Synthèse d'analyse de l'aléa inondation à l'échelle départementale à partir des TRI – Territoires à Risques Importants d'Inondation

Convention annuelle EID - Conseil Départemental de l'Hérault

Décembre 2022

CONTACTS

Hugues HEURTEFEUX
hheurtefeux@eid-med.org
04 67 63 72 99

Alexian AJAS
aajas@eid-med.org
04 30 63 67 80

EID Méditerranée
Pôle Littoral

165 avenue Paul Rimbaud
34 184 Montpellier Cedex 4
www.eid-med.org

Table des matières

I- Introduction du terme « TRI » : 3
II- TRI du département de l'Hérault : 4
a) Le TRI de Béziers-Agde : 4
b) Le TRI de Sète : 5
c) Le TRI de Montpellier : 6
III- Phénomènes pris en compte pour la cartographie 8
a) Aspect submersion marine 8
b) Aspect débordement de cours d'eau 12
c) Cartographie actualisée 15
IV- Conclusion 15
V- Bibliographie 16

I- Introduction du terme « TRI » :

Dans le cadre de la convention annuelle avec le département de l'Hérault, un volet a été accordé sur l'analyse des **Territoires à Risque Important d'Inondation** (TRI), et plus précisément sur ceux qui sont établis dans le département. L'idée de cette étude est de synthétiser les documents rédigés lors de l'établissement de cette notion, caractérisant les aléas submersion marine et inondation. En parallèle, **la cartographie des 3 TRI** du département est reprise et zoomée à l'échelle communale, soit sur 12 communes (celle de Vendres n'ayant pas d'appartenance à un TRI), selon les différents scénarios proposés et expliqués plus loin. Ces cartes sont disponibles en PDF, JPEG et couches Shape et envoyées en lien avec ce rapport.

Un TRI désigne une zone où les enjeux, qu'ils soient humains, sociaux ou économiques, potentiellement exposés aux inondations, sont les plus importants. Un TRI peut être par exemple une agglomération ou un groupe d'agglomérations proches, mais également un ensemble de communes situées le long d'un cours d'eau ou rassemblées sur un même bassin de risques. Il peut également être identifié en fonction d'enjeux potentiels futurs, lorsque les prévisions de développement de l'urbanisation permettent d'identifier que les inondations pourraient entrainer des conséquences dommageables importantes à terme. Les contours des TRI sont définis localement en fonction de l'exposition des enjeux aux risques d'inondation et des logiques de fonctionnement du territoire. L'objectif est ainsi d'agir sur des « concentrations d'enjeux » qui sont menacées afin de réduire les potentiels dommages liés aux inondations.

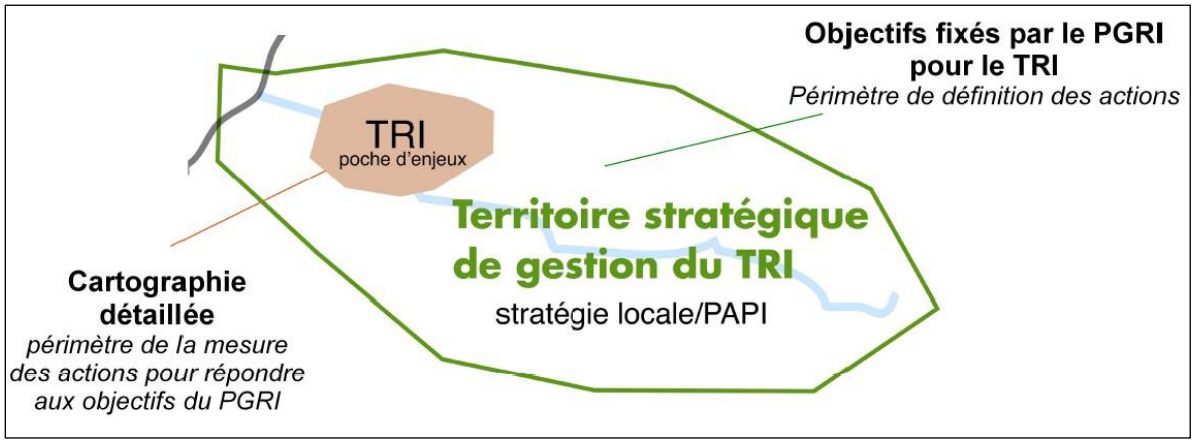

Figure 1 : Périmètre selon les différents termes utilisés dans la stratégie contre le risque inondation

Cette notion a été apportée lors de la transposition dans le droit français de la Directive Européenne relative à l'évaluation et la gestion inondation, dite « **Directive Inondation** », le 23 octobre 2007. Celle-ci se décompose en plusieurs phases, qui sont renouvelables tous les 6 ans. Ainsi, une évaluation complète et préliminaire de chaque bassin hydrographique a alors été réalisée initialement sur le sol français en 2011, pour finalement déboucher sur la

formation de 122 TRI en 2012 (dont 31 sur le bassin Rhône-Méditerranée arrêtés le 12 décembre 2012). Ces derniers sont basés sur un arrêté ministériel définissant les critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque inondation, aussi bien lié aux cours d'eau qu'au risque de submersion près du littoral. Ces impacts sont évalués notamment au regard de la population permanente et du nombre d'emplois situés en zone potentiellement inondable. Des critères supplémentaires propres au bassin peuvent être pris en compte au niveau territorial dans le cadre des échanges avec les parties prenantes. Une cartographie des risques d'inondation et des surfaces inondables est effectuée pour chaque TRI selon **3 scénarios distincts** : probabilité faible (évènements extrêmes), moyenne (centennale) et forte (fréquent, décennale). Enfin, l'identification des stratégies locales et de leurs périmètres doit être réalisée au maximum 2 ans après l'identification des TRI.

II- TRI du département de l'Hérault :

Sur les 31 TRI, il en existe 3 sur le département :

a) Le TRI de Béziers-Agde :

Le **TRI de Béziers-Agde** compte **15 communes**, soumises aux aléas de débordements de cours d'eau, avec notamment d'ouest en est, l'Orb, le Libron et l'Hérault ainsi qu'à l'est le débordement de l'Étang de Thau. Les communes de Valras plage, Sérignan, Portiragnes, Vias et Agde sont aussi impactées par l'aléa submersion marine. Le périmètre du TRI s'est constitué autour du bassin de vie des agglomérations de Béziers et d'Agde. Celui-ci tient compte à la fois de la dangerosité des phénomènes de submersion marine et de submersion par les étangs, mais également des débordements des cours d'eau majeurs sur certaines communes.

Ces phénomènes sont aggravés par :

– la pression démographique croissante sur les communes littorales de l'Occitanie et notamment sur ce territoire,

– la pression touristique saisonnière, qui se prolonge jusqu'au moment des crues de type cévenoles. 152 921 habitants permanents sont concernés. La population saisonnière s'élève à 361 229 habitants, soit 236,2 % du nombre total d'habitants permanents du TRI (données 2010). Le nombre d'habitants évolue en fonction du scénario envisagé, tout ceci étant détaillé dans le rapport de chaque TRI.

Sur les 16 communes initiales du TRI (Marseillan étant passé dans le TRI de Sète récemment), 15 sont dotées d'un PPRi (Plan de Prévention des Risques Inondation) et la dernière a une carte d'aléa soumise aux services de l'état et issue d'un PPRi prescrit. Ces PPRi ont été révisés pour intégrer le phénomène de submersion marine dans leur plan, celui-ci revêt notamment

un aspect prioritaire et primordial pour les communes d'Agde et de Vias selon une circulaire de 2011, faisant suite à la tempête Xynthia de février 2010. Outre ces mesures, le secteur est également couvert par des démarches PAPI (**Programme d'Actions pour la Prévention Inondation**). Pour le bassin versant Orb-Libron, un premier PAPI Orb s'est étendu sur la période 2004-2011, suivi d'un second Orb-Libron de 2011-2016. Un PAPI d'intention est en cours pour la période 2021-2023. Pour le bassin versant de l'Hérault, un PAPI d'intention s'est déroulé de 2012 à 2016, suivi d'un PAPI complet sur la période 2017-2022. Un 3ème PAPI est en cours d'instruction pour la période 2023-2028.

A noter que la commune de Vendres ne fait partie ni du TRI de Béziers, ni de celui de Narbonne. Elle possède néanmoins un PPRi présenté sous forme de projet en 2015 et accepté quelques mois plus tard, alors qu'un précédent avait été déposé en 1996 mais n'a jamais abouti. La cartographie des TRI réalisée 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 territoire. La cartographie des TRI permet simplement d'améliorer et d'homogénéiser la connaissance du risque d'inondation sur les secteurs les plus exposés. Le PPRi suffit donc à assurer la prévention des enjeux pour la commune, sachant que la partie urbanisée de Vendres est surélevée et qu'elle n'est pas concernée directement par les risques de submersion ; de même les lits de l'Aude et de l'Orb sont relativement éloignés de la ville.

b) Le TRI de Sète :

Le **TRI de Sète** compte **8 communes**, soumises aux aléas de débordements de la Vène, de l'Étang de Thau et des Étangs palavasiens. Parmi celles-ci, 3 communes sont littorales, Frontignan, Sète et Marseillan, et sont également soumises à l'aléa submersion marine. Il regroupe 99 606 habitants permanents. Sa population saisonnière s'élève à 118 824 habitants, soit 120% du nombre total d'habitants permanents du TRI (données 2017). Le périmètre de ce TRI s'est constitué autour du bassin de vie sétois qui est caractérisé par un fort développement démographique et une forte pression urbaine, notamment autour de son activité portuaire, constituant donc une véritable poche d'enjeux.

Ces phénomènes sont aggravés par :

– la pression démographique croissante en Occitanie et notamment sur ce territoire,

– la pression touristique saisonnière, jusque tard en saison, au moment des crues de type cévenoles.

Les 8 communes composant le TRI de Sète ont toutes une couverture en PPRI approuvée depuis janvier 2012, et figurent sur la liste de la circulaire d'août 2011 définissant les communes littorales prioritaires quant aux risques de submersion marine. Sur le bassin versant Thau-Ingril, un Programme d'Etudes Préalables (PEP) au PAPI est en cours sur la période 2022-2024.

A noter que la commune de Marseillan, initialement dans le TRI de Béziers-Agde au premier cycle de la Directive Inondation, est désormais rattachée dans le second cycle au TRI de Sète au vu des enjeux hydrauliques qu'elle partage avec Sète et de sa position géographique en bordure du bassin de Thau.

c) Le TRI de Montpellier :

Le **TRI de Montpellier-Lunel-Mauguio-Palavas** concerne le département de l'Hérault (34) et celui du Gard (30) et compte **49 communes**, soumises aux aléas de débordements de cours d'eau, notamment du Lez, de la Mosson, du Vidourle et du Rhôny. Il est important de rajouter que l'aléa submersion marine concerne les villes côtières de Vic-la-Gardiole, Villeneuve-lès-Maguelone, Palavas-les-flots, Mauguio-Carnon, La Grande-Motte et Le Grau-du-Roi. Ce TRI a été précisé pour tenir compte de la dangerosité des phénomènes sur certaines communes, surtout littorales, de la forte pression démographique du territoire, notamment autour de l'agglomération montpelliéraine. L'ensemble du TRI regroupe 524 787 habitants permanents. Sa population saisonnière s'élève à 305 437 habitants, soit 58,2 % du nombre total d'habitants permanents du TRI.

Ses enjeux économiques sont principalement liés à son activité touristique estivale (avec une capacité annuelle d'hébergement de plus de 100 000 personnes). De plus, le bassin de vie montpelliérain est caractérisé par un fort développement démographique et une forte pression urbaine, constituant donc une véritable poche d'enjeux.

Concernant la prévention du risque inondation, deux PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) en cours concernent ce secteur : le PAPI Lez-Mosson signé en mai 2022 pour la période 2022-2028. Il fait suite aux PAPIs de 2007-2014 et 2014-2017. L'autre PAPI en cours concerne le bassin de l'Or pour la période 2019-2024. A noter que pour le bassin versant du Vidourle, un PAPI est en cours d'élaboration pour la période 2024-2029 et ferait suite aux PAPIs 2004-2011 et 2012-2020. Ce TRI bénéficie par ailleurs d'une couverture en PPRi approuvés bien développée puisque seules quelques communes ont des procédures encore en cours pour valider le document.

Le tableau ci-dessous récapitule les données principales concernant les TRI du département :

TRI	Date de la cartographie du TRI	Date de révision de la cartographie	Nombre de communes	Nombre de communes littorales	Population permanente* (saisonnière)	Nombre de cours d'eau	Nombre de communes couvertes par un PPRI	PAPI
Montpellier	20/12/2013	11/12/2019	49	6	524 787 (305 437)	6	48 communes PPRI (Lunel : PPRI prescrit suite à son annulation)	2 PAPI en cours (Lez-Mosson et Bassin de l'Or) + 1 PAPI en cours d'élaboration (Bassin du Vidourle)
Béziers			15	5	152 921 (361 229)	3	15 communes PPRI	1 PAPI en cours d'instruction pour renouvellement (Hérault) + 1 PAPI d'intention en cours (Orb-Libron)
Sète			8	3	99 606 (118 824)	1	8 communes PPRI	1 PEP (bassin de Thau-Ingril)

Figure 2 : Tableau récapitulatif sur les détails des 3 TRI du département de l'Hérault

**données 2010 pour Béziers, 2017 pour Sète et non précisées pour Montpellier*

Lors de la révision des TRI en 2019, les cartographies de Béziers et Sète ont été modifiées et ajustées, avec le transfert de la commune de Marseillan du TRI Béziers-Agde à celui de Sète. La cartographie du TRI de Montpellier a été complétée par les cartes d'inondation du bassin versant de la Cadoule au sein du bassin de l'Or, mais **elle n'a pas été modifiée sur la partie submersion marine, depuis 2013**.

III- Phénomènes pris en compte pour la cartographie

Les phénomènes pris en compte pour la cartographie des risques inondation, pour l'ensemble des TRI, concernent la submersion marine sur la partie littorale du TRI, ainsi que le débordement des cours d'eau pour l'ensemble du territoire.

a) Aspect submersion marine

Les aléas liés à la submersion marine représentent à la fois la possibilité d'une crue et d'une élévation du niveau marin due à une dépression avec un fort vent marin. Les 2 sont très souvent concomitants lorsque le vent et la houle bloquent l'écoulement des cours d'eau vers la mer au niveau des embouchures, ce qui entraîne une accentuation du phénomène. Les tempêtes peuvent sensiblement affecter le littoral, même si leur fréquence d'apparition dans le temps varie en fonction de leur intensité (plus une tempête est violente et plus sa fréquence est rare). Cependant, en fonction de leur intensité, elles peuvent avoir des conséquences importantes aussi bien sur des zones urbanisées que naturelles. En effet, ces événements exceptionnels peuvent être dramatiques lorsque les houles sont associées à des niveaux d'eau élevés (pleines mers, vent soufflant depuis le large) impactant directement le haut de plage, et fragilisant les digues et cordons dunaires. Certaines infrastructures humaines (ports, ouvrages de protection, habitations) se retrouvent alors directement menacées. Les tempêtes les plus marquantes de ces dernières décennies ayant sévi dans la région sont :

– du 6 au 8 novembre 1982 ;

– du 16 au 18 décembre 1997 ;

– les 12 et 13 novembre 1999 ;

– les 3 et 4 décembre 2003 ;

– les 26 et 27 décembre 2008 ;

– 4 au 8 mars 2013 (occurrence à 10 ans, indiquée sur la révision du TRI de Sète) ; *

– fin novembre 2014 (niveau marin le plus important mesuré sur les 50 dernières années à Sète). *

*Les 2 dernières tempêtes ont été listées sur la révision du TRI de Sète mais pas sur ceux de Béziers et de Montpellier

Les documents étant mis en place entre 2014 et 2016, les tempêtes récentes (notamment celle de mars 2018) ne sont pas prises en compte.

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

• les risques de submersion dus à la montée des eaux par surélévation du plan d'eau lors des tempêtes attaquant la côte, et au voisinage des estuaires. Cette surélévation influence l'écoulement des rivières lorsque celles-ci sont en crue. On estime que lors d'une dépression atmosphérique, 1hPa de perdu correspond à 1 cm de niveau d'eau gagné.

• les actions dynamiques de la houle pouvant détruire les biens et personnes, « cette action pouvant se produire de façon différente en agissant, soit directement sur les structures, soit indirectement par érosion des littoraux sableux ou des falaises protégeant naturellement celles-ci ».

Ces deux types de risques sont étroitement liés. En effet, lors des tempêtes, la surélévation du plan d'eau et l'énergie plus grande des houles accélèrent l'érosion. De plus, le recul du trait de côte et l'érosion des cordons dunaires fragilisent les aménagements face à la submersion marine. L'érosion et la submersion marine concernent une part importante du territoire littoral départemental et régional, un des plus vulnérables à une augmentation du niveau marin, notamment les lidos et les zones littorales les plus basses, ou celles dont le cordon dunaire est le plus altéré.

Il est important de mentionner l'impact du changement climatique, qui est évidemment lié au risque de submersion marine. En effet, celui-ci entraîne une élévation du niveau marin et des tempêtes de même intensité auront alors plus d'impact dans le futur avec un niveau marin moyen plus élevé. De plus, les prévisions du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) sont régulièrement revues à la hausse au fil du temps et cet aspect augmenterait ainsi la submersion marine selon les secteurs.

La cartographie des surfaces inondables des TRI suit des contraintes fixées par la Direction Générale de Prévention des Risques :

- L'échelle de représentation des cartes est fixée au 1/25000e ;
- L'intervalle de périodes de retour fixées pour les événements fréquents (10-30 ans), moyen (100-300 ans) et extrême (> 1000 ans) ;
- La représentation des paramètres pour les cartes de surfaces inondées (classes de hauteurs d'eau, vitesses le cas échéant, effet des ouvrages lorsqu'il est connu, …) ».

Avant d'arriver au montage de ces cartes, il a fallu suivre une succession d'étapes allant de l'identification du périmètre d'étude, au recensement des données sur des études antérieures, leur analyse et pertinence, la détermination des scénarios de crue à utiliser et enfin l'élaboration d'études complémentaires nécessaires pour le rendu final. Des outils mis à

disposition des services de l'état ont permis d'affiner cette cartographie, comme la base de données SHYREG (complément d'informations hydrologiques lacunaires, shyreg.recover.inrae.fr) ou encore CARTINO, un outil de modélisation 1D simplifié particulièrement adapté pour caractériser les zones inondables sur l'évènement extrême (cerema.fr/fr/actualites/outils-phase-cartographie-directive-inondation-cartino-pc).

La cartographie pour la partie submersion marine est issue de nombreuses études alliant mesures et données historiques comme par exemple, des données houlographiques, marégraphiques, statistiques des évènements majeurs et numérisation des extensions d'inondations par submersion marine lors de tempêtes historiques. En plus de cela, des études sur la caractérisation des tempêtes (niveau d'eau atteint, simulation des états de mer…) ainsi que des données MNT ou l'atlas régional des zones inondables par submersion marine ont ainsi permis de définir ces hypothèses d'extension de la zone d'inondation liée à la mer. 4 scénarios ont alors été étudiés lors de l'élaboration de la cartographie TRI (jointe avec ce rapport) :

