

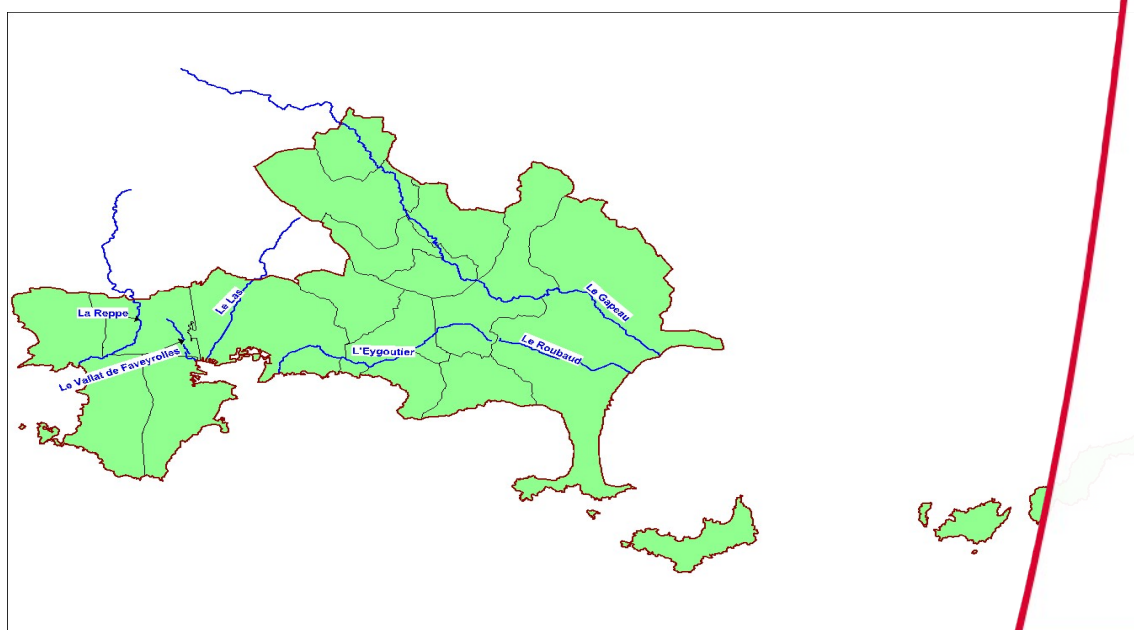
# Directive Inondations

## Bassin Rhône-Méditerranée

### Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de TOULON - HYERES

### Cartographie des surfaces inondables et des risques

### Rapport explicatif



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergies et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir



# SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....</b>	<b>3</b>
<b>I.INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>II.PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU TRI.....</b>	<b>10</b>
2.1 Caractérisation du TRI de Toulon – Hyères.....	10
2.2 Phénomènes pris en compte pour la cartographie.....	14
2.3 Association technique des parties prenantes.....	15
<b>III.CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI.....</b>	<b>16</b>
3.1 Débordement de cours d'eau.....	16
3.1.1 Préambule : définition des événements « fréquent », « moyen » et « extrême ».....	16
3.1.2 La Reppe.....	17
3.1.3 Le Vallat de Faveyrolles .....	21
3.1.4 Le Las.....	22
3.1.5 L'Eygoutier.....	24
3.1.6 Le Roubaud.....	29
3.1.7 Le Gapeau.....	32
3.1.8 Récapitulatif des données utilisées par cours d'eau.....	35
3.2 Submersions marines.....	37
3.3 Carte de synthèse des surfaces inondables.....	40
<b>IV.CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI DE TOULON - HYÈRES.....</b>	<b>41</b>
4.1 Méthode de caractérisation des enjeux.....	41
4.2 Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques.....	41
4.3 Précisions sur les enjeux cartographiés dans les cartes de risque .....	44
<b>V.DOCUMENTS JOINTS .....</b>	<b>45</b>

## Résumé non technique

### Le territoire à risque important d'inondation de TOULON - HYERES

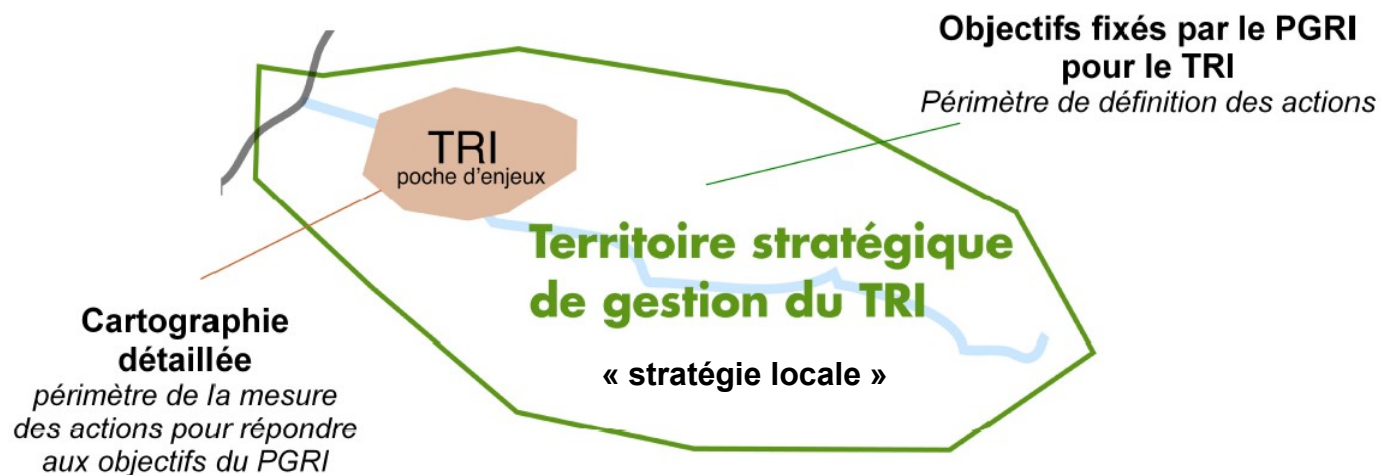
*La sélection du territoire à risque important d'inondation de Toulon-Hyères implique la mise en œuvre d'une stratégie locale concertée.*

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 2016, de **stratégies locales** de gestion des risques d'inondation dont les objectifs et le périmètre devront être identifiés d'ici fin 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 au regard des conséquences négatives susceptibles d'impacter son bassin de vie en cas de survenue des principaux phénomènes d'inondation possibles.*

La sélection du TRI de Toulon – Hyères 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 <sup>2</sup> )	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (m <sup>2</sup> )
Débordements de cours d'eau	213029	46,50%	937176	100748	57,2	12742159
Submersions marines	13333	2,90%	49388	6557	3,70%	1111346

Le périmètre du TRI, composé de 16 communes, a été constitué autour des bassins de vie de Toulon et Hyères.

Compte-tenu de l'état des connaissances disponibles sur le TRI, la cartographie des phénomènes d'inondation a été élaborée pour :

- les débordements de la Reppe, le Vallat de Faveyrolles, du Las, de l'Eygoutier, du Roubaud et du Gapeau,
- et les phénomènes de submersions marines.

## La cartographie du TRI de TOULON - HYERES

### *Objectifs généraux et usages*

La cartographie du TRI de Toulon – Hyères apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements de certains cours d'eau (et des submersions marines) 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 plans de prévention des risques d'inondation (PPRI), lorsqu'elles existent sur le TRI, qui restent le document réglementaire de référence pour la maîtrise de l'urbanisation.

### *Principes d'élaboration de la cartographie des surfaces inondables par débordement de cours d'eau*

Compte-tenu des délais imposés par le calendrier de mise en œuvre de la Directive Inondation, l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques de la Reppe, du Las, de l'Eygoutier, du Vallat de Faveyrolles, du Gapeau et du Roubaud, et des submersions marines repose un principe <sup>1</sup>: **la mobilisation et l'utilisation des données et cartographies déjà existantes.**

Ainsi la DREAL PACA s'est appuyée sur les diverses études existantes, à sa connaissance, déjà validées et utilisées par ailleurs, notamment dans le cadre de l'élaboration des PPRI. Le recours à un outil de modélisation simplifié, appelé CARTINO<sup>2</sup>, n'a eu lieu que dans les cas où aucune donnée n'avait pu être

1 Rappelé dans le 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

2 cf. Annexe Méthodologique, paragraphe III



recensée ou exploitée.

En particulier, les différentes cartographies ont été élaborées de la manière suivante :

- pour l'événement fréquent : exploitation des études existantes (Etat, Syndicat de l'Eygoutier ...), et à défaut modélisation simplifiée 1D confrontée au retour d'expérience et à la connaissance des acteurs locaux sur les crues de premiers débordements ;
- pour l'événement moyen : reprise des résultats des études menées dans le cadre des PPR inondations déjà existants ou en cours d'élaboration. L'événement moyen correspond à l'aléa de référence pris en compte dans le PPRI. En cas d'absence de PPRI ou autre étude connue, une modélisation simplifiée a été réalisée ;
- pour l'événement extrême : modélisation simplifiée 1D, confrontée à l'atlas des zones inondables réalisée par une approche hydrogéomorphologique.

Les cartes ainsi produites sont cohérentes avec les cartes déjà connues sur le risque inondation (étude ponctuelle, PPRI, AZI).

A noter que l'échelle de validité des cartes produites dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation est le **1/25 000ème**.

**Principaux résultats de la cartographie du TRI**

La cartographie du TRI de Toulon – Hyères se décompose en différents jeux de carte au 1/ 25 000° pour :

- les débordements de chacun des cours d'eau précités :
  - ➔ un jeu de 3 cartes des surfaces inondables pour les événements fréquent, moyen, extrême présentant une information sur les surfaces inondables et les hauteurs d'eau ;
  - ➔ une carte de synthèse des débordements du cours d'eau considéré cartographiés pour les 3 scénarii retenus ;
  - ➔ une carte des risques présentant les enjeux situés dans les surfaces inondables ;
  - ➔ une information sur les populations et les emplois exposés par commune et par scénario.
- les submersions marines :
  - ➔ un jeu de 4 cartes des surfaces inondables par submersions marines pour les événements fréquent, moyen, moyen avec changement climatique, extrême présentant une information sur les surfaces inondables, les hauteurs d'eau ;
  - ➔ une carte de synthèse des submersions marines pour les 4 scénarii retenus ;
  - ➔ une carte des risques présentant les enjeux situés dans les surfaces inondables par submersions marines ;
  - ➔ une information sur les populations et les emplois exposés par commune et par scénario.

A l'échelle du TRI de Toulon – Hyères, la cartographie des risques d'inondation fait ressortir l'estimation des populations et des emplois (échelle haute) présentée dans le tableau ci-dessous.

	Population permanente			Emplois		
	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Débordements de cours d'eau	20385	47259	53743	8022	15177	21813
Submersions marines	2966	9640 13 726 (avec Changement climatique)	17811	5806	12468 13 627( avec Changement climatique)	16873

A noter que ces évaluations de la population et des emplois présents dans les diverses surfaces inondables du TRI de Toulon-Hyères sont probablement sous-estimées, dans la mesure où elles s'appuient sur une délimitation des surfaces inondables incomplètes, et de part la méthode de traitement des données « emplois » (sous exploitation des données liée à leur géolocalisation).

## I. 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.

La Directive Inondation a été transposée en droit français par les 2 textes suivants :

1. [L'article 221 de la Loi d'Engagement National pour l'Environnement dite « LENE » du 12 juillet 2010.](#)
2. [Le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.](#)

Cette transposition française prévoit une mise en œuvre à trois niveaux : 1-National / 2-District hydrographique (ici le bassin Rhône-Méditerranée) / 3-Territoire à Risques d'Inondations importants (TRI)

Au niveau national, le Ministre en charge l'Écologie définit une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondations (SNGRI) qui doit qualifier les critères de caractérisation de l'importance du risque d'inondations sur les base des évaluations préliminaires élaborées dans chaque district hydrographiques français.

