques, et initient les actions relatives à la lutte contre les inondations et à l'adaptation des zones littorales au changement climatique.

Le guide existant depuis 2008 en Languedoc Roussillon pour accompagner l'élaboration des PPR « submersion marine » a donc été mis à jour en 2012 afin d'intégrer les différents nouveaux éléments de la circulaire.

Les principes de ce guide sont inter-régionaux. Ils permettent de donner des éléments méthodologiques harmonisés sur les régions PACA, Corse et Occitanie.

Les valeurs références de niveaux marins centennaux retenues dans le guide pour l'élaboration des PPRL sont les suivantes :

- **2 m NGF à la côte pour l'aléa de référence sans CC**
- **2,40 m NGF à la côte pour l'aléa avec prise en compte CC**

Aussi, ces mêmes valeurs sont utilisées dans le cadre de la Directive inondation (DI) pour l'événement moyen avec et sans Changement Climatique.

Il est à noter que pour l'aléa submersion marine et pour une période de retour comprise entre 100 et 300 ans aucun événement historique n'est suffisamment documenté pour être utilisé.

Pour l'événement extrême

« Il sera recherché un événement avec une période de retour d'au moins 1 000 ans. »

Les éléments, qualitatifs et quantitatifs, permettent d'accréditer une estimation par le calcul.

En sommant toutes les composantes du niveau marin, on obtient 2,80 m NGF pour l'aléa extrême submersion marine en Méditerranée.

Cette évaluation est réalisée à l'échelle de la Méditerranée comme cela a été fait dans la doctrine PPRL.

Estimation du niveau extrême (application à Sète) :

- *Marée* : pour le niveau millénal, la marée est suivant la méthodologie DI prise égale à la Plus Haute Mer Astronomique (PHMA) soit 0,47 m NGF.
- *Surcote météorologique* : d'après l'étude CETMEF-CETE Méditerranée (2013), la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70% de la surcote météorologique au marégraphe millénale est de 1,06m.
- *surélévation locale liée à la houle à la côte* : elle est donnée par l'application de la formule de Stokdon $\eta = a * (H_0L_0)^{1/2}$, avec une hauteur significative de la houle millénale de 9,8 m (ANEMOC au point MEDIT 2809, calculée à partir des données de la loi GPD) et une période de la houle de 14 s. On obtient ainsi une surélévation due à la houle de $\eta = 1,21m$.

Au final pour la situation extrême à Sète le niveau marin extrême résultant de la somme de ces 3 composantes est de 2,74 m NGF, arrondi à **2,80m NGF**

Cette estimation est attestée par les **éléments d'analyse issus de la paléo-tempéstopologie**, notamment des travaux de thèse conduit par P. Sabatier dans le Golfe d'Aigues Mortes qui ont permis d'identifier une tempête de période de retour supérieure à 1 000 ans en 1742, ayant provoqué une élévation du niveau marin à la côte de 2,80 m NGF au moins.

En l'absence d'enregistrements historiques quantitatifs, la paléotempéstopologie (Liu and Fearn, 1993) est une méthode scientifique qui permet de reconstituer les tempêtes et les cyclones du passé à partir d'archives sédimentaires. Cette méthode utilise des traceurs géologiques comme la granulométrie, la géochimie ou les bio-indicateurs et se concentre sur l'étude des « cônes de tempête » qui se forment à la suite d'un cyclone ou d'une tempête extrême en arrière d'un cordon littoral sableux.

Les extensions horizontales de ces niveaux sableux sont soumises à différents facteurs comme l'intensité et la durée de la tempête, la hauteur des vagues, la direction du vent par rapport au lido, l'épaisseur du lido et la quantité de sable disponible, la configuration de la côte avec la présence ou non de passe, la morphologie de la lagune ainsi que la succession de plusieurs événements extrêmes.

Cette méthode a été utilisée par Pierre Sabatier pour l'étude d'un cône de tempête sur le lido de Villeneuve-Maguelone et l'étang de Pierre-Blanche ; elle a ainsi donné lieu à la rédaction d'une thèse : Reconstitution des évènements climatiques extrêmes (crues et tempêtes) au cours de l'Holocène dans le Golfe d'Aigues-Mortes (Sud de la France), Pierre Sabatier, 2009.

A partir du croisement entre les archives sédimentaires, datations au Plomb, Cesium et Carbone, et les archives textuelles historiques, Sabatier *et al.* ont mis en évidence sur les 2000 dernières années quatre événements de tempêtes majeures qui ont pu être datés à environ 800, 1742, 1839 et 1893 dans le Golfe d'Aigues-Mortes. L'évènement de tempête de 1982 qui est l'évènement de référence enregistré lors du dernier demi-siècle, de période de retour estimée entre 30 et 50 ans et de catégorie 2 sur l'échelle de Saffir-Simpson pour les cyclones, n'apparaît pas dans l'analyse des archives sédimentaires prélevées. Il apparaît donc que ces événements anciens étaient beaucoup plus puissants que la tempête de 1982.

Echelle de Saffir-Simpson			
Classe	Pression	Marée de tempête	Vents
1	>ou = à 980 hPa	1 - 1,7 m	118 à 153 km/h
2	979 à 965 hPa	1,8 - 2,6 m	154 à 177 km/h
3	964 à 945 hPa	2,7 - 3,8 m	187 à 209 km/h
4	944 à 920 hPa	3,9 - 5,6 m	210 à 249 km/h
5	- de 919 hPa	5,7 - 19m	> à 249 km/h

Encart : L'échelle de Saffir-Simpson est l'échelle de classification de l'intensité des cyclones tropicaux, nommés « ouragans », se formant dans l'hémisphère ouest, qui inclut les bassins cycloniques de l'océan Atlantique et l'océan Pacifique nord à l'est de la ligne de changement de date. Elle est graduée en cinq niveaux d'intensité, correspondant à des intervalles de vitesses de vents normalisés. Pour classer un cyclone sur cette échelle, la vitesse des vents soutenus est enregistrée pendant une minute à une hauteur de 10 mètres, la moyenne ainsi obtenue est comparée aux intervalles normalisés.

Pierre Sabatier et Laurent Dezileau estiment (in Archives Sédimentaires dans les lagunes du Golfe d'Aigues-Mortes : estimation de l'aléa de tempête depuis 2000 ans, Quaternaire, 2010) que les quatre événements extrêmes de tempêtes de 800, 1742, 1839 et 1893 sont au moins de catégorie 3 sur l'échelle de Saffir-Simpson avec des vents pouvant dépasser les 200 km/h.

On note pour les tempêtes de catégorie 3 sur l'échelle de Saffir-Simpson que l'onde de tempête est comprise entre 2,70m et 3,70m (l'onde de tempête est le rehaussement du niveau de la mer sur la côte causé par les vents de la dépression qui pousse l'eau sur la surface de la mer).

Sabatier et Dézileau évaluent la probabilité d'avoir un tel événement extrême par an à 0,06 % (événement de période de retour 1 500 ans) sur les 2000 dernières années, ramené à une probabilité de 0,86 % par an pour le seul Petit Âge Glaciaire (événement de période de retour 120 ans).

Enfin, ce niveau extrême de 2,80 m NGF est conforté par l'approche hydro-géomorphologique adoptée dans le cadre de l'élaboration de l'Atlas des Zones Inondables par Submersion Marine en Languedoc-Roussillon, qui comprend intégralement les terrains d'altimétrie inférieure à 2,80 m NGF, et qui ont donc été à l'échelle géologique soumis à l'influence marine.