- **Le scénario fréquent** correspond à un évènement ayant un temps de retour compris entre 10 et 30 ans. Ainsi, les données de la tempête de décembre 2003, évènement décennal, ont été majoritairement utilisées, puisqu'elles sont nombreuses et homogènes sur une grande partie du littoral du Languedoc et du Roussillon.
- **Le scénario moyen**, avec une occurrence centennale et de préférence pour un évènement documenté, même si aucun évènement historique ne l'est suffisamment. Les valeurs références de niveaux marins centennaux retenues dans le guide pour l'élaboration des PPRL sont de + 2 m NGF à la côte.
- **Le scénario moyen avec changement climatique,** qui se base sur une prévision « pessimiste » de l'ONERC* avec une élévation du niveau de la mer à +0,6 m pour 2100. Les valeurs références de niveaux marins centennaux retenues dans le guide pour l'élaboration des PPRL sont + 2,4 m NGF avec changement climatique.
- **Le scénario extrême**, dont la période de retour est d'au moins 1000 ans. Des estimations sont réalisées par le calcul à partir de certains éléments historiques, notamment des analyses du nombre de naufrages par an, ainsi qu'une approche hydro-géomorphologique et des études issues de la paléotempestologie (méthode qui reconstitue les tempêtes et cyclone selon des archives sédimentaires). Cette méthode est notamment utilisée dans la thèse de Pierre Sabatier sur le Golfe d'Aigues Mortes qui a permis d'identifier une « tempête de période de retour supérieure à 1 000 ans en 1742 ». Celle-ci a provoqué une « élévation du niveau marin à la côte de 2,80 m NGF au moins ». En sommant toutes les composantes du niveau marin sur l'exemple de Sète (marée, surcôte météorologique, surélévation locale liée à la houle…), on obtient 2,80 m NGF pour l'aléa extrême submersion marine en Méditerranée. Cette évaluation est réalisée à l'échelle de la Méditerranée comme cela a été fait dans la doctrine PPRL.

*ONERC : Observatoire National sur les Effets du Changement Climatique

Des zones sont déterminées sur le littoral (plage vive, dune, cordon dunaire, plaine alluviale, etc.) afin d'évaluer l'impact de chacun de ces scénarios et surtout le degré d'exposition selon l'endroit. Afin de réaliser les cartes d'extension inondation, des données topographiques issues de l'IGN, MNT lidar, Litto 3D RGE® ALTI Version 1 de Février 2012 et autres données ont été utilisées. L'incertitude pour les MNT est de 30 cm, et le Lidar permet même d'atteindre 15 cm seulement pour les zones dégagées.

Figure 3 : Cartographie des zones littorales d'altimétrie inférieure à 2.8 m NGF (en bleu) correspondant à la limite d'impact liée à la submersion marine lors du scénario extrême (en rouge, la limite des zones inondées) (source DREAL-DDTM).

Pour les différents scénarios, les hauteurs d'inondation ont été cartographiées au travers de 3 classes. L'évaluation de ces hauteurs d'eau s'appuie sur le calcul de la différence entre la côte du Niveau marin de référence projeté et celle du terrain naturel, issue de la topographie Litto3D. Concernant les scénarios moyen et extrême, une estimation est faite, conformément à la doctrine PPRL de la Méditerranée. Le scénario moyen, assimilé à un épisode centennal, utilise un niveau de +2 m NGF, prenant en compte le niveau moyen de marée centennale (+0.35 m), surcôte météorologique (+0.77 m) et surélévation due à la houle (+0.86 m), mais sans tenir compte de l'élévation du niveau marin. Les mêmes paramètres sont utilisés pour obtenir un niveau de 2.8 m NGF en scénario extrême. Une différence entre le niveau calculé et le niveau choisi est comprise entre +/- 15 cm pour l'évènement moyen et +/- 30 cm pour l'évènement extrême. Ces estimations sont applicables pour toute la Méditerranée.

Cartographie des classes de hauteur d'eau pour le scénario Moyen (avec et sans changement climatique) :

- Hauteur comprise entre 0 et 50 cm ;

- Hauteur d'eau comprise entre 50 cm et 1 m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m (2,4 m en prenant compte du changement climatique)

Cartographie des classes de hauteur d'eau pour le scénario extrême :

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

Pour le scénario fréquent, il a pu être simulé puisque les données sont disponibles de précédentes tempêