

Septembre 2013

Directive Inondation Bassin Rhône-Méditerranée

Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de Nîmes

Cartographie des surfaces inondables et des risques

- Rapport explicatif

Historique des versions du document

| Version | Date | Commentaire |
|---------|----------|---|
| v1 | 27/04/13 | Création |
| v2 | 20/05/13 | Ajout infos 2. Présentation |
| v3 | 27/06/13 | Complément infos |
| v4 | 07/13 | Complément infos, ajouts parties modèle rédactionnel DREAL de Bassin, cartographie OS |
| v5 | 08/13 | Ajout parties DDTM « Cartographie des surfaces inondables du TRI » |
| V6 | 04/09/13 | Ajout Chap 3.2 - Submersion marine DREAL LR /SR/ B.G - Ph.D |
| v7 | 06/09/13 | Ajout partie 2.4 par DREAL LR |
| V8 | 11/09/13 | Relecture DDTM30 |
| V9 | 13/12/13 | Modification suite à la phase de consultation |

Affaire suivie par

| |
|---|
| DREAL LR / SR / DRNL |
| <i>Tél. :04 34 46 64 00</i> |
| <i>Courriel : di-lr-tri-carto@developpement-durable.gouv.fr</i> |

Rédacteur

DREAL RA
DREAL LR
DDTM 30

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| RÉSUMÉ NON TECHNIQUE | 4 |
| • Le Territoire à Risque Important d’Inondation de Nîmes..... | 4 |
| • La cartographie du TRI de Nîmes..... | 6 |
| 1 - INTRODUCTION | 8 |
| 2 - PRÉSENTATION | 9 |
| 2.1 - Caractérisation du TRI de Nîmes..... | 10 |
| 2.2 - Les mesures de prévention contre l’inondation..... | 16 |
| 2.3 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie..... | 17 |
| 2.4 - Association technique des parties prenantes..... | 19 |
| 3 - CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI | 20 |
| 3.1 - Débordement de cours d'eau..... | 20 |
| 3.1.1 - Le Vistre / Le Rhône..... | 20 |
| 3.1.2 - Les Cadereaux de Nîmes..... | 51 |
| 3.2 - Submersion marine..... | 60 |
| 3.3 - Carte de synthèse des surfaces inondables..... | 71 |
| 4 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI | 71 |
| 4.1 - Rappel sur le caractère partiel des cartes..... | 71 |
| 4.2 - Méthode de caractérisation des enjeux | 72 |
| 4.3 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques..... | 72 |
| 4.4 - Précision sur les sources de données des enjeux | 76 |
| 5 - LISTE DES ANNEXES | 77 |
| Annexe I : Atlas cartographique..... | 77 |
| Annexe II : Compléments méthodologiques..... | 77 |

Résumé non technique

• Le Territoire à Risque Important d'Inondation de Nîmes

○ Définition et objectifs généraux du TRI

La sélection du Territoire à Risque Important d'inondation de Nîmes implique la mise en œuvre d'une stratégie concertée pour répondre à la Directive inondation.

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 devront faire l'objet :

- d'ici fin 2013, d'une **cartographie** des surfaces inondables et des risques pour les phénomènes d'inondation caractérisant le territoire ;
- d'ici fin 2014, de **stratégies locales** de gestion des risques d'inondation dont les objectifs et le périmètre devront être identifiés d'ici 2014. Ces dernières nécessiteront 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 par rapport aux conséquences négatives susceptibles d'impacter son bassin de vie au regard de phénomènes prépondérants.

La sélection du TRI de Nîmes s'est appuyée en première approche sur l'arrêté ministériel du 27 avril 2012 qui demande 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 fait ressortir les enjeux dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP) pour les 6 indicateurs du tableau ci-dessous.

| | 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 | Part des emplois en EAIP | Surface bâtie en EAIP (m ²) |
| Débordements de cours d'eau | 170 043 | 77,4% | 85 199,5 | 74 072 | 79,3% | 299 950 768 |
| Submersions marines | 432 | 0,2% | 204,5 | 313 | 0,3% | 81 468 803,9 |

Le périmètre du TRI et ses caractéristiques spécifiques

Le périmètre du TRI, recensant 20 communes, a été constitué autour du bassin de vie de l'agglomération nîmoise.

Celui-ci a été défini en tenant compte des caractéristiques spécifiques telles que la dangerosité des phénomènes sur certaines communes (Nîmes, Le Cailar notamment), de la pression démographique du territoire, en particulier autour de l'agglomération nîmoise.

o Description du TRI de Nîmes et de ses principales caractéristiques

Le TRI de Nîmes concerne le département du Gard (30) et compte 20 communes, soumises aux aléas de ruissellement pour la commune de Nîmes et de débordements de cours d'eau, notamment du Vistre, un de ses affluents le Rhône et plus à la marge du Rhône, à l'aval.

Il regroupe 219 232 habitants permanent. Sa population saisonnière s'élève à 14 626 habitants, soit 6,7% du nombre total d'habitants permanents du TRI.

Ses enjeux économiques sont principalement liés à son affluence touristique estivale, avec une capacité annuelle d'hébergement de plus de 10 000 personnes.

De plus, il se caractérise par un développement urbain très important, quasi continu, autour de l'agglomération nîmoise. Cette pression urbaine se conjugue avec une problématique d'inondabilité du territoire marquée et des phénomènes de ruissellement urbain très spécifiques.

o Phénomènes identifiés comme prépondérants pour la cartographie

Le TRI de Nîmes est exposé à des crues de type cévenol ou méditerranéen extensif de forte intensité (crues très rapides) et récurrentes (1988, 2005) ainsi qu'à des ruissellements et débordements des cadreaux pour le cas de la commune de Nîmes.

Réseau hydrographique du département du Gard

Le département du Gard est traversé par différents cours d'eau, dont les principaux retenus pour la phase cartographique du TRI de Nîmes : le Vistre, le Rhône, un de ses affluents, et le Rhône. Ce TRI répertorie d'autres cours d'eau et canaux, qui ne sont pas représentés dans ce cycle de la phase cartographique en raison d'indisponibilité de la donnée. Mais, ces cours d'eau ne sont pas à négliger, notamment les affluents du Vistre (le Buffalon et la Cubelle), le Canal du Bas-Rhône Languedoc et le Canal du Rhône à Sète.

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

Dans ce cycle de la mise en œuvre de la directive européenne, les phénomènes cartographiés sont les inondations par ruissellement pour le cas des cadereaux de Nîmes, et par débordement de cours d'eau du Vistre et du Rhône. Compte tenu du délai très contraint pour réaliser cette phase cartographique, les cours d'eau secondaires n'ont pas pu être représentés, ils le seront ultérieurement.

• La cartographie du TRI de Nîmes

o Objectifs généraux et usages de la cartographie

La cartographie du TRI de Nîmes apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements de certains cours d'eau pour 3 types d'événements (fréquent, moyen, extrême). De fait, elle apporte un premier support d'évaluation des conséquences négatives du 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 p.5).

o Synthèse des principaux résultats de la cartographie du TRI

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

- les débordements de cours d'eau et le ruissellement des cadereaux de Nîmes ainsi que les crues du Rhône,
- des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, et extrême) pour les débordements de chacun des cours d'eau (le Vistre, le Rhône, les cadereaux et le Rhône). Ces 3 cartes, par type d'aléa, 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 scénarii pour les débordements des différents cours d'eau cartographiés ;
- une carte des risques d'inondation présentant les enjeux situés dans les surfaces inondables ;

- un tableau d'estimation des populations et des emplois exposés par commune et par scénario.

À l'échelle du TRI de Nîmes, la cartographie des risques d'inondation fait ressortir l'estimation des populations et des emplois présentée dans le tableau ci-dessous.

Les populations et emplois exposés dans l'EAIP, en cas de crue extrême, pour tout cours d'eau confondu, sont également rappelés (l'aléa ruissellement, dans le cadre de l'EAIP, est compris dans l'aléa « débordements de cours d'eau »)

| | Population permanente | | | | Emplois | | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------------|---|--------------|----------------|--------------|---|--------------|
| | Crue fréquente | Crue moyenne | Crue moyenne avec changement climatique | Crue extrême | Crue fréquente | Crue moyenne | Crue moyenne avec changement climatique | Crue extrême |
| Débordements de cours d'eau | 6498 | 73641 | / | 120371 | 35914 | 50170 | / | 62316 |
| Les Cadereaux | 4575 | 71395 | / | 71395 | 35219 | 49432 | / | 58207 |
| Le Rhône | | 460 | / | 457 | / | 79 | / | 84 |
| Le Vistre | 2167 | 2698 | / | 9006 | 2585 | 2982 | / | 10076 |
| Submersions marines | | 431 | 505 | 582 | | 41 | 108 | 108 |

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.

L'Évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), arrêtée le 21 décembre 2011, a posé un diagnostic global à l'échelle du Bassin Rhône-Méditerranée. Sur cette base, un Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) à la même échelle définira un cadre réglementaire de définition des objectifs et des moyens pour la réduction des conséquences dommageables des inondations. Le PGRI devra être arrêté avant le 22 décembre 2015 par M. le préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée.

Le PGRI constitue un document de planification pour la gestion des risques d'inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée. À ce titre, au-delà de dispositions communes à l'ensemble du bassin, celui-ci doit porter les efforts en priorité sur les territoires à risque important d'inondation (TRI).

Sur la base du diagnostic de l'EPRI 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 Nîmes a été retenu au regard des débordements de cours d'eau (et des submersions marines) considérés comme prépondérants sur le territoire. La qualification de ce territoire en TRI implique l'élaboration d'une ou plusieurs stratégies locales de gestion des risques d'inondation qui déclinent les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engagent 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 scénarii :

- 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 millénaire).

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

En dehors de l'objectif principal, décrit plus haut, de quantification des enjeux situés dans les TRI pour différents scénarii d'inondation, 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 constitué d'un jeu de plusieurs types de cartes :

- Des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême et moyen avec changement climatique pour la submersion marine) pour les débordements de cours d'eau,(et pour les submersions marines).
Elles représentent l'extension des inondations, les classes de hauteurs d'eau, et le cas échéant les vitesses d'écoulement. Selon les configurations et l'état des connaissances propre à chaque cours d'eau, certains cours d'eau du TRI sont cartographiés de manière séparée.
- Des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scenarii pour les débordements de cours d'eau,(et pour les submersions marines).
Elles représentent uniquement l'extension des inondations synthétisant sur une même carte les débordements des différents cours d'eau et les submersions marines selon les 3/ 4 scenarii.
- 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 Nîmes (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 carte au 1/25 000°.

2 - Présentation

Dans le département du Gard, deux régimes hydrologiques sont présents :

- un régime pluvial cévenol pour les Gardons, la Cèze et le cours amont du Vidourle ;
- un régime pluvial méditerranéen littoral pour les fleuves côtiers.

Le contexte hydrogéomorphologique du département du Gard se structure autour de sept bassins versants principaux liés aux cours d'eau suivants : le Gardon, la Cèze, le Vidourle, le Vistre-Rhône, le Rhône, l'Ardèche, l'Hérault.

2.1 - Caractérisation du TRI de Nîmes

Le TRI de Nîmes se situe dans le département du Gard (30) et compte 20 communes exposées aux débordements de cours d'eau et aux ruissellements (voir carte ci-dessus p.11) :

| COMMUNES DU TRI | | | | |
|------------------------|-------------|--------------|---------------|--------------------|
| Aubord | Caissargues | Le Cailar | Milhaud | Uchaud |
| Bernis | Caveirac | Redessan | Nîmes | Vauvert |
| Bezouce | Clarensac | Manduel | Rodilhan | Vergèze |
| Bouillargues | Codognan | Marguerittes | Saint-Gervasy | Vestric-et-Candiac |

Le TRI de Nîmes regroupe 219 232 habitants permanents. Sa population saisonnière s'élève à 14 626 habitants, soit 6,7% du nombre total d'habitants permanents du TRI.

Ainsi, il fait l'objet d'une affluence touristique estivale assez marquée (capacité annuelle d'hébergement de plus de 10 000 personnes). Pour les secteurs situés en zone inondable, des événements importants peuvent survenir durant la période touristique.

De plus, il possède un patrimoine culturel potentiellement vulnérable comme le Musée d'Art Contemporain, le Musée d'Histoire Naturelle et de Préhistoire, le Musée Archéologique, le Musée du Vieux Nîmes ou encore le Musée des Beaux-Arts ; 16 190 m² se situent dans l'EAIP (Enveloppe Approchée d'Inondation Potentielle).

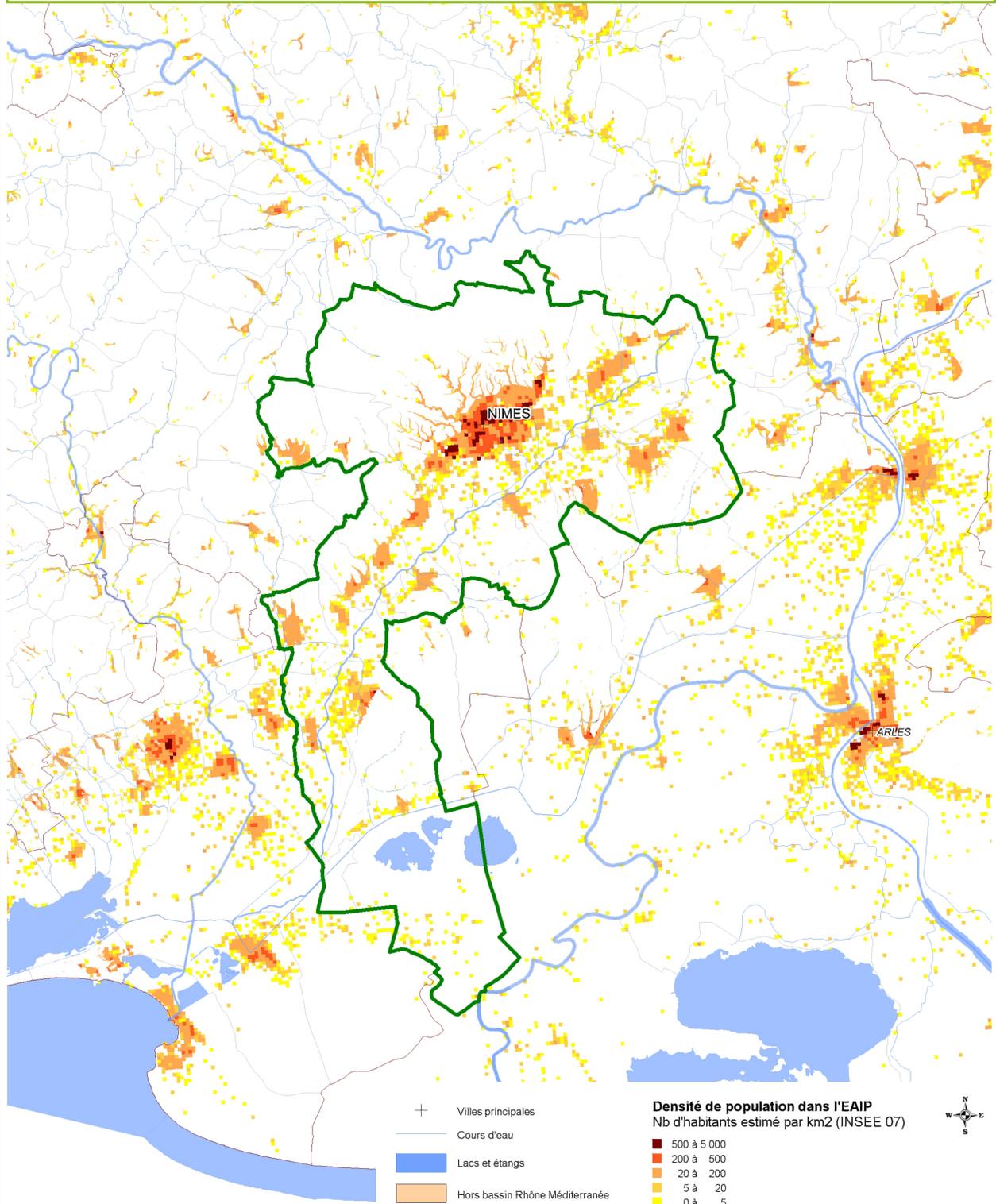
Enfin, il est soumis à un développement urbain très important autour de l'agglomération nîmoise (visible sur la carte de densité p.13) avec une urbanisation développée autour de Nîmes de manière quasi-continue, le long de l'axe formé par la RN113 en direction d'Avignon jusqu'aux communes de Bezouze et Saint-Gervasy, et en direction de Montpellier vers les communes de Vergèze, Codognan, Vauvert et Le Cailar. Elle s'est également développée le long de la RN106 en direction d'Alès, et en premier lieu à La Clamette dont l'urbanisation est séparée de la ville de Nîmes par la présence d'un espace naturel protégé entre les deux. Cette pression urbaine se conjugue avec une problématique d'inondabilité du territoire marquée et des phénomènes de ruissellement urbain très spécifiques.

Entre 1970 et 2000, la superficie des secteurs urbanisés en zone inondable a énormément augmenté pour de nombreuses communes :

- Nîmes (bassin du Vistre) : 404 ha en plus (+ 45 %)
- Marguerittes (bassin du Vistre) : 162 ha en plus, les surfaces ont été multipliées par 4
- Milhaud (bassin du Vistre) : 84 ha en plus, les surfaces ont été multipliées par 4
- Aubord (bassin du Vistre) : 53 ha en plus, les surfaces ont été multipliées par 7.

D'après le PAPI du Vistre, la superficie des zones urbanisées inondables du bassin versant s'est accrue de 14% entre 1990 et 2000. Cette croissance a lieu essentiellement sur les communes de piémont (Garrigues et Costières), dans les nouveaux quartiers en périphérie des centres bourgs. Ces derniers occupent généralement les basses terres autrefois réservées à l'agriculture. Ces zones sont les plus vulnérables au ruissellement de piémont mais également aux débordements des ruisseaux et cours d'eau du secteur.

TRI de Nîmes
Densité de population dans l'EAIP débordement de cours d'eau



0 2,514
 kilomètres

Protocole Ministères-IGN
 du 8 janvier 2012

- + Villes principales
 - Cours d'eau
 - Lacs et étangs
 - Hors bassin Rhône Méditerranée
 - Limites communales
 - Territoire à Risque Important
 - Autres Territoires à Risque Important
- Densité de population dans l'EAIP**
 Nb d'habitants estimé par km² (INSEE 07)
- 500 à 5 000
 - 200 à 500
 - 20 à 200
 - 5 à 20
 - 0 à 5



En ce qui concerne l'occupation du sol (voir carte p.15), le TRI de Nîmes se caractérise par une prédominance des zones agricoles généralement traversées par le Vistre, et de cultures permanentes (oliveraies, vergers et vignobles), situées en rive droite du Vistre.

La commune de Vauvert recense les plus grandes surfaces en eau (lagunes littorales notamment) et les zones humides, et donc a un risque potentiel de concomitance de l'aléa submersion marine avec celui du débordement de cours d'eau (ici du Vistre).

Nîmes, quant à elle, se démarque des autres communes du TRI par son important étalement urbain entouré de zones industrialo-commerciales et de réseaux de communication (réseau routier, ferroviaire et aéroport) au sud ainsi que de pâturages naturels, maquis et garrigues au nord. Cette forte zone d'urbanisation de l'agglomération nîmoise se situe approximativement au niveau des cadereaux, qui peuvent faire l'objet d'importantes crues et donc augmenter le risque de vulnérabilité de la population nîmoise.