L'ouvrage « Cartographie des zones inondables. Approche hydro-géomorphologique. 1996 - Éditions Villes et Territoires - METT - MATE » présente les principes de la cartographie hydrogéomorphologique. Cette méthode est une première phase d'analyse des milieux naturels et anthropisés des vallées. Elle se base sur une approche naturaliste qui permet de mettre en évidence les différents lits des cours d'eau, Elle permet de déduire les zones inondables par les crues rares à exceptionnelles. Cette méthode s'appuie sur la photo-interprétation et sur une étude de terrain qui permettent de mettre en évidence les différentes unités géomorphologiques. On distingue alors celles qui appartiennent à la partie active du cours d'eau (zone inondable) et celles qui sont hors de la zone active et donc hors zone inondable (les terrasses, le substratum...) formant l'encaissant. Ces unités sont séparées par des discontinuités matérialisées par des talus plus ou moins bien marqués qui permettent de les délimiter dans l'espace.

Cette méthode a été déclinée pour la submersion marine par le CETE Méditerranée pour la DREAL LR en 2008 à l'ensemble du littoral du Golfe du Lion. Le CETE a développé une méthode basée sur la géomorphologie du littoral, dans l'objectif d'identifier les formes et formations caractéristiques du milieu littoral. La définition de ces entités a ensuite permis de raccorder un type d'aléa «submersion marine »de manière qualitative à chacune entité.

Les zones identifiées sont les suivantes :

- la zone marine : il s'agit des secteurs recouverts en permanence par la mer ;
- la plage vive, constituée de l'estran et du haut de plage. L'estran est la partie du littoral située entre les niveaux des plus hautes et des plus basses eaux, alors que le haut de plage est l'espace en pente douce qui relie l'estran aux premières dunes du cordon littoral ;
- le cordon littoral : c'est la zone d'accumulation sableuse littorale d'aspect linéaire dont les points les plus haut, toujours émergés, sont occupés par des formations dunaires ;
- la plaine littorale peut se présenter sous deux aspects, lagunaire ou marécageux. Elle constitue la zone tampon de comblement sédimentaire située entre les espaces mouvants comme la plage vive ou le cordon littoral, et les milieux continentaux, comme la plaine alluviale ou les reliefs. Elle a notamment pour caractéristique de contenir des eaux salées ;
- La plaine alluviale : il s'agit du lit majeur du cours d'eau (sa zone inondable). C'est une surface à faible dénivelé constituée par des alluvions déposées lors des crues du cours d'eau.
- l'encaissant : il comprend les terrasses alluviales, les dépôts de colluvions et les versants encadrant directement la plaine alluviale. Les versants sont plus ou moins raides et taillés dans le substratum dans lequel la vallée s'imprime. Les colluvions sont des dépôts de pentes constitués d'éléments fins et de petits éboulis situés en pied de versant qui, parfois, viennent recouvrir les terrasses ou le talus du lit majeur. L'encaissant est une zone non-inondable.

A chaque zone est associé un degré d'exposition à la submersion marine :

Élément géomorphologique	Aléa				
	Très fort	Fort	Moyen	Faible	Nul
Plage vive	X				
Dune		X			
Cordon dunaire (1 ^{er} plan)		X			
Cordon dunaire (2 nd plan)			X		
Plaine littorale			X		
Cordon littoral (autres plans)				X	
Plaine alluviale				X	
Encaissant					X

Cette méthode, si elle ne permet pas de déterminer une occurrence ou une intensité (hauteur d'eau atteinte), permet en revanche d'avoir en première approche une "limite haute" historique de l'emprise de la submersion marine en regroupant l'ensemble des entités à l'exception de l'encaissant.

La carte ci-dessous figure en bleu les zones littorales d'altimétrie inférieure à 2,80 m NGF et en rouge la limite des encaissants.



Les zones littorales d'altimétrie inférieure à 2,80 m NGF sont intégralement comprises dans les limites des encaissants définies dans l'AZISM. Ces terrains ont donc été soumis à l'échelle géologique à l'influence marine.

Études et méthodes mobilisées pour les scénarios moyen (avec et sans CC) et extrême

Méthode de la superposition d'un niveau marin de référence à la topographie

En Méditerranée la durée d'un événement tempétueux et de la submersion résultante peut s'avérer importante (plusieurs jours), car le niveau marin atteint à la côte ne dépend que faiblement du marnage.

Le retour d'expérience des études menées localement montre que, dans ce contexte, l'approche simplifiée consistant à projeter le niveau marin de référence sur la topographie naturelle conduit à estimer de manière satisfaisante le niveau de submersion et cela sans recourir à des méthodes hydrauliques numériques fortement dépendantes de la validation d'hypothèses initiales.

A ce jour, cette méthode est préférentiellement adoptée pour qualifier l'aléa des PPRL dans le Golfe du Lion, aussi et compte tenu de plus de l'échelle de représentation au 1/25 000, il a été procédé de même pour la réalisation de la cartographie demandée pour la DI.

L'évaluation des hauteurs d'eau s'appuie sur le calcul en tout point de la différence entre la côte du Niveau marin de référence projeté et celle du terrain naturel, issue de la topographie Litto3D. Les outils SIG Map Info ont permis l'identification des différents secteurs.

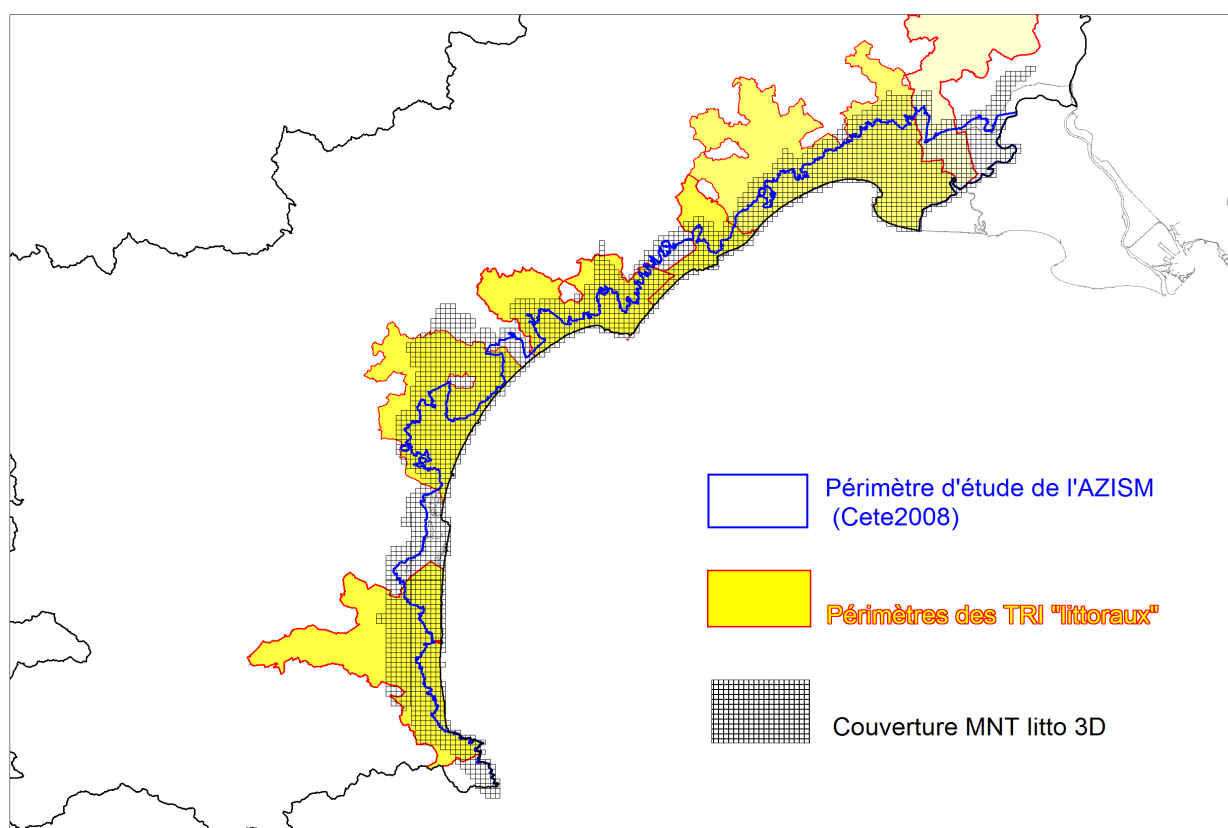
Topographie disponibles sur l'ensemble du littoral du Languedoc Roussillon.