Au niveau de chaque district hydrographique, le Préfet Coordonnateur de Bassin :

- élabore une Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondations (EPRI) sur le district pour le 22 décembre 2011,
- sélectionne des Territoires à Risques Importants d'inondations (TRI) sur la base de l'EPRI et des critères nationaux définis dans le cadre de la SNGRI,
- élabore des cartes des surfaces inondables et des risques d'inondations pour le 22 décembre 2013,
- définit la liste des stratégies locales à élaborer pour les Territoires à Risques d'Inondations importants (TRI) au plus tard deux après avoir sélectionné les TRI,
- élabore un Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) sur le district pour le 22 décembre 2015. Il présente les objectifs de gestion fixés et les moyens d'y parvenir.

L'ensemble de ces étapes sont révisées tous les 6 ans suivant un calendrier commun à celui de [la Directive Cadre sur l'Eau \(DCE\)](#).

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 Toulon – Hyères a été retenu en raison 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 sur le territoire.

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. A cette fin, la cartographie des surfaces inondables et des risques apporte un approfondissement de la connaissance 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 extrêmes (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 plus forte.

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 le TRI, qui restent le document réglementaire de référence pour la maîtrise de l'urbanisation.

### ***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) pour les débordements de cours d'eau (et pour les submersions marines).  
Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau.  
Dans certains cas, en fonction de l'état des connaissances, pour l'événement moyen, des classes d'aléas (combinant vitesse et hauteur d'eau sont représentées).
- Des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarii 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 selon les 3 scénarii.
- 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 Toulon - Hyères (II), d'explicitier les méthodes utilisées pour cartographier les surfaces inondables (III) et la carte des risques d'inondation (IV). Ce rapport est accompagné d'un atlas cartographique qui présente le jeu des différents types de carte au 1/25 000<sup>e</sup>.

## II. Présentation générale du TRI

Le territoire à risque important d'inondation (TRI) de Toulon – Hyères se situe sur le littoral varois, au sud ouest du département.

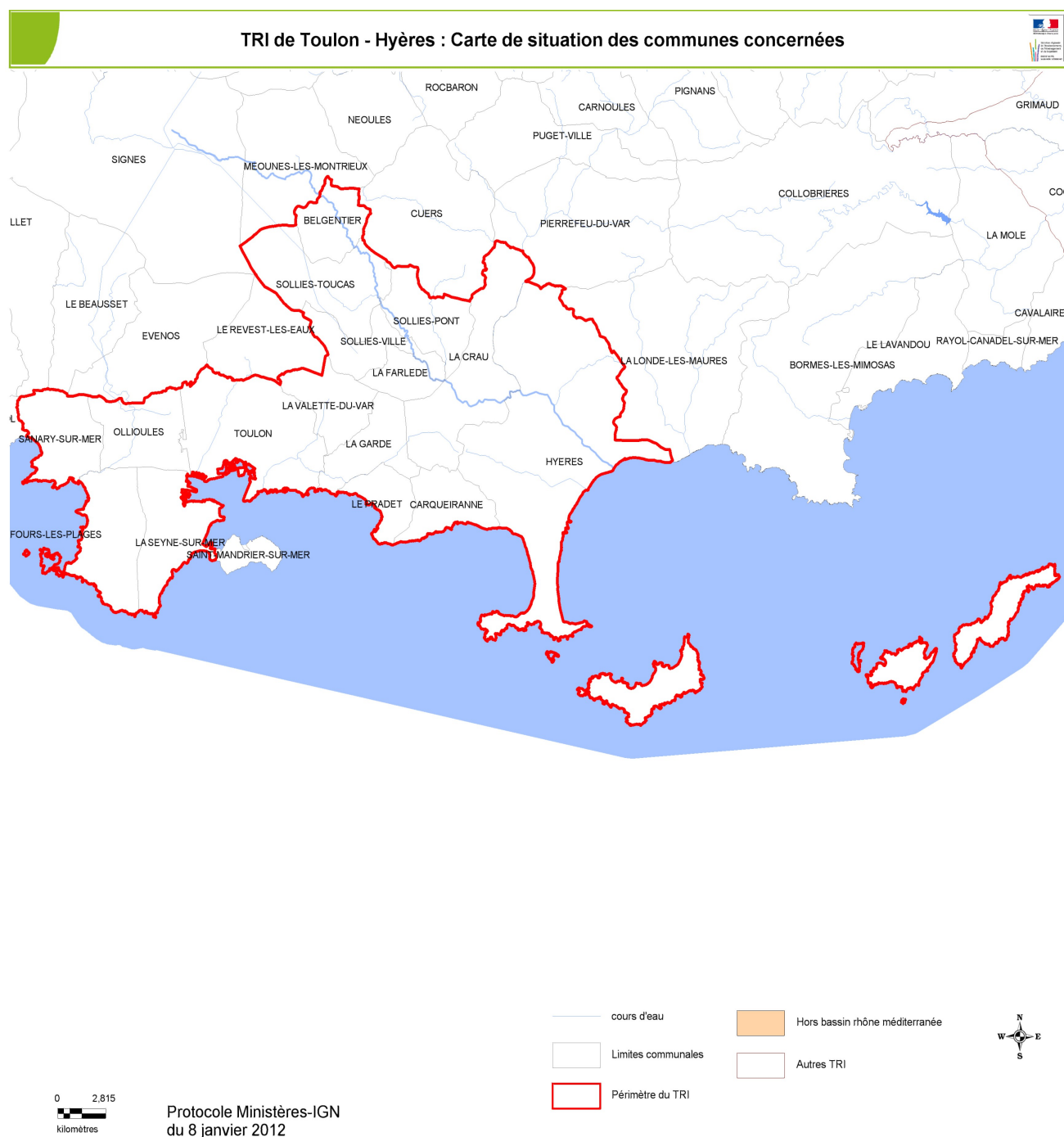
### 2.1 *Caractérisation du TRI de Toulon – Hyères*

Le périmètre du TRI de Toulon – Hyères défini à partir de l'unité urbaine de Toulon est constitué de 16 communes : Hyères, Solliès-Ville, Carqueiranne, La Crau, La Farlède, Solliès-Pont, La Valette-du-Var, Belgentier, Solliès-Toucas, Ollioules, Sanary-sur-Mer, La Seyne-sur-Mer, Six-Fours-les-Plages, Toulon.

Ce bassin de vie regroupe près de 460 000 habitants et fait l'objet d'une très forte affluence touristique estivale.

En première approche, l'Evaluation Préliminaire du Risques d'Inondation (EPRI) estime à environ 213 000 personnes la population permanente menacée par un débordement de cours d'eau (population présente dans l'emprise de l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles du TRI de Toulon - Hyères) et un peu plus de 13 000 personnes la population soumise à la submersion marine, soit respectivement 46,5% et 2,9% de la population du TRI.

Le TRI de Toulon-Hyères fait l'objet d'une forte affluence touristique estivale, qui augmente la population en zones à risques inondation.

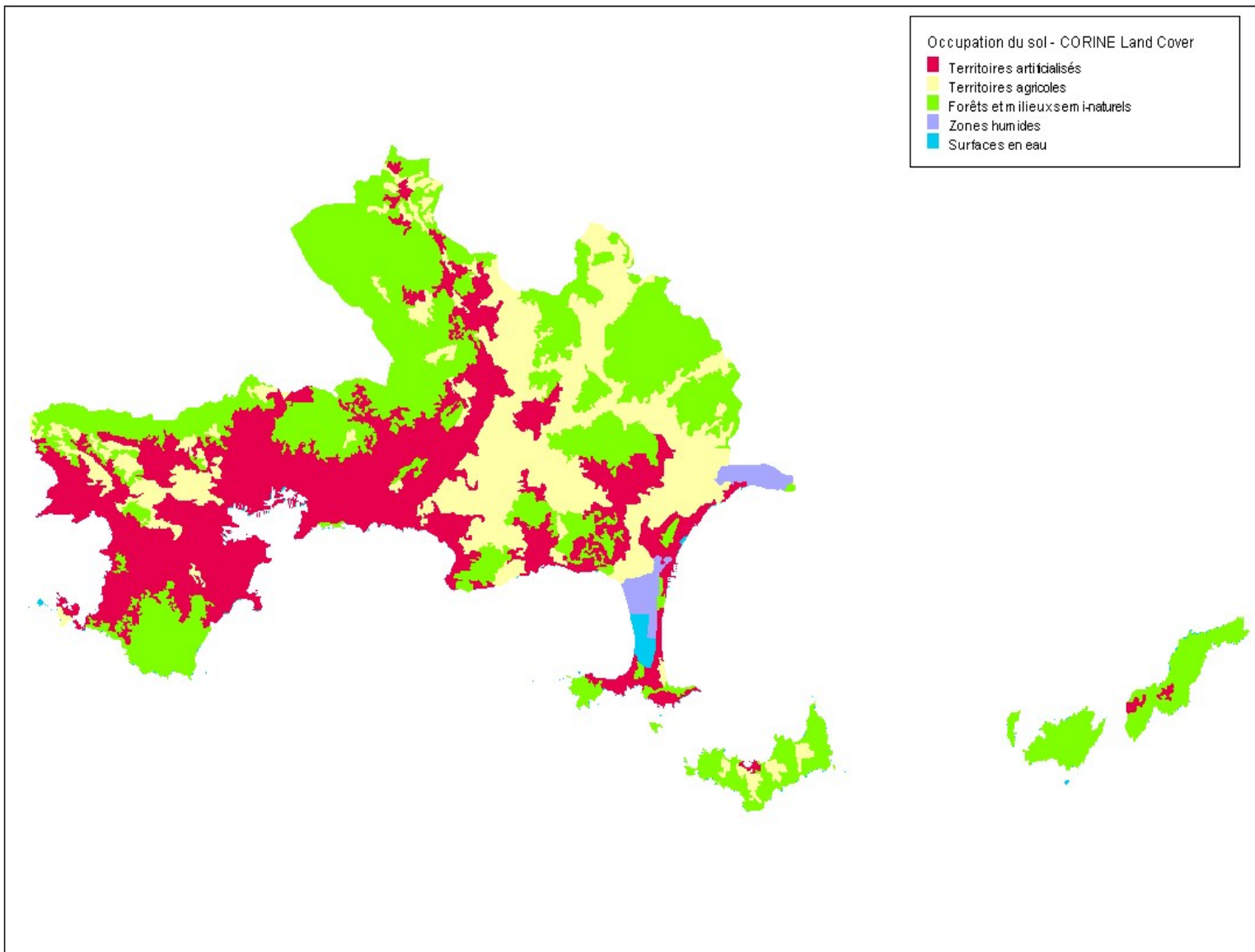


Les agglomérations de Toulon et de Hyères sont entourées de montagnes dont les altitudes atteignent au maximum 804 mètres au Mont Caume. De ce fait, l'urbanisation est concentrée dans les plaines littorales et les vallées fluviales des différents cours d'eau traversant le territoire. Les déplacements au sein du territoire se font principalement vers l'agglomération de Toulon sur un axe Est-Ouest (A50) en provenance de Marseille et de la côte sud varoise (A570 -D98), et Nord-Sud (A57) en provenance de Nice. Le territoire est également composé d'espaces ruraux comme la plaine se situant sur les communes de la Garde, du Pradet et de la Crau.

La carte de l'occupation des sols ci-dessous indique une concentration de l'urbanisation au niveau de Toulon, La Seyne-sur-Mer, La Garde et Hyères. Le territoire compte 12 communes sur 16 de plus de 10 000 habitants, dont 4 de plus de 30 000 habitants.