La ville de Nîmes fournit des estimations détaillées des enjeux concernés par le risque inondation (source PAPI Nîmes) : 56 000 personnes résidentes directement exposées aux inondations (recensement INSEE 1999), soit près de 40% de la population

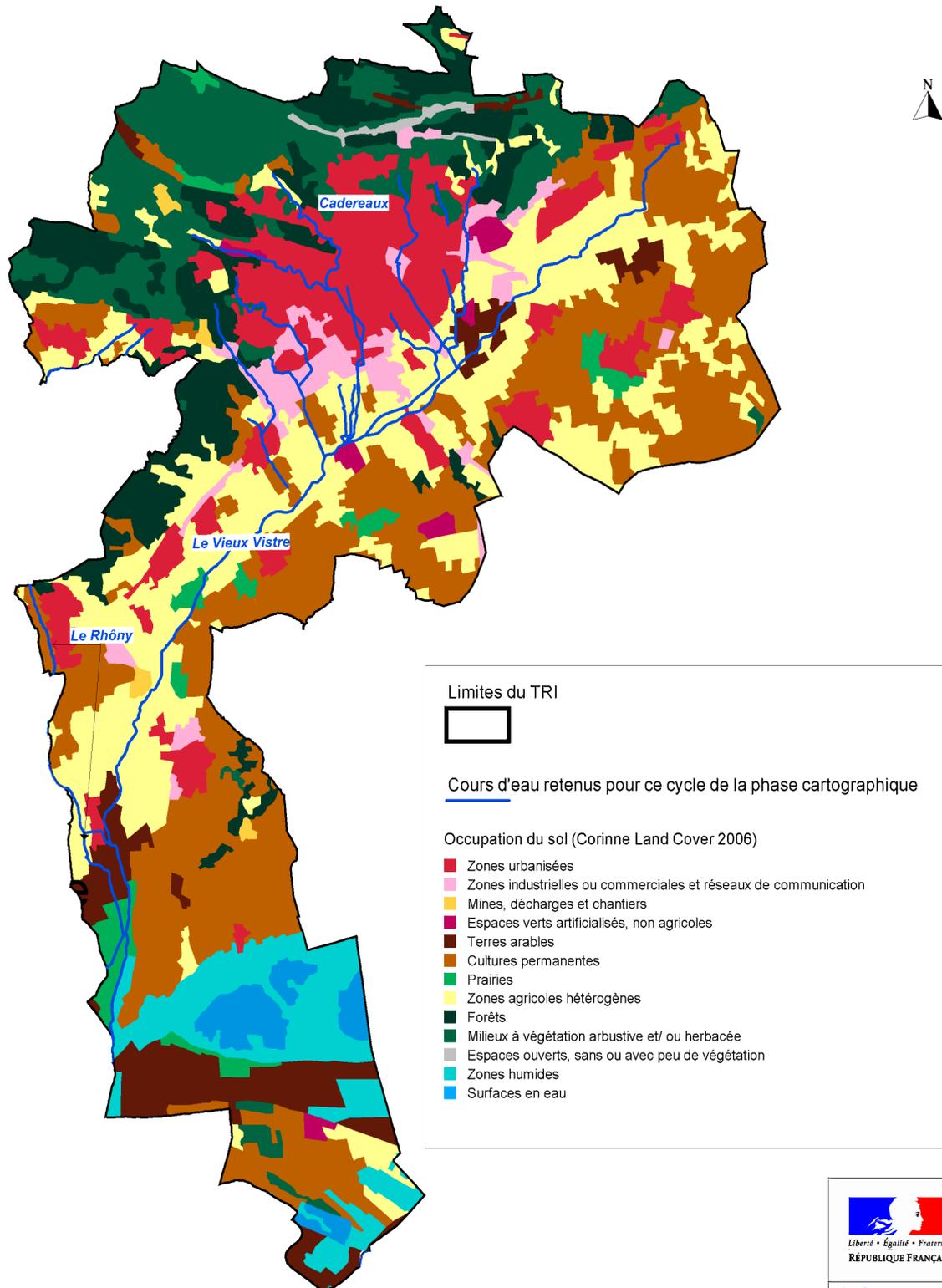
Estimation des enjeux pour un événement type 3 oct. 1988 :

- 13 450 bâtis inondés dont environ 3 000 avec une hauteur d'eau supérieure à 1 m,
- 4 000 activités économiques inondées dont environ 800 avec plus de 1 m de hauteur d'eau,
- 119 ERP avec des accès inondés par une hauteur d'eau supérieure à 0,5 m,
- Le coût actualisé des dommages du 3 octobre 1988 est estimé à 916 M€ (2007).

Estimation des enjeux pour un événement type Septembre 2005 centré (objectif-de protection cible retenu pour le PAPI) :

- 7 250 bâtis inondés dont environ 315 avec une hauteur d'eau supérieure à 1 m,
- 2 730 activités économiques inondées dont environ 150 avec plus de 1 m de hauteur d'eau,
- 63 ERP avec des accès inondés par une hauteur d'eau supérieure à 0,5 m.

Occupation du sol du TRI de Nîmes en 2006



0 5 10
Kilomètres

Année de production : 2013



2.2 - Les mesures de prévention contre l'inondation

Une stratégie globale de gestion des inondations a été engagée dans le cadre du PAPI Vistre , signé en janvier 2007, se poursuivant jusqu'en 2013. Le programme d'action lancé privilégie des opérations de ralentissement dynamique et de restauration de zones d'expansion permettant la suppression de digues agricoles et améliorant les dispositifs de ressuyage en basse plaine. Il permet également le maintien d'une culture du risque s'appuyant sur les retours d'expérience des événements d'octobre 1988, de septembre 2002 et 2005.

Suite aux inondations dramatiques qui ont affecté la ville de Nîmes le 3 octobre 1988, un Plan de Protection Contre les Inondations (PPCI) a été élaboré en partenariat avec les services de l'État, en vue de protéger la ville pour des périodes de retour de 40 ans en amont et 100 ans en aval. Ce plan s'est traduit par le projet de réalisation d'un ensemble d'ouvrages permettant de protéger la ville de Nîmes contre un événement rare.

Trois types d'aménagements complémentaires ont été définis dans le cadre de ce plan :

- la création de bassins de retenue en amont de la ville, sur l'amont des cadereaux,
- des travaux de recalibrage dans la traversée de la ville jusqu'à la plaine du Vistre,
- la réalisation de « transparences hydrauliques » sous la voie ferrée, le Boulevard Salvador Allende et l'autoroute,
- la création de bassins de retenue en aval de la ville, permettant de supprimer l'impact des travaux de recalibrage amont sur la plaine du Vistre.

Ces travaux sont traités dans un cadre indépendant du présent Plan d'Action pour la Protection contre les Inondations, et font l'objet d'analyses particulières. La Ville de Nîmes est néanmoins associée à l'élaboration et au suivi du présent PAPI.

Plus récemment, suite aux inondations des 6 et 8 septembre 2005, la ville a sollicité une aide exceptionnelle de l'État afin d'accélérer la mise en œuvre du PPCI et il a alors été décidé que la politique de prévention des inondations s'inscrirait dorénavant dans un Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI). La convention PAPI Nîmes Cadereaux a été signée le 25 janvier 2007. Le Plan Cadereaux de Nîmes a fait l'objet d'un avenant en mars 2009, il arrive à échéance fin 2013 et sera suivi d'un nouveau programme actuellement en cours d'élaboration.

Le PAPI est composé de cinq axes d'intervention tel que prévu par la structuration des programmes au niveau national pour un coût global de 124 M€ HT incluant 57 actions opérationnelles :

En termes d'actions de prévention et de conscience du risque, il a permis la pose, en milieu urbain, de plus de 125 repères de crue .En termes de système d'alerte, la Ville dispose d'un des dispositifs de supervision et de prévision performant (ESPADA) . Sa modernisation permet de le positionner comme un outil incontournable du dispositif de gestion de crise hydrologique communale avec des possibilités d'extension territoriale. La principale réalisation du PAPI est l'aménagement du cadereau d'Alès sur l'ensemble de sa traversée en Zone Urbaine Dense. Ces travaux de très grande ampleur (plus de 3 km d'ouvrages hydrauliques capables de faire transiter 120m³ /s ont permis de en multiplier par 5 sa capacité de transit.

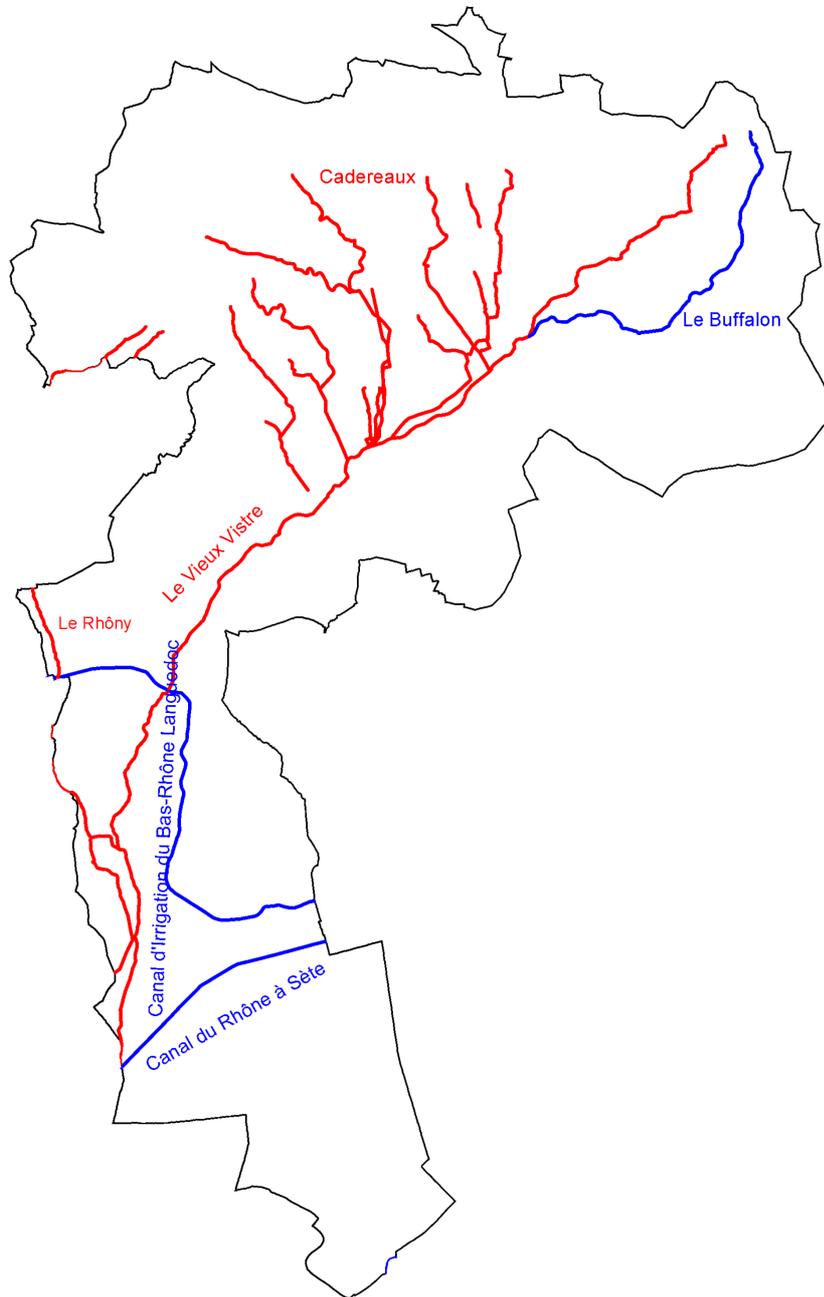
2.3 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie

Les phénomènes d'inondation identifiés comme prépondérants sur le TRI de Nîmes concernent les débordements du Vistre et de ses affluents, des cadereaux de Nîmes ainsi que sur la partie aval les crues du Rhône.

Les premiers dommages du territoire sont concernés par des crues très fréquentes (2 à 3 ans). Les crues du Vistre d'octobre 1990, de septembre 2002 et 2005, comptent parmi les crues récurrentes ayant touché le territoire, accompagnées d'un ruissellement urbain important dans le secteur nîmois.

Les cours d'eau retenus qui ont été cartographiés dans ce cycle de la DI, pour les 3 scénarios (faible, moyen et extrême), sont les principaux cours d'eau traversant le département du Gard, à savoir: le Vistre et son affluent le Rhône et les crues du Rhône sur l'aval (voir carte p.18). Les autres cours d'eau seront cartographiés dans un prochain cycle de la DI. Le cas particulier des cadereaux de Nîmes est également pris en compte.

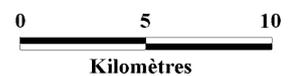
Carte des cours d'eau principaux du Gard dans le périmètre du TRI de Nîmes



Réseau hydrographique du TRI de Nîmes

- Principaux cours d'eau retenus pour ce cycle de la phase cartographique du TRI
- Autres principaux cours d'eau et canaux qui seront cartographiés ultérieurement

Source : BD Carthage
Année de production : 2013



Compte tenu du délai limité pour la réalisation des cartes d'aléas et de risques, il a été nécessaire de prioriser les études, et seuls les principaux cours d'eau ont été retenus. Ainsi pour ce TRI, seuls le Vistre, le Rhône, une partie des cadereaux de Nîmes (identifiés en rouge dans la carte précédente p.18) et le phénomène de submersion marine ont été étudiés. 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

Au cours de cette phase d'élaboration des cartes de risques de la directive inondation, l'association des parties prenantes a comporté plusieurs étapes.

D'abord pendant l'élaboration des cartes, chaque DDTM concernée et la DREAL LR ont organisé à deux reprises, dans chaque département, des réunions techniques avec les syndicats de bassins-versants et autres porteurs de PAPI.

La première série de réunions, dès le lancement des études préalables à l'établissement de ces cartes, avait pour objectifs d'exposer le cadre technique retenu au niveau national et d'échanger sur les principaux choix préalables à effectuer au niveau régional. À cette occasion, le périmètre d'étude, donc les cours d'eau à cartographier dans ce premier cycle de mise en œuvre de la directive inondation, a été examiné.

Puis, au terme des études d'aléas, une deuxième série de réunions a été organisée pour indiquer les principaux résultats et pour annoncer les phases suivantes de la directive inondation.

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 sont mis à la consultation sur Internet pendant deux mois. Ainsi de manière très large, toute personne désirant s'exprimer peut envoyer ses observations à l'administration, selon les modalités indiquées sur le site de la consultation, avant le 15 novembre 2013.

Par ailleurs, une commission géographique inondation Gard-Côtiers-Ouest, organisée le 17 octobre, permettra 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.

Au terme de ces consultations, les cartes des TRI doivent être arrêtées par l'autorité administrative avant le 22 décembre 2013.

3 - Cartographie des surfaces inondables du TRI

3.1 - Débordement de cours d'eau

3.1.1 - Le Vistre / Le Rhône

Principales caractéristiques des phénomènes

Le Vistre

Le bassin versant du Vistre (580 km²) s'étend entre les Garrigues au nord et les Costières au sud, sur la plaine nîmoise et la plaine de la Vaunage. Le Vistre, de 46 km de long, est un des principaux cours d'eau du département qui prend sa source à Bezouze et se jette dans le canal du Rhône à Sète (canal de navigation) ; il ne dispose donc pas d'un débouché direct vers la mer. Ses principaux affluents sont le Buffalon, le Vistre de la Fontaine, le Rhône et la Cubelle.

C'est le bassin versant du Gard qui concerne le plus grand nombre d'habitants situés en zone inondable du département (près de 60%).

La partie aval du bassin du Vistre devient le champ d'expansion du Vidourle lorsque des déversements des eaux du Vidourle ont lieu (par les déversoirs ou suite à des brèches).

Ce bassin versant est particulièrement sensible vis-à-vis des inondations par débordement des cours d'eau et ruissellement. Enfin, comme tous les bassins versants du sud méditerranéen, il subit des pluviométries extrêmes, notamment en saison automnale.

Des pluies très fortes s'abattent sur le bassin versant en un cours laps de temps, engendrant des crues rapides et violentes, qui causent d'importants dégâts, voire des pertes humaines (octobre 1988, septembre 2002, décembre 2003, septembre 2005 notamment).

Pour mémoire, plus de 325 mm de précipitations ont été enregistrées à Bernis entre le 06 (8h00) et le 07

septembre 2005 (8h00), dont 267,5 mm qui se sont abattus en 5 heures.

Ces événements pluvieux violents s'accompagnent de forts ruissellements sur les contreforts, qui génèrent les crues du Vistre et de ses affluents.

La vulnérabilité du territoire est extrêmement forte en raison :

- d'une part du nombre important d'habitants de l'agglomération nîmoise dans des secteurs à risque,
- d'autre part de la géographie très plane de l'aval du bassin versant, qui est une zone naturelle d'expansion des crues.

Le Rhône

Le Rhône, de 25 km de long, est un des affluents du fleuve côtier le Vistre. Il est délimité au nord par les reliefs des garrigues et au sud par sa confluence avec le Vistre. Dans le seul département du Gard (30), il traverse onze communes, dans le sens amont vers aval : Langlade (source), Clarensac, Saint-Dionisy, Calvisson, Nages-et-Solorgues, Boissières, Vergèze, Codognan, Aigues-Vives, Aimargues, Le Cailar (confluence, à 24 m d'altitude) ; 4 communes concernent le périmètre du TRI de Nîmes (Clarensac, Vergèze, Codognan, et Le Cailar).

Le réseau hydrographique du bassin versant du Rhône (89 km²) est relativement dense : le Rhône est irrigué par de nombreux ruisseaux appelés également « vallats », variant de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres.

Ses crues peuvent être aussi soudaines que dangereuses après les orages d'automne. Une station de mesure, pour la vigilance des crues, est basé au Cailar (au lieu-dit Pont du Sanglier), commune fortement exposée aux inondations.

Les principales crues recensées du Rhône à Codognan ont eu lieu en 1845, 1933, 1945, 1958, 1963, 1976, 1987 et 1988. Cette dernière est la plus importante et marquante pour la population nîmoise.

Sur le bassin versant du Vistre, ce ne sont pas moins de 37 inondations qui se sont produites en un siècle, essentiellement à l'automne.

| Dates | Lieu ou cours d'eau |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 6 et 8 septembre 2005 | Vistre – Rieu – Campagnolle |
| Décembre 2003 | Rhône – Vistre |
| 22 septembre 2003 | Vistre – Rhône – Rieu - Campagnolle |
| 8 au 9 septembre 2002 | Vistre – Buffalon |
| 21 octobre 1999 | Vistre – Rhône – Rieu – Campagnolle |
| Décembre 1996 | Vistre – Rhône |
| Octobre 1990 | Nîmes |
| 2 au 3 octobre 1988 | Cadereaux - Vistre - Rhône |
| Janvier 1988 | Rhône |
| Février 1987 | Vistre – Rhône |
| 23 août 1984 | Cadereaux |
| 26 octobre 1977 | Cadereaux – Vistre |
| 1976 | Vistre – Rhône |
| 1974 | Rieu – Campagnolle |
| 1972 | Le Cailar |
| 1967 | Rhône |
| 5 novembre 1963 | Cadereaux – Vistre – Rhône |
| 1962 | Le Cailar |
| 4 octobre 1958 | Rhône |
| 1952 | Le Cailar |

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 17 novembre 1951 | Aubord |
| 10-11 novembre 1951 | Vistre |
| 1945 | Rhône |
| 1942 | Le Cailar |
| Septembre 1938 | Calvisson-Vauvert-Le Cailar |
| 26-27 septembre 1933 | Rhône – Vistre |
| 10 septembre 1931 | Cadereaux – Vistre |
| 5-6 octobre 1929 | Bouillargues |
| 6-7-8 novembre 1928 | Vistre (3 inondations) |
| 17 octobre 1920 | Inondations générales |
| 1er octobre 1920 | Cadereaux |
| 24-25 juin 1915 | Rhône – cadereaux |
| 22 septembre 1909 | Vistre |
| 1908 | Vistre – Rieu – Campagnolle |
| 8-9-10 novembre 1907 | Cadereaux – Vistre Fontaine |
| 30 août 1904 | Cadereaux |
| Septembre – octobre 1901 | Cadereaux d'Uzès |

La crue d'octobre 1988

L'évènement du 3 octobre 1988 a surtout touché les communes de Nîmes, Marguerittes, Milhaud, Codognan et Vergèze avec des conséquences catastrophiques pour la Ville de Nîmes.

Dans la nuit du 2 au 3 Octobre 1988, un phénomène météorologique d'une intensité exceptionnelle bien que relativement limité dans l'espace se met en place sur Nîmes et ses environs avec un véritable déluge qui s'abat 7 à 8 heures durant sur la fin de nuit et la matinée.

Les relevés pluviométriques font état de :

- 420 mm au Mas de Ponge (garrigue, nord-ouest de Nîmes) avant débordement du pluviomètre à 11h,
- 310 mm à Nîmes Kennedy / DDE,
- 266 mm à Nîmes Courbessac / Météo-France,
- 220 mm dans la plaine de Nîmes (Cie du Bas-Rhône).

Les débits générés par ces précipitations sont énormes.

Quelques chiffres estimés par la Commission Hydraulique :

- Volume d'eau ayant transité par la partie urbaine de Nîmes : 14 millions de m³,
- Débit de pointe au confluent des cadereaux d'Alès et Camplanier : près de 500 m³/s,
- Débit de pointe du cadereau d'Uzès 125 m³/s (sans sa branche affluente des Limites).

Les niveaux des plus hautes eaux (PHE) observés sur chaussée en ville dépassent 2 mètres en certains points des axes d'écoulement préférentiel des cadereaux dans la ville de Nîmes

La délimitation disponible de l'emprise des débordements atteints par le Vistre montre que l'inondation est d'une ampleur comparable à celle de 2005, sans toutefois atteindre les zones urbanisées d'Aubord et de Vestric et Candiac. Sur le Rhône, la crue est majeure et atteint une partie des zones urbanisées de Vergèze et Codognan. Au Cailar, la conjonction du Vistre et du Rhône impacte une grande partie de la zone urbanisée.

Ouvrages pris en compte

Le cours d'eau principal du TRI, le Vistre, compte 17 digues recensées dans le cadre de ce cycle de la DI. Les trois principales, de par leur longueur, sont les suivantes :

- Vistre digue de Caissargues : sur 2,3 km, protégeant les parties amont et aval de la commune de Caissargues contre un risque de débordement de cours d'eau du Vistre ;
- Vistre digues des bouillens : 8 km – d'amont en aval, protégeant une petite partie sud de la commune de Uchaud, les communes Vestric-et-Candiac, Vergèze, la moitié nord du Cailar ;
- Vistre digue de Vauvert : d'un linéaire de 5 km environ, protège la commune du Vauvert, située face au Cailar et séparée par le Vistre.

La commune du Cailar, est celle regroupant la majorité des ouvrages de protection (environ 18, sur le Vistre et le Rhône) : 5 km sur la rive droite et 16 km sur la rive gauche le long du Vistre, sans compter les ouvrages se situant sur le Rhône.

Il convient également de mentionner un barrage situé dans le périmètre du TRI : le barrage du Valat de la Reyne sur la commune de Vauvert. Cet ouvrage situé sur un affluent du Vistre, écrêteur de crue, limite les inondations à l'aval (centre urbain de Vauvert) pour des événements de période de retour inférieure à 20 ans.

Études et méthodes mobilisées

Différentes études ont été mobilisées pour la cartographie des zones inondables dans le cadre de la mise en œuvre de la directive inondation.

Le Vistre à l'amont de Vestric et Candiac (De Bezouze au Pont de Vestric et Candiac)

A l'amont du Pont de Vestric et Candiac, les trois scénarii ont été modélisés à partir l'étude BRLi (2013).