Les cartes des extensions d'inondation pour la DI ont été réalisées avec les données topographiques IGN, MNT lidar, Litto 3D RGE® ALTI Version 1 de Février 2012 et données opération ALDES de juillet 2011.

Au moment de la réalisation des cartes, ces données IGN étaient en cours de finalisation mais utilisables dans le cadre du résultat attendu pour la DI.

Le modèle numérique de terrain (MNT) du produit RGE® ALTI se présente sous la forme d'une grille régulière, au pas de un mètre.

Plus de 2 800 grilles couvrent le secteur littoral terrestre du Languedoc Roussillon dans l'opération Litto3D.



Périmètre d'étude

Pour ne pas alourdir inutilement les différents traitements informatiques consistant à passer des fichiers « raster » de 1km² aux polygones « vecteur » représentant les extensions d'inondation par submersion marine pour chaque TRI, le périmètre d'étude s'est limité au périmètre d'étude adopté pour l'Atlas des zone inondables par submersion marine (AZISM) réalisé en 2008 (trait bleu de la carte ci-dessus).

Ce périmètre correspond globalement à une courbe de niveau 5 m identifiée le long du littoral. L'ensemble des terrains potentiellement soumis aux inondations dues à la mer seront avec certitude inclus dans cette enveloppe, y compris les inondations dues aux remontées du niveau des étangs, les inondations aux estuaires et cours d'eau dues à la surcote marine aval, les éventuelles remontées de nappes en cas de tempêtes marines.

Au final moins de la moitié des 2 800 fichiers initiaux seront utilisés en se limitant à ce périmètre.

Prise en compte des ouvrages de protection

Il n'a pas été identifié sur le littoral d'Occitanie d'ouvrage de protection à la submersion marine au sens du décret digues du 11/12/2007.

Toutefois, on peut noter que la méthode de projection horizontale induit, pour les événements de probabilité moyenne et événements de faible probabilité, une hypothèse de défaillance forte des obstacles de front de mer que sont les cordons dunaires, ou autres obstacles longitudinaux, remblais....(possibilités de brèches ou même ruine généralisée).

Un scénario intégrant la résistance de ces obstacles ne peut en effet être retenu que si tous les éléments présentent toutes les garanties de sécurité (conception, réalisation, gestion, surveillance et entretien, continuité), cet état étant confirmé par le service de contrôle, de sorte que la rupture n'ait qu'une probabilité très faible de se produire, bien inférieure aux probabilités correspondantes à la fourchette de période de retour de 100 à 300 ans affectée au scénario. Ce cas de figure ne peut être étudié dans l'état des connaissances actuelles et à l'échelle de la région.

Modes de représentation retenus pour la cartographie

Pour les différents scénarios, les hauteurs d'inondation ont été cartographiées au travers de 3 classes.

L'évaluation de ces hauteurs d'eau s'appuie sur le calcul en tout point de la différence entre la côte du Niveau marin de référence projeté et celle du terrain naturel, issue de la topographie Litto3D.

Cartographie des hauteurs d'eau pour le scénario Moyen

- Hauteur comprise entre 0 et 50 cm ;
- Hauteur d'eau comprise entre 50 cm et 1 m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m ;

Cartographie des hauteurs d'eau pour le scénario Moyen avec prise en compte du Changement Climatique

- Hauteur comprise entre 0 et 50 cm ;
- Hauteur d'eau comprise entre 50 cm et 1 m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 1 et 2,40 m ;

Remarque 1 : *Il n'a pas été jugé nécessaire de construire une 4^e classe (supplémentaire) de hauteur d'eau de 2 à 2,40 m. Celle-ci correspondrait en fait aux terrains dont l'altitude se situe entre 0 et 0,4 m ce qui reviendrait à représenter de minces polygones le long du trait de cote et en pourtour des étangs. A l'échelle de 1/25 000 cette information n'a pas été jugée pertinente.*

Remarque 2 : *Il semble que pour la borne supérieure (hauteur max du fichier ISO HT) la valeur « 2 » soit imposée dans le standard de donnée Covadis.*

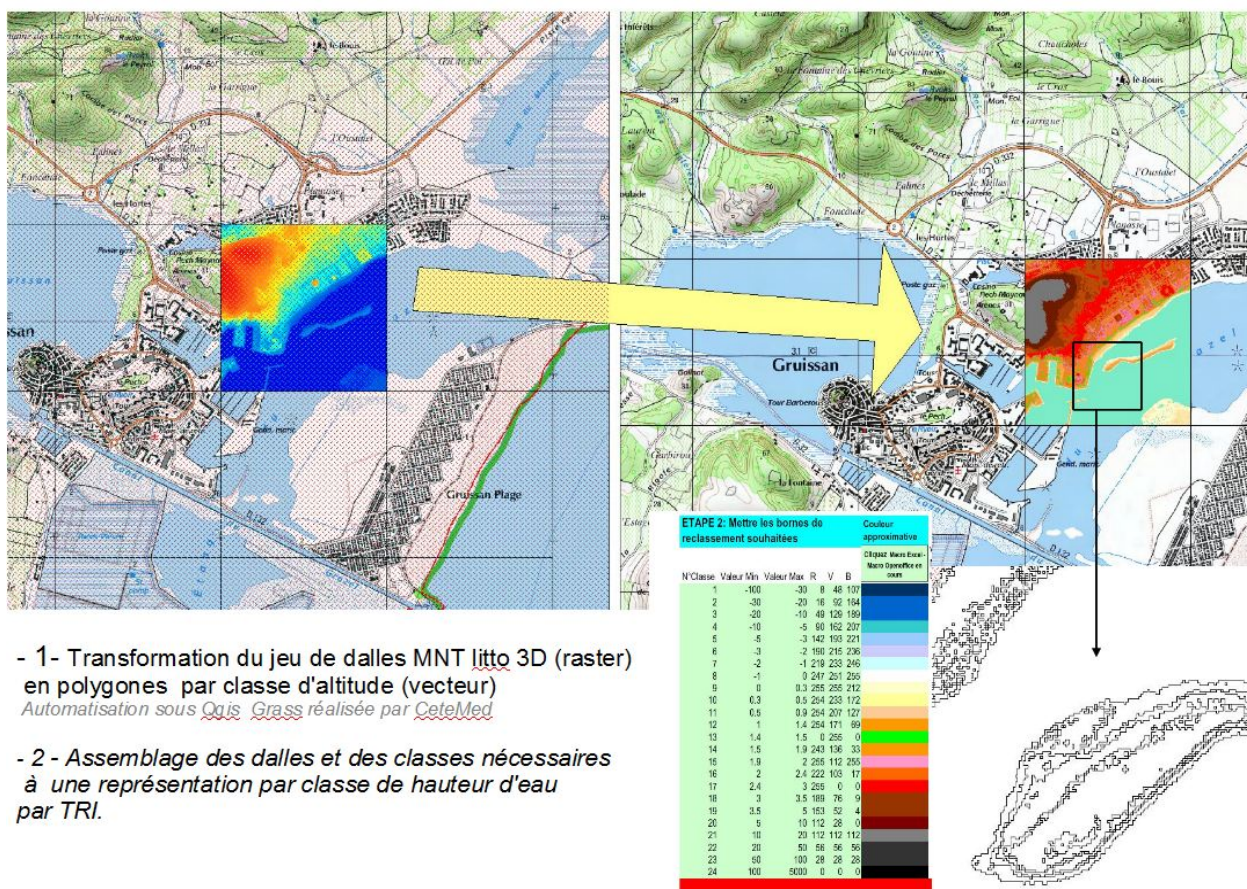
Aussi c'est la valeur 2 et non 2,40 qui sera saisi dans les fichiers informatiques. Cela revient à faire une approximation sans conséquence. Les terrains identifiés sont bien issus du croisement du niveau marin 2,40 avec la topographie. Le contour de l'extension d'inondation résultante est bien différent de celui du scénario ne prenant pas en compte le changement climatique. Les terrains sont identifiés comme inondables avec une hauteur d'eau importante > 1m.