## Occupation du sol du TRI de Toulon – Hyères en 2006



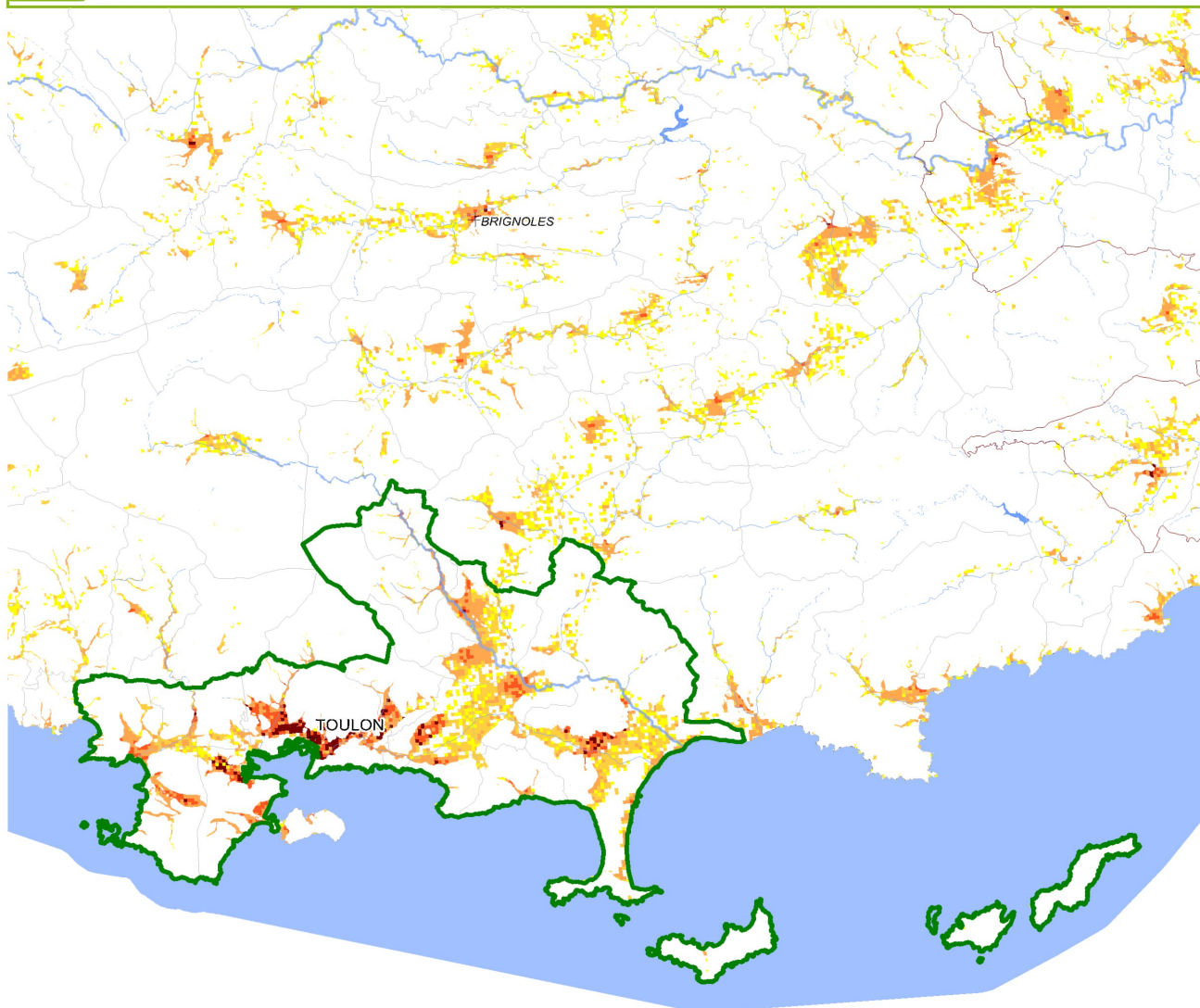
(Source : données Corine Land Cover 2006 – Production : DREAL PACA)

Pour maîtriser l'urbanisation dans ces secteurs à forte pression urbaine, l'Etat a approuvé des PPRI sur 15 des 16 communes du TRI, liés notamment aux débordements de la Reppe, du Gapeau, du Roubeau, et de l'Eygoutier.

D'autre part, un premier contrat de baie a été élaboré entre 2002 et 2009 sur la rade de Toulon. Le deuxième est en cours de définition, et un autre également sur la baie des Iles d'Or. Ces contrats sont créés dans le but de coordonner la gestion du milieu marin.

L'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), illustrée par la carte ci-dessous, fait ressortir une exposition centrée autour des pôles urbains de Toulon et de Hyères, avec de fortes densités également au niveau des autres communes de l'agglomération toulonnaise comme La Seyne-sur-Mer, Six-Fours-les-Plages...

**TRI de Toulon - Hyères**  
**Densité de population dans l'EAIP débordement de cours d'eau**



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 km<sup>2</sup> (INSEE 07)
- 500 à 5 000
  - 200 à 500
  - 20 à 200
  - 5 à 20
  - 0 à 5

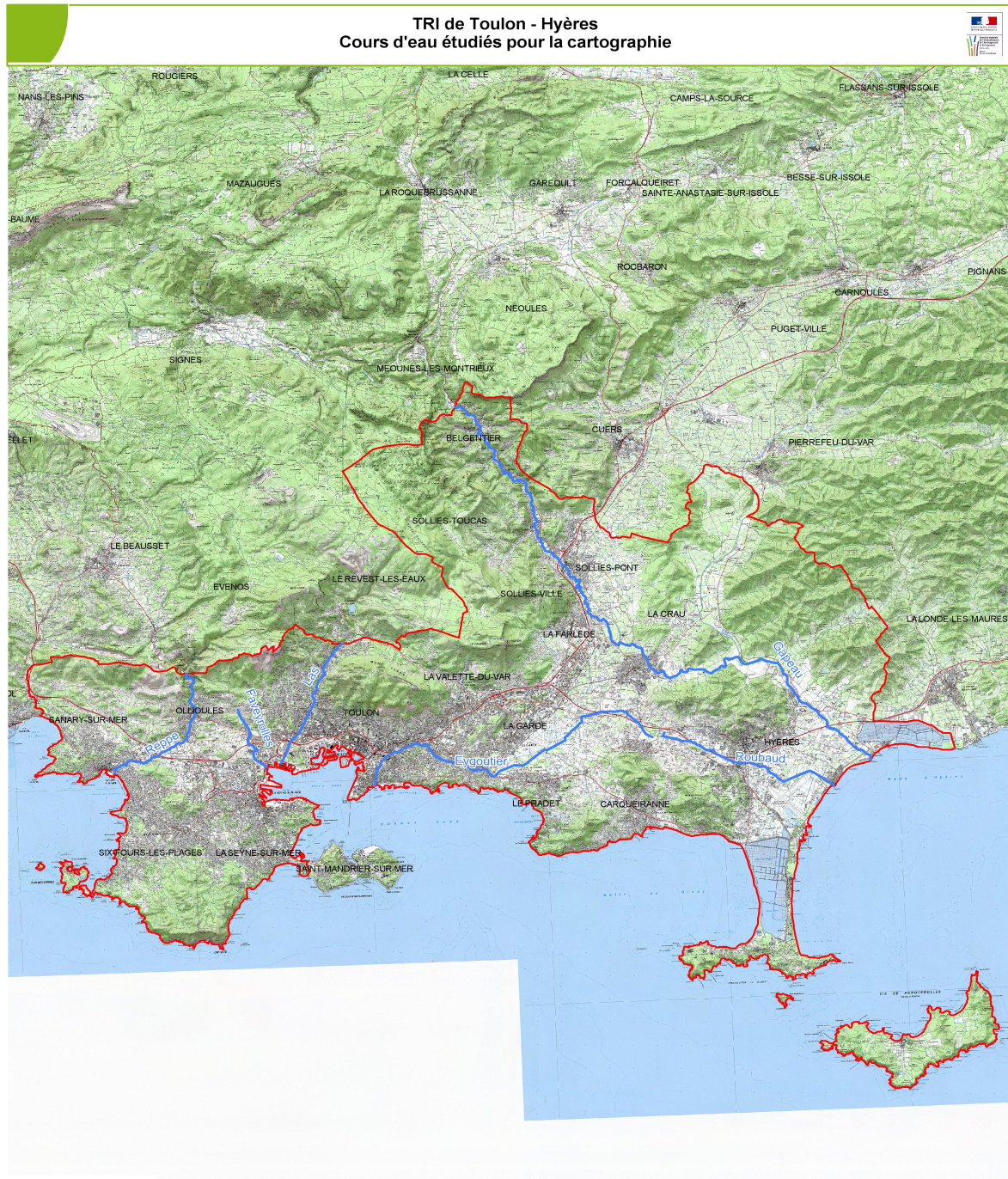




## 2.2 Phénomènes pris en compte pour la cartographie

Les phénomènes d'inondation identifiés comme prépondérants sur le TRI de Toulon – Hyères sont :

- les débordements de **la Reppe, du Las, de l'Eygoutier, du Vallat de Faveyrolles, du Gapeau et du Roubaud,**
- et les phénomènes de **submersions marines.**



0 1,888  
kilomètres

Protocole Ministères-IGN  
du 8 janvier 2012

Cours d'eau étudié  
 Lacs et Etangs  
 Hors bassin rhône méditerranée  
 Limites communales  
 Territoire à Risque Important



Chacun de ces phénomènes a fait l'objet d'une cartographie des surfaces inondables et des risques sur le périmètre du TRI.

A noter que les phénomènes de **ruissellement** existants sur le TRI de Toulon – Hyères n'ont pas fait l'objet de cartographie dans le cadre de ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive inondation, compte-tenu de l'état des connaissances de ces phénomènes et des délais très contraints imposant une approbation des cartographies d'ici le 22 décembre 2013.

Néanmoins, l'amélioration de la connaissance du ruissellement pourra faire l'objet d'un axe spécifique de réflexion dans le cadre de la définition de la future stratégie locale de gestion du risque d'inondation.

### **2.3 Association technique des parties prenantes**

Dans la continuité de la démarche mise en œuvre en 2012 pour la définition des Territoires à Risque important d'Inondation, (TRI), la DREAL PACA a associé les différentes parties prenantes concernées (syndicat de rivière, EPCI, Conseil Général...) pour l'élaboration des cartographies.

Cette association technique a pris forme à différents moments :

- lors de la collecte des données et études existantes par la DREAL PACA fin 2012 – début 2013 auprès des différents acteurs principaux (DDTM 83, Syndicat de l'Eygoutier...) ;
- lors de la réunion technique du 22 janvier 2013 à la DDTM 83, organisée par la DREAL PACA qui avait pour objectif de présenter aux parties prenantes (syndicats de rivière, CG83, CR PACA, SPC Med Est, EPCI) la délimitation des 2 TRI arrêtés dans le Var ainsi que la méthodologie d'élaboration des cartographies. Cette réunion a également permis de dresser un état des lieux des connaissances sur chacun des cours d'eau considérés et de partager les méthodes de travail à venir.
- par des contacts individuels ponctuels sur certains cours d'eau avec les syndicats de rivière ou autre structure propriétaire de données
- une fois les premières cartes établies par la DREAL PACA, avec certains acteurs pour recueillir leurs premières remarques.

Sur le TRI de Toulon – Hyères, cette dernière phase de l'association technique (examen des projets de cartes avant consultation officielle) a été menée en juin/juillet avec la DDTM 83 uniquement.

L'ensemble des cartographies ont été produites par la DREAL PACA en collaboration étroite et en accord avec la DDTM 83, en charge de la mise en œuvre au niveau départemental de la politique de prévention du risque inondation, pour s'assurer notamment de la cohérence des démarches.



### III. Cartographie des surfaces inondables du TRI

#### 3.1 Débordement de cours d'eau

Compte-tenu des délais imposés par le calendrier de mise en œuvre de la Directive Inondation, l'élaboration des cartographies des surfaces inondables et des risques de La Reppe, du Vallat de Faveyrolles, du Las, de l'Eygoutier, du Roubaud et du Gapeau repose sur un principe <sup>3</sup>: **la mobilisation et l'utilisation des données et cartographies déjà existantes.**

Ainsi la DREAL PACA s'est appuyée sur les diverses études existantes, à sa connaissance, déjà validées et utilisées par ailleurs, notamment dans le cadre de l'élaboration des PPRI. Le recours à un outil de modélisation simplifié, appelé CARTINO<sup>4</sup>, n'a eu lieu que dans les cas où aucune donnée n'avait pu être recensée ou exploitée. La détermination des données à utiliser pour élaborer les différentes cartographies a été réalisée en collaboration et en accord avec la DDTM 83.

En particulier, les différentes cartographies ont été élaborées de la manière suivante :

- pour l'événement fréquent : exploitation des études existantes (Etat, Syndicat de l'Eygoutier...), et à défaut modélisation simplifiée 1D confrontée au retour d'expérience et à la connaissance des acteurs locaux sur les crues de premiers débordements ;
- pour l'événement moyen : reprise des résultats des études menées dans le cadre des PPR inondations déjà existants ou en cours d'élaboration. L'événement moyen correspond à l'aléa de référence pris en compte dans le PPRI. En cas d'absence de PPRI ou autre étude connue, une modélisation simplifiée a été réalisée ;
- pour l'événement extrême : modélisation simplifiée 1D, confrontée à l'atlas des zones inondables réalisée par une approche hydrogéomorphologique.