Modélisation hydraulique mise en œuvre

La modélisation des écoulements de crue a été mise en œuvre sur le tout le linéaire du Vistre et du Buffalon, et sur tous les affluents compris dans le périmètre d'étude, c'est-à-dire tous les affluents en dehors du Rhône, de la Cubelle et des cadereaux de Nîmes.

L'analyse réalisée permet de dégager 2 grands types de fonctionnement hydraulique :

- Les écoulements de plaine du Vistre et du Buffalon qui subissent un étalement et ralentissement dynamique en champ majeur, et sont modélisés en transitoire dans un modèle « plaine » décrit ci-après,
- Les écoulements des affluents du Vistre, qui sont soumis à des pentes plus fortes et un moindre étalement des eaux, et sont modélisés en modèles filaires et permanent décrits ci-après.

Les modèles, plaine et affluents, sont construits sur la base de levés topographiques et intègrent tous les ouvrages structurants présents sur les secteurs modélisés. Des précisions doivent toutefois être apportées sur la prise en compte de certains ouvrages (Cf. ouvrages pris en compte).

Avant la construction des modèles qui doivent être calés sur les repères de Plus Hautes Eaux (PHE) disponibles, une analyse critique préalable a été menée sur les PHE recensés dans la zone d'étude.

Topographie

Les levés topographiques réalisés dans le cadre de l'étude sont les suivants :

- levés terrestres :

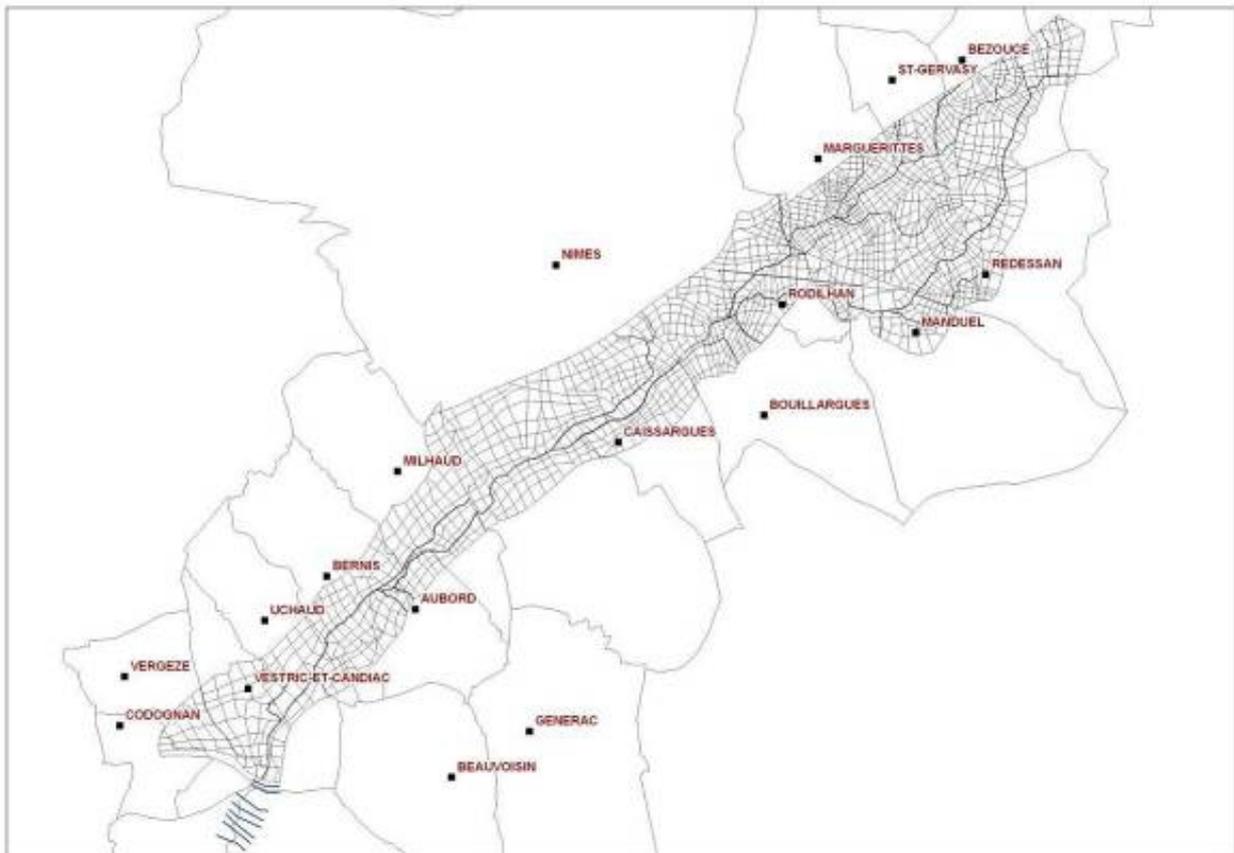
- 466 profils en travers des lits mineurs des cours d'eau,
- 209 ouvrages de franchissement hydrauliques,
- 48 km de profils en longs des lignes structurantes,
- 52 PHE.

□- levés LIDAR : 160 km² de champ majeur des cours d'eau, avec une densité de points de 3 points par m² et une précision de + ou – 8 cm.

Description du modèle

Le modèle de la plaine du Vistre et du Buffalon comporte 1735 casiers et 86 km de lits mineurs : les casiers sont reliés entre eux par des lois de rugosité (cas d'une délimitation au niveau du terrain naturel), de seuil (cas d'une route en remblai) et/ou d'orifice (cas d'ouvrage de décharge).

Les lits mineurs, décrits par des profils en travers sur lesquels sont résolus les équations de Barré de Saint Venant, sont reliés aux casiers par des lois de déversement de type seuil ayant pour géométrie le profil en long des berges.



Maillage des casiers du modèle plaine et affluents du Vistre, BRLi 2013

En fonction des communes et de la topographie constatée, le modèle à casiers se décline en 1D ou 2D afin de spécifier les sens des écoulements et les retenues possibles.

Il a été retenu un coefficient de rugosité de 30 en lit mineur et de 10 en lit majeur suite à des tests de sensibilité.

La calage du modèle a été effectué sur les repères de crue du 8 septembre 2005. Il est considéré comme satisfaisant.

Ouvrages pris en compte dans le modèle

Un certain nombre d'ouvrages : bassins de rétention, ouvrages transversaux en remblai, digues longitudinales, sont présents sur le bassin versant du Vistre. Face à ce constat, il est naturel de s'interroger sur l'influence de ces ouvrages sur le fonctionnement hydraulique du Vistre et de ses affluents en période de crue, aussi bien en regard de l'aggravation qu'en regard d'une atténuation des phénomènes.

Bassins de rétention

Les principaux bassins de rétention susceptibles d'avoir un impact significatif sur les débits de référence du bassin versant sont :

- les bassins de rétention sur les cadereaux de Nîmes dont la réalisation a débuté suite aux inondations catastrophiques de 1988 dans le cadre du « programme cadereaux »,
- le bassin de rétention réalisé après 2005 sur la commune de Vauvert, n'a qu'un impact très local.

Toutefois pour des événements qualifiés de moyen ou d'extrême, le laminage des bassins de rétention est considéré comme nul, compte tenu du risque important de défaillance de tels ouvrages (obturation de l'orifice de fuite, vidange totale non effective entre deux événements pluvieux distincts,...) et de leur faible efficacité vis-à-vis d'événements majeurs d'occurrence centennale.

Le laminage des bassins de rétention est considéré comme nul, compte tenu du risque important de défaillance de tels ouvrages (obturation de l'orifice de fuite, vidange totale non effective entre deux événements pluvieux distincts,...) et de leur faible efficacité vis-à-vis d'événements majeurs d'occurrence centennale.

Une exception a été retenue pour le cas particulier du bassin de stockage de la carrière de Caveirac sur la Pondre (communes concernées : Nîmes et Milhaud), dont le volume est très important (4,6 millions de m³) et le risque de défaillance quasi nul.

L'écrêtement induit par le stockage dans les bassins de rétention a par contre été pris en compte pour la simulation des événements de calage (septembre 2005 et septembre 2002), lorsque les bassins existaient, comme c'est le cas de plusieurs bassins de Nîmes.

Prise en compte des bassins de rétention de la Ville de Nîmes pour les événements historiques

(sources: Programme CADEREAU – Étude pour un aménagement cohérent et durable des cadereaux – Étape n°1 : Bilan des aménagements réalisés dans le cadre du PPCI – « Sous-étape 1.1.2 Inventaire des travaux réalisés » – Version 5. Février 2008. EGIS Eau BCEOM France pour la Ville de Nîmes.)

Le recensement des ouvrages réalisés couvre la période 1988-2009. Les aménagements réalisés à ce jour sont la conséquence directe de la catastrophe du 3 octobre 1988 (pluie de 420 mm en 7 heures à Mas de Ponge / volume de 14 millions de mètres cubes d'eau transitant dans la zone urbanisée de la Ville). Suite à ces inondations, la Ville de Nîmes a décidé de restructurer le réseau d'assainissement pluvial afin de maîtriser les écoulements des eaux de ruissellement traversant l'agglomération.

Le Plan de Protection Contre les Inondations (PPCI) de la Ville de Nîmes a défini les aménagements à mettre en œuvre pour protéger l'agglomération contre des pluies d'occurrence quarantennale à l'amont du boulevard Sud et centennale à l'aval.

Le PPCI a permis la réalisation de :

- 21 bassins écrêteurs de crue (en amont du boulevard Sud),
- 1 bassin de stockage (Carrière de Caveirac),
- 2 bassins de dégrèvement (Engance et Cimetière),
- 4 bassins de compensation aval (Aérodrome Est, Aérodrome Ouest, Magaille Est, Mas Neuf).

Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques des bassins de rétention réalisés dans le cadre du PPCI de la Ville de Nîmes.

La pluie de projet retenue est la pluie de septembre 2005 recentrée dont la période de retour associée a été qualifiée de quarantennale, ce qui est cohérent avec l'analyse hydrologique menée dans le cadre du PPRi Vistre.

| Cadereau concerné | Désignation de l'aménagement | Année(s) de réalisation | Caractéristiques techniques principales | | |
|-------------------|--|-------------------------|---|-------------|--------------|
| | | | Volume (m3) | Hauteur (m) | Surface (ha) |
| Valladas (4) | Bassin du Grand Serre | 2001-2002 | 77 100 | 10.50 | 2.40 |
| | Bassin de Dégrèvement du Cimetière | 2006 | 2 500 | 2.15 | 0.34 |
| | Bassin aérodrome Est | 2003-2004 | 30 500 | 2.00 | 7.92 |
| | Bassin aérodrome Ouest | 2003-2004 | 368 000 | 6.00 | 13.00 |
| Riquet (1) | Bassin du Valat Riquet | 1992 | 41 000 | 6.70 | 1.70 |
| Uzès (5) | Bassin du Tennis (de Calvas) ou Font Rossignol | 1999-2000 | 23 900 | 7.00 | 0.76 |
| | Bassin de dégrèvement d'Engance | 1999-2000 | 1 000 | 2.00 | 0.15 |
| | Bassin de l'Oliveraie | 1999-2000 | 101 400 | 10.30 | 3.10 |
| | Bassin du Terrain de l'Armée | 2003-2004 | 37 200 | 7.00 | 1.54 |
| | Bassin de Magaille Est | 2003-2004 | 60 000 | 2.50 | 5.50 |
| Alès (7) | Bassin de Vallon I (ou de la Combe des Oiseaux) | 1994 | 22 000 | 1.00 | 1.00 |
| | Bassin du Bois de Mittau Ouest | 1999-2000 | 16 500 | 7.00 | 1.20 |
| | Bassin de Roquemailère | 1999-2000 | 70 500 | 5.60 | 2.60 |
| | Bassin d'Anduze | 2003-2004 | 58 000 | 5.00 | 3.35 |
| | Bassin de Vallon II (ou de la Combe des Oiseaux) | 2003-2004 | 22 000 | 1.00 | 1.00 |
| | Bassin du Bois de Mittau Est | 2006-2007 | 10 000 | 8.20 | 1.00 |
| | Bassin du Mas Neuf | 2006-2007 | 211 000 | 3.40 | 14.20 |
| Camplanier (3) | Bassin de Vacquerolles amont | 1991-1992 | 24 500 | 2.50 | 3.60 |
| | Bassin de Vacquerolles aval | 1991-1992 | 54 500 | 3.50 | 5.70 |
| | Bassin amont du Pont de la République | 1992 | 28 000 | 6.00 | 1.10 |
| Valdegour (4) | Bassin amont de Pierre Blanche | 2003-2004 | 42 000 | 7.00 | 1.60 |
| | Bassin amont de Mourre Froid | 2004-2005 | 47 600 | 8.00 | 1.50 |
| | Bassin amont des Romarins Nord | 2006 | 11 000 | 2.95 | 0.50 |
| | Bassin amont des Romarins Sud | 2006 | 46 000 | 8.70 | 2.00 |
| Pondre (3) | Carrière de Caveirac | 2002 | 4 600 000 | - | - |
| | Bassin amont de Canteperdrix | 2005-2006 | 36 000 | 3.00 | 2.02 |
| | Bassin aval de Canteperdrix | 2005-2006 | 42 850 | 2.50 | 2.18 |

Si les ouvrages réalisés ont des effets très limités pour un événement type 1988 (hors Pondre lié au stockage dans lacarrière de Caveirac), leur rôle de ralentissement dynamique et d'écrêtement des crues est important pour un événement type 2005. On peut noter néanmoins que si l'événement de 2005 est centré sur les différents bassins versants, la capacité de stockage créée sur les cadereaux d'Alès et de Valdegour reste insuffisante pour avoir un effet notable sur les pointes de crue.

Infrastructures et remblais

La présence d'infrastructures en remblais qui font obstacle aux écoulements peut avoir pour incidence :

- de créer un remous sur la ligne d'eau et éventuellement en fonction de la configuration du site à l'amont, de stocker un volume d'eau suffisant pour écrêter le débit,
- d'engendrer un risque supplémentaire par rupture ou surverse.

Les infrastructures en remblais dont il faut préciser la prise en compte sont les suivantes :

- les digues du Vistre ou plutôt les levées de terre qui ont été réalisées lors des recalibrages et rectifications le long du lit mineur du Vistre, et que l'on ne peut qualifier de véritables digues; leur vocation n'est pas la protection contre les crues ; compte tenu de leur état actuel dégradé et de leur caractère discontinu et non pérenne, ces ouvrages sont considérés comme transparents vis-à-vis des écoulements de crue de manière à intégrer le risque très probable de formation de brèches,

- de même, la plupart des remblais, murs, merlons de protection, fréquemment rencontrés en zone urbanisée et en zone agricole, conformément à la politique de l'État, ne peuvent être considérés comme des ouvrages de protection fiables, et restent donc transparents dans la qualification de l'aléa. En effet les zones situées derrière ces remblais sont des zones soumises à un risque d'inondation par rupture brutale ou submersion du remblai, avec des conséquences catastrophiques quelque soit leur degré de protection théorique.

- les digues de protection des zones habitées, qui présentent un bon état structurel et un caractère pérenne : il s'agit des digues de Caissargues et du Cailar. Ces digues sont actuellement prises en compte en tant qu'ouvrages structurants protecteurs des lieux habités ; la modalité de prise en compte d'un effacement ou d'éventuelles ruptures n'a pas été examinée à ce jour.

- le canal BRL :

- écrêtement à l'amont : sur les linéaires où le canal est en remblai, et où la transparence hydraulique pour un événement majeur n'est pas assurée, des stockages importants ont lieu à l'amont du canal ; c'est notamment le cas du secteur de Vauvert où une modélisation des écoulements en transitoire a mis en évidence un écrêtement significatif du débit de pointe lors d'une étude antérieure;

- déversement à l'aval : les zones inondées par déversement du canal lors de l'évènement de septembre 2005 ont été cartographiées lors des enquêtes menées après l'évènement; (*non représenté dans la cartographie des aléas de débordement de cours d'eau.*)

- l'autoroute A9 : sur les linéaires où l'autoroute est en remblai, et où la transparence hydraulique pour un événement majeur n'est pas assurée, des stockages importants ont lieu à l'amont de la plate forme ; c'est le cas sur de nombreux cours d'eau interceptés par l'A9 entre Bezouze et Vestric. Les écrêtements induits ont été étudiés au cas par cas lors des modélisations

Analyse du fonctionnement hydraulique du pont de Vestric à l'aval de la modélisation

La totalité du débit du Vistre du secteur (limite communale de Vestric et du Cailar) passe par cet ouvrage ancien, qui comprend une section principale, 8 arches de décharge en rive droite, et 1 rive en rive gauche (bras du Moulin de Candiac).

Le pont a été modélisé pour les crues de 2005 et 1988 dans sa configuration antérieure à la crue de 2005 qui a provoqué une déstabilisation générale de l'ouvrage et une brèche. Le pont a été modélisé pour les crues 10 et 100 ans en situation actuelle, après les travaux de réparation et de confortement. La section d'écoulement

du pont a été globalement assez peu modifiée lors des travaux, mais la cote de mise en charge est passée de 12,3 à 13,0 m NGF, et la cote de déversement de 13,4 à 14,8 m NGF.

Le parti de modélisation du nouveau pont (qui présente un parapet pour moitié transparent) a été de prendre en compte une obstruction totale vis-à-vis des écoulements.

Le pont se met en charge rapidement et déverse pour la crue centennale, aux environ de 500m³/s. Le remous en lit mineur induit par le pont de Vestric pour la crue centennale est d'environ 3.24 m.

Résultats des simulations

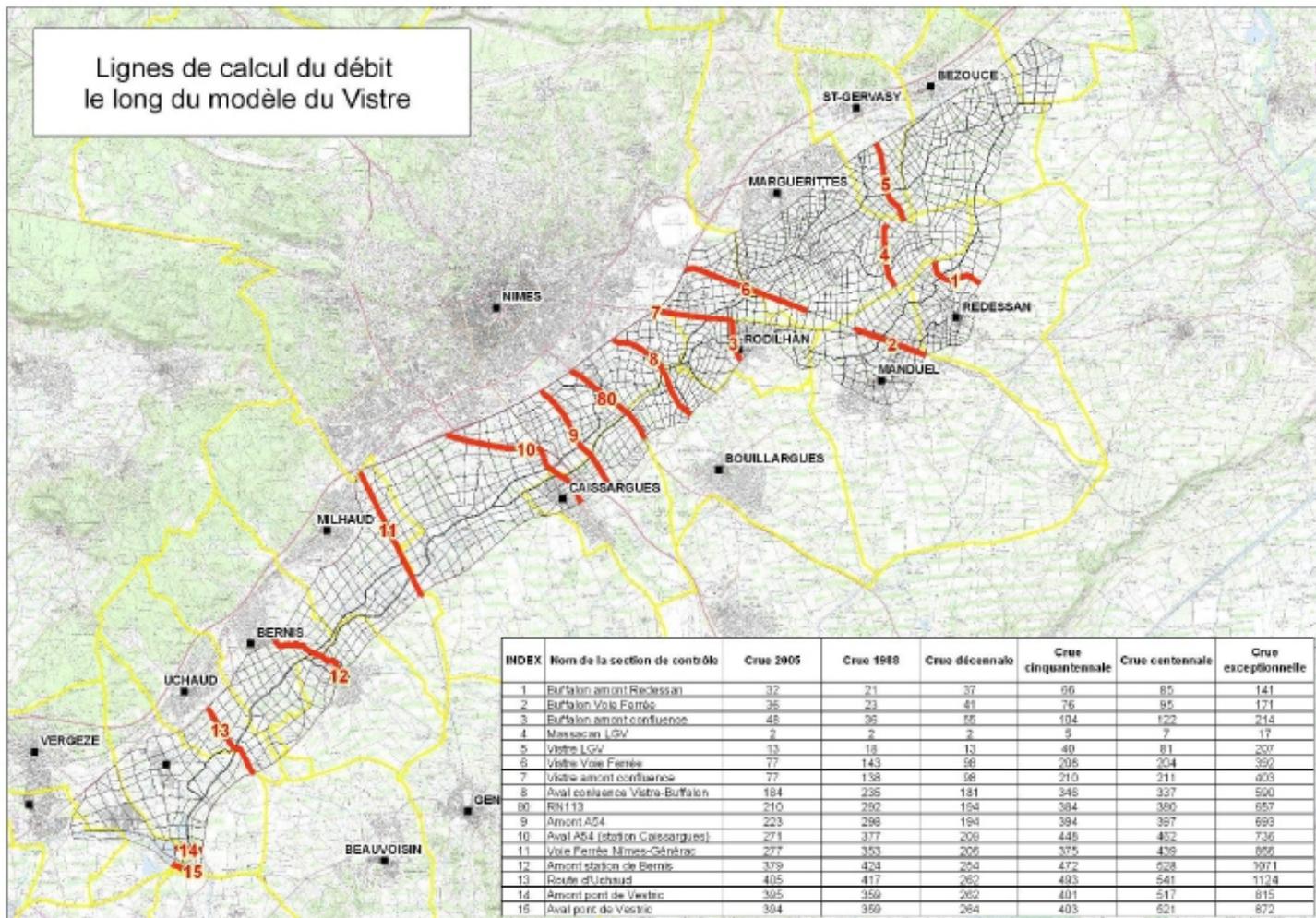
Les débits transitant le long du Vistre et du Buffalon sont présentés en différents points au droit de lignes de calcul correspondant généralement aux lignes structurantes (cf. carte page suivante).

La crue centennale est donc plus débordante que les crues historiques majeures récentes de 1988 et 2005, qui ont sensiblement les mêmes niveaux d'aléa entre elles à partir de l'aval de Nîmes.

La crue de 2005 peut être qualifiée en termes d'occurrence de la manière suivante :

- légèrement inférieure à la crue décennale sur le Buffalon et le Haut Vistre jusqu'à la confluence avec le Buffalon-Haut Vistre,
- comprise entre 10 et 50 ans de la confluence Buffalon-Haut Vistre jusqu'à Uchaud,
- d'occurrence 50 ans à partir de Vestric.

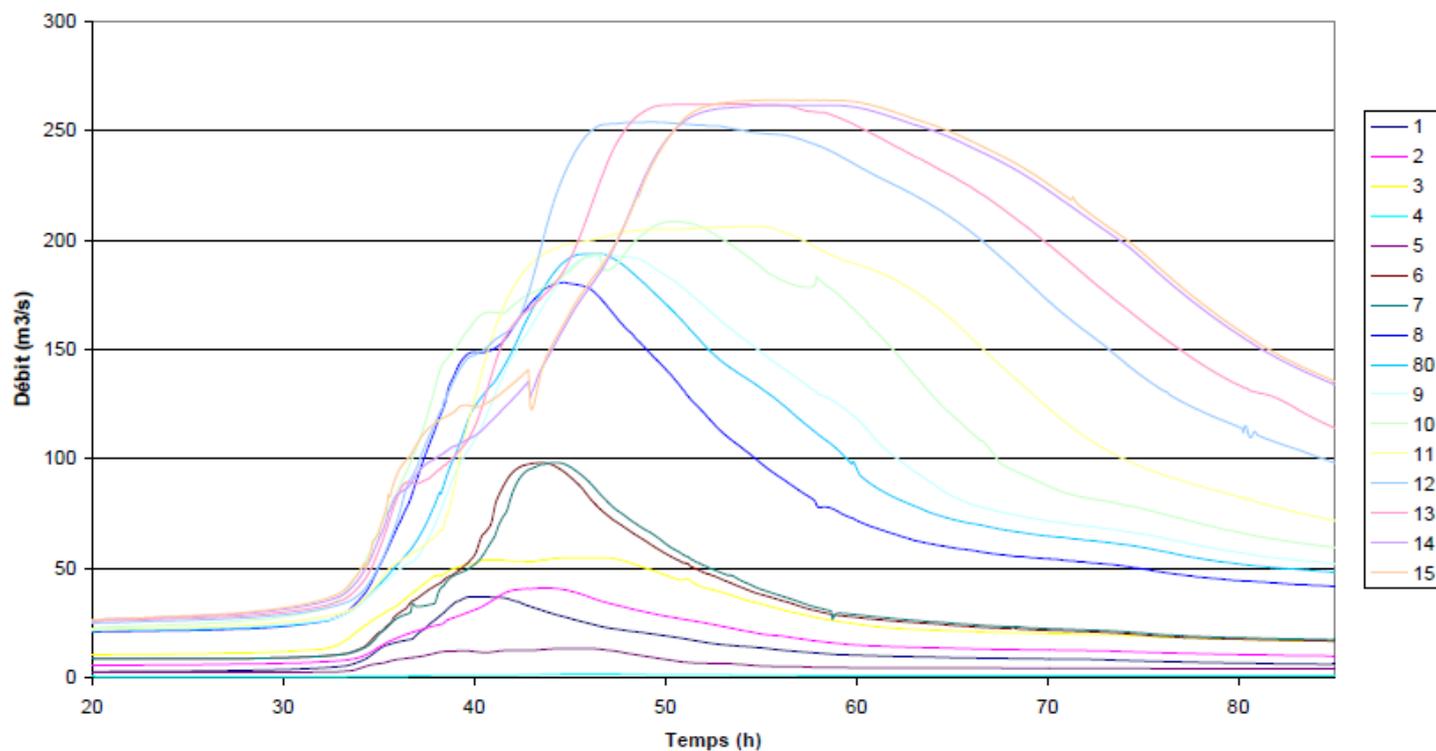
La crue décennale aboutit à un débit du Vistre à l'aval du modèle, au pont de Vestric, de 264 m³/s, la crue 2005 à 394 m³/s, la crue 1988 à 359 m³/s, la crue centennale à 521 m³/s.



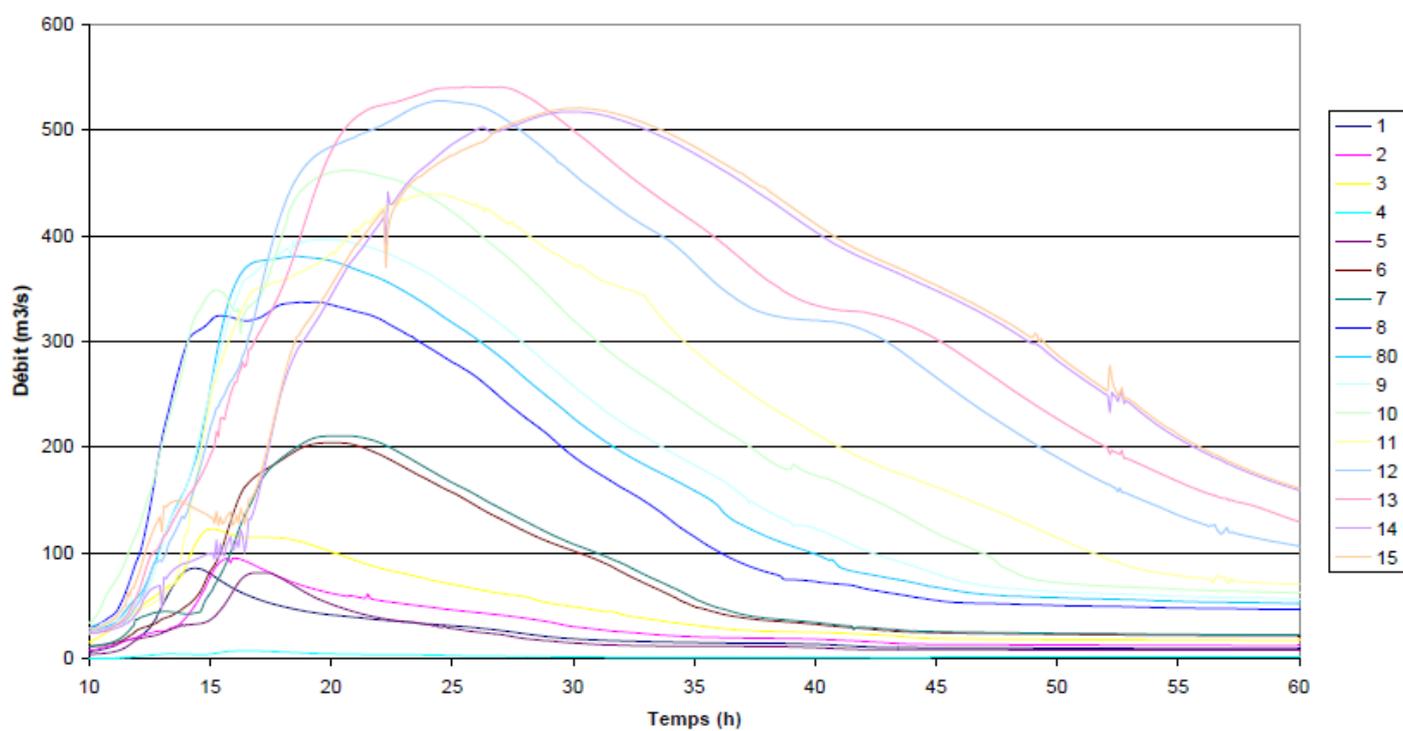
source BRLi 2013

Hydrogrammes des crues modélisées sur le Vistre et le Buffalon (source BRLi 2013)

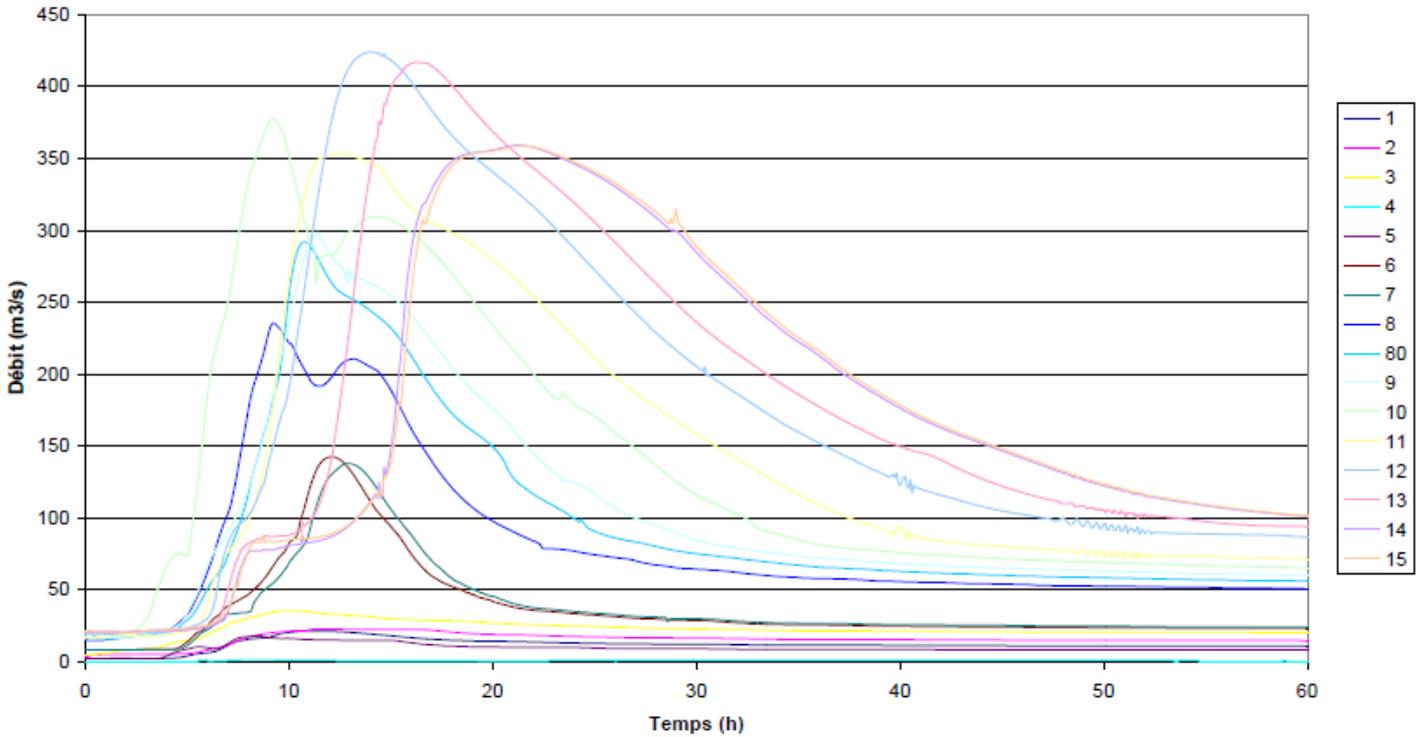
**Hydrogrammes aux lignes de contrôles
crue 10 ans**



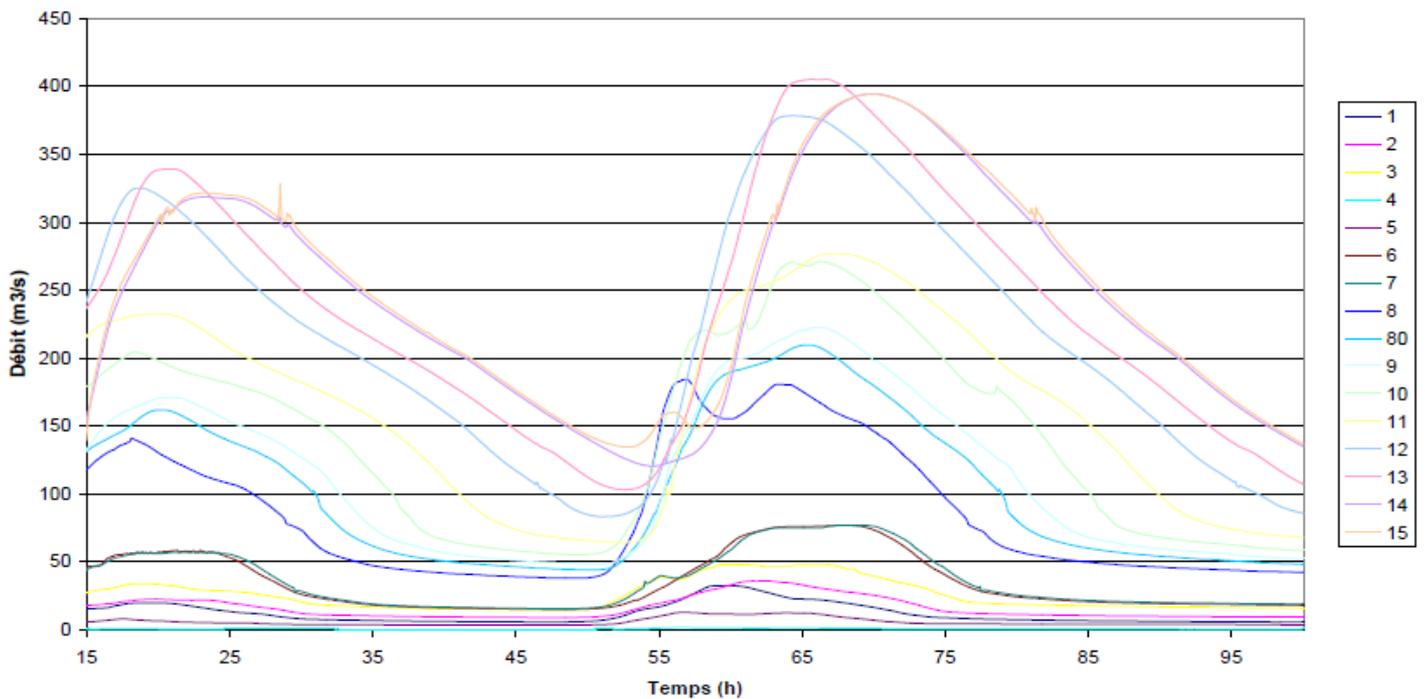
**Hydrogrammes aux lignes de contrôles
crue 100 ans**



Hydrogrammes aux lignes de contrôles
crue 1988



Hydrogrammes aux lignes de contrôles
crue 2005



Le Vistre à l'aval de Vestric et Candiac (du pont de Vestric et Candiac à Vauvert) et le Rhône

Trois études ont été mobilisées pour réaliser la cartographie des zones inondables par le Vistre et le Rhône à l'aval du pont de Vestric sont détaillées dans les pages suivantes.

- l'étude hydraulique et de restauration du Vistre sur la commune du Cailar (SAFEGE - 2010) basée sur l'étude de Villetelle La Mer (SAFEGE – 2004);
- l'étude Triangle d'eau (BCEOM - 2000), uniquement pour la crue historique de 1988 sur le Rhône, à l'amont de la modélisation SAFEGE;
- la modélisation CARTINO du Vistre Aval (CETE - 2013), pour le Rhône à l'amont de la modélisation SAFEGE et pour le scénario extrême, à l'aval de la modélisation SAFEGE.

Étude hydraulique et de restauration du Vistre sur la commune du Cailar (SAFEGE - 2010)

Modélisation hydraulique mise en œuvre

Le code de calcul utilisé est un modèle à "casiers" ou pseudo-bidimensionnel (MIKE-11) capable de modéliser la propagation des ondes de crue, en régime transitoire, dans un réseau hydrographique quelconque avec prise en compte des changements de régime (torrentiel/fluviat) et doté de fonctionnalités étendues (module hydrologique intégré, simulation de rupture d'ouvrage, simulation du fonctionnement des ouvrages de régulation, cartographie automatique...). Les calculs effectués sont de nature implicite en différence finie pour des régimes hydrauliques variés en rivière. Les formules sont applicables à des réseaux hydrauliques ramifiés ou maillés, et donnent une vision quasiment bidimensionnelle des champs d'expansion des crues. Le traitement numérique repose sur l'hypothèse d'une homogénéité de l'écoulement et il s'applique à un large spectre de situations : depuis la simulation d'un écoulement torrentiel jusqu'à la prise en compte de l'influence des marées dans les estuaires. Il est possible de décrire les écoulements en régime torrentiel et fluviat, le passage de l'un à l'autre étant géré automatiquement et ceci au moyen d'un schéma numérique qui s'adapte aux conditions d'écoulement locales.

Topologie / Topographie

La mise au point du modèle hydraulique de la basse plaine du Vidourle a nécessité les travaux suivants :

1. Une analyse de la morphologie telle qu'elle apparaît sur les documents topographiques et suivant les conclusions de la reconnaissance de terrain, en vue d'identifier :

- les principaux axes d'écoulement (lit mineur, zones limitrophes actives, zones éloignées) ;
- les entités homogènes du point de vue de leurs rôles hydrauliques (casiers, chenaux secs, zones urbanisées, déversoirs, chemin creux,...) ;
- les ouvrages importants (ponts, seuils, digues).

Cette analyse préalable a abouti à une hiérarchisation spatiale de tout le domaine d'étude. Elle a en particulier tenu compte des répartitions de débits sur le lit majeur en densifiant les sections de calcul et les biefs longitudinaux.

2. La discrétisation des éléments topographiques en sections transversales a été constituée à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) en retranscrivant le plus précisément possible les modifications de relief, ainsi que des informations topographiques terrestres : profils en travers et digues – lits mineurs du Vidourle et

« affluents interfaces ».

Globalement, le modèle hydraulique mis en place s'articule autour de :

- 882 biefs en lit majeur et 11 en lit mineurs : Vidourle - Ponant - Vistre – Rhône – Cubelle - Canal du Rhône à Sète y compris chenal Maritime (soit 4 biefs), Canal de Lunel, Branche de Tamariguières;
- 2480 points de calcul répartis sur les axes d'écoulement;
- 776 lois d'échange entre casiers adjacents (déversements).

L'organisation de la base de données a consisté à définir l'articulation des différents biefs, leur positionnement au sein du domaine d'étude, les caractéristiques des lois régissant le comportement des ouvrages, les paramètres de la simulation (coefficients de frottement, échantillonnage du temps, types de résultats, lois d'échange entre entités ...).

Le modèle utilisé dans la présente étude reprend des éléments topographiques du modèle construit pour l'étude Villetelle - La Mer. Cette topographie a été modifiée ou complétée par des relevés récents réalisés spécifiquement pour cette étude ou par des données issues d'autres études sur le secteur.

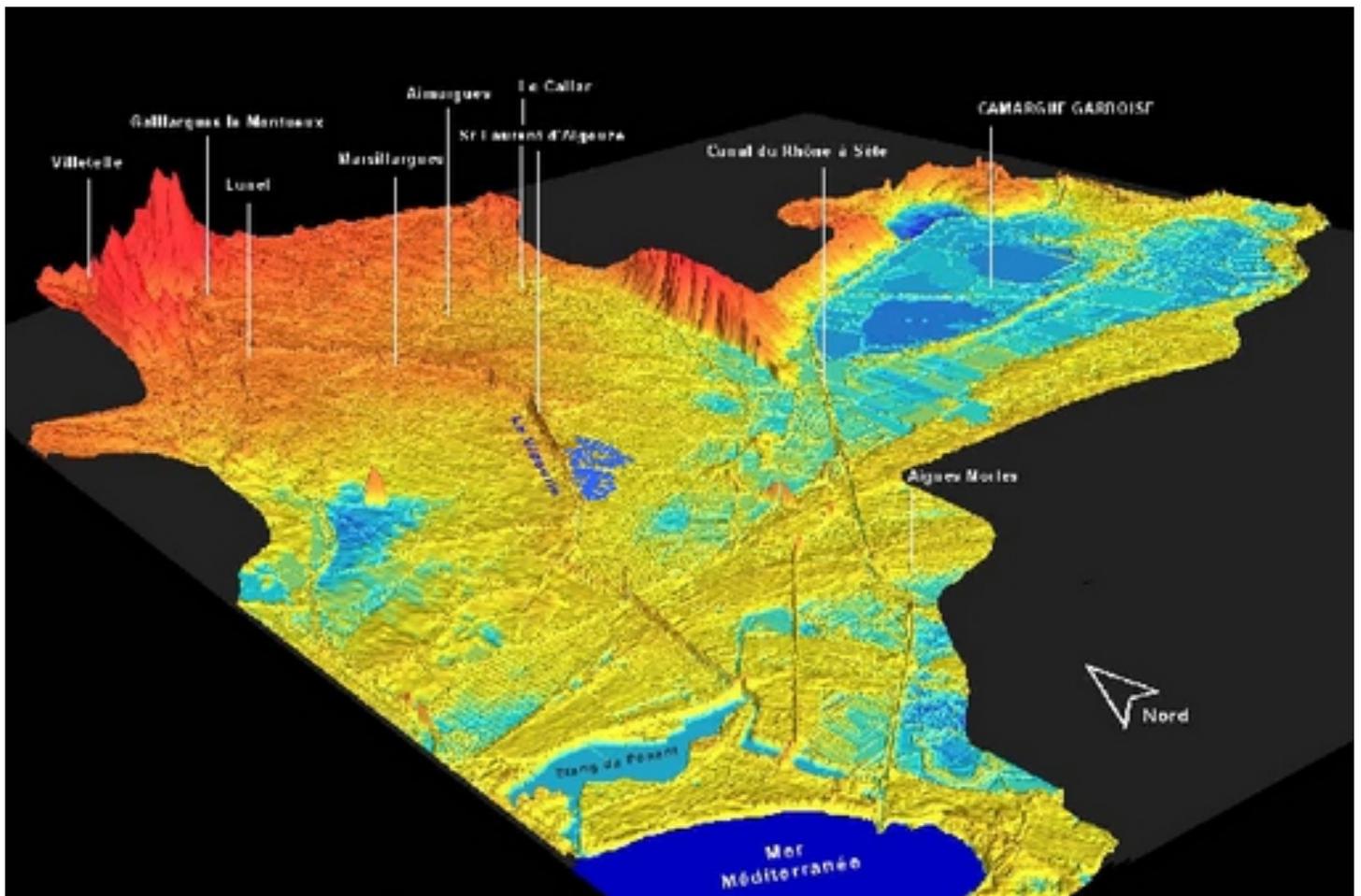
Les principales données existantes sont :

- le modèle Numérique de Terrain (MNT) utilisé pour le modèle de l'étude Villetelle - La Mer 2003 (VLM 2003) pour le Syndicat du Vidourle (SAFEGE 2004); La surface totale traitée représente 38 000 ha, soit plus de 1,2 millions de points topographiques.

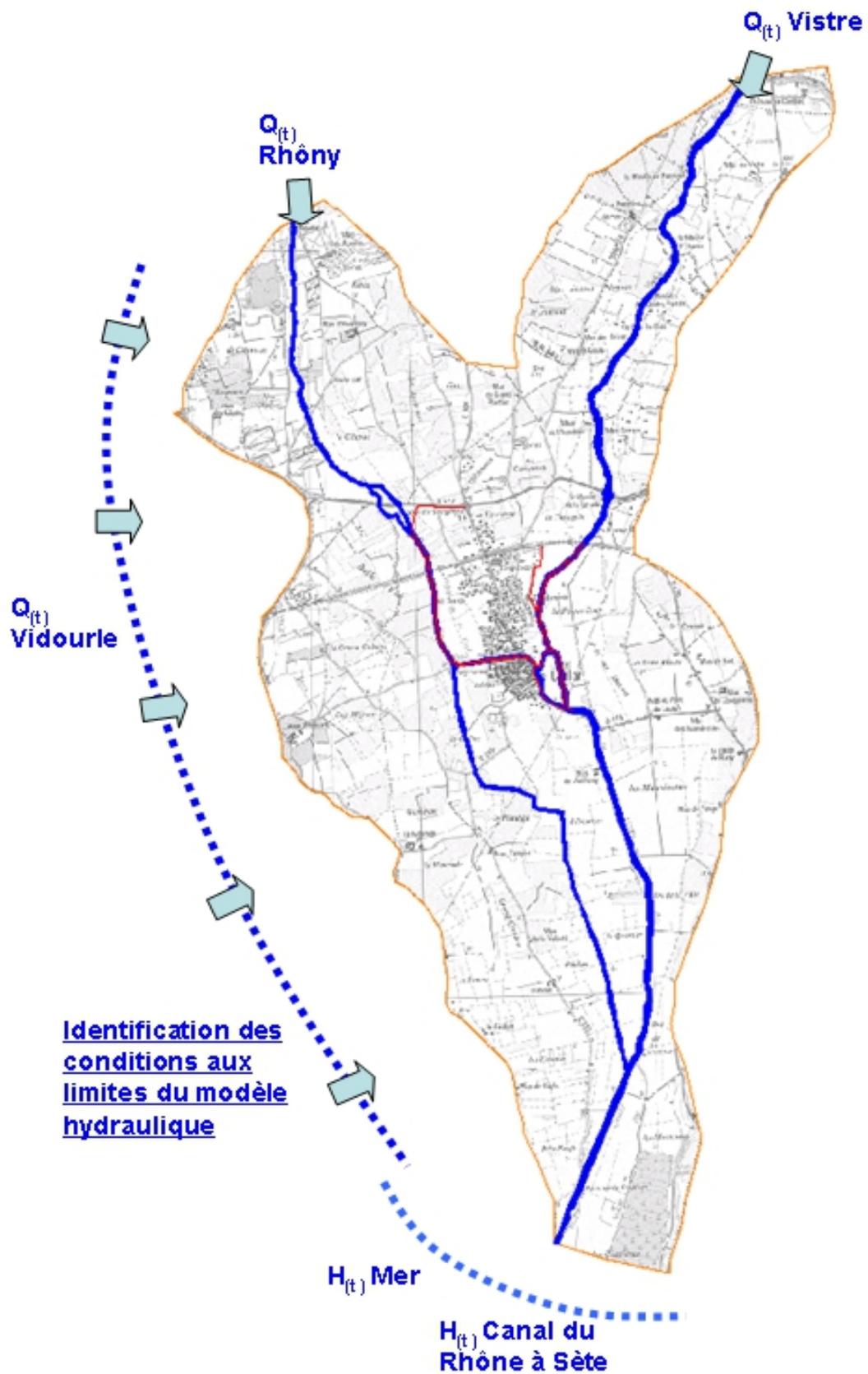
- données topographiques disponibles au travers de l'étude Triangle d'eau pour le groupement SIABVV/DDAF30/DDE30 (BCEOM 2000).

Le MNT utilisé pour l'étude VLM 2003 occupe la totalité de la surface du territoire, et cette information est recoupée par les données topographiques du cabinet RICHER réalisées dans le cadre de l'étude du Triangle d'Eau 2000.

Des compléments topographiques ont été réalisés pour cette étude par le cabinet CEAU pour le SMBVV. La campagne de mesures a eu lieu en juin 2009.



Vue en 3D du MNT utilisé pour le modèle Villetelle-La Mer (Source : Étude du Schéma d'Aménagement Villetelle – La Mer) - SAFEGE 2004 pour le SIA du Vidourle



Emprise du modèle hydraulique local du Cailar

L'architecture du modèle est composée de divers éléments afin de simuler au mieux les écoulements. Elle est formée de:

- profils en lit mineurs et lits majeurs (1071 profils ont été intégrés dans le modèle dont les 126 levés en 2009) ;
- ouvrages en lit mineur ou majeur (60 ouvrages hydraulique dont 27 levés lors de la campagne topographique de 2009) ;
- crêtes de digue qui permettent de modéliser les déversements du lit mineur vers les casiers du lit majeur (8 km ont été levées pour la campagne topographique de 2009 pour compléter le MNT de l'étude VLM 2003).

Les cours d'eau sont décrits par des profils en lit mineurs (issus des levés topographiques terrestres). Les débordements lors de crues sont modélisés par des lois de surverse par dessus les crêtes de digues (link channel). Ces déversements viennent s'écouler dans le lit majeur décrit par des profils issus d'une extraction du MNT. Le modèle est composé de 857 lois de déversements au dessus des crêtes de digues ou par surverse sur les ouvrages.

Ouvrages pris en compte dans le modèle

Les tableaux suivants font l'inventaire des ouvrages en lit majeur pris en compte sur le Vistre et le Rhône dans la modélisation de l'étude Villetelle – La Mer réalisée en 2004.

Ouvrages en lit majeur du Vistre

| OUVRAGES SUR LE VISTRE | | | |
|------------------------|----------------------------|--|--|
| N° | Désignation | Type | Dimensions (largeur en m x hauteur en m) |
| V1 | Pont de la RD 139 | 1 cadre + 2 arches rive droite + 6 arches et 3 buses rive gauche | (9,6 x 3,5) + (3,5 x 2,2) + (2,2 x 0,8) + 3 x (5 x 1,7) + 3 x (3,7 x 1) + 3 φ 1 |
| V1.5 | Mas de l'Ausselon | 4 cadres | 4 * (3 * 4) |
| V2 | Pont de la Levade (RN 572) | 1 cadre + 1 arche + 4 arches en rive droite | (6,2 x 4) + (2 x 1,2) + 4 x (4 x 1,2) |
| V3 | Pont SNCF | 3 arches | 3 x (6,5 x 3,5) |
| V4 | Pont de Laute (RD 104) | 2 arches | 2 x (6,5 x 3,2) |
| V5 | Ponts de la RD 46 | 1 travée Vistre + 1 arche contre canal + 24 arches de la déviation du canal au mas Cachemire | Largeur 15 + (3,5 x 2) + 24 x (1,2 à 4,5 x 0,4 à 3,5) |
| V6 | Ponts de la RD 979 | 1 travée Vistre + 1 armco Vieux Vistre + 3 armco au nord du Vistre | Largeur 34 m + (6 x 4) + 3 φ 1,5 |

Ouvrages en lit majeur du Rhône

| OUVRAGES SUR LE RHONY | | | |
|-----------------------|-------------------------|---|--|
| N° | Désignation | Type | Dimensions (L*h en m) |
| R5 | Pont d'Asport | 2 arches maçonnées | 1 arche 7 m x 3 m (f) 1 arche 5,5 m x 2,80 m (f) |
| R6 | Pont de Cotton (RN 572) | 3 voûtes maçonnées + cadre béton armé à 3 travées | 5,15 x 2,5 (f) |
| R7 | Pont RN 572 décharge | Cadre béton armé | 5 x 1,88 |
| R8 | Pont voie ferrée | Tablier métallique 3 travées | 3 travées : 1 portée 5,5 x 4,50 m 2 portées 6,0 x 3,50 m |
| R9 | Machine de Surville | Cadre béton armée | 4,2 x 2,00 m |
| R10 | Pont sur RD 289 | Cadre béton armé | 4,2 x 3,00 m |

Étude Triangle d'eau (BCEOM, 2000)

L'étude du Triangle d'eau (BCEOM - 2000) n'a été employée que pour le scénario extrême pour compléter le scénario extrême SAFEGE à l'amont de la modélisation.

Nous ne mentionnons donc dans cette partie que les éléments de l'étude relatifs aux crues du Rhône, notamment en ce qui concerne les éléments topographiques (et ouvrages) et topologiques.

Modélisation hydraulique mise en œuvre

Présentation du modèle STREAM

Le modèle STREAM, Simulation en Transitoire des Écoulements A surface libre Multidirectionnels a été développé par le BCEOM et mis en œuvre sur de nombreux cours d'eau tels que la DURANCE, la SEINE, la GARONNE, le TARN, la TET, l'HERAULT et l'ORB.

Ce modèle dit « modèle à casiers » décrit fidèlement le lit mineur et le champ d'inondation à l'aide d'un découpage fin de l'espace. Le principe de base de cette modélisation est, en effet, de ne pas imposer a priori une « grille » de représentation de l'espace, mais au contraire d'épouser la réalité des écoulements. Les casiers sont ainsi délimités en fonction des axes structurants les flux (lits et chenaux, endiguement, déversoirs ...) et des sections les plus représentatives des conditions d'écoulement (profils en travers, singularités ...).

La répartition des écoulements (qui fait partie de la simulation proprement dite) permet de reconstituer l'aspect multidirectionnel qui est variable avec l'importance de la crue.

Ce modèle est donc particulièrement bien adapté à la modélisation des phénomènes hydrauliques complexes

rencontrés dans la basse plaine du VIDOURLE et du VISTRE : endiguements, champs d'inondation vastes et hétérogènes, écoulements maillés ou bidimensionnels, réseau hydrographique complexe.

Construction du modèle

L'utilisation du modèle STREAM suppose une décomposition de la zone d'étude en un nombre suffisant de casiers permettant de reconstituer fidèlement les mécanismes de l'écoulement.

La division en casiers s'applique aussi bien à des casiers « physiques » délimités par des frontières « physiques » de type seuil (remblais, digues ...) qu'à des frontières de type quelconque.

Dans ce dernier cas, la division est effectuée lorsque cela est possible, après observation des lignes de courant (ou isobathes) des crues de référence, de sorte que l'on puisse appliquer des lois unidimensionnelles en chacune de ces frontières.

Dans le cas présent, la division a été réalisée après la reconnaissance détaillée du terrain qui permet de localiser ces frontières « physiques » et après compilation des diverses données concernant les crues de référence.

Compte tenu de la précision souhaitée, la longueur moyenne des casiers des lits mineurs varie entre 100 et 300 m.

Le modèle s'étend depuis l'autoroute A9 à l'amont du Vidourle, de la Cubelle, du Razil, et du Rhône, le Canal BRL à l'amont du Vistre jusqu'à la mer au Grau du Roi. Il prend en compte le lit mineur du Vidourle, du Razil, de la Cubelle, du Rhône, du Vistre. Il intègre également le canal du Rhône à Sète et le chenal maritime jusqu'au Grau du Roi.

L'ensemble des endiguements et des remblais identifiés lors de la reconnaissance de terrain est pris en compte.

La totalité du modèle comprend environ 1500 casiers.

Les données nécessaires à l'étude sont :

- les données topologiques qui définissent la structure du modèle (repérage et dispositions des casiers, nature des liaisons entre casiers et avec l'extérieur),
- les données topographiques : ce sont les profils des interfaces de casiers et les lois de remplissage de ces casiers, les ouvrages et les singularités hydrauliques,
- les conditions aux limites : il s'agit des conditions hydrologiques amont liées aux débits et hydrogrammes de crues résultant des investigations hydrologiques et des conditions d'écoulement aval niveau marin.

Topologie

Il s'agit de l'implantation des casiers et de leurs interfaces dans le secteur d'étude. Les liaisons entre les casiers sont soit des profils en travers, soit des singularités (seuils, digues, remblais). (Cf. illustration suivante)

Topographie

On distingue :

- les profils en travers aux interfaces,
- les lois de remplissage des casiers,
- les ouvrages et singularités hydrauliques.

Les profils en travers

Dans le lit mineur, il s'agit des profils en travers relevés par divers géomètres. Dans le lit majeur, les profils sont issus du Modèle Numérique de Terrain réalisé pour les besoins de l'étude.

A chaque profil, il est associé une distance amont et une distance aval par rapport aux casiers adjacents et un coefficient de rugosité (affiné au calage).

Les lois de remplissage

Elles sont calculées à partir de Modèle Numérique de Terrain.

Les ouvrages et singularités pris en compte dans la modélisation des crues du Rhône

Il s'agit en général de digues, de remblais ou de seuils. Les données nécessaires sont la longueur, les cotes d'arasé et un coefficient de perte de charge singulière (affiné lors du calage). Ces données sont issues des relevés terrestres effectués dans le cadre de l'étude.

Les ouvrages sont issus des relevés de géomètres lors d'études antérieures et des relevés terrestres effectués dans le cadre de l'étude.

On distingue :

- les ouvrages situés en lit mineur :
 - les seuils,
 - les ponts,
 - les digues longitudinales et déversoirs.
- les ouvrages situés dans le champ d'inondation :
 - les remblais routiers et ferroviaires,
 - les canaux.

| OUVRAGES PRIS EN COMPTE SUR LE RHONY | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Désignation | Type | Dimensions |
| Pont de la RN 113 | 2 arches principales + 18 arches de décharge | 2x(6x3) + 18 x (3x2) |
| Siphon BRL | 1 cadre | 12.8x3.5 |
| Pont de l'Hôpital sur le Rhône | Cadre béton armé | 1 travée 18,6x2,50 1 travée 19x2,50 |
| Pont sur l'Estagnol | Cadre béton armé | 6,60x2,00 |
| Pont d'Asport | 2 arches maçonnées | 1 arche 7 m x 3 m (f) 1 arche 5,5 m x 2.80 m (f) |
| Pont de Cotton (RN 572) | 3 voûtes maçonnées + cadre béton armé à 3 travées | 3 arches de 5,15x2,5 (f) |
| Pont RN 572 décharge | Cadre béton armé | 5x1,88 |
| Pont voie ferrée | Tablier métallique 3 travées | 3 travées : 1 portée 5,5 x 4,50 m 2 portées 6.0 x 3,50 m |
| Machine de Surville | Cadre béton armé | 4,2x2,00 m |
| Pont sur RD 289 | Cadre béton armé | 4,2x2,00 m |



Maillage des casiers employés pour l'étude Triangle d'eau BCEOM, 2000

Modélisation CARTINO du Vistre Aval (CETE, 2013)

Modélisation hydraulique mise en œuvre

CARTINO PC est un outil pour réaliser des modélisations 1D simplifiées, développé par le CETE Méditerranée avec l'appui du CETMEF, qui permet d'élaborer des cartographies de surfaces inondables à partir de données hydrologiques (issues de la BDD Shyreg) et de données topographiques (Modèle Numérique de Terrain). Cet outil est plus particulièrement adapté pour la caractérisation des surfaces inondables d'un événement extrême, mais peut également être utilisé pour les événements fréquents et moyens, accompagné alors d'une expertise hydraulique plus forte.

Cet outil a notamment été développé dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation pour aider les services à caractériser les surfaces inondables là où aucune étude ne pouvait être exploitée.

Les données hydrologiques disponibles sont la base de donnée Shyreg, ainsi qu'une étude PPRI.

A Vestric et Candiac, le débit centennal de l'étude PPRI est de 521 m³/s. Il est cohérent avec la base shyreg Q100 avec 528 m³/s, soit un débit pseudo-spécifique de 4,8 m³/s/km².

Sur l'affluent Rhône, le débit Q100 shyreg avant la confluence avec le Vistre est de 225 m³/s.

Ouvrages pris en compte dans le modèle

Aucun ouvrage hydraulique de type buse, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. En particulier, les digues situées sur la partie aval sont considérées comme effacées.

Cartographie des surfaces inondables

Le Vistre à l'amont de Vestric et Candiac (De Bezouze au Pont de Vestric et Candiac)

Cartographie de l'évènement fréquent

Comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, « *l'aléa de forte probabilité, est un événement provoquant 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.* »

Description du scénario retenu

Le scénario retenu pour la cartographie des zones inondables pour l'évènement fréquent est la crue de **période de retour décennale**. Le débit correspondant à l'aval du modèle, au pont de Vestric est de **264 m³/s**.

Cartographie de l'évènement moyen

Comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, « *l'aléa de probabilité moyenne, est un événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence des PPRI s'il existe(...).* »

Description du scénario retenu

Le scénario retenu pour la cartographie des zones inondables pour l'événement fréquent est la crue de **période de retour centennale**. Le débit correspondant à l'aval du modèle, au pont de Vestric est de **521 m³/s**.

Cartographie de l'évènement extrême

Comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, « *l'aléa de faible probabilité, dénommé événement extrême, est un phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface alluviale fonctionnelle(...). A titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans sera recherchée.* »

Description du scénario retenu

Le scénario retenu pour la cartographie des zones inondables pour l'événement fréquent est la crue de **période de retour exceptionnelle**. Le débit correspondant à l'aval du modèle, au pont de Vestric est de 1,8 fois le débit de la crue centennale soit **1.8 x 521 m³/s = 938 m³/s**.

Mode de représentation retenu pour la cartographie

La représentation retenu pour la cartographie est la même pour les trois scénarii.

Les classes suivantes des hauteurs de submersion sont issues de la modélisation :

- 鏹 - de 0 à 0.5 m;
- 鏹 - de 0.5 à 1.0 m;
- 鏹 - de 1.0 à 1.5 m;
- 鏹 - de 1.5 à 2.5 m;
- 鏹 - supérieure à 2.5 m.

Le mode de représentation retenu pour la cartographie pour le TRI est :

- 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;

Le Vistre à l'aval de Vestric et Candiac (du pont de Vestric et Candiac à Vauvert) et le Rhône

Les scénarii décrits ci-dessous sont issus de l'étude SAFEGE de 2010 « Étude hydraulique et de restauration du Vistre sur la commune du Cailar ». Ils ont permis d'élaborer l'ensemble des scénarii retenus pour le Vistre à l'aval du pont de Vestric et pour le Rhône. Afin de correspondre au territoire du TRI, ceux-ci ont été complétés aux extrémités par l'étude Triangle d'eau (BCEOM,2000) et/ou la modélisation CARTINO correspondante (correspondance des débits et enveloppes de crue).

Dans un souci de lisibilité, nous détailleront les différents éléments des études utilisées pour chaque scénario à la suite de la description des scénarii de l'étude SAFEGE.

Cartographie de l'évènement fréquent

Comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, « *l'aléa de forte probabilité, est un événement provoquant 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.* »

Description du scénario retenu

Le scénario retenu pour l'évènement fréquent est le scénario fréquent A (Crue de septembre 2005 - Mer à 1 m NGF – scénario 2b de l'étude SAFEGE)

Dans ce scénario, le Vidourle n'est pas considéré en crue donc son influence sur la zone d'étude est nulle et les portes du Vidourle sont considérées comme fermées.

Pour le Vistre, on considère la crue de septembre 2005 et pour le Rhône une crue correspondant à un débit décennal. Le niveau de la mer est pris à 1m NGF.

Il n'y a pas de surverses sur la digue de la Méjanne avec ce scénario.

Pour ce scénario, une surverse est constatée en rive gauche du Rhône en amont du pont de la rue Jean Macé. Le débit maximal de cette surverse est de 2,9m³/s pour un volume de 47000 m³.

Également, pour ce scénario, une surverse se produit sur la digue Rhône RG (à l'aval immédiat de la RN572) Le débit maximal de cette surverse est de 1,3m³/s pour un volume surversé de 16000m³.

Pour information, un second scénario (4B - scénario « protection Codognan » - Vistre 200 m³/s – Mer 1 m NGF) existe dans l'étude hydraulique SAFEGE mais n'a pas été retenu pour la phase cartographique, car non conforme avec la limite haute correspondant à une crue de période de retour de l'ordre de 30 ans pour l'aléa de forte probabilité comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012.

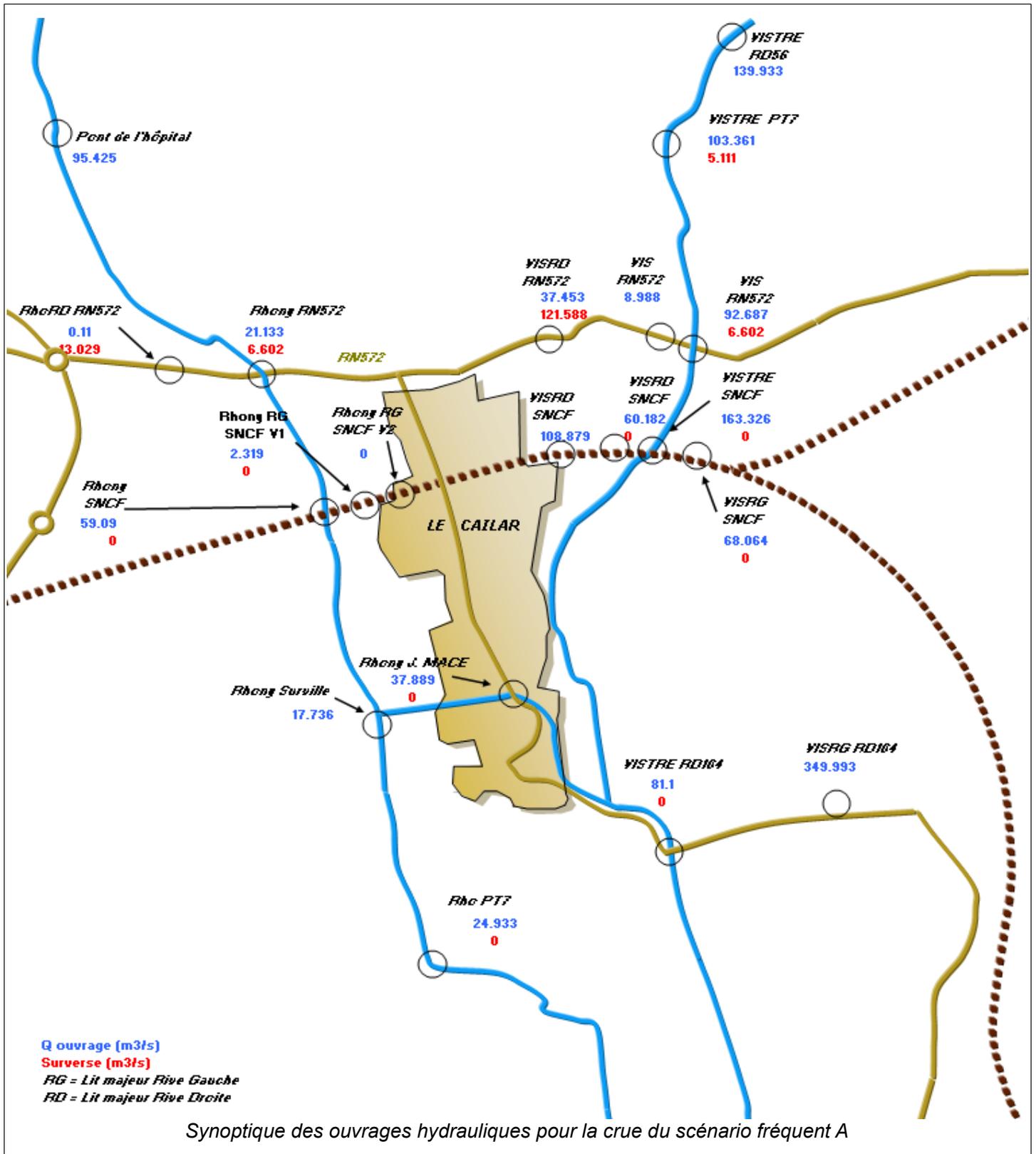
Pour ce scénario, on considère une crue centennale sur le Rhône en concomitance avec une crue de projet de débit de pointe 200 m³/s pour le Vistre. Le Vidourle quant à lui, n'est pas considérée en crue. Le niveau de la mer est pris à 1 m NGF et les portes du Vidourle sont considérées fermées.

Une surverse a lieu en amont du pont Jean Macé dans le centre urbain. Il n'y a aucune surverse sur la digue de la Méjanne.

Sur la digue Rhône RG, une surverse de 4.5 m³/s se produit (74 200 m³ surversés).

Les données issues de l'étude SAFEGE ont été complétées, à l'amont du modèle, par la modélisation CARTINO PC (CETE – 2013).

Le débit retenu est celui de la base Shyreg Q10, soit 90 m³/s à l'amont de la confluence Vistre/Rhône.



Cartographie de l'évènement moyen

Comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, « *l'aléa de probabilité moyenne , est un événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence des PPRI s'il existe(...).* »

Description du scénario retenu

Le scénario retenu pour l'évènement moyen est le scénario « protection Codognan » (Vistre 400m³/s – Mer 2.5 m NGF – scénario 5a de l'étude SAFEGE)

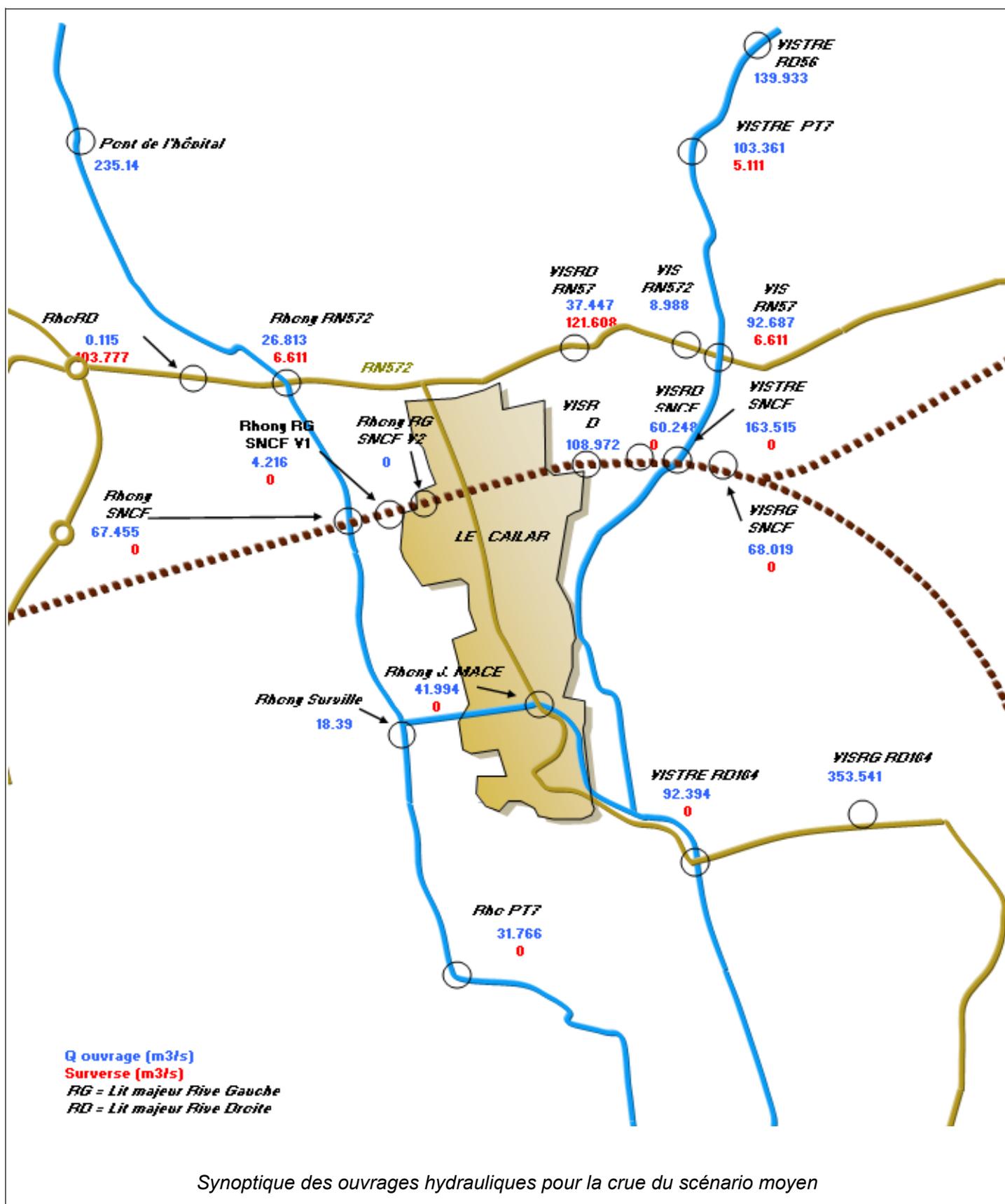
Pour ce scénario, on considère une crue centennale sur le Rhône en concomitance avec une crue de projet de débit de pointe 400 m³/s pour le Vistre. Le Vidourle quant à lui, n'est pas considérée en crue. Le niveau de la mer est pris à 2.5 m NGF et les portes du Vidourle sont ouvertes.

Aucune surverse n'est constatée sur la digue de la digue de la Méjanne.

L'hydrogramme du Rhône étant identique au précédent (Q100), on observe la même surverse sur la digue Rhône RG en aval de la RN572 (4.5 m³/s et 74 200 m³).

Les données issues de l'étude SAFEGE ont été complétées, à l'amont du modèle, par la modélisation CARTINO PC (CETE – 2013).

Le débit retenu est celui de la base Shyreg Q100, soit 225 m³/s à l'amont de la confluence Vistre/Rhône.



Cartographie de l'évènement extrême

Comme indiqué dans la circulaire du 16 Juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, « *l'aléa de faible probabilité, dénommé évènement extrême, est un phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface alluviale fonctionnelle(...). A titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans sera recherchée.* »

Description du scénario retenu

Le scénario retenu pour l'évènement extrême est le scénario « extrême » (scénario 1 de l'étude SAFEGE).

Ce scénario est le plus contraignant qui puisse survenir (dans l'état actuel des connaissances). Il regroupe les crues historiques sur les 3 cours d'eau :

- octobre 1988 pour le Rhône,
- septembre 2005 pour le Vistre
- septembre 2002 pour le Vidourle.

De plus le niveau marin est supposé être à 2,5 m (niveau de la mer d'occurrence centennale + surcote due au réchauffement climatique). Les portes du Vidourle qui gèrent la connexion entre le canal du Rhône à Sète et le Vidourle sont considérées comme fermées.

Pour cette crue « extrême », aucune surverse sur la digue de la Méjanne rapprochée n'est constatée. Sur la digue de la Méjanne éloignée, des surverses ont lieu sur la digue en rive gauche et des retours de débits en rive droite.

On observe aussi une surverse sur la digue Rhône Rive Gauche (sur la partie amont de la digue à l'aval de la RN572). Le débit de pointe atteint est de presque 6 m³/s pour un volume de plus de 127 000 m³.

Dans la traversée du village à l'aval immédiat de la machine de Surville, une surverse a lieu sur la rive gauche du Rhône (débit maximum de 4 m³/s correspondant à un volume de 127 000 m³).

Les données issues de l'étude SAFEGE ont été complétées, à l'amont du modèle, par la modélisation de la crue historique du Rhône de 1988 dont voici les caractéristiques synthétiques :

La crue de 1988 a permis le calage du Rhône et du Vistre, de débit environ 450 m³/s pour le Rhône au droit de l'autoroute et environ 350 m³/s au droit du siphon BRL, et 180 m³/s pour le Vistre, au droit du canal BRL.

La crue est simulée dans la configuration topographique actuelle (2000). Il faut noter que des modifications importantes, susceptibles de modifier les écoulements en crue, sont intervenues depuis :

- reconstruction du pont de l'Hôpital
- digues de Vergèze, Codognan et du Cailar et rehaussement des parapets dans la traversée du Cailar
- parapets le long de la RD979

Sur les communes de Vergèze et Codognan, le lit mineur fait transiter 100 à 150 m³/s, sur un débit total de 450 m³/s environ.

La plus grosse partie du débit déborde donc, aux principaux points suivants :

- en amont de la RD 137, en rive droite (environ 180 m³/s) avec submersion de la RD 1, et en rive gauche (environ 120 m³/s) avec inondation des habitations;
- entre la RD 137 et la voie SNCF, en rive droite (débit débordé : 170 à 200 m³/s), et en rive gauche jusqu'à la digue et derrière la digue (environ une dizaine de m vers les habitations derrière la digue, les débordements se produisant au départ de la digue);
- entre la voie SNCF et la RN 113, en rive droite (débit débordé environ 250 m³/s), avec une surverse sur la RD 1, et en rive gauche sur la digue, surtout en aval du chemin de la Monnaie (30 à 40 m³/s dans le centre de Codognan).

Entre la RN 113 et le canal BRL, les débordements se font en rive droite et en rive gauche vers les lotissements.

Les débordements surversent sur le canal BRL, et, en aval du canal, le débit de pointe est écrêté à 350 m³/s environ.

Entre le canal BRL et le pont de l'Hôpital (reconstruit depuis la crue historique), le débit de pointe passe de 350 m³/s à environ 300 m³/s, avec un très large débordement en rive droite, jusqu'au niveau de la RN 113.

Du pont de l'Hôpital à la RN 572, le débit de pointe passe de 300 à environ 220 m³/s, avec un déversement d'environ 20 m³/s sur la RD 979 vers Aimargues (ce déversement est plus faible que lors de la crue historique, du fait des murs en béton séparateurs de la RD 979 qui bloquent les débordements qui s'étaient produits vers Aimargues au niveau du Mas d'Andron).

Les débordements sur la RN 572, en rive gauche, regagnent pour la majeure partie le Rhône en aval, et pour une part plus faible (environ 20 m³/s) surverse sur la digue nord du Cailar.

Dans la traversée du Cailar, le Rhône transite environ 45 m³/s, et la dérivation du Rhône un peu plus de 20 m³/s (avec les vannes de Surville ouvertes).

Les données issues de l'étude SAFEGE et de l'étude BCEOM ont été complétées, à l'amont du modèle BCEOM (franchissement de l'Autoroute A9), par la modélisation CARTINO PC (CETE - 2013) de la crue millénale du Rhône et, à l'aval du modèle SAFEGE, par la modélisation CARTINO PC (CETE - 2013) de la crue extrême du Vistre (2xQ300 Shyreg) dont voici le descriptif :

Le débit retenu pour la crue extrême est celui de la base shyreg 2 x Q300 (773 m³/s) soit 1546 m³/s à Vestric et Candiac. *(N,R. Ce débit a été retenu car il correspond au débit estimé à l'aval de la confluence Vistre/Rhône pour le scénario extrême de l'étude SAFEGE)*

Le débit sur l'affluent Rhône, avant la confluence avec le Vistre est de 445 m³/s.

Le MNT utilisé provient de levés photogrammétriques du Conseil Général reconvertis au pas de 5 m.

Le canal Philippe Lamour et la voie SNCF au droit de Vauvert sont les principaux ouvrages faisant obstacle à l'écoulement sur le Vistre. Sur le Rhône, l'autoroute et la voie SNCF au droit de Vergèze font également obstacle.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 36 profils en travers, sur un linéaire de 15,8 km pour le Vistre (70 profils en travers pour 12,7 km sur le Rhône). Le coefficient de Strickler utilisé est de 20, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur. La modélisation 1D de l'événement extrême semble pertinente.

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe HGM. Cependant, nous constatons des débordements au delà de l'emprise HGM, en amont du canal Philippe Lamour, sur le Vistre comme sur le Rhône (l'ouverture sous le canal n'étant pas correctement prise en compte par manque d'information).

Ces écoulement tendent à s'éloigner du lit mineur et ainsi à se rejoindre, rendant la modélisation 1D peu pertinente sur ce secteur. De même, en aval du canal, des débordements au-delà de l'emprise HGM sont constatés avec le modèle 1D.

Au delà des incertitudes décrites dans la note CARTINO, les ouvrages hydrauliques n'étant pas pris en compte, les niveaux d'eau peuvent sembler surestimés, ce qui permet dans une certaine mesure de prendre en compte les risques importants d'embâcles, en particulier pour une crue extrême. De plus, un MNT de type LIDAR serait préférable pour une meilleure précision de la cartographie.

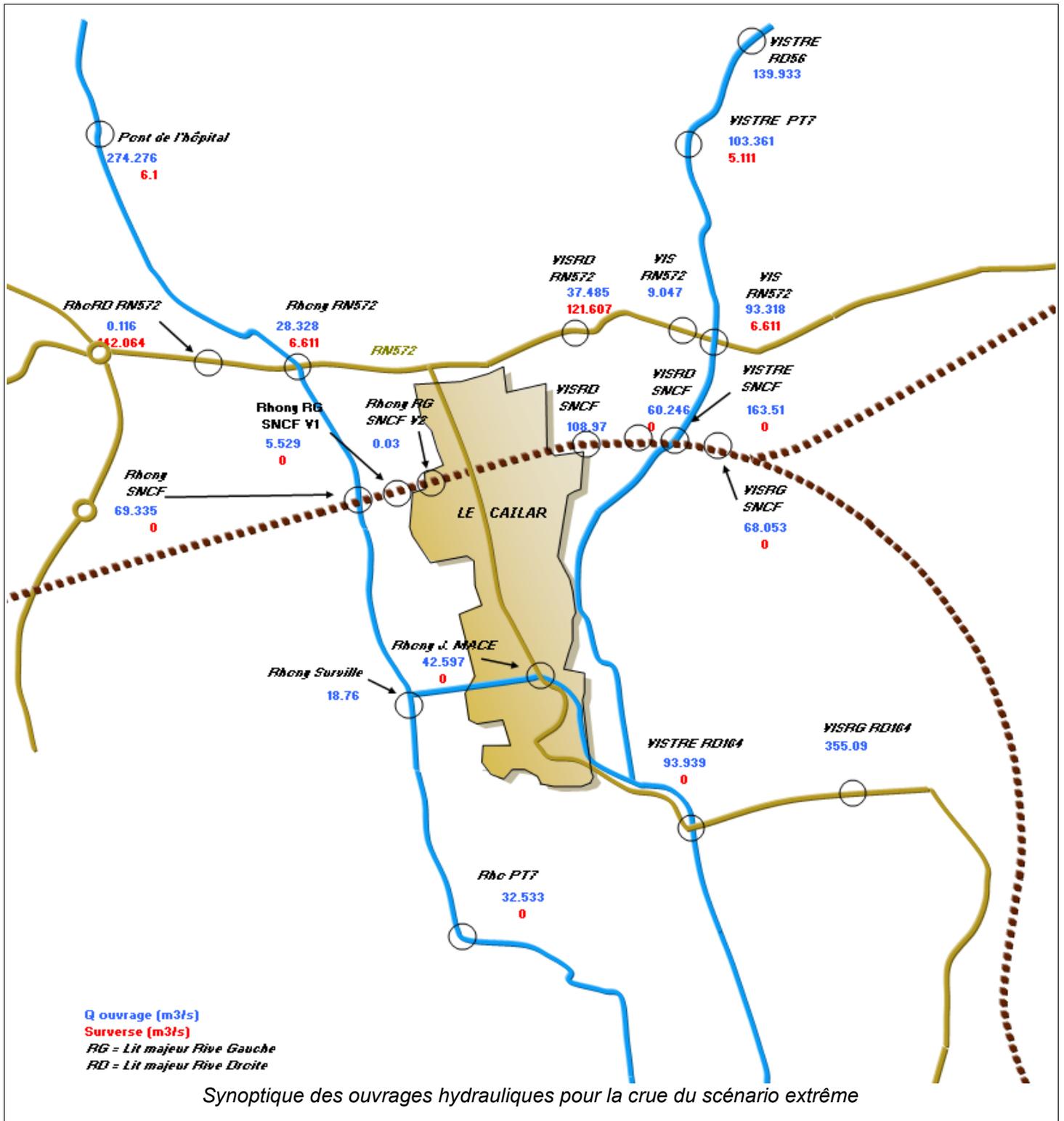
Mode de représentation retenu pour la cartographie

Le mode de représentation retenu pour la cartographie est en classes de hauteurs de charge considérées comme des hauteurs d'eau.

Le mode de représentation retenu pour la cartographie pour le TRI est :

- 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;

Une vectorisation, un lissage des petites surfaces (100m²) et une simplification de géométrie sont ensuite effectuées pour un rendu au 1/25000ème.



3.1.2 - Les Cadereaux de Nîmes

Principales caractéristiques des phénomènes

Située en piémont d'un plateau calcaire dominant la ville d'une centaine de mètres, la ville de Nîmes est traversée par six cours d'eau temporaires principaux, les cadereaux, qui drainent les eaux du plateau des garrigues vers la plaine du Vistre, sur des tracés courts (4 à 12 km).