Cartographie des hauteurs d'eau pour le scénario extrême

- Hauteur comprise entre 0 et 1m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 1m et 2m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 2 et 2,80 m ;

Remarque : *Compte tenu des incertitudes pour ce scénario les classes sont moins fines (1 m à la place de 0,50 cm).*

Les outils SIG Map Info ont permis l'identification des différents secteurs soumis à telle ou telle classe de hauteur d'eau.



- 1- Transformation du jeu de dalles MNT *littco* 3D (raster) en polygones par classe d'altitude (vecteur)
Automatisation sous Qgis Grass réalisée par CeteMed
- 2 - Assemblage des dalles et des classes nécessaires à une représentation par classe de hauteur d'eau par TRI.

Incertitudes et limites de la cartographie obtenue

La méthode de la superposition du niveau marin à la topographie est dépendante de la précision du MNT et des hypothèses et calculs des niveaux marins de référence.

La précision altimétrique du MNT utilisé est de 30 cm en EMQ (erreur moyenne quadratique) – le lidar donne même une précision altimétrique de 15 cm en EMQ en terrain dégagé.

En ce qui concerne les niveaux marins de référence utilisés, tout dépend des choix opérés pour leur calcul (paramètres, intervalles de confiance, choix de la borne haute ou basse...).

Pour une représentation au 1/25 000 sur une étendue totale d'environ 1 000 km² variant de 80 km² à 455 km² selon les TRI, cette méthode simple est la plus adaptée.

Pour améliorer le résultat il faudrait passer à des études plus fines territoire par territoire, prendre en compte leur fonctionnement hydraulique, la dynamique de la submersion, avoir recours à des méthodes hydrauliques numériques plus complexes, et coûteuses à mettre en œuvre sur une telle étendue et, elles aussi, dépendantes des hypothèses donc soumises à de longues validations.

La cartographie produite est a priori majorante dans les secteurs les plus éloignés du rivage de la mer et des étangs. Les superficies d'inondation cartographiées par cette méthode de superposition du niveau marin sur la topographie est dépendante du périmètre d'étude adopté au départ. Par sécurité celui-ci est une enveloppe plutôt maximale afin de ne pas écarter de l'analyse des terrains potentiellement inondables.

Il faut enfin rappeler que les secteurs identifiés dans la classe de hauteur d'eau de 0 à 0,5 m ou de 0 à 1 m peuvent aussi ne pas être inondés (valeur de hauteur d'eau 0).

La représentation issue de la projection du niveau marin de référence à la topographie, ne rend pas complètement compte des hauteurs d'eau réelles dans les secteurs en front de mer soumis à un niveau marin dynamique plus élevé (3 à 4 m) et au choc mécanique des vagues.

En effet, il est courant que les plages et haut de plage se trouvent à des altitudes supérieures au niveau marin projeté (2 m, 2,40 m, 2,80 m selon le scénario). Cette frange en front de mer se trouve donc identifiée comme non inondée alors qu'elle est exposée lors des tempêtes.

A l'échelle de représentation au 1/25 000 cette absence d'information de hauteur d'eau sur le haut de plage ne concerne qu'une frange (la plage) longeant le rivage, d'une épaisseur variant de 1 à 4 mm.

Faisant partie la plupart du temps du domaine public maritime, ce secteur ne comprend pas d'enjeux bâtis.

Le standard de données Covadis de la Directive inondation, n'a pas permis de solution facile pour représenter l'aléa sur ce secteur particulier.

Pour rendre compte toutefois de l'exposition aux tempêtes du front de mer, les cartes présentées à la concertation seront complétées par un polygone délimitant la zone d'action mécanique des vagues.

C'est dans ce secteur que se produiront les brèches et franchissements qui induisent les inondations par la mer.

La méthode a été améliorée pour le scénario fréquent décrit dans le chapitre suivant.

Les données disponibles pour ce scénario ont permis de réaliser une projection sur 2 casiers, un pour le front de mer, un autre pour les terrains à l'arrière du haut de plage, avec des niveaux marins adaptés à chaque secteur.

La qualification de l'aléa fréquent se trouve amélioré avec la prise en compte d'un niveau marin dynamique incluant l'action des vagues et du jet de rive.

L'utilisation d'un MNT au pas de 1 m a considérablement alourdi les temps de traitement, la géométrie des contours des surfaces inondables obtenues, et le poids des fichiers.

Cette première version MNT lidar de l'IGN comportait parfois des erreurs à la rencontre des surfaces en eau. D'autre part, les surfaces en eau intermittentes, lorsqu'elles sont à sec sont parfois enregistrées par le Lidar. Sur les secteurs les moins accidentés, ou en zone humides ou régime intermittent, la représentation obtenue est très morcelée avec l'apparition de petits polygones. Les erreurs ont été corrigées sur les grandes masses d'eau (étangs embouchures, ports) pour une visualisation au 1/25 000. Des oublis ou des corrections inappropriées de l'opérateur ou se manifestant lors de « bugs » informatique restent possibles et potentiellement visibles si on examine les cartes à une échelle plus précise que le 1/25 000.

Études et méthodes mobilisées pour le scénario fréquent

Études et données utilisées

Un événement d'occurrence 10 ans est simulé pour ce scénario.

Les données analysées et les relevés post tempête correspondant à la tempête du 1 au 5 décembre 2003 ont été prioritairement utilisées. À défaut, et notamment pour certains secteurs des littoraux des Pyrénées Orientales et de l'Aude, les relevés des tempêtes 1999 (occurrence 30 ans) et 1997 (occurrence entre 30 et 50 ans) ont été pris en compte.

Bien que riche, l'ensemble des données historiques à lui seul ne permettait pas de réaliser une cartographie homogène des extensions d'inondation qualifiées en hauteurs d'eau sur la région.