Les cartes ainsi produites sont cohérentes avec les données et cartes déjà connues sur le risque inondation (étude ponctuelle, PPRI, AZI).

**A noter que l'échelle de validité des cartes produites dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation est le 1/25 000ème.**

Un tableau de synthèse (paragraphe 3.1.8) précise les données utilisées par cours d'eau et par type d'événement (fréquent, moyen extrême).

Les paragraphes ci-après détaillent la manière dont chaque cours d'eau a été cartographié.

#### 3.1.1 Préambule : définition des événements « fréquent », « moyen » et « extrême »

La Directive Inondation impose la réalisation de cartographies des surfaces inondables pour trois types de scénarios : un événement fréquent (forte probabilité), un événement moyen et un événement extrême (faible probabilité).

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 a précisé ces gammes d'événements :

- *l'aléa de forte probabilité, est un événement provoquant les premiers dommages conséquents,*

<sup>3</sup> Rappelé dans le 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

<sup>4</sup> cf. Annexe Méthodologique, paragraphe III

commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans. On appellera cet événement l'**événement fréquent**

- *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(...)* ». On appellera cet événement l'**événement moyen**
- *l'aléa de faible probabilité, dénommé événement extrême, est un phénomène d'inondation extrême inondant toute la surface alluviale fonctionnelle(...)*. A titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans sera recherchée. On appellera cet événement l'**événement extrême**.

### 3.1.2 La Reppe

#### Principales caractéristiques des phénomènes

La Reppe est un fleuve côtier qui prend sa source au pied de la barre des Aiguiers. Il traverse les communes de Beausset, Evenos, Ollioules, Six-Fours, et Sanary avec son estuaire sur la mer.

Le bassin versant de la Reppe draine à son exutoire en mer une superficie de 110 km<sup>2</sup>. Le point culminant du bassin versant est le mont Caume à une altitude de 801 mètres.

Sur le plan géologique, le bassin versant de la Reppe est à dominante calcaire. Son bassin est constitué dans sa partie amont et médiane (gorges) d'un karst qui lui confère des effets d'infiltration des précipitations très importants. Les pluies pénètrent dans le réseau karstique et ressortent à différents points appelés « résurgences » au niveau de la commune d'Ollioules.

Le réseau hydrographique converge à l'entrée des gorges d'Ollioules lui donnant un lit très encaissé.

A la sortie des gorges, on peut retrouver les résurgences de la Reppe souterraine sur la commune d'Ollioules. Elle débouche en mer entre Sanary et Six-Fours après avoir divagué naturellement. Le cours d'eau a subi une artificialisation (rectiligne) au niveau de son exutoire.

Le réseau karstique a une vitesse d'infiltration assez faible. Pas moins de 30 km<sup>2</sup> du bassin de la Reppe sont drainés par les résurgences d'Ollioules.

Ce cours d'eau à régime pluvial méditerranéen est caractérisé par des crues rapides. Les crues de la Reppe ne prennent naissance que lorsque le karst est saturé. Dans ce cas, les résurgences du karst alimentent la Reppe et le ruissellement de la pluie est total.

Une même pluie pourra avoir des conséquences différentes selon le taux de saturation du karst.

Les crues du 3 octobre 1973 et des 16 et 17 janvier 1978 en sont une bonne illustration. La crue de 1973 fut nettement plus forte que celle de 1978, les pluies étaient pourtant à peu près équivalentes en quantités cumulées. La dernière crue importante date de 2011.

Dans ce type de configuration, on peut assister à des vidanges subites de poches souterraines remplies d'eau par phénomène de siphon, pouvant donner lieu au cours des crues à de violentes montées d'eau, ou même dans certains cas à des effets de vagues.





Source : note de présentation du PPRi de la Reppe – mars 2010



## Études et méthodes mobilisées pour l'événement fréquent et moyen

Pour réaliser la cartographie des surfaces inondables de l'événement fréquent et de l'événement moyen, les résultats de l'étude menée pour l'élaboration du PPRI des communes d'Ollioules, Sanary-sur-Mer et Six-Fours-les-Plages ont été utilisés.

Il s'agit de l'« *Etude des zones inondables de la Reppe sur la commune d'Ollioules, Sanary-sur-Mer et Six-Fours-les-Plages* » réalisée par le bureau d'études BCEOM en 1997, sur commande de la DDE 83.

Le PPRI a été approuvé le 25 mars 2010.

Les éléments décrits ci-après sont issus de la note de présentation du PPRI de la Reppe (communes de Ollioules, Sanary-sur-Mer, Six-Fours-les-Plages) , disponible dans son intégralité à l'adresse suivante :

<http://www.sigvar.org>, rubrique « Risques » puis « P.P.R INONDATION ».

### Scénario hydrologique retenu

Une modélisation hydrologique (modèle pluie débit) a été utilisée pour déterminer les débits de référence en fonction de la pluviométrie attendue. Les débits de projets retenus pour l'élaboration du PPRI sont les suivants :

Débit de pointe en m <sup>3</sup> /s	Sortie des gorges d'Ollioules après la confluence avec le Destel	À l'exutoire en mer
Crue estimée T=10 ans	<b>103</b>	<b>120</b>
Crue estimée T=100 ans	<b>245</b>	<b>300</b>

La crue T = 10 ans modélisée dans l'étude BCEOM est considéré comme l'événement fréquent pour la cartographie « Directive Inondation »

La crue T = 100 ans modélisée, prise comme référence pour le PPRI est considéré comme l'événement moyen pour la cartographie « Directive Inondation ».

### Modélisation hydraulique utilisée pour les crues décennale et centennale

L'étude hydraulique menée par BCEOM en 1997 pour l'élaboration du PPRI a été réalisée depuis la sortie des gorges en amont d'Ollioules jusqu'à la mer. Compte-tenu de la complexité des écoulements de la Reppe, un modèle multidirectionnel (dit modèle à casiers) en régime transitoire a été utilisé (modèle STREAM). La condition limite aval prises en compte est le niveau marin moyen à la côte de 1,0m NGF correspondant à une période de tempête d'est.

Le modèle été calé en fonction de l'état d'encombrement des lits mineurs et majeurs au moment des visites de terrain, et non pas sur la crue de 1973.

Pour plus de détails sur l'étude hydraulique menée, se référer à la note de présentation du PPRI disponible sur <http://www.sigvar.org>.

### Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les données de l'étude BCEOM 1997 ont été récupérées et mise en forme suivant avec la sémiologie définie au niveau national, au 1/25 000 sur fonds scan 25.

Sont représentés sur les cartes :

- pour l'événement fréquent : l'emprise de la zone inondable, avec 2 classes de hauteurs d'eau : ,0 à 1 m , et Plus de 1 m
- pour l'événement moyen : l'emprise de la zone inondable, avec 4 classes de hauteurs d'eau : ,0 à 0,5m, 0,5m – 1m, 1 – 2m et Plus de 2 m

La légende de la carte fait également apparaître les ouvrages de protection.

Pour la Reppe aucun ouvrage de protection des inondations n'est représenté.

Remarque générale sur la représentation des ouvrages de protection digues ou remblais : les données sur les ouvrages de protection représentés sont issues de la DREAL PACA (service Energie Construction, Air et Barrages) sur la base d'un recensement effectué par la DDTM 83.

**Cet inventaire n'est pas finalisé à ce jour, donc pas exhaustif.** Les données représentées correspondent donc à l'état de la connaissance des ouvrages, digues et remblai recensés au 3 juin 2013.

### Études et méthodes mobilisées pour l'évènement extrême

En l'absence de toute donnée et étude exploitable, la cartographie des surfaces inondables de la Reppe par un événement extrême a été réalisée à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO<sup>5</sup>, mis en œuvre par le CETE Méditerranée<sup>6</sup> pour le compte de la DREAL PACA.

#### Scénario hydrologique retenu

sur la base des données de débits issues de SHYREG<sup>7</sup>, du débit Q100 = 300 m<sup>3</sup>/s pris comme référence pour le PPRI et après analyse du CETE Méditerranée, le débit de l'événement extrême retenu pour la cartographie est de **676 m<sup>3</sup>/s** à l'exutoire.

#### Modélisation hydraulique utilisée

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 79 profils en travers, sur un linéaire de 11,3 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Les données topographiques utilisées (Modèle Numérique de Terrain) sont les suivantes :

- sur la partie amont : LIDAR au pas de 1m provenant de la base RGEALTI de l'IGN (mai 2013)
- sur la partie aval : du quartier « la Castellane » à l'exutoire, LIDAR établi à partir de la base LITTO3D IGN/SHOM au pas de 5m (avril 2012).

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m<sup>2</sup>) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au 1/25000ème.

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe du lit majeur définie dans l'atlas des zones inondables par hydrogéomorphologie (<http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>) .

#### Prise en compte des ouvrages, digues ou remblais dans la modélisation

Aucun ouvrage hydraulique de type buse, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul

5 Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

6 <http://www.cete-mediterranee.fr>

7 Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

CARTINO. Seules les ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. L'autoroute et la voie SNCF sont les ouvrages principaux faisant obstacle à l'écoulement.

#### Mode de représentation retenu pour la cartographie

La cartographie des surfaces inondables par un événement extrême, issus des résultats de l'outil CARTINO, fait apparaître 3 classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau d'eau :

0 à 1 m, 1 à 2 m et Plus de 2 m.

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et les surfaces en eau permanentes), les ouvrages de protection (digues, remblais...), les limites communales, et les limites du TRI.

### **3.1.3 Le Vallat de Faveyrolles**

#### **Principales caractéristiques des phénomènes**

Le Vallat de Faveyrolles draine un bassin versant de 6km<sup>2</sup>. Ce cours d'eau à régime pluvial méditerranéen est caractérisé par des crues rapides.

#### **Études et méthodes mobilisées pour les événements fréquent, moyen et extrême**

En l'absence de toute donnée et étude exploitable, les cartographies des surfaces inondables du Vallat de Faveyrolles par les événements fréquent, moyen et extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO<sup>8</sup>, mis en œuvre par le CETE Méditerranée<sup>9</sup> pour le compte de la DREAL PACA.

#### Scénarios hydrologique retenus

sur la base des données de débits issues de SHYREG<sup>10</sup>, et d'une étude locale (« Étude hydraulique globale sur le bassin de Faveyrolles, communes de Ollioules et La Seyne-sur-Mer » de février 2012 réalisée par SCP pour le compte de TPM), et après analyse du CETE Méditerranée, les débits retenus pour chaque type d'événement sont les suivants :

- **Qfréquent = 13 m<sup>3</sup>/s**
- **Qmoyen = 29 m<sup>3</sup>/s**
- **Qextrême = 58 m<sup>3</sup>/s**

#### Modélisation hydraulique utilisée

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 30 profils en travers, sur un linéaire de 3,8 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Les données topographiques (Modèle Numérique de Terrain - MNT) utilisées sont :

- sur la partie amont : (MNT) issu du LIDAR au pas de 1m provenant de la base RGEALTI de l'IGN (mai 2013).
- sur la partie aval, à partir du quartier « la Beaucaire » : MNT issu du LIDAR de la base LITTO3D

<sup>8</sup> Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

<sup>9</sup> <http://www.cete-mediterranee.fr>

<sup>10</sup> Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

IGN/SHOM au pas de 5m (avril 2012).

A noter l'absence de MNT au niveau de l'exutoire sur le port de Toulon (d'où l'absence d'emprises sur ce secteur).

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m<sup>2</sup>) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

#### Prise en compte des ouvrages, digues ou remblais dans la modélisation

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.

L'autoroute et la voie SNCF sont les ouvrages principaux faisant obstacle à l'écoulement.

#### Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par chacun des trois événements (fréquent, moyen et extrême) issus des résultats de l'outil CARTINO, font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau d'eau

Pour l'événement fréquent et extrême, ces classes sont : 0 à 1 m / 1 à 2m/ Plus de 2 m

Pour l'événement moyen, les classes sont : 0 à 0,5 m/ 0,5 à 1 m/ 1 à 2m / Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et les surfaces en eau permanentes), les ouvrages de protection (digues, remblais...), les limites communales, et les limites du TRI.

Pour ce qui concerne le linéaire du Vallat de Faveyrolles, aucun ouvrage de protection contre les inondations n'est représenté (cf. remarque p.20).

### **3.1.4 Le Las**

#### **Principales caractéristiques des phénomènes**

Le Las, long de 8 km, draine un bassin versant de 60km<sup>2</sup>. Ce cours d'eau à régime pluvial méditerranéen est caractérisé par des crues rapides. Ce fleuve prend sa source dans la retenue de Dardennes, elle-même alimentée par des sources karstiques.

Le débit de la crue historique de 1913 a été estimé à 100 m<sup>3</sup>/s.

#### **Études et méthodes mobilisées**

En l'absence de toute donnée et étude exploitable, les cartographies des surfaces inondables du Las par les événements fréquent, moyen et extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO<sup>11</sup>, mis en œuvre par le CETE Méditerranée<sup>12</sup> pour le compte de la DREAL PACA.

#### Scénarios hydrologiques retenus

Sur la base des données de débits issues de SHYREG<sup>13</sup>, et d'une étude locale (étude hydrologique menée

11 Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

12 <http://www.cete-mediterranee.fr>

13 Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

par la DDTM83 ») et de l' Etude hydraulique globale sur le bassin de Faveyrolles - communes de Ollioules et La Seyne-sur-Mer (de février 2012 réalisée par SCP pour le compte de TPM), et après analyse du CETE Méditerranée, les débits retenus à l'exutoire pour chaque type d'événement sont les suivants :

- **Qfréquent = 71 m<sup>3</sup>/s**
- **Qmoyen = 163 m<sup>3</sup>/s**
- **Qextrême = 326 m<sup>3</sup>/s**

#### Modélisation hydraulique utilisée

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 101 profils en travers, sur un linéaire de 8,7 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Les données topographiques (Modèle Numérique de Terrain - MNT) utilisées sont :

- sur la partie amont : LIDAR au pas de 1m provenant de la base RGEALTI de l'IGN (mai 2013).
- sur la partie aval, à partir du Jonquet : LIDAR de la base LITTO3D IGN/SHOM au pas de 5m (avril 2012).

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m<sup>2</sup>) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

La cartographie de l'événement extrême a été comparée avec l'emprise du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables par hydrogéomorphologie (<http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables> )

Sur la partie amont, entre le barrage et St Pierre, la cartographie est très éloignée des limites HGM, en raison d'un lit mineur très encaissé (recalibrage ou enfoncement naturel?), quasiment aucun débordement. Sur l'aval, les emprises du lit majeur sont approchées, par contre la zone de ruissellement située à l'ouest de la RD62 n'est pas représentée par ce modèle 1D.

#### Prise en compte des ouvrages, digues ou remblais dans la modélisation

Aucun ouvrage hydraulique de type buse, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO, en particulier le passage busé au niveau du Jonquet. Seules les ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées.

La voie SNCF est le principal ouvrage faisant obstacle à l'écoulement.

Le barrage de Dardennes n'a pas été pris en compte (il est communément exploité à sa côte normale et ne présente donc qu'une capacité de laminage extrêmement réduite).

A noter enfin qu'une éventuelle rupture du barrage de Dardennes n'a pas été prise en compte.

#### Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par chacun des trois événements (fréquent, moyen et extrême) issus des résultats de l'outil CARTINO, font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau .

Pour l'événement fréquent et extrême, ces classes sont : 0 à 1 m/ 1 à 2m/ Plus de 2 m

Pour l'événement moyen, les classes sont : 0 à 0,5 m / 0,5 à 1 m / 1 à 2m / Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et les surfaces en eau permanentes) les ouvrages de protection (digues...), les limites communales, les limites du TRI.

Pour ce qui concerne le linéaire du Las, aucun ouvrage de protection n'est représenté. (cf. remarque p.20).

### 3.1.5 L'Eygoutier

#### Principales caractéristiques des phénomènes

*(Source : étude relative à l'Elaboration d'un schéma stratégique de lutte contre les inondations sur le bassin versant toulonnais de l'Eygoutier – SCE – Syndicat de l'Eygoutier 2007)*

L'Eygoutier présente un bassin versant d'une superficie totale d'environ 70km<sup>2</sup>. Le cours d'eau affiche une morphologie naturelle atypique, avec la présence d'une vaste plaine inondable (zone humide jouant un rôle de cuvette lors des crues importantes du cours d'eau). La rivière passe ensuite par plusieurs verrous hydrauliques avant de rejoindre la rade de Toulon.

En plus de ce caractère naturellement particulier, la rivière a été fortement anthropisée au cours des derniers siècles, du fait principal de l'importance de la petite rade de Toulon sur le plan naval, et de la traversée de zones s'urbanisant à l'est de Toulon. Cette anthropisation s'est notamment traduite par :

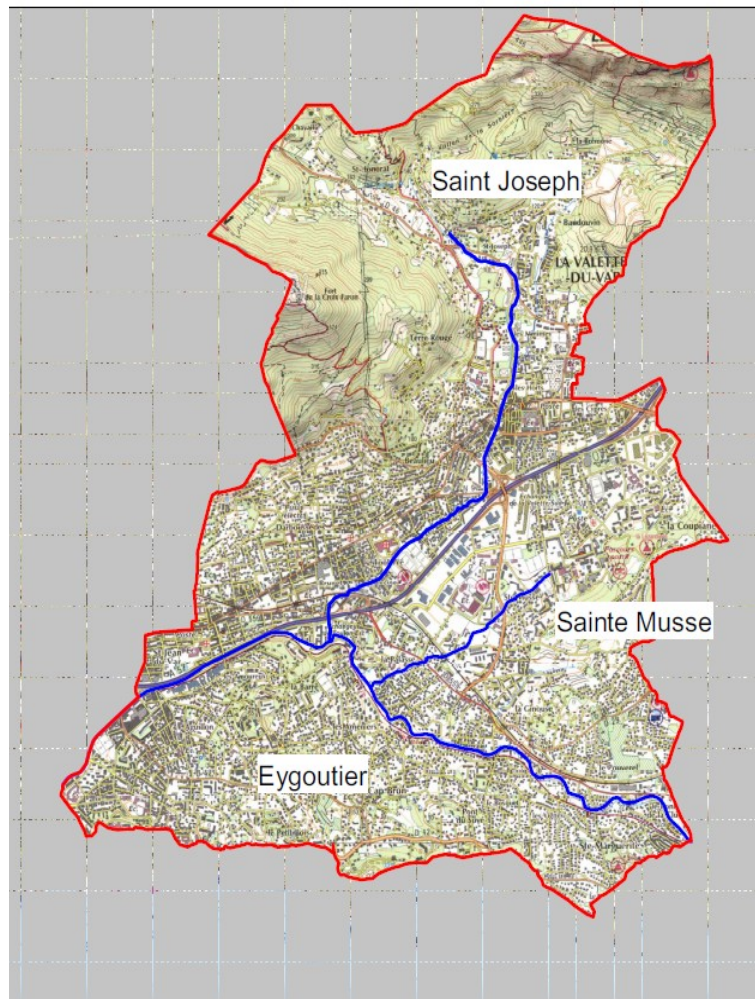
- des calibrages importants dans sa partie aval ;
- la création d'un premier tunnel - exutoire au niveau du pont de la Clue ;
- la transformation de l'exutoire dans la petite rade en un tunnel-exutoire vers la grande rade (sous les plages du Mourillon), afin notamment d'éviter l'envasement de la petite rade ;
- la création d'un tunnel quand la rivière longe l'autoroute A50 ;

Le bassin complet peut aisément être divisé entre la partie en amont du pont de la Clue et la partie Toulonnaise en aval du Pont de la Clue, qui recoupe les communes de Toulon, La Garde et La Valette (cf. figure ci-après).

Plusieurs crues ont affectées le bassin versant ces cinquante dernières années. :

- 1973. Au mois d'octobre deux jours (le 02 octobre et le 13 octobre) voient leur pluviométrie supérieure à 130mm. Des débordements ont lieu sur la partie toulonnaise. Le débit estimé au niveau du tunnel Lamalgue est de l'ordre de 55 m<sup>3</sup>/s.
- 1978 : il s'agit de la crue historique de référence sur le bassin versant de l'Eygoutier. Autant en amont qu'en aval du pont de La Clue. le PER (Plan d'Exposition aux Risques) a été calé par rapport à cet événement.
- 1992 : des orages concernent notamment le Sainte- Musse.
- 2006 : des pluies importantes ont lieu en janvier, et surtout en septembre 2006, causant des débordements sur le bassin versant toulonnais d' l'Eygoutier.





ETUDE D'UN SCHEMA STRATEGIQUE  
DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS  
SUR LE BASSIN VERSANT TOULONNAIS  
DE L'EYGOUTIER

*Partie ouest du bassin versant de l'Eygoutier*

### **Études et méthodes mobilisées pour l'événement fréquent et moyen en aval du Pont de la Clue**

Les cartographies des surfaces inondables de l'Eygoutier pour un événement fréquent et un événement moyen ont été réalisées à partir des données produites en mai 2007 par le bureau d'études SCE, pour le compte du Syndicat Intercommunal d'Aménagement de l'Eygoutier,(SIAHE) dans l'étude « **Elaboration d'un schéma stratégique de lutte contre les inondations sur le bassin versant Toulonnais de l'Eygoutier**»

Cette étude est la plus récente disponible (le Plan d'Exposition aux Risques sur Toulon datant de 1989). Le SIAHE a donné son accord quant à l'utilisation des résultats produits.

Elle porte uniquement sur le linéaire de l'Eygoutier situé en aval du Pont de La Clue. Ainsi seul ce linéaire fait l'objet d'une cartographie faisant apparaître des classes de hauteur d'eau.

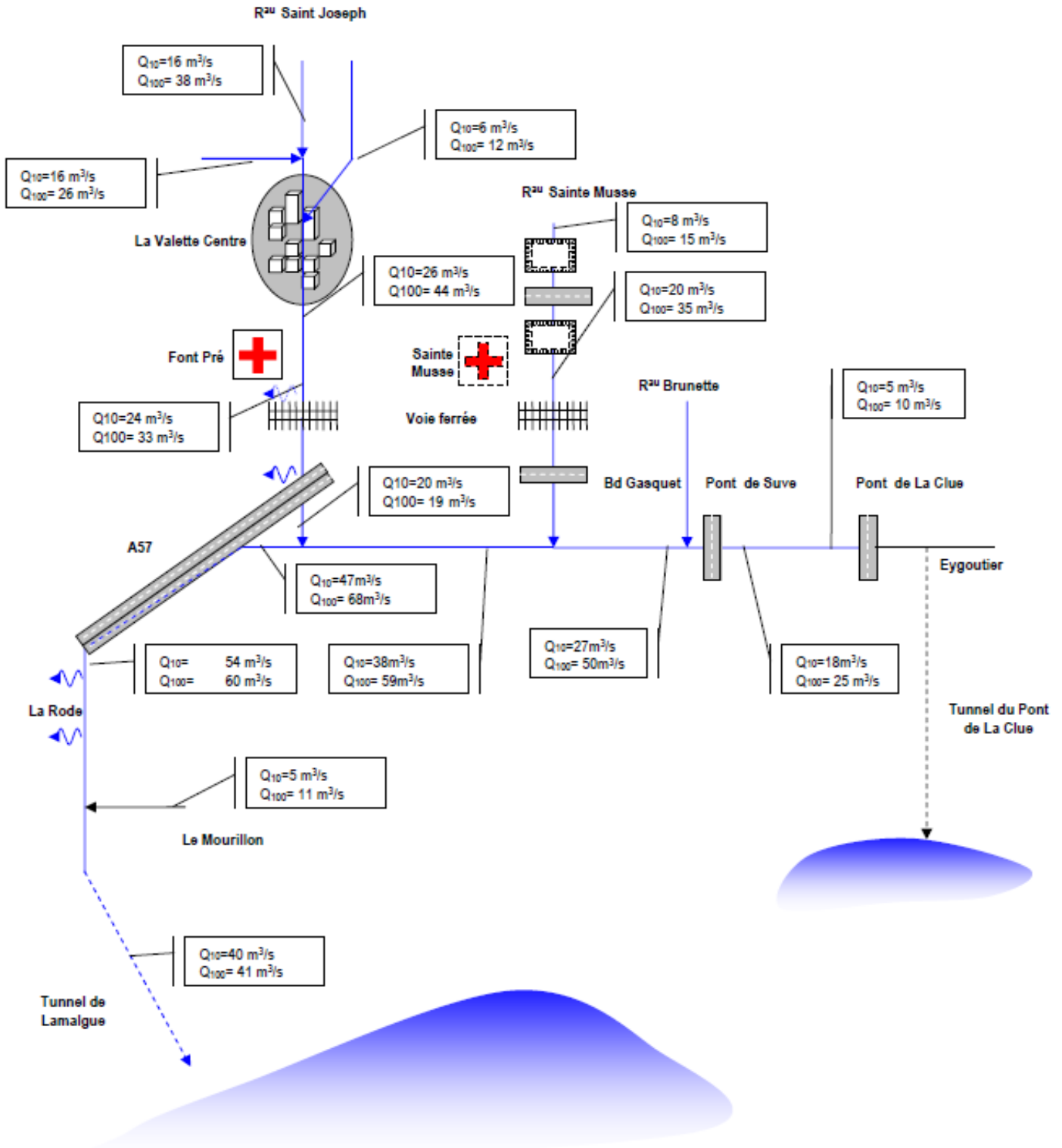
La limite d'étude est clairement reportée sur les cartes des événements fréquent et moyen.

Un comité de pilotage avait été mis en place pour suivre et valider les résultats obtenus.



*Scénario hydrologique retenu*

Après récolte et analyse des données de base, le bureau d'études SCE a procédé à une modélisation hydrologique qui a permis (sur la base notamment de la crue de 1978 et des données du PER notamment) de définir les débits caractéristiques de crue pour diverses occurrence (T = 10 ans et T = 100 ans) en chaque point du réseau hydrographique. Le synoptique suivant résume les résultats obtenus :



**Schéma Stratégique de lutte contre les inondations de l'Eygoutier  
Synoptique des débits en situation actuelle**

### Modélisation hydraulique utilisée

L'étude menée en 2007 par SCE pour le SIAHE se base sur une modélisation de l'écoulement des lits mineurs et majeurs de l'Eygoutier en aval du Pont de la Clue, du Saint Joseph et du Sainte Musse dans leur partie Toulonnaise.

Le logiciel utilisé est XP-SWMM, qui résout numériquement les équations dynamiques de l'écoulement (Système de barré de Saint Venant).

Le modèle est construit avec un maillage permettant de représenter l'interaction entre les lits mineur et majeur.

Les résultats ont été comparés aux emprises existantes (zone inondée par crue de 1978, zone cartographiée dans le PER de 1987). Il en ressort de manière globale que les emprises sont cohérentes, sauf quelques point singuliers hydrauliques décrits dans le rapport d'études (A57, tunnel, quartier de la Rode...).

Ce rapport est disponible auprès du SIAHE.

### Mode de représentation retenus pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par un événement fréquent et un événement moyen issues de l'étude du SIAE font apparaître des classes de hauteur d'eau. Sont représentées les surfaces inondables de l'Eygoutier, mais également des principaux affluents étudiés : le Saint Joseph et la Sainte Musse.

Pour l'événement fréquent, ces classes sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m

Pour l'événement moyen, les classes sont : 0 à 0,5 m / 0,5 à 1m / 1 à 2 m / Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et les surfaces en eau permanentes), les ouvrages de protection (digues...), les limites communales, les limites du TRI, et exceptionnellement *l'emprise du zonage PPRI* sur les communes de la Garde et du Pradet pour l'événement moyen. (PER révisé en 2011 sur ces communes).

En l'absence de données sur les classes de hauteur d'eau, il a été décidé avec la DDTM 83 de représenter quand même ces emprises pour rappeler l'existence du PPRI sur ces secteurs, ainsi que la connaissance associée de l'emprise de la crue de référence, considéré comme événement moyen.

L'ensemble des informations sur le PER de Toulon et PPRI de La Garde et le Pradet sont disponibles sur le site <http://www.sigvar.org>.

L'échelle du rendu cartographique est au **1/25000ème**.

Concernant les ouvrages de protection (digues ou remblai), aucun ouvrage ne figure sur les cartes le long de l'Eygoutier (cf. remarque p.20).

### **Etudes et méthodes mobilisées pour l'événement extrême**

En l'absence de toute donnée et étude exploitable, les cartographies des surfaces inondables de l'Eygoutier par un événement extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié

CARTINO<sup>14</sup>, mis en œuvre par le CETE Méditerranée<sup>15</sup> pour le compte de la DREAL PACA.

#### Scénario hydrologique retenu

Sur la base des données de débits issues de SHYREG<sup>16</sup>, des débits considérés pour le PER en 1978, et après analyse du CETE Méditerranée, le débit de l'événement extrême retenu pour la cartographie est de **Qextrême = 456m<sup>3</sup>/s à l'exutoire de l'Eygoutier**,

#### Prise en compte des ouvrages, digues ou remblais dans la modélisation

Aucun ouvrage hydraulique de type buse, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO, en particulier les passages souterrains dans le centre de Toulon. Seules les ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées

Les tunnels-exutoires ainsi que les nombreux ouvrages hydrauliques n'ont pas été pris en compte,

#### Modélisation hydraulique utilisée

La modélisation de l'événement extrême par CARTINO paraît pertinente, malgré la non prise en compte des ouvrages hydrauliques et tunnels-exutoires (cf. incertitudes de l'outil CARTINO décrites dans l'annexe méthodologique).

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 82 profils en travers, sur un linéaire de 8,6 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Les données topographiques utilisées (Modèle Numérique de Terrain) sont issues de la base LITTO3D IGN/SHOM au pas de 5m (avril 2012).

A noter que les données topographiques disponibles ne couvrent pas tout le linéaire de l'Eygoutier : elles couvrent le linéaire de l'exutoire jusqu'à la plaine de La Garde. La modélisation de l'Eygoutier est donc partielle.

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m<sup>2</sup>) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables définies par hydrogéomorphologie. ( <http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>).

#### Mode de représentation retenu pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par un scénario extrême issus des résultats de l'outil CARTINO, font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau d'eau  
Les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m

Le manque de topographie disponible sur l'Eygoutier fait que la cartographie s'arrête « brusquement » au niveau de la Plaine de la Garde.

Une information est néanmoins disponible dans l'Atlas des Zones Inondables.

14 Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

15 <http://www.cete-mediterranee.fr>

16 Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

(<http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>).

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et les surfaces en eau permanentes) les ouvrages de protection (digues...), les limites communales, les limites du TRI.

### **3.1.6 Le Roubaud**

#### **Principales caractéristiques des phénomènes**

Le Roubaud est un petit fleuve côtier qui prend sa source à 110 m d'altitude dans le massif des Maurettes au Nord-Ouest de la commune d'Hyères. Le haut du bassin versant atteint des altitudes de plus de 200 m, avec un point culminant à 264 m.

Le Roubaud rejoint le port d'Hyères au niveau de son embouchure.

Il est long de 8 km, draine un bassin versant d'une surface de 21 km<sup>2</sup>. Ce cours d'eau à régime pluvial méditerranéen est caractérisé par des crues rapides. Il possède une pente moyenne de 1,3%.

L'urbanisation est plutôt diffuse dans la partie amont du bassin, et devient plus dense à l'entrée de la ville d'Hyères. Le Roubaud traverse une zone urbaine sur 2 km.

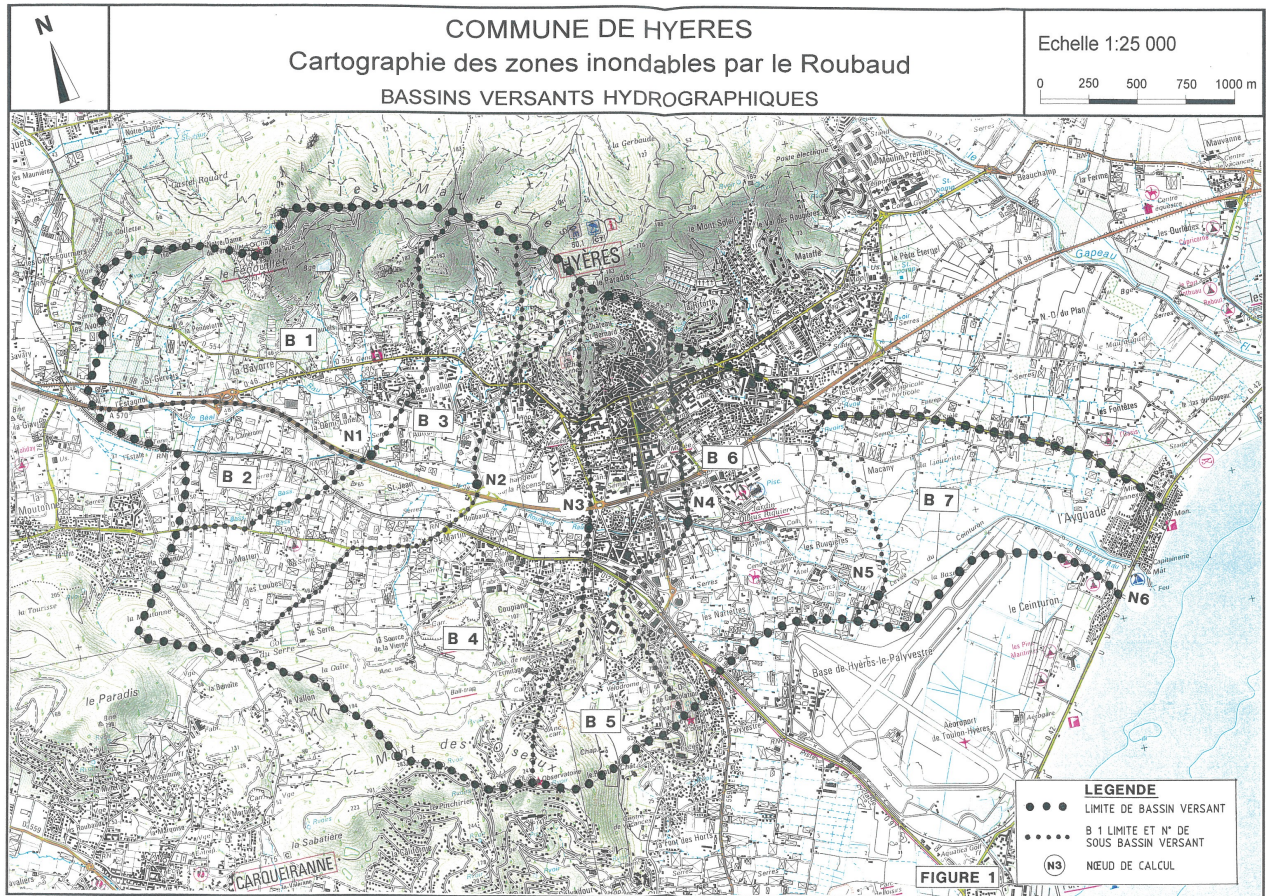
La géologie du bassin est caractérisée par des massifs cristallins appelés la « Provence cristalline » composés de roches métamorphiques faiblement perméables. La plaine environnante du lit du Roubaud est de nature alluviale très perméable. La commune d'Hyères s'est développée sur cette plaine.

Avant les travaux de recalibrage au début des années 80, le Roubaud débordait fréquemment lors de fortes pluies en raison de l'étroitesse de son lit.

A présent, l'aménagement du fleuve est pratiquement terminé à l'exception de la zone située en aval du jardin Olbius Riquier et en amont d'Hyères. C'est pourquoi, les inondations sont moins fréquentes et les zones sensibles restent celles qui n'ont pas été recalibrées, le pont des Rougières et le pont Olbius Riquier.

Le 19 et 19 avril 1998, de fortes pluies se sont abattues sur Hyères, ce qui a provoqué le débordement du Roubaud au niveau du chemin Saint-Martin de 60 cm environ et au niveau du pont des Rougières en rive droite sans occasionner de dégâts.





Source : étude Ipseau 2000 « Cartographie de l'ale inondation par le Roubaud »

**Études et méthodes mobilisées (fréquent et extrême)**

En l'absence de toute donnée et étude exploitable, les cartographies des surfaces inondables du Roubaud par un événement fréquent et extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO<sup>17</sup>, mis en œuvre par le CETE Méditerranée<sup>18</sup> pour le compte de la DREAL PACA.

Scénario hydrologique retenu

Sur la base des données de débits issues de SHYREG<sup>19</sup>, des études réalisées pour le PPRI du Roubaud, et après analyse du CETE Méditerranée, les débits retenus à l'exutoire pour la cartographie sont de :

**Qfréquent = 27 m3/s**

**Qextrême = 133 m3/s**

Modélisation hydraulique utilisée et ouvrages pris en compte

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 24 profils en travers, sur un linéaire de

17 Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

18 <http://www.cete-mediterranee.fr>

19 Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

3,7 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Les données topographiques utilisées (LIDAR) sont issues de la base LITTO3D IGN/SHOM au pas de 5m (avril 2012). A noter qu'aucune donnée n'est disponible sur le périmètre de l'aéroport de Toulon-Hyères, ce qui « fausse » la cartographie sur la partie aval, au niveau de l'exutoire.

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 donc considérées comme effacées.

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m<sup>2</sup>) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

Remarques :

- sur l'événement fréquent, les débordements peuvent apparaître surestimés en raison de la mauvaise prise en compte de la capacité d'écoulement du lit.
- sur la partie aval, dans la zone de convergence du Roubaud et du Gapeau, une modélisation 2D serait plus appropriée et apporterait plus de précision.

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables définies par hydrogéomorphologie (<http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>).

Les incertitudes liées à l'utilisation de l'outil CARTINO sont décrites dans l'annexe méthodologiques s (paragraphe III).

#### Mode de représentation retenus pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par un scénario fréquent et extrême issus des résultats de l'outil CARTINO, font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau d'eau. Pour l'événement fréquent et extrême les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai)..

Pour le Roubaud aucun ouvrage de protection contre les inondations n'est représenté (cf. remarque p.20).

#### Études et méthodes mobilisées pour l'évènement moyen

Pour réaliser la cartographie des surfaces inondables du Roubaud pour l'évènement moyen, les résultats de l'étude menée pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) sur la commune d'Hyères ont été utilisés.

Il s'agit de l'étude « **Cartographie de l'aléa inondation par le Roubaud** » réalisée pour le compte de la DDE 83 par le bureau d'études Ipseau, en 1998 et mis à jour sur fond topographique en 2000.

Le PPRI a été approuvé le 19 janvier 2004 sur la commune de Hyères – les -Palmiers.

Les éléments décrits ci-après sont issus de la note de présentation du PPRI de Hyères, disponible dans son intégralité à l'adresse suivante : <http://www.sigvar.org>, rubrique « Risques » puis « P.P.R INONDATION ».

### Scénario hydrologique retenu

La crue de référence retenue est la crue de période de retour 100 ans.

Le débit de pointe retenu à l'exutoire du Roubaud est le suivant :  $Q_{moyen} = Q_{100} = 82 \text{ m}^3/\text{s}$

### Modélisation hydraulique utilisée pour la crue centennale

Des modèles bidimensionnel puis unidimensionnel (HEC-RAS : Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) ont été utilisés pour modéliser les écoulements en régime permanent.

Les calculs ont été conduits en considérant des conditions normales d'écoulement ; l'hypothèse de formation d'embâcles n'a donc pas été retenue.

Les données utilisées sont : les profils en travers des lits mineur et majeur du Roubaud, le levé des ouvrages et des seuils jalonnant les cours d'eau, la reconnaissance des berges, des lits mineur et majeur, permettant d'estimer les coefficients de rugosité nécessaires à la caractérisation et à la modélisation des écoulements.

Plus de 60 profils en travers sont modélisés pour reprendre toutes les caractéristiques des lits mineur et majeur. Le modèle a été exploité pour déterminer les capacités des ouvrages, la capacité du lit mineur et les points de débordement (notamment les principaux axes d'écoulement).

Les coefficients de rugosité (Strickler) utilisés varient entre 25 et 50 pour le lit mineur, ce qui correspond à des sections naturelles dans le premier cas et à des sections recalibrées et cimentées dans le second.

Les résultats ainsi obtenus ont été complétés par une approche combinant une vision « terrain » et un retour d'expérience sur la crue de 1998.

### Mode de représentation retenus pour la cartographie

Les données de l'étude IPSEAU ont été récupérées et mise en forme suivant la sémiologie définie au niveau national, au 1/25 000 sur fonds scan 25.

Sont représentés sur les cartes l'emprise de la zone inondable, avec 4 classes de hauteurs d'eau : ,0 à 0,5m, 0,5m – 1m, 1 – 2m et Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surface en eau permanente), les ouvrages de protection (digues...), les limites communales, les limites du TRI.

## **3.1.7 Le Gapeau**

### **Principales caractéristiques des phénomènes**

Le Gapeau, d'une longueur de 47 km draine un bassin versant de 563 km<sup>2</sup> jusqu'à la mer. Sous régime pluvial méditerranéen, le Gapeau est caractérisé par des crues de nature torrentielle.

Le bassin a une géologie calcaire karstifiée dans sa partie amont, ce qui induit de fortes infiltrations d'eau. La partie aval est composée d'une plaine alluviale et de quelques massifs de roches métamorphiques peu perméables.

Le bassin du Gapeau a subi un certain nombre de modifications au cours de ces dernières années, principalement en raison des incendies survenues dans la partie Est du bassin (Réal, Collobrier...) et de l'urbanisation intervenue dans les différentes communes appartenant à ce bassin (Solliès-Pont, La Crau...).



Ces modifications sont de nature à aggraver le phénomène de crues (accroissement) des volumes ruisselés, diminution des temps de concentration).

Les crues récentes datent de février 1994, janvier 1996, janvier 1999, mai 2005, novembre 2011. La crue historique récente a eu lieu le 28 décembre 1972. Les grandes crues anciennes datent de 1535, 1651, 1948, 1961.

### Études et méthodes mobilisées fréquent et extrême

En l'absence de toute donnée et étude exploitable, les cartographies des surfaces inondables du Gapeau par un événement fréquent et extrême ont été réalisées à partir des résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO<sup>20</sup>, mis en œuvre par le CETE Méditerranée<sup>21</sup> pour le compte de la DREAL PACA.

#### Scénario hydrologique retenu

Sur la base des données de débits issues de SHYREG<sup>22</sup>, des données disponibles sur la Banque HYDRO, des études réalisées pour le PPRI du Gapeau, et après analyse du CETE Méditerranée, les débits retenus à l'exutoire pour la cartographie sont de :

**Qfréquent = 280 m<sup>3</sup>/s**

**Qextrême = 1340 m<sup>3</sup>/s**

#### Modélisation hydraulique utilisée et ouvrages pris en compte

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 262 profils en travers, sur un linéaire de 25,2 km. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15, sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur. Les résultats ont été soumis pour avis à la DDTM 83, puis pour validation à la DREAL PACA.

La section en aval de l'autoroute a été difficile à modéliser avec un modèle 1D (secteur endigué, confluence avec le Roubaud, présence des étangs d'Hyères). De même, le modèle 1D filaire ne permet pas de représenter correctement les écoulements latéraux dans la plaine de Solliès-Pont et de La Crau (en particulier le secteur de la Bastidette et les confluences avec la Jonquièrre et le Petit Réal). Un modèle 2D semblerait donc plus adapté à l'aval de Solliès-Pont.

Les données topographiques utilisées sont les données LIDAR issues de la base LITTO3D IGN/SHOM au pas de 5m (avril 2012).

A noter qu'aucune donnée topographique n'est disponible en amont de Belgentier, d'où l'arrêt de la cartographie en aval de Belgentier..

Les principaux ouvrages faisant barrage sont l'A57 au niveau de Solliès-Pont, et la RD98 à Hyères.

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 donc considérées comme effacées.

En aval de la confluence avec le Réal Martin, le lit du Gapeau, d'une capacité conséquente, est maintenu dans une situation « en toit » par rapport au niveau de terrain naturel de la plaine d'Hyères, par des endiguements d'abord en rive droite puis en rive gauche.

20 Description de l'outil disponible dans l'annexe méthodologique, paragraphe III

21 <http://www.cete-mediterranee.fr>

22 Base de données décrite dans l'annexe méthodologique, paragraphe II

Cependant le recensement des ouvrages de protection contre les inondations, mené par la DDTM83, n'a pas abouti et le classement de ces digues n'a pas été réalisé. Comme la DREAL PACA n'a pas d'autres informations concernant ces digues (leur surveillance, leur état,...), elles sont mentionnées mais n'ont pas été prises en compte dans les calculs..

Les résultats de la modélisation ont fait l'objet d'un lissage des petites surfaces (100m<sup>2</sup>) et d'une simplification de géométrie pour un rendu et une utilisation au **1/25000ème**.

Dans l'ensemble, la modélisation de l'événement extrême est proche de l'enveloppe du lit majeur défini dans l'atlas des zones inondables définies par hydrogéomorphologie ( <http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/25/environnement.map&group=Atlas%20des%20zones%20inondables>).

Les incertitudes liées à l'utilisation de l'outil CARTINO sont décrites dans l'annexe méthodologique.

### Mode de représentation retenus pour la cartographie

Les cartographies des surfaces inondables par un scénario fréquent et extrême issus des résultats de l'outil CARTINO, font apparaître des classes de hauteur de charge considérées comme des hauteurs d'eau d'eau. Pour l'événement fréquent et extrême les classes de hauteurs d'eau sont : 0 à 1 m / 1 à 2 m / Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les limites communales, les limites du TRI et les ouvrages de protection (digues ou remblai) (lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDTM83).

### Études et méthodes mobilisées pour l'évènement moyen

Pour réaliser la cartographie des surfaces inondables du Gapeau, les résultats des études menées pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) sur les communes riveraines du Gapeau de Belgentier à Hyères ont été utilisés.

Sur la ville d'Hyères, il s'agit de l' « Etude hydraulique – Gestion des crues » de novembre 1996 et « Etude de l'aléa inondation du Gapeau dans la plaine de Hyères-les-Palmiers » de juillet 2001, réalisées par le bureau d'études HGM Environnement pour le compte de la DDE 83.

Sur les autres communes, il s'agit l'étude intitulée « Détermination des zones inondables du Gapeau sur les communes : Belgentier, Solliès-Toucas, Solliès-Ville, Solliès-Pont, La Farlède, La Crau » réalisée par le bureau d'études « Ingénierie-Développement » de la Société du Canal de Provence en décembre 1999 pour le compte de la Communauté des Communes de la Vallée du Gapeau.

Le PPRI du Gapeau a été approuvé le 19 janvier 2004, annulé par jugement de la Cour d'Appel Administrative en date du 15 janvier 2010. Ce dernier jugement a lui même été annulé par décision du Conseil d'Etat du 7 novembre 2012. Le PPRI a ainsi été rétabli sur toutes les communes incluses dans le TRI de Belgentier à Hyères.

Les éléments décrits ci-après sont issus des notes de présentation des PPRI des communes pré-citées disponibles dans leur intégralité à l'adresse suivante : <http://www.sigvar.org>, rubrique « Risques » puis « P.P.R INONDATION ».

### Scénario hydrologique retenu

La crue de référence retenue est la crue de période de retour 100 ans. Pour mémoire, le débit centennal du Gapeau est estimé à 200 m<sup>3</sup>/s à Solliès Pont

### Modélisation hydraulique utilisée pour la crue centennale

Pour ce qui concerne l'étude SCP de 1999 couvrant le Gapeau de Belgentier à La Crau, le modèle hydraulique utilisé est le logiciel LIDO.

Pour ce qui concerne l'étude HGM sur Hyères, le modèle utilisé est le logiciel HEC. Ce modèle prend en compte le taux d'imperméabilisation ainsi que le coefficient d'infiltration propre à chaque sous-bassin versant. Le calage du modèle a été réalisé sur la crue de janvier 1996 et validé sur la crue de février 1994 à partir de données météorologiques de Météo-France et de données hydrométriques.

### Mode de représentation retenus pour la cartographie

Les données des études HGM et SCP ont été récupérées auprès de la DDTM 83 et traitées pour ensuite être mise en forme avec la sémiologie nationale relative à la cartographie « Directive Inondation ».

Les données de l'étude SCP de 1999 (disponibles format papier uniquement) ont été digitalisées puis vectorisées, pour une utilisation dans ce cadre au **1/25 000ème**.

Aucune donnée n'a pu être récupérée et exploitée sur un secteur à cheval entre la commune de La Crau et Hyères, d'où une absence de cartographie de l'événement moyen sur ce secteur.

Les classes de hauteur d'eau représentées sont les suivantes :

- 0 à 0,5 m
- 0,5 à 1m
- 1 à 2 m
- Plus de 2 m

Les autres objets représentés sont le lit mineur (et surfaces en eau permanentes), les ouvrages de protection (digues, remblais...) (lorsqu'ils ont été recensés au niveau local par la DDTM 83), les limites communales, et les limites du TRI.

### **3.1.8 Récapitulatif des données utilisées par cours d'eau**

Le tableau suivant indique les données utilisées pour l'élaboration de la cartographie de chaque cours d'eau du TRI de Toulon - Hyères, selon un classement reprenant le nom du cours d'eau, la donnée utilisée par événement avec le nom de l'étude, le prestataire, le maître d'ouvrage et la date.

Cours d'eau	événement	Source des données utilisées (nom étude/prestataire/ maître d'ouvrage/ année)
La Reppe	fréquent	« Etude des zones inondables de la Reppe sur les communes d'Ollioules, Sanary et Six Fours les plages » / BCEOM / DDE 83 / 1997
	moyen	
	extrême	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
Le Vallat de Faveyrolles	fréquent	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
	moyen	
	extrême	
Le Las	fréquent	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
	moyen	
	extrême	
L'Eygoutier	fréquent	« Élaboration d'un schéma stratégique de lutte contre les inondations sur le bassin versant toulonnais de l'Eygoutier/ SCE./SIAE/2007
	moyen	
	extrême	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
Le Roubaud	fréquent	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
	moyen	« Cartographie de l'aléa inondation par le Roubaud » / IPSEAU/ DDE 83/1998-2000
	extrême	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
Le Gapeau	fréquent	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013
	moyen	<i>Sur Hyères</i> : « Etude hydraulique – Gestion des crues » et « Etude de l'aléa inondation du Gapeau dans la plaine de Hyères-les-Palmiers » / HGM Environnement / DDE 83./ 1996 et 2001  <i>Sur les autres communes incluses dans le TRI</i> : « Détermination des zones inondables du Gapeau sur les communes de Belgentier, Solliès-Toucas, Solliès-Ville, Solliès-Pont, La Farlède et La Crau » / SCP/ Communauté de communes de la vallée du Gapeau / 1999
	extrême	Résultats de l'outil de modélisation simplifié CARTINO / CETE Méditerranée / DREAL PACA/2013

## 3.2 Submersions marines

### Principales caractéristiques des phénomènes

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone littorale par la mer dans des conditions météorologiques défavorables. La submersion peut avoir lieu soit par débordement, lorsque le niveau marin est supérieur au terrain naturel ou au-delà de la crête des ouvrages, soit par franchissement de paquets de mer, et/ou par rupture du système de protection, lorsque les terrains à l'arrière sont sous le niveau marin. On peut aussi noter des inondations du littoral par remontée de nappe lorsque, comme en Méditerranée, le niveau marin reste fort plusieurs jours.

### Études et méthodes mobilisées

La méthode choisie pour la cartographie est identique à celle retenue sur les autres TRI de la façade méditerranéenne, à savoir la superposition d'un niveau marin statique à la topographie. Cette méthode permet d'appréhender de façon simple les zones soumises à la submersion marine. En Méditerranée, façade caractérisée par un régime micro-tidal, cette méthode a du sens dans la mesure où les niveaux marins restent forts plusieurs jours contrairement aux façades macro-tidales.

Pour effectuer cette superposition et obtenir des classes de hauteur d'eau, le Modèle Numérique de Terrain sous forme de grille de pixels est classé en fonction des altitudes. Un premier lissage est appliqué aux pixels classés, chaque pixel est regardé un par un et la valeur de la classe la plus fréquente autour de lui, lui est affectée. Cette opération est effectuée 3 fois. Ensuite le raster classé et lissé est vectorisé. Les vecteurs sont aussi nettoyés de façon à ne plus avoir d'entités inférieures à 625 m<sup>2</sup>.

Au niveau des fleuves côtiers, des zones inondables par submersion marine peuvent remonter vers l'amont de quelques kilomètres. Ces zones sont limitées aux berges des cours d'eau et n'ont volontairement pas été retirées de l'emprise submersion marine car elles renseignent sur l'influence de la condition aval (niveau marin) de ces cours d'eau.

Le MNT utilisé pour ces traitements est le MNT Litto 3D (SHOM/IGN) de type Lidar réalisé en 2007. Deux secteurs à enjeux n'ont pas de données MNT, qui correspondent au port militaire de Toulon et à l'aéroport.

Sur l'île de Port-Cros, le MNT utilisé est le MNT Estérel levé par lidar en 2012-2013.

Pour chaque événement (fréquent, moyen et extrême) un niveau marin a été retenu, de manière homogène sur toute la façade méditerranéenne.

La méthode retenue est décrite dans l'annexe méthodologique (paragraphe IV).

### Ouvrages pris en compte

Aucun ouvrage de protection contre la submersion marine n'a été pris en compte.

### Cartographie de l'événement fréquent

L'événement fréquent correspond à l'événement historique, ou causant les premiers dommages, de période de retour comprise entre 10 et 30 ans.

**Un niveau marin de 1.30 m NGF a été retenu pour l'événement fréquent.** Il est identique comme pour les autres scénarios moyens et extrêmes à ceux des TRI de Languedoc-Roussillon. En Languedoc-Roussillon, le choix du niveau marin fréquent s'appuie sur des études de submersion marine réalisées par le BRGM. Il n'existe pas sur le présent TRI de telle étude aidant à la définition du niveau marin.

Plus en détails, une superposition de ce niveau marin avec la topographie a été réalisée. Les secteurs

inondés ont ensuite été confrontés aux possibles points hauts de la topographie qui peuvent faire barrière à la submersion marine, tout en considérant que des remontées de nappe étaient possibles.

Après analyse aucun secteur n'a été retiré.

Les classes de hauteurs suivantes ont été déterminées :

- 0 – 0.5 m d'eau
- 0.5 – 1 m d'eau
- > 1 m d'eau

### **Cartographie de l'événement moyen**

L'événement moyen correspond à l'événement historique de période de retour comprise entre 100 et 300 ans.

**Un niveau marin de 2 m NGF a été retenu pour l'événement moyen**, il correspond à celui du niveau marin centennal recommandé dans la doctrine PPRL de la Méditerranée (cf annexe méthodologique – paragraphe IV). Une superposition de ce niveau marin avec la topographie a été ensuite réalisée.

Il n'existe pas de données historiques permettant de justifier les emprises ainsi obtenues. Il faut noter qu'une crue des fleuves côtiers concomitante à l'événement marin est probable et inondera les zones les plus étendues (plaines aval) cartographiées pour l'événement marin moyen.

Les classes de hauteurs suivantes ont été déterminées :

- 0 – 0.5 m d'eau
- 0.5 – 1 m d'eau
- 1 -2 m d'eau
- > 2 m d'eau

### **Cartographie de l'événement moyen tenant compte du changement climatique**

Une augmentation de 40 cm est appliquée au niveau marin de l'événement moyen [conformément à la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux qui préconise la prise en compte du scénario moyen de l'ONERC, 60 cm d'élévation à horizon 2100, soit 40 cm de plus que le scénario de référence (qui intègre une marge de 20 cm)]. **Le niveau marin pour un événement moyen avec prise en compte du changement climatique est alors de 2.40 m NGF.**

Les classes de hauteurs suivantes ont été déterminées :

- 0 – 0.5 m d'eau
- 0.5 – 1 m d'eau
- 1 -2 m d'eau
- > 2 m d'eau

### **Cartographie de l'événement extrême**

L'événement extrême correspond à l'événement historique de période de retour supérieure à 1000 ans.

**Un niveau marin de 2.80 m NGF a été retenu pour l'événement extrême** (cf annexe méthodologique – paragraphe IV). Une superposition de ce niveau marin avec la topographie a été ensuite réalisée.

Il n'existe pas de données historiques permettant de comparer avec les emprises obtenues. Il faut noter



qu'une crue des fleuves côtiers concomitante à l'événement marin est probable et inondera les zones les plus étendues (plaines aval) cartographiées pour l'événement marin extrême.

Les classes de hauteurs suivantes sont été déterminées :

- 0 – 1 m d'eau
- 1 -2 m d'eau
- > 2 m d'eau.

Une cartographie des surfaces inondables par submersion marine a été réalisée pour chaque type d'événements (soit 4 au total).

### 3.3 Carte de synthèse des surfaces inondables

Pour chaque cours d'eau considéré, ainsi que pour les submersions marines, des cartes de synthèse des surfaces inondables ont été élaborées.

Elles reprennent seulement l'emprise des surfaces inondables de chacun des scénarios (fréquent, moyen, extrême) par type de phénomène. Les classes des hauteurs d'eau n'apparaissent plus, seules les enveloppes de chaque type d'événement sont représentées.

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<sup>e</sup>**.

#### Remarques :

la modélisation d'un cours d'eau pour les trois types d'événements n'a pas toujours été la même. Par conséquent, pour certains cours d'eau, les cartes de synthèse peuvent faire apparaître des incohérences entre deux types d'événements (exemple : entre l'emprise de l'événement fréquent et celle de l'événement moyen). Elles sont donc à considérer **avec précaution**.

Le principe d'utilisation des données diverses existantes a abouti à la superposition sur une même carte de résultats d'études qui ont été menées à partir de modèles et/ou de données topographiques différentes.

Ce principe a été clairement affiché 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, et justifié par le calendrier européen très contraint de mise en œuvre de la Directive Inondation..

Seule une même modélisation complète de chacun des cours d'eau pour les trois types d'événement aurait conduit à une parfaite cohérence entre les différentes emprises (c'est le cas pour les cours d'eau sur lesquels l'outil CARTINO a été utilisé pour les 3 types d'événements).

Les cartes de synthèse constituent néanmoins un élément de connaissance, qui pourra être approfondi par la suite. En effet, lors de la mise en œuvre de la stratégie locale de gestion des risques inondation, l'axe relatif à l'amélioration de la connaissance, sera l'occasion d'analyser ces incohérences pour éventuellement ensuite délimiter plus précisément certains secteurs à enjeux.

## IV. Cartographie des risques d'inondation du TRI de Toulon - Hyères

La cartographie des risques d'inondation est construite à partir du croisement entre les cartes de synthèse des surfaces inondables et les enjeux présents au sein de ces enveloppes. Elles ont été établies de fait uniquement pour l'ensemble des débordements de cours d'eau et les submersions marines.

En outre, une estimation de la population permanente et des emplois a été comptabilisée par commune et par scénario. Celle-ci est complétée par une comparaison de ces résultats avec la population communale totale et la population saisonnière moyenne à l'échelle de la commune.

### 4.1 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)<sup>23</sup>.

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

### 4.2 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 :

<sup>23</sup> 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.

### 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 dans l'annexe – paragraphe V..

L'estimation des populations est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique.

### 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 caractéristiques économiques des entreprises du TRI. Les précisions sur la méthode sont explicitées dans l'annexe méthodologique – paragraphe VI.

L'estimation de la fourchette d'emploi est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique des risques d'inondation.

### 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 dans l'annexe méthodologique – paragraphe VVII.

### 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 20m<sup>2</sup> (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) prises en compte sont les installations de plus de 2000 équivalents-habitants présentes dans la surface inondable du TRI.

La localisation de ces stations est issue d'une base de donnée nationale « BDERU » 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/>.

## 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 m<sup>3</sup> 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)).

#### **4.3 Précisions sur les enjeux cartographiés dans les cartes de risque**

Compte tenu du calendrier d'élaboration des cartographies, les enjeux représentés n'ont pu faire l'objet de « validation » terrain au niveau local ni de comparaison avec des bases de données locales (CG, SDIS...).

## V. Documents joints

### ➤ Atlas cartographiques

- 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 méthodologique

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





**Direction Régionale de l'Environnement  
de l'Aménagement et du Logement  
Provence Alpes Côte d'Azur**

16, rue Zattara  
CS 70248  
13331 - Marseille cedex 3  
Tél. accueil : 04 91 28 40 40