Tableau des bassins de retenue amont et aval réalisés jusqu'à 2006 :

| Cadereau bassin de rétention | | Taille (km ²) | Année de mise en service | | Capacité réelle (m3) | | Ceux retenus pour ce cycle de la phase cartographique du TRI de Nîmes |
|---|--------------|---------------------------|--------------------------------------|------|--|---------|--|
| amont | aval | | | | | | |
| Cadereau du Valladas | | 11 km ² | | | | | |
| Grand serre Dégravement du cimetière Dégravement des caravanes | Aérodrome | | 2002 2006 1993 | | 77 100 1800 4000 | 405 000 | => seul le bassin de rétention du grand serre retenu |
| Cadereau du Vallat-Riquet Vallat-Riquet (amont) | | 3 km ² | 1992 | | 36 700 | | O |
| Cadereau d'Uzès | | 15 km ² | | | | | |
| Armée Tennis Dégravement d'Engances Oliveraie | Magaille est | | 2004 1999 1999 1999 | 2004 | 42 400 23 900 2000 102 000 | 45 000 | => seuls les bassins de rétention du dégravement d'Engances et de Magaille non retenus |
| Cadereau d'Alès | | 20 km ² | | | | | |
| Mittau ouest Roquemaiillère Anduze Vallon 1 Vallon 2 | Mas neuf | | 1999 1999 2004 1995 2004 | 2006 | 16 400 70 400 57 800 21 700 21 800 | 140 000 | => seuls les bassins de rétention des Vallons 1 et 2 non retenus |
| Cadereau de Camplanier Vacquerolles amont Vacquerolles aval Pont de la République | | 9 km ² | 1992 1992 1991 | | 23 500 52 300 28 100 | | O |
| Cadereau de Valdegour Pierre blanche Mourre froid Romarins | | 9 km ² | 2004 2004 2006 | | 32 400 38 500 57 000 | | O |
| Cadereau de la Poudre Carrière de Caveirac Cante perdrix | | 11 km ² | Stockage 2006 | | 1 million m3 disponible 77 000 | | X |

Source : Programme cadereau d'Actions de Prévention des Inondations – Nîmes Cadereaux 2007-2013 – Avenant n°1 à la convention cadre du 25 janvier 2007

Du fait d'une trop faible capacité des parties souterraines des cadereaux traversant la zone urbaine dense est une cause d'aggravation des débordements lors d'une venue d'eau importante.

Les bassins versants des cadereaux de la ville de Nîmes sont soumis à un risque majeur d'inondation, en rive droite du Vistre, lors d'événements pluvieux intenses qui provoquent des crues torrentielles dévastatrices.

Les crues rapides des cadereaux sont la cause d'au moins 12 débordements importants au cours des deux

derniers siècles (de 1891 à 2005).

Le 3 octobre 1988 correspond à la crue de référence, un phénomène météorologique d'une intensité exceptionnelle a lieu sur Nîmes et ses environs, transformant les cadereaux en véritables fleuves déversant 10 millions de m³ d'eau vers le centre-ville. Les niveaux des PHE dépassent 2 m, voire 3 m en certains points de la voirie du centre-ville. Cette crue a eu des dommages matériels et économiques conséquents, témoignant la vulnérabilité du territoire nîmois. Le cumul des débits instantanés qui ont traversé la ville est de l'ordre de 1000 m³/s.

Les inondations catastrophiques des 8 et 9 septembre 2002, ont fortement marqué le département du Gard avec un épocentre de pluies à plus de 600 mm à Anduze. Nîmes est concerné par cet événement, avec un cumul d'eau compris entre 160 et 240 mm en 27h, de la plaine au plateau des garrigues.

La crue du 8 septembre 2005 a été générée par un « double » épisode pluviométrique ayant touché la ville de Nîmes les 6 et 8 septembre, soit à moins de 48h d'intervalle. La pluie du 6 septembre n'a pratiquement pas rempli les bassins (remplissage partiel du bassin de Vacquerolles). Elles ont causé toutefois de forts ruissellements en zone urbaine, et la montée des eaux fut très rapide dans les secteurs submersibles où des infrastructures gênent les écoulements (SNCF, périphérique, autoroutes). La pluie du 8 septembre, quant à elle, a généré des écoulements bien plus importants, compte tenu du niveau de remplissage du karst.

Ouvrages pris en compte

Pour la phase cartographique des cadereaux de Nîmes, 18 bassins de rétention-écrêteurs en amont du Vistre, portant le nom des infrastructures les plus proches, ont été recensés. Ces bassins ont une capacité totale de 786 800 m³ et permettent de limiter les débits maximums des cadereaux qui convergent vers la ville.

Parmi les bassins de rétention, se trouvent :

- le bassin de rétention de Bois de Mittau du Bois de Mittau : caractérisé par de nombreuses fuites à l'intérieur et à l'extérieur de la retenue. De plus, les arrivées d'eau de ruissellement dans le bassin sont insuffisantes à cause de sa position non optimale par rapport à la géomorphologie.
- le bassin de Roquemaière : la superficie du bassin versant naturel du bassin de rétention est de 700 ha. La capacité de stockage au déversoir est de 60 000 m³, alors que la superficie submergée est de 0,92 ha. Il s'avère être efficace pour l'écrêtage des crues : lors de ces événements, il se remplit vite et se vidange relativement lentement (3 à 4 jours environ), ce fut le cas pour les crues de septembre 2005.
- le bassin du Pont de la République : a une superficie de 630 ha, avec une capacité de stockage au déversoir de 33 000 m³ et une superficie submergée de 1,2 ha.

Les aménagements réalisés ou futurs (bassins de rétention, grands fossés ...) sur le cours des cadereaux permettront de limiter les conséquences de pluies importantes comme celles de septembre 2005. Mais ils ne suffiront pas à contenir le ruissellement torrentiel occasionné par des épisodes pluvieux centennaux ou plus rares comme le fut celui du 3 octobre 1988.

Études et méthodes mobilisées

Pour l'ensemble des cadereaux de Nîmes, une seule étude a été employée. Il s'agit de « l'Étude pour un aménagement cohérent et durable des cadereaux » réalisée en 2008 par EGIS connue également sous le nom de « Programme CADEREAU »

Afin d'obtenir une cartographie réaliste, nous avons choisi de ne prendre en compte que les aménagements réalisés en 2008 sans tenir compte de l'état initial (aménagements présents en 1988) ou l'état projet

(aménagements proposés en vue de réduire le risque d'inondation par les cadereaux).

Dans cette études, trois modèles ont été exploités dans le but de cartographier les hauteurs d'eau en fonction des caractéristiques des secteurs délimités (Amont, Zone Urbaine Dense, Aval):

Description du modèle employé pour le secteur Amont :

De manière générale, l'ensemble des cadereaux situés sur le secteur amont, du fait de la forme des vallées existantes (fortes pentes, débordements concentrés dans les thalwegs bien marqués) présentent des écoulements pouvant être représentés par des modèles hydrauliques classiques de type unidimensionnels.

Les modèles utilisés doivent cependant prendre en compte un certain nombre de contraintes :

- Caractère transitoire des écoulements : impact des travaux de recalibrage sur la propagation des crues, écrêtement des débits au droit des remblais d'ouvrage de franchissement,...
- Singularités ponctuelles : chenaux de crue secondaires (Valladas), débordements et écoulements sur les voiries (Alès, Uzès,...), lit en toit (Pondre),...

Dans ces conditions, le choix de l'outil de modélisation s'est porté sur le logiciel INFOWORKS RS qui permet la modélisation en régime transitoire et prend en compte des écoulements unidirectionnels pouvant être ramifiés ou maillés.

En effet, ce logiciel permet de simuler la circulation d'eau dans des réseaux simples ou maillés, à surface libre tels que les rivières, les fossés d'assainissement pluvial, et les canaux d'irrigation ou de drainage, en régime permanent ou transitoire.

Il est plus particulièrement dédié à l'étude de la propagation des crues le long d'une rivière.

La schématisation du site d'étude est décrite dans une base de données au moyen d'une série de profils en travers et d'ouvrages tels que ponts, seuils, écluses, dalots...

Il permet notamment d'établir des cartes d'inondabilité, d'optimiser des aménagements ou protections et d'analyser le fonctionnement des systèmes hydrauliques complexes, de type unidirectionnels.

Description du modèle employé pour le secteur Zone Urbaine Dense :

La détermination des hauteurs d'eau dans les rues a été effectuée selon divers procédés :

- enquêtes détaillées de terrain : plus de 300 témoignages récoltés ont permis d'apprécier le cheminement in-situ. Les informations de terrain ont été exploitées pour l'épisode d'octobre 1988 (cartographie des hauteurs d'eau existante et très nombreuses laisses de crue), et pour les épisodes de septembre 2002, de l'automne 2003 et de l'automne 2004,
- modélisation numérique avec, en particulier utilisation des résultats du modèle numérique 2D du Cemagref existant pour le quartier Richelieu (cadereau d'Uzès), modélisations numériques pour la détermination des relations hauteur-débit sur plusieurs grands axes et aux droit des limnimètres : mise en œuvre de modèles filaires en régime permanent (modèles HEC-RAS),
- calculs locaux de hauteurs d'eau (calculs par la formule de Manning Strickler), prise en compte de la capacité du réseau d'eaux pluviales (calculs par la formule de Manning Strickler).

Les modifications importantes de la configuration urbaine (voiries, immeubles) ayant eu lieu depuis 1988 ont été prises en compte lorsque l'information était disponible.

De manière synthétique, dès lors que les hauteurs d'eau ne sont pas issues de témoignages validés, les valeurs prises en compte dans le cadre d'ESPADA ont donc été estimées :

- localement, par l'application de la formule de Manning Strickler,
- par la mise en œuvre du modèle HEC-RAS dont le fonctionnement peut être assimilé à celui du modèle INFOWORKS RS décrit ci-avant (mais utilisation restreinte au régime permanent uniquement),
- par la mise en œuvre du modèle 2D du CEMAGREF sur le quartier Richelieu.

On rappelle que les modèles 2D sont basés sur les équations de Navier-Stokes. Ces modèles se justifient lorsqu'il est nécessaire de calculer localement et très finement des champs de courants sur des secteurs localisés (confluence, impact d'ouvrage, entonnement ... En l'occurrence, le modèle 2D du CEMAGREF (Unité de Lyon) est un modèle utilisé pour des objectifs de recherche, en particulier sur le mode de représentation des carrefours et la structure du maillage en milieu urbain.

Rappelons, en conclusion, que la cartographie des hauteurs d'eau ESPADA est avant tout basée sur une expertise in-situ basée sur de nombreux témoignages, analyses de PHE, recueil des données historiques...

Description du modèle employé pour le secteur Aval :

Le choix de l'outil de modélisation s'est porté sur le logiciel STREAM qui permet la modélisation en régime transitoire et en écoulement multidirectionnel.

Le modèle représente les écoulements multidirectionnels suivant un maillage préétabli avec une structure dite « à casiers ». Ce maillage correspond à la réalité physique des écoulements sans toutefois représenter toutes les directions dans le plan. Ces modèles permettent donc une représentation des champs d'inondation divisés en casiers dont le nombre et les formes suivent la réalité de terrain.

Les casiers peuvent communiquer entre eux lorsqu'ils sont en eau dans toutes les directions selon des lois de seuils lorsque des routes ou levées de terre séparent ces casiers ou selon des lois de frottement lorsqu'il n'existe aucun obstacle particulier. Les casiers se mettent en eau et s'assèchent au cours de la crue. Le calcul du niveau moyen de chaque casier permet une représentation fidèle de tous les processus d'écoulement de la crue aussi bien dans sa phase ascendante que dans sa phase de résorption.

Les données topographiques exploitées pour la modélisation

Secteur Amont :

Les données topographiques sont de 2 types :

- les données topographiques mises à notre disposition par la Maîtrise d'ouvrage au démarrage de l'étude,
- les données complémentaires levées par les géomètres selon des prescriptions techniques.

Données topographiques mises à disposition par la Maîtrise d'ouvrage

Ces données peuvent être variables d'un cadereau à l'autre, et, dans le meilleur des cas, ces données étaient les suivantes :

- Plans « États des lieux », réalisés suite à la crue du 3 octobre 1988, par un groupement de géomètres

et commandités par la Ville de Nîmes. Ces plans papier de 1988 de relevé du niveau des P.H.E du 3 octobre 1988 comprenant également de la topographie dans les emprises des zones inondées.

- Plans papier du réseau primaire de 1985 comprenant, en particulier de nombreux ouvrages,
- Plans topographiques des voies communales : fichiers numériques couvrant partiellement le secteur d'étude, en zone inondable et au-delà, utilisés pour caractériser l'état actuel,
- Fichiers numériques de 2007 réalisés par le cabinet STI à l'échelle du 1/500ème restreint au lit mineur des cadereaux,
- Fichiers numériques de 2007 à l'échelle du 1/500ème restreint aux emprises des bassins existant,
- Plans de récolement des travaux réalisés sur les cadereaux dans le cadre du PPCI.

Données complémentaires levées dans le cadre du programme CADEREAU

Les éléments ci-dessus ayant été récupérés et analysés, certains compléments se sont avérés indispensables à la caractérisation des zones insuffisamment couvertes.

La ville de Nîmes a fait procéder au lever complémentaire de profils en travers, d'ouvrages, ainsi que de secteurs pouvant faire potentiellement l'objet de sites de rétention. Les géomètres ont effectué ces levés complémentaires à l'automne 2007.

Certains profils en travers n'ont pu être levés compte tenu de leur implantation en secteur privé (accès refusé).

Descriptif de ces données :

- Cadereau d'Alès : 47 profils en travers et 8 ouvrages hydrauliques
- Cadereau de Camplanier : 11 profils en travers,
- Cadereau d'Uzès : 15 profils en travers et 1 ouvrage hydraulique
- Cadereau du Valladas : 3 ouvrages hydrauliques

Une restitution photogrammétrique du lit majeur du cadereau de Valladas a également été réalisée.

- Cadereau de Valdegour : 11 profils en travers
- Cadereau du Valat Riquet : 1 ouvrage hydraulique
- Cadereau de la Pondre : 2 ouvrages hydrauliques

Les sites de rétention ayant donné lieu à des restitutions photogrammétriques sont :

- Les bassins de l'aérodrome,
- L'emprise projetée du bassin du Mas d'Escattes.

Secteur Zone Urbaine Dense

Les données topographiques utilisées sont issues des fichiers numériques des plans topographiques des voies communales mis à disposition par la Maîtrise d'Ouvrage.

Les PHE utilisées sont celles du fichier des PHE fourni par la Ville au format SIG.

Les données concernant les sections à surface libre des cadereaux et de ses affluents, ainsi que les bassins de rétention amont existants ont également été fournies par la Ville de Nîmes.

Une enquête de terrain a permis de compléter les informations disponibles, en particulier pour ce qui concerne les sections d'écoulement des fossés et des rues dans la partie amont du bassin.

Des levés topographiques complémentaires ont été réalisés par la Ville de Nîmes au droit des stations limnimétriques implantées sur les cadereaux afin de nous permettre d'établir les relations hauteur-débit.

Secteur Aval

La topographie de la basse plaine du Vistre a été réalisée par la société OPSIA dans le cadre d'un marché spécifique. OPSIA a établi un plan au 1/2000ème par le biais d'une photo restitution sur une superficie de 4 700 ha. Les communes couvertes sont Nîmes, Marguerittes, Milhaud, Rodilhan et Caissargues. La zone s'étend globalement entre le boulevard Allende au Nord et la RD 135 au sud. Elle englobe le tracé de l'A9, l'A54 et du Vistre.

Les cours d'eaux relevés sont le Vistre, mais également les cadereaux d'Alès, de la Pondre, de St Cezaire, d'Uzès, du Valladas, du Valat Riquet, et les fossés drainant la plaine.

Cartographie des surfaces inondables

Cartographie de l'évènement fréquent

L'épisode **2005 centré**, correspondant à une période de retour de 40 ans, a été retenu pour représenter l'aléa fréquent, bien que son occurrence soit supérieure aux bornes fixées par la Directive Inondation, car il matérialise les premiers débordements dommageables.

Les conditions de simulation de la pluie 2005 « centrée » ont été définies dans l'Étude complémentaire sur le PPCI Extra Muros (BCEOM - 2007)

| CADEREAUX | ABSORPTION INITIALE (MM) | COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT (ZONE RURALE) | COEFFICIENT D'IMPERMÉABILISATION (ZONE URBAINE) |
|------------------|--------------------------|--|---|
| Pondre | 120 | 0,51 | De 0,50 à 0,70 |
| Valdegour | 75 | 0,54 | De 0,50 à 0,80 |
| Alès | 110 | 0,54 et 0,66 | De 0,50 à 0,90 |
| Uzès | 110 | 0,57 | De 0,45 à 0,80 |
| Valladas | 100 | 0,54 | De 0,50 à 0,60 |

Paramètres du modèle hydrologique (absorption initiale et coefficient de ruissellement et d'imperméabilisation) pour la pluie de septembre 2005 centrée

Ces conditions ont été définies suite au calage du modèle sur l'épisode du 8 septembre 2005. En particulier, les valeurs d'absorption initiale devant être prises en compte pour restituer correctement cet épisode montrent qu'il s'est produit une vidange partielle du karst entre les deux épisodes du 6 et du 8 septembre, ce qui est cohérent avec les informations fournies par le BRGM concernant les conditions de vidange du karst (Projet Nîmes « Alés inondations » liés à la contribution des eaux souterraines karstiques – 2004-2007).

Cartographie de l'évènement moyen

L'aléa de la **crue historique de 1988** a été retenu pour cartographier l'évènement moyen.

Le calage du modèle a été réalisé à partir des données de débits issues de la Commission Hydraulique.

| CADEREAUX | ABSORPTION INITIALE (MM) | COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT (ZONE RURALE) | COEFFICIENT D'IMPERMÉABILISATION (ZONE URBAINE) |
|-------------------------|-------------------------------------|---|--|
| <i>Pondre</i> | 0 | 0,85 | 1 |
| <i>Valdegour</i> | 0 | 0,92 à 1 | 1 |
| <i>Alès</i> | 0 | 0,81 et 1 | 1 |
| <i>Uzès</i> | 0 | 0,70 à 0,98 | 1 |
| <i>Valladas</i> | 0 | 0.88 à 1 | 1 |

Conditions de calcul du modèle hydrologique pour l'épisode d'octobre 1988 réel

Le coefficient d'abattement spatial pris en compte est de 0.9.

Trois pluies sont utilisées pour le calage sur cet épisode :

- Pluie 1 (cumul 420 mm) : pluie au Mas de Ponge avec répartition temporelle du pluvio Nîmes DDE, prise en compte pour les zones amont (zones de garrigue) sur tous les cadereaux,
- Pluie 2 (cumul 311 mm) : pluie au poste Nîmes DDE, prise en compte pour les zones aval des secteurs ouest (cadereaux de la Pondre, de Valdegour et d'Alès),
- Pluie 3 (cumul 264 mm) : pluie au poste de Nîmes Courbessac, prise en compte pour les zones aval des secteurs Est (cadereaux d'Uzès, Valat Riquet, Valladas et Chilonne).

La valeur de l'absorption initiale n'a pas d'incidence sur les débits de pointe du fait de la durée importante de pluie continue avec de très fortes intensités (environ 7heures avec une intensité moyenne horaire de l'ordre de 60 mm/h).

Cartographie de l'évènement extrême

Il n'a pas été réalisé de scénario extrême dans l'étude EGIS.

Cependant, une méthodologie a été générée à partir de l'épisode d'Octobre 1988 :

A partir des données disponible pour l'épisode de 1988, nous avons multiplié les hauteur d'eau décrite dans le PPRi par un coefficient de 1,5. Nous avons ensuite créé une classe d'aléa en joignant l'aléa résiduel du PPRi à l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles (EAIP) de façon à obtenir une enveloppe de crue d'un

événement exceptionnel.

Cette méthodologie a été validée par la ville de Nîmes et la DDTM.

Calcul des débits des trois évènements

Le tableau suivant fournit pour chaque cadereau les débits calculés pour les différents scénarios testés (remarque : pour octobre 1988, les débits figurant dans les tableaux sont les débits issus de la commission hydraulique). Du point de vue des aménagements réalisés, la situation simulée est la situation de septembre 2005.

| LIEU | SEPTEMBRE 2005 | OCTOBRE 1988 | ÉVÉNEMENT EXTRÊME (1,8 x Q88) |
|---|-----------------------|---------------------|--|
| CADEREAU D'ALES | | | |
| Passage voie SNCF (Aval Roquemaillère) | 87 | 158 | 285 |
| Alès amont confluence Camplanier | 120 | X | X |
| Camplanier traversée Golf (partie aval) | 28 | 80 | 144 |
| Camplanier aval République | 59 | 152 | 274 |
| Camplanier amont confluence Alès | 80 | 195 | 351 |
| Ch. vieux de Sauve (Entonnement) | 201 | 485 | 873 |
| Apport Combe des oiseaux | 21 | 44 | 79 |
| Passage sous le boulevard Sud | 233 | 575 | 1035 |
| Passage sous l'Autoroute A9 | 234 | 591 | 1064 |
| CADEREAU DE VALDEGOUR | | | |
| Lotissement les ROMARINS | 49 | 128 | 231 |
| Passage voie SNCF | 60 | 164 | 295 |
| Apport du Cadereau de St CESAIRE à la RN 113 | 20 | 51 | 92 |
| CADEREAU D'UZES | | | |
| Quartier des Trois Ponts | 34 | 100 | 180 |
| R9ue Van Dyck (entonnement) | 35 | 127 | 230 |

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Place MARCEAU BONNAFOUX (rue de la Biche) | 12 | 74 | 133 |
| Passage Boulevard TALABOT | 37 | 236 | 425 |
| Passage sous le Boulevard Sud | 110 | 281 | 506 |
| Passage sous l'Autoroute | 112 | X | X |
| LE VALLADAS ET LE VALLAT RIQUET | | | |
| Font AUBARNE | 17 | 75 | 135 |
| Cimetière COURBESSAC | 32 | 114 | 205 |
| Traversée RN 86 (VALLADAS) | 47 | 143 | 258 |
| VALAT RIQUET (Apport rural) | 17 | 57 | 103 |
| LA PONDRE | | | |
| Avenue Kennedy | 53 | X | X |
| A9 | 64 | 240 | 432 |

Mode de représentation retenu pour la cartographie

La représentation diffère suivant les événements :

Fréquent :

Le mode de représentation retenu pour la cartographie pour le TRI est :

- 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;

Moyen :

Le mode de représentation retenu pour la cartographie pour le TRI est :

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

Extrême :

- hauteur d'eau comprise entre 0 et 0,15 m;
- hauteur d'eau comprise entre 0,15 et 0,75 m;
- hauteur d'eau comprise entre 0,75 et 1,5 m;
- hauteur d'eau supérieure à 1,5 m;

3.2 - Submersion marine

Principales caractéristiques des phénomènes

La façade littorale du Languedoc-Roussillon, 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.

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.

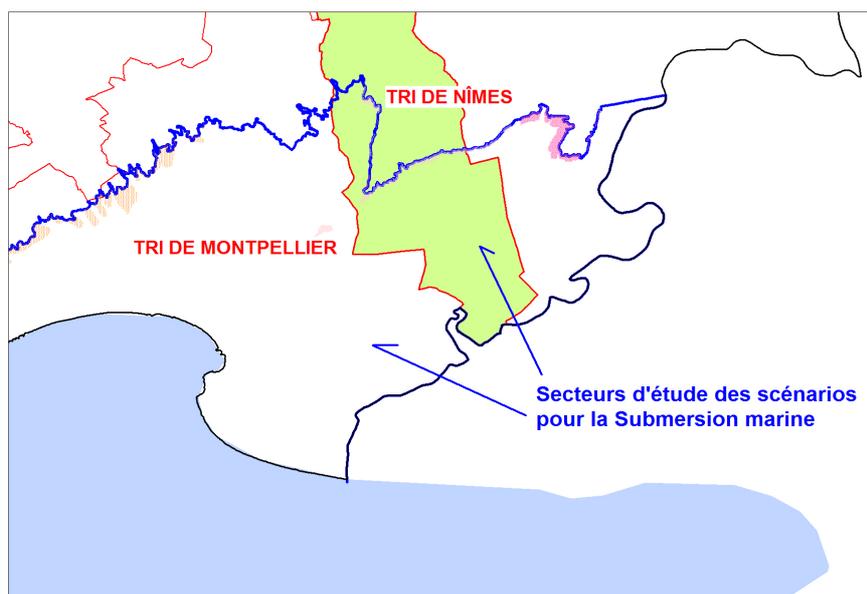
L'érosion et la submersion marine concernent une part importante du territoire régional, un des plus vulnérables à une augmentation du niveau marin, notamment les lidos et les zones littorales les plus basses, ou celles dont le cordon dunaire est le plus altéré.

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

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

- 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 »

Compte tenu du périmètre du TRI de NIMES en retrait du front de mer, la cartographie pour ce scénario n'a pas été réalisée.

Les données historiques, les mesures et analyses à notre disposition ne permettent pas d'identifier des secteurs, qui seraient inclus à la fois dans le périmètre d'étude des scénarios de l'aléa submersion marine et dans le TRI de Nîmes, et sur lesquels un événement d'occurrence 10 à 30 ans serait impactant.

Pour les autres TRI de la région Languedoc Roussillon, 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 LR.

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'évènement 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 Languedoc-Roussillon.

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

- 2,00 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'évènement 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'évènement rare

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-tempétoologie**, 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

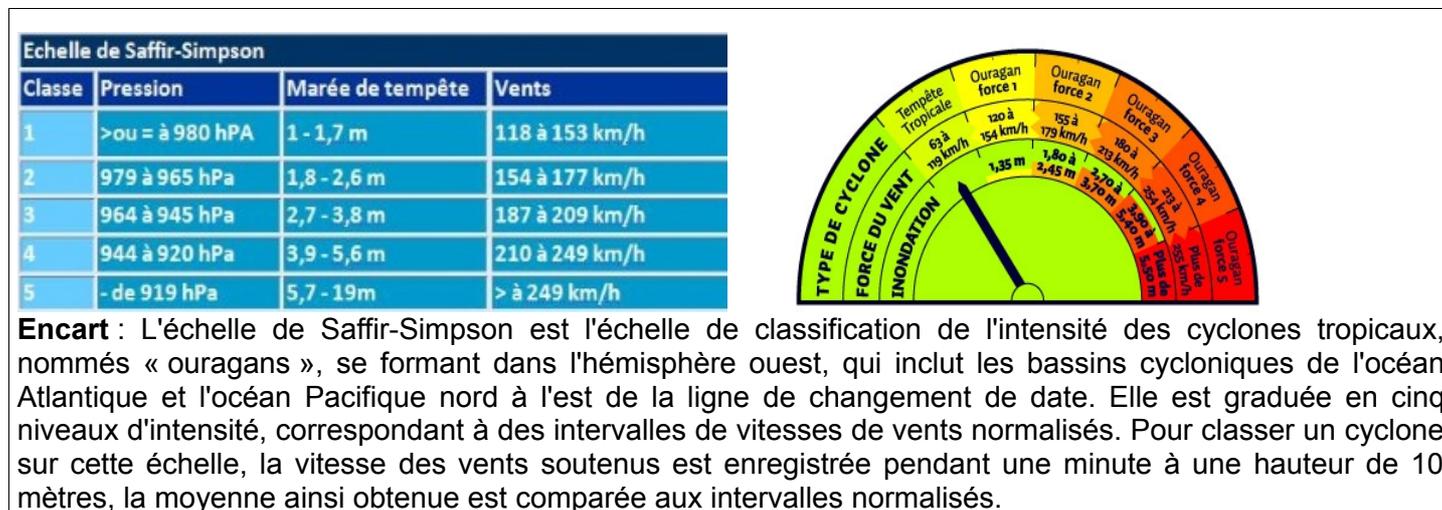
2,80 m NGF au moins.

En l'absence d'enregistrements historiques quantitatifs, la paléotempestologie (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 événements 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.



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 Dezileau 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.

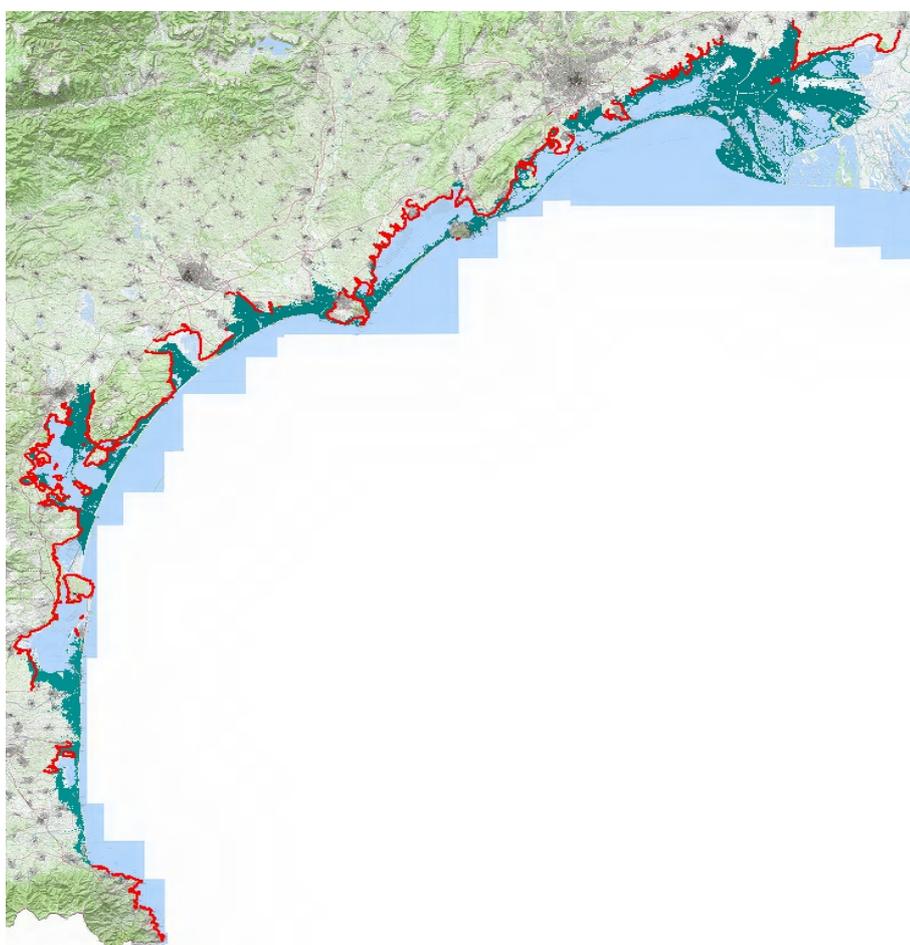
A chaque zone est associé un degré d'exposition à la submersion marine :

| 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

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.

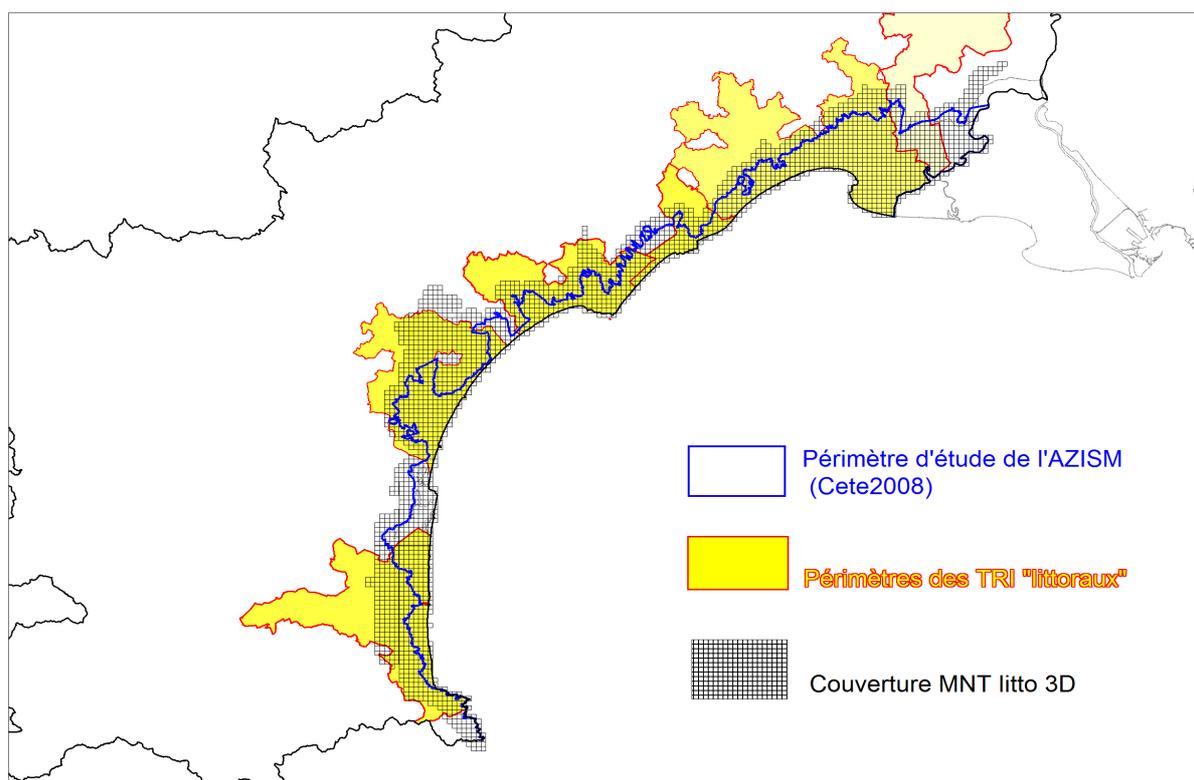
Topographie disponibles sur l'ensemble du littoral du Languedoc Roussillon.

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 zones 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 Languedoc Roussillon 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 du 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.*

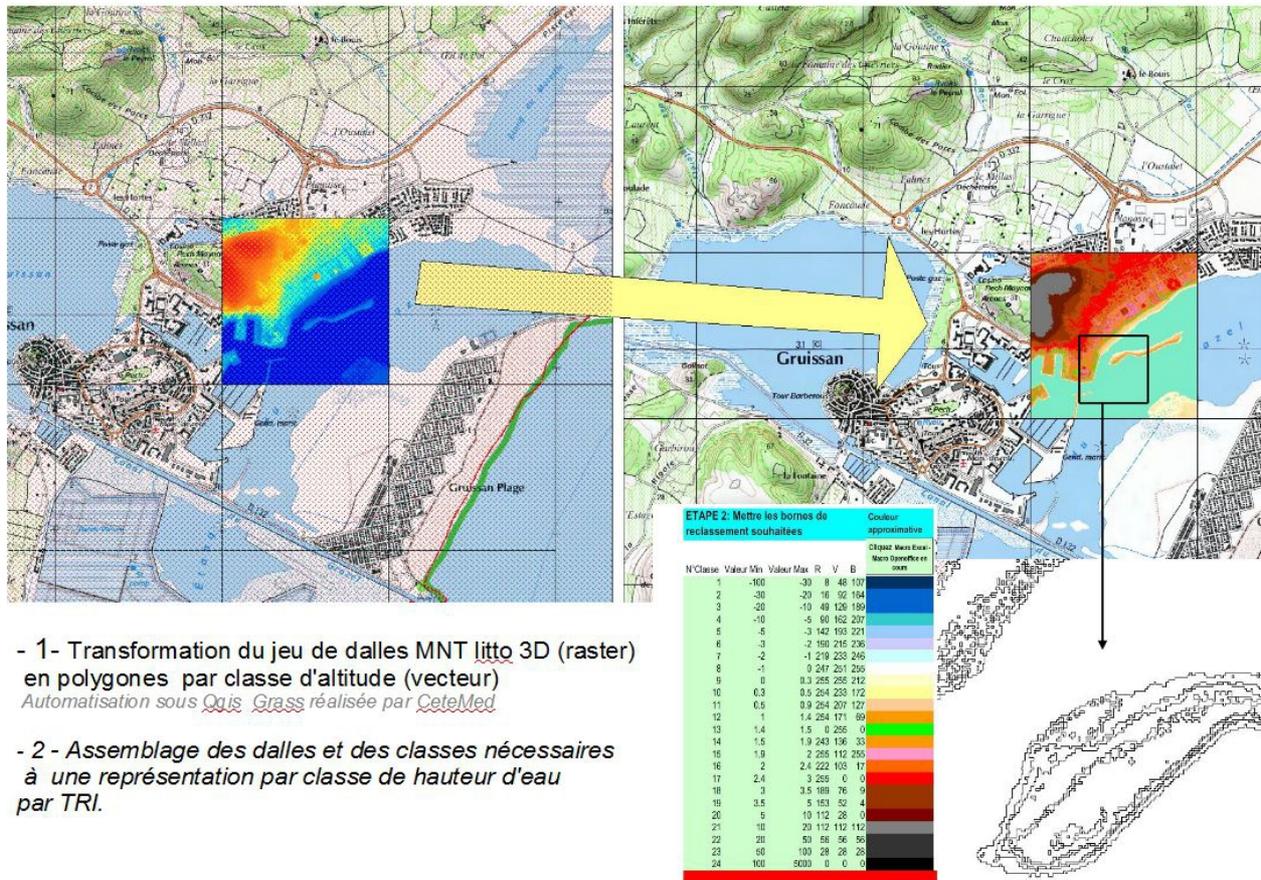
Aussi c'est la valeur 2 et non 2,40 qui sera saisi dans les fichiers informatiques. Cela revient à faire une approximation sans conséquence. Les terrains identifiés sont bien issus du croisement du niveau marin 2,40 avec la topographie. Le contour de l'extension d'inondation résultante est bien différent 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.

En effet, les superficies d'inondation cartographiées par la méthode de superposition du niveau marin à la topographie, sont dépendantes 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.

Cette remarque est particulièrement à prendre en compte sur le TRI de NIMES où seules des études spécifiques

prenant en compte la dynamique de la submersion et plus finement le fonctionnement hydraulique pourront écarter ou pas certains secteurs.

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).

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.

3.3 - Carte de synthèse des surfaces inondables

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. Ne sont ainsi représentées sur ce type de carte que les limites des surfaces inondables.

Les cartes de synthèse du TRI de Nîmes ont été établies pour l'ensemble des débordements de cours d'eau et le ruissellement des cadereaux de Nîmes.

Plus particulièrement pour la cartographie des débordements de cours d'eau, celle-ci 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^e.

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

Il convient de rappeler que dans ce cycle de la mise en œuvre de la Directive Inondation, tous les cours d'eau du TRI (dont les affluents) n'ont pas été étudiés, donnant donc une analyse non exhaustive des enjeux sociaux et économiques sur l'ensemble du TRI.

Étant donné les résultats partiels obtenus pour les 2 principaux cours d'eau retenus ainsi que les cadreaux de Nîmes pour cette phase de la DI (le Vistre et son affluent le Rhône), 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 (fréquente et moyenne), seront traités dans les prochains cycles de la DI, dont le renouvellement se fera tous les 6 ans.

Rappel des enjeux (population et emplois) en EAIP, sur tous les cours d'eau et affluents du périmètre du TRI, pour un événement extrême

| <i>Types de phénomènes</i> | <i>Population permanente (nombre d'habitants)</i> | <i>Part de la population permanente</i> | <i>Nombre d'emplois</i> | <i>Part des emplois</i> |
|------------------------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|
| Débordements de cours d'eau | 170 043 | 77,4% | 74 072 | 79,3% |
| Submersions marines | 432 | 0,2% | 313 | 0,3% |

Le TRI de Nîmes dispose d'un riche patrimoine culturel dont une partie importante se situe en EAIP, de l'ordre de 16 190 m².

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.

Certaines bases de données ont été produites au niveau national, d'autres données proviennent d'informations soit d'une base commune à l'échelle du bassin, issue des travaux de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), soit de bases plus locales.

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 installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8 ;
5. 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 2010 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.

Dans ce TRI, la population permanente située dans la zone inondable pour les débordements de cours d'eau étudiés dans ce cycle (Cadereaux, Rhône, Vistre) s'élève ainsi à :

- ◆ 6 498 pour le scénario fréquent ;
- ◆ 73 641 pour le scénario moyen ;
- ◆ 120 371 pour le scénario extrême.

La population permanente située dans la zone inondable pour la submersion marine s'élève à :

- ◆ 431 pour le scénario moyen ;
- ◆ 505 pour le scénario moyen avec changement climatique ;
- ◆ 582 pour le scénario extrême.

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 présentant les caractéristique 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.

Dans ce TRI, les emplois situés dans la zone inondable pour les débordements de cours d'eau étudiés dans ce cycle (Cadereaux, Rhône, Vistre) s'élèvent ainsi à :

- ◆ 35 914 pour le scénario fréquent ;
- ◆ 50 170 pour le scénario moyen ;
- ◆ 62 316 pour le scénario extrême.

Les emplois situés dans la zone inondable pour la submersion marine s'élèvent à :

- ◆ 41 pour le scénario moyen ;
- ◆ 108 pour le scénario moyen avec changement climatique ;
- ◆ 108 pour le scénario extrême.

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. A 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, résidences secondaires et locations saisonnières. 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 le surplus de la population saisonnière théorique et la population communale permanente. 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.

Ces valeurs sont présentées ici par commune et sur l'ensemble du TRI.

| TRI de Nîmes | Habitants permanents en 2010 | Taux d'habitants Saisonniers | Population Saisonnière |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Aubord | 2396 | 0,0 | 29 |
| Bernis | 3128 | 0,0 | 97 |
| Bezouce | 2113 | 0,1 | 125 |
| Bouillargues | 5970 | 0,0 | 87 |
| Caissargues | 3742 | 0,1 | 470 |
| Caveirac | 3804 | 0,0 | 160 |
| Clarensac | 3752 | 0,1 | 235 |
| Codognan | 2464 | 0,0 | 116 |
| Le Cailar | 2376 | 0,2 | 402 |
| Manduel | 5691 | 0,0 | 83 |
| Marguerittes | 8666 | 0,0 | 376 |
| Milhaut | 5895 | 0,0 | 83 |
| Nîmes | 140747 | 0,1 | 10340 |
| Redessan | 3571 | 0,0 | 56 |
| Rodilhan | 2552 | 0,0 | 39 |
| Saint-Gervasy | 1708 | 0,0 | 30 |
| Uchaud | 4028 | 0,0 | 148 |
| Vauvert | 11030 | 0,1 | 1496 |
| Vergèze | 4247 | 0,0 | 208 |
| Vestric-et-Candiac | 1352 | 0,0 | 46 |
| TOTAL TRI | 219232 | 0,1 | 14626 |

4. Bâtiments dans la zone potentiellement touchée

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

5. Types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit de surfaces décrivant un type d'activité économique inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables. Cette information est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Elle tient compte des zones d'activités commerciales et industrielles, des zones de camping ainsi que des zones portuaires ou aéroportuaires.

6. Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont prises en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées.

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 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) présent 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 » complétée par la base de donnée de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. Les données sont visualisables sur <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>.

Aucune IPPC n'a été identifiée en zone inondable à moins de 30 km en amont du périmètre de ce TRI.

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. 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 de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>).

Ils ont été divisés en plusieurs catégories :

- *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, les gendarmeries, les mairies, les postes de police, les préfectures ;
- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings » ;
- *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 » ;
- *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 et les installations nucléaires de base (INB)).

- Les établissements SEVESO (sans distinction de seuil) dont 2 ont été recensés dans le TRI de Nîmes.

4.4 - Précision sur les sources de données des enjeux

Les bases de données 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 - Liste des Annexes

Annexe I : Atlas cartographique

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

Annexe II : Compléments méthodologiques

- **Description de la base de données SHYREG**
- **Description de l'outil de modélisation CARTINO**
- **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**



**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
LANGUEDOC-ROUSSILLON**

520 allée Henri II de Montmorency
34064 Montpellier
Tél : 33 (04) 34 46 64 00