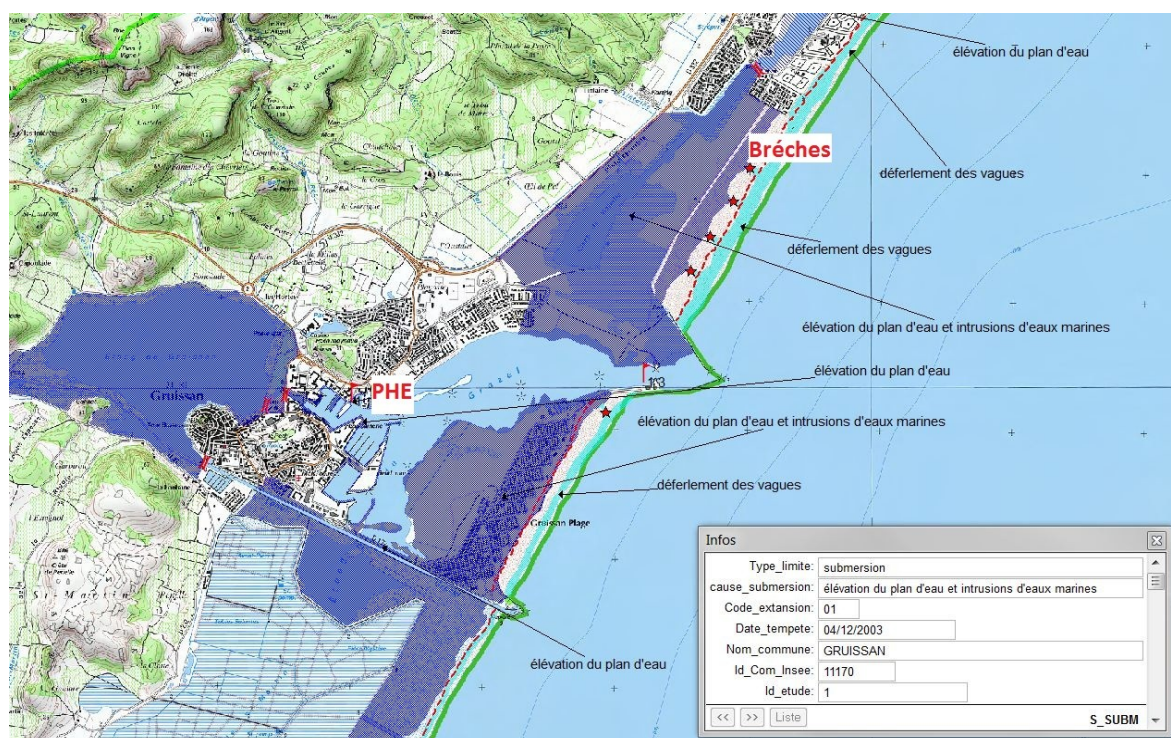
Cinq types de données et études couvrant la région ont été mobilisés pour réaliser cette cartographie :

- La numérisation (1/25 000) des extensions d'inondations par submersion marine des tempêtes historiques.

Numérisation et base de données réalisée en 2004 à partir des photos post tempête, des témoignages, des relevés des laisses de mer, relevé de PHE, relevé des brèches et graus temporaires, pour les tempêtes 2003, 1997, 1999.

Même si elle présente de nombreuses lacunes, et si la morphologie et l'urbanisation ont évolué depuis, l'utilisation de cette donnée présente l'avantage d'être conforme à la réalité vécue par les communes et de prendre en compte les écoulements et communication entre les terrains et la mer.

Dans cette étude, la distinction entre inondation fluviale, remontée de nappe, élévation du niveau des étangs et submersion marine n'est pas toujours fiable, toutefois on considère que dans les secteurs proches du rivage, les remontées de nappes, les inondations dues aux remontées du niveau des étangs, les inondations aux estuaires à cause de la surcote marine aval, sont des phénomènes liés à la tempête marine.



- La limite du secteur soumis au choc mécanique des vagues (appelée également zone de déferlement dans les PPRL)

L'étude détaillée est élaborée dans le cadre des PPRL, commune par commune. Elle consiste à identifier le secteur soumis au choc mécanique des vagues. Cette limite englobe donc, en front de mer, les obstacles de haut de plage et les secteurs où il y a risque de franchissement.

Elle intègre parfois, une bande de sécurité à l'arrière de ceux-ci pour prendre en compte les projections et franchissements par paquet de mer.

- L'étude et SIG « Évaluation de la submersion marine lors des tempête en Languedoc Roussillon » réalisée dans le cadre du CPER 2007-2013 par le BRGM

Ce projet utilise une démarche mixte numérique et analytique afin de caractériser les phénomènes de submersion marine sur tout le littoral du Languedoc-Roussillon pour des conditions de tempêtes marines de référence : conditions de vagues ayant une période de retour de 1, 10 et 50 ans.

Les facteurs météo-marins générant l'élévation temporaire du niveau de la mer sont simulés sur tout le littoral régional le long de profils espacés de 50 m. Les calculs permettent d'obtenir les valeurs du wave set-up et du run-up pour un événement décennal sur chaque portion du littoral en prenant en compte finement la bathymétrie de l'avant cote et la morphologie de la plage.

La validation des résultats se fait à l'aide de la BDD historiques sur les tempêtes.

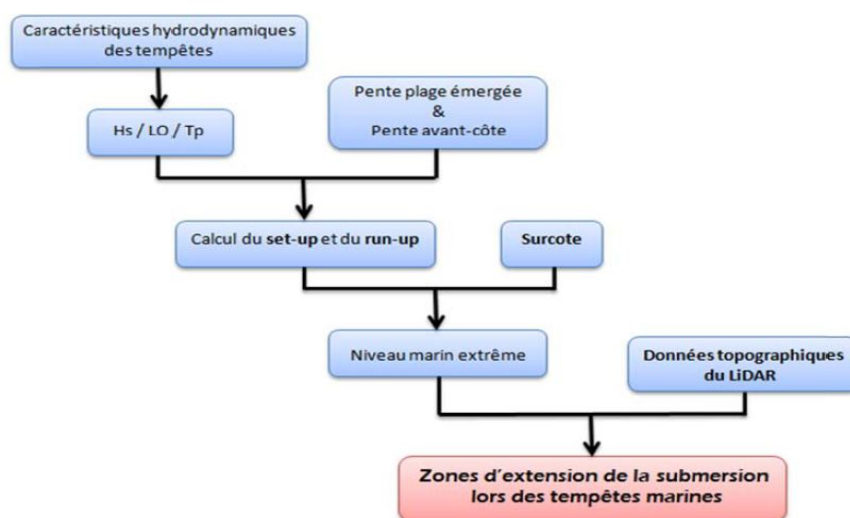


Illustration 5 – Méthodologie établie pour estimer la submersion lors des tempêtes marines.

La dernière étape de cette étude n'a pu se faire que sur une frange littorale fine ne couvrant pas les besoins pour la cartographie de la DI.

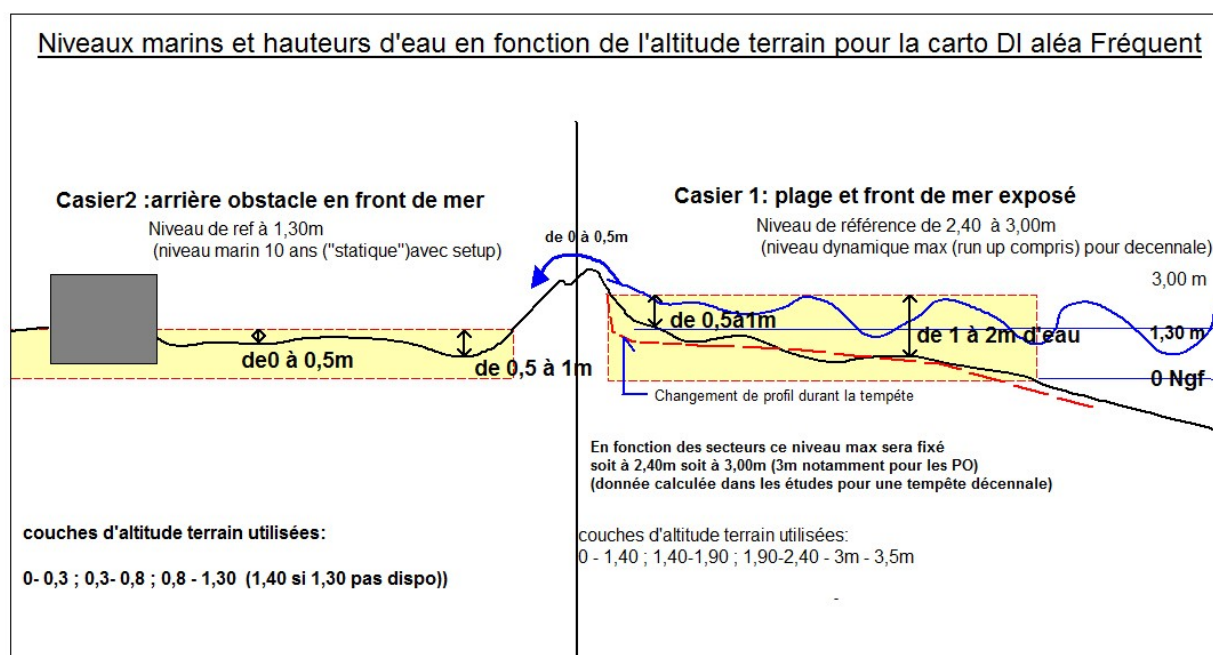
- La topographie fine : couches des classes d'altitudes terrain Map Info « vecteur » issus de la transformation du MNT Lidar IGN LITTTO3 D raster en vecteur
- La délimitation de la plaine littorale de l'atlas des zones inondables par submersion marine

Méthode scénario fréquent

Comme pour les autres scénarios de plus faible occurrence, la méthode est celle de la confrontation du niveau marin avec la topographie.

Toutefois, le niveau marin appliqué est différent selon que l'on étudie le secteur entre le trait de côte et le haut de plage et le secteur à l'arrière du premier obstacle (arrière dune, urbanisation, infrastructures). Cela revient à considérer deux casiers pour la projection du niveau marin puis à affiner le résultat en fonction de la connaissance du fonctionnement hydrologique et des connaissances historiques (proximité du rivage, communication avec la mer, estuaire, grau...).

La méthode simple d'une seule superposition d'un niveau marin de référence à la topographie s'est révélée incomplète pour ce scénario de forte occurrence (fréquent). A la différence des scénarii moyens et extrême, on considère que les obstacles de front de mer et de haut de plage ne sont pas transparents. La communication entre la mer et les secteurs inondés ne se fait que dans les zone de faiblesse altimétrique, lors de la formation de grau, ou de brèches, par franchissement de paquets de mer.



La méthode mise en œuvre se décline en 4 étapes :

1° - Détermination des valeurs des niveaux marins à utiliser pour les différents secteurs

- Caractéristiques d'une tempête décennale
- Données utilisées dans l'étude « Evaluation de la submersion marine lors des tempête en Languedoc Roussillon » réalisée dans le cadre du CPER 2007-2013 par le BRGM :

Hs = 6,09m, Tp max = 10,2 s, analyse réalisée par le CETMEF en avril 1998 -
houle décennale = 6.09 m (intervalle de confiance à 70% : 5.78 m à 6.46 m)

Niveau marin = 0,88 m déterminé à partir des mesures marégraphes et relevés dans les ports lors de la tempête du 04/12/2003

	4/12/2003	12-13/11/1999	16-18/12/1997
Sète (marégraphe)	0.85 m IGN69	0.75 m IGN69	1.06 m IGN69
Port Barcarès (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.20 m ^a		1.2 m
Port de Canet (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.25 m ^b		1.2 à 1.3 m
Port de Saint-Cyprien (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.30 m ^c		1.45 m
Port d'Argelès (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.30 m ^d		1.5 m
Port-Vendres (mesure basée sur des témoignages visuels)	1.50 m ^e	1.30 m	1.7 m
Port-Vendres (marégraphe)	0.87 m IGN69		

^a constaté par M Rault directeur du Port au niveau de l'échelle placée sous le pont mobile

^b constaté par M Bonafos directeur du Port : environ 25 cm par rapport aux quais (quai de la capitainerie) eux-mêmes situés à +1m

^c constaté par M Isodoro, Maître de port : environ 30 cm par rapport aux quais (quai de l'UDSIST) eux-mêmes situés à +1m

^d constaté par M Bigou directeur du Port : environ 30 cm par rapport aux quais (quai de la capitainerie) eux-mêmes situés à +1m

^e quais intérieurs (situés à +1,50m) noyés constaté par M Guillet Commandant du port

Le calcul pour une tempête décennale donne les valeurs de niveau marin à la côte, suivantes :

- *TRI Narbonne*
 - niveau marin statique (set-up compris) 1,30 m
 - niveau dynamique max (run up compris) 2 à 2,60 m
- *TRI Béziers*
 - niveau marin statique (set-up compris) 1,30 m
 - niveau dynamique max (run up compris) 2 à 2,50 m, ponctuellement de 2,8 à 3,40 m
- *TRI Sète*
 - niveau marin statique (se-tup compris) 1,40 à 1,46 m
 - niveau dynamique max (run up compris) 2,7 à 3 m, ponctuellement à 3,7 m
- *TRI Perpignan*
 - niveau marin statique (set-up compris) 1,30 m (niveau aux ports des PO en 2003)
 - niveau dynamique max (run up compris) 2,60 à 3 m, ponctuellement à 3,50 m
- *TRI Montpellier*
 - niveau marin statique (set-up compris) 1,30 m
 - niveau dynamique max (run up compris) 2,60 m, ponctuellement à 2,80 m

Le niveau marin statique atteint $N = \text{set-up} + \mu$

où set-up = remonté locale du niveau marin

et μ = surcote avec marée

Le niveau instantané maximal est le niveau atteint par le jet de rive. Cet élément permet de définir les secteurs qui pourraient être franchis lors de la tempête. Ces niveaux à la cote sont calculés selon les formulations de Holman (1986), modifiée par Stockdon et al (2006). Les caractéristiques géomorphologiques du littoral sont prises en compte dans les formules ces dernières incluant la pente de l'avant-cote et celle de la plage émergée.

2° - Construire les enveloppes des casiers sur lesquels sera réalisé la projection horizontale

L'objectif est d'être sûr que tout secteur ayant subi une inondation depuis 1997 sera pris en compte. Cette enveloppe sera construite à partir :

- De la numérisation des extensions d'inondations historiques 2003 1997-1999,
- Complété par la délimitation « cordon dunaire » et « plaine littorale » (réalisée à partir de la géomorphologie, dans le cadre de l'AZISM),
- La limite du secteur « Zone d'action mécanique des vagues » qui délimitera les 2 casiers.

3° - Réaliser les superposition niveau marin topographie et identifier les extensions d'inondation et les classes de hauteur d'eau.

4° - Valider le résultat en fonction des données historiques disponibles

Une analyse de la cartographie ainsi produite est réalisée pour prendre en compte les caractéristiques du site et la comparaison avec les données historiques connues. Les extensions d'inondation et les hauteurs d'eau obtenues, sont adaptées et modifiées « à dire d'expert » en fonction de leur proximité au rivage, de leur communication avec la mer, estuaire, grau, des faiblesses altimétriques qui seront identifiés entre les deux casiers.

Globalement, à l'arrière du front de mer (casier 2) seuls les secteurs bas (< 0,5m NGF) et proche du rivage seront soumis à une hauteur d'eau > 50 cm. Les autres seront intégrés dans la classe de 0 à 0,50.

Données Topographiques

Identiques à celles des scénarios précédents.(MNT-Litto3D)

Périmètre d'étude

Enveloppe maximum potentielle de l'aléa fréquent délimité par les relevés historiques et complétée (notamment aux pourtours des étangs) par la délimitation de l'unité « plaine littorale » identifiée dans l'AZISM.

Prise en compte des ouvrages de protection

Il n'a pas été identifié sur le littoral d'Occitanie d'ouvrage de protection à la submersion marine au sens du décret digues du 11/12/2007.

La limite du haut de plage comme les cordons dunaires ou les murs longeant les aménagements de fronts de mer forme globalement la séparation entre les deux casiers.

Modes de représentation retenus pour la cartographie

Les hauteurs d'inondation ont été cartographiées au travers de 3 classes.

L'évaluation de ces hauteurs d'eau s'appuie sur le calcul en tout point faisant partie du périmètre défini, de la différence entre la côte du Niveau marin projeté et celle du terrain naturel, issue de la topographie Litto3D.

Cartographie des hauteurs d'eau pour le scénario fréquent

- Hauteur comprise entre 0 et 50 cm ;
- Hauteur d'eau comprise entre 50 cm et 1 m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m ;

Incertitudes et limites de la cartographie obtenue

La méthode de la superposition du niveau marin à la topographie est dépendante de la précision du MNT et des hypothèses et calculs des niveaux marins de référence..

La précision altimétrique du MNT utilisé est de 30 cm en EMQ (erreur moyenne quadratique) - le Lidar donne même une précision altimétrique de 15 cm en EMQ en terrain dégagé.

Les niveaux marins utilisés dépendent des choix opérés pour leurs calculs toutefois pour ce scénario ils bénéficient d'une validation robuste avec de nombreux relevés établis lors des derniers événements récents d'occurrence proches.

La Cartographie est dépendante de l'étendu du périmètre d'étude adopté au départ. Par sécurité celui-ci est une enveloppe maximale afin de ne pas écarter de l'analyse des terrains potentiellement inondables. La comparaison avec les relevés post tempête connus permet de réduire les incertitudes pour ce scénario.

La méthode appliquée cette fois sur 2 casiers permet de mieux prendre en compte la qualification de l'aléa fréquent sur les secteurs de front de mer en utilisant un niveau marin dynamique incluant l'action des vagues et du jet de rive.

Afin d'être en mesure de manipuler et traiter la donnée, les traitements géomatiques détaillés en annexe ont été réalisés sur la donnée submersion marine ; ces traitements n'ont pas d'impact sur la représentativité et la fiabilité de la donnée à l'échelle d'utilisation des cartes qui est le 1/25 000^{ème}.

3.3 - Carte de synthèse des surfaces inondables

Suite à l'étude spécifique des contours des zones inondables de chaque scénario, pour chaque cours d'eau et la submersion marine le cas échéant, les cartes de synthèse des surfaces inondables sont élaborées. Il s'agit de cartes restituant la synthèse des surfaces inondables de l'ensemble des scénarios (fréquent, moyen, extrême) par type d'aléa considéré pour le TRI, débordement de cours d'eau et submersion marine. Ne sont ainsi représentées sur ce type de carte que les limites des surfaces inondables.

La carte de synthèse du TRI de Béziers-Agde établie pour l'ensemble des débordements de cours d'eau retenus pour le premier cycle de la DI (Hérault, Orb, Libron) a été élaborée à partir de l'agrégation par scénario des enveloppes de surfaces inondables de chaque cours d'eau cartographié. Ainsi, dans les zones de confluence, l'enveloppe retenue correspond à l'extension du cours d'eau le plus étendu en un point donné pour le scénario considéré.

Son échelle de validité est le 1 / 25 000^{ème}.

Il convient de rappeler que ces cartes de synthèse des surfaces inondables donnent une vision synthétique et non exhaustive.

4 - Cartographie des risques d'inondation du TRI

4.1 - Rappel sur le caractère partiel des cartes

La cartographie des risques d'inondation est construite à partir du croisement entre les cartes de synthèse des surfaces inondables et les enjeux présents au sein de ces enveloppes.

En outre, une estimation de la population permanente et des emplois a été comptabilisée par commune et par

scénario. Celle-ci est complétée par une comparaison de ces résultats avec la population communale totale et la population saisonnière moyenne à l'échelle de la commune.

Il convient de rappeler que dans le 1^{er} cycle de la mise en œuvre de la Directive Inondation et dans celui-ci, tous les cours d'eau du TRI (dont les affluents) n'ont pas été étudiés, ce qui conduit à une analyse non exhaustive des enjeux sociaux et économiques sur l'ensemble du TRI.

Étant donné les résultats partiels obtenus pour les 3 principaux cours d'eau retenus sur le TRI pour cette phase de la DI (l'Orb, le Libron et l'Hérault), il convient de rappeler les enjeux exposés (personnes et emplois) lors d'une crue extrême pour tous les cours d'eau confondus, mentionnés à la page 5 également. De plus, il faut noter que les enjeux exposés pour les autres occurrences (fréquentes et moyennes), seront traités dans les prochains cycles de la DI, dont le renouvellement se fera tous les 6 ans.

Le développement économique du territoire s'est souvent réalisé en zone inondable.

4.2 - Méthode de caractérisation des enjeux

L'élaboration des cartes de risque s'est appuyée sur un système d'information géographique (SIG) respectant le modèle de données établi par l'IGN et validé par la Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS).

La Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS) est une commission interministérielle mise en place par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire pour standardiser leurs données géographiques les plus fréquemment utilisées dans leurs métiers. Cette standardisation prend la forme de *géostandards* que les services doivent appliquer dès qu'ils ont à échanger avec leurs partenaires ou à diffuser sur internet de l'information géographique. Ils sont également communiqués aux collectivités territoriales et autres partenaires des deux ministères. La COVADIS inscrit son action en cohérence avec la directive INSPIRE et avec les standards reconnus.

En particulier pour le 2^{ème} cycle, une base de données rassemblant un certain nombre de données enjeux a été créée sur le Bassin Rhône-Méditerranée. Constituée à partir des bases de données nationales récentes, elle permet d'actualiser les données d'enjeux du 1^{er} cycle, elle comprend les enjeux exigés par l'article R566-7 du code de l'environnement ainsi que le patrimoine culturel.

Sur les cartes de risque, les enjeux sont représentés uniquement dans les surfaces inondables, à l'exception des enjeux liés à la gestion de crise ; leur présence en dehors de la surface inondable pouvant améliorer la gestion de l'évènement.

Les données de population permanente et d'emplois ont également été mises à jour à partir de données récentes au niveau national permettant d'actualiser l'estimation de la population permanente et des emplois dans les zones potentiellement touchées.

Pour plus de détails, vous pouvez vous référer aux compléments méthodologiques pour les TRI dont la cartographie a été modifiée placés en annexe.

4.3 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques

L'article R. 566-7 du Code de l'environnement demande de tenir compte a minima des enjeux suivants :

1. Le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés,
2. Les types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée,
3. Les installations ou activités visées à l'annexe I de la directive 2010/75/ UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), qui sont susceptibles de provoquer une pollution accidentelle en cas d'inondation, et les zones protégées potentiellement touchées visées à l'annexe IV, point 1 i, iii et v, de la directive 2000/60/ CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau,
4. Les établissements, les infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public.

Conformément à cet article, il a été choisi de retenir les enjeux suivant pour la cartographie des risques du TRI :

1. Estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation de la population permanente présente dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. Celle-ci a été établie à partir d'un semi de point discrétisant l'estimation de la population légale INSEE 2014 à l'échelle de chaque parcelle. Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

L'estimation des populations est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique et synthétisé ci-après à l'échelle du TRI.

	Population permanente			
	Aléa fréquent	Aléa moyen	Aléa moyen avec changement climatique	Aléa extrême
Débordement de cours d'eau	14 561	23 295	23 295	29 474
Submersion marine	1 538	7 577	11 728	13 516

2. Estimation des emplois dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation du nombre d'emplois présents dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. L'évaluation se présente sous forme de fourchette (minimum-maximum). Elle a été définie en partie sur la base de donnée SIRENE de l'INSEE de mars 2018 présentant les caractéristiques économiques des entreprises du TRI. Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

L'estimation de la fourchette d'emploi est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique et synthétisé ci-après à l'échelle du TRI.

	Nbre d'emplois minimum impactés				Nbre d'emplois maximum impactés			
	Aléa fréquent	Aléa moyen	Aléa moyen avec changement climatique	Aléa extrême	Aléa fréquent	Aléa moyen	Aléa moyen avec changement climatique	Aléa extrême
Débordement de cours d'eau	6 623	9 651	9 651	13 292	8 580	12 595	12 595	17 556
Submersion marine	789	4 637	5 710	6 889	931	5 526	6 777	8 250

3. Estimation de la population saisonnière

Deux types d'indicateurs ont été définis afin de qualifier l'éventuelle affluence touristique du TRI : le surplus de population saisonnière théorique et le taux de variation saisonnière théorique.

Ces indicateurs ont été établis à partir des données publiques de l'INSEE à l'échelle communale. À défaut de disposer d'une précision infra-communale, ils n'apportent ainsi pas d'information sur la capacité touristique en zone inondable.

Le surplus de la population saisonnière théorique est estimé à partir d'une pondération de la capacité de différents types d'hébergements touristiques mesurables à partir de la base de l'INSEE : hôtels, campings, et locations saisonnières en 2018 et résidences secondaires en 2014. Certains types de hébergements à l'image des chambres d'hôte ne sont pas comptabilisées en l'absence d'information exhaustive.

Le taux de variation saisonnière théorique est quant à lui défini comme le rapport entre la somme du surplus de la population saisonnière théorique et la population communale permanente sur la population communale permanente. Il s'agit de la comparaison entre la « population en saison » et la « population hors saison ». Au 1^{er} cycle, c'était le poids de l'affluence saisonnière au regard de la démographie communale qui était calculé. Il apporte une information sur le poids de l'affluence saisonnière au regard de la démographie communale.

Ces indicateurs restent informatifs au regard de l'exposition potentielle de l'affluence saisonnière aux inondations faute de précision. Par ailleurs, elle doit être examinée en tenant compte de la concomitance entre la présence potentielle de la population saisonnière et la survenue éventuelle d'une inondation. Ainsi dans les territoires de montagne, les chiffres importants correspondent parfois à une variation hivernale (stations de ski par exemple), généralement en dehors des périodes à risque d'inondation.

Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

4. Bâtiments dans la zone potentiellement touchée

Seuls les bâtiments dans la zone potentiellement touchée sont représentés dans les cartes de risque, sous la dénomination « bâtiments ». Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN de 2017 (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Ils tiennent compte de l'ensemble des bâtiments de plus de 20 m² (bâtiments industriels, bâtis remarquables, bâtiments indifférenciés comprenant les habitations, ...).

5. Patrimoine culturel

Seul le patrimoine culturel dans la zone potentiellement touchée a été représenté dans les cartes de risque, sous la dénomination « patrimoine culturel ». Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN de 2017 et des données de l'Atlas des patrimoines du ministère de la Culture de 2018. Elle tient compte de l'ensemble des cimetières, musées, vestiges archéologiques, édifices religieux, dolmen, menhir, ..

6. Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont prises en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées représentées dans les cartes de risques sous la dénomination respectivement d'« IPPC » et de « station d'épuration ».

Les IPPC sont les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) les plus polluantes, définies par la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), visées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles. Il s'agit d'une donnée de 2018 établie par les DREAL collectée dans la base S3IC pour les installations situées dans une des surfaces inondables du TRI.

Les stations de traitement des eaux usées (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2000 équivalents-habitants présentes dans la surface inondable du TRI.

La localisation de ces stations est issue d'une base de donnée nationale « BDERU » de 2018. Les données sont visualisables sur <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>.

7. Zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes

Il s'agit des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou par des stations de traitement des eaux usées. Elles sont représentées dans les cartes de risque sous la dénomination « zone protégée au titre de la DCE ». Ces zones, rapportées dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE (DCE), sont les suivantes :

- « zones de captage » : zones désignées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine en application de l'article 7 de la directive 2000/60/CE (toutes les masses d'eau utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine fournissant en moyenne plus de 10 m³ par jour ou desservant plus de cinquante personnes, et les masses d'eau destinées, dans le futur, à un tel usage) ;
- « eaux de plaisance » : masses d'eau désignées en tant qu'eaux de plaisance, y compris les zones désignées en tant qu'eaux de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CEE (« eaux de baignade » : eaux ou parties de celles-ci, douces, courantes ou stagnantes, ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est expressément autorisée par les autorités compétentes de chaque État membre ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs) ; en France les « eaux de plaisance » se résument aux « eaux de baignade » ;
- « zones de protection des habitats et espèces » : zones désignées comme zone de protection des habitats et des espèces et où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important de cette protection, notamment les sites Natura 2000 pertinents désignés dans le cadre de la directive 92/43/CEE et de la directive 79/409/CEE.

8. Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public

Il s'agit des enjeux dans la zone potentiellement touchée dont la représentation est issue essentiellement de la BDTopo de l'IGN de 2017 (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>).

Ils comprennent :

- *les bâtiments utiles pour la gestion de crise* (centres de décisions, centres de sécurité et de secours) référencés « établissements utiles pour la gestion de crise », sont concernés les casernes de pompier, les gendarmeries, les mairies, les préfetures ; représentées avec ces appellations sur les cartes de risque ;

- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings » ; dénommés respectivement « prison », « école », « hôpital » et « camping » sur les cartes risques.
- *les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « gares », « aéroports », « autoroutes, quasi-autoroute », « routes, liaisons principales », « voies ferrées principales » ; dénommés respectivement « gare et aéroport », « autoroute et quasi autoroute », « liaison principale » et « réseau ferré » sur les cartes de risque ;
- *les établissements ou installations susceptibles d'aggraver la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « installations d'eau potable », « transformateurs électriques », « autre établissement sensible à la gestion de crise » (cette catégorie recense principalement les installations SEVESO issues de la base S3IC de 2018 ; dénommés respectivement « installation eau potable », « poste de transformation » et « installation SEVESO »).

4.4 - Précision sur les sources de données des enjeux

Les bases de Précision sur les sources de données des enjeux mobilisées dans ce cadre sont :

- **la BD topo de l'IGN** pour identifier les bâtiments et les installations sensibles ou utiles à la gestion des crises
- **la base GIDIC/ S3IC et la BDERU du Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie** pour les installations polluantes ou dangereuses et les stations d'épuration,
- **les éléments issus du Rapportage de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)** pour le patrimoine naturel.

Sans être représentées sur les cartes, les installations IPPC, SEVESO AS, les stations d'épuration de plus de 10 000 équivalent habitants, situées à moins de 30 km en amont du TRI ont été recherchées sur la base de l'évaluation préliminaire du risque d'inondation (EPRI), première phase de la Directive Inondation.

5 - Annexes

Annexe I : Atlas cartographique

- **Cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau (et pour la submersion marine).**
- **Cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour les débordements de cours d'eau (et pour la submersion marine).**
- **Cartes des risques d'inondation**
- **Tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.**

Annexe II : Compléments méthodologiques

- **Généralités sur la modélisation des débordements de cours d'eau**
- **Description de la base de données SHYREG**
- **Description de l'outil de modélisation CARTINO**
- **Description de la méthode retenue pour la cartographie des submersions marines sur le littoral méditerranéen**
- **Description de la méthode d'estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée**
- **Description de la méthode d'estimation des emplois**
- **Description de la méthode d'estimation de la population saisonnière**
- **Métadonnées du SIG structurées selon le standard COVADIS Directive Inondation**

Annexe III : Méthodologie cycle 2

- **Précisions sur les méthodes utilisées sur le bassin Rhône-Méditerranée**
- **Données nationales fournies pour le calcul des populations et emplois impactés**



**Direction départementale
des territoires et de la mer
Hérault**
Bâtiment Ozone
Place Ernest Granier
CS 60556
34 064 MONTPELLIER CEDEX



PRÉFET DE L'HÉRAULT

DDTM 34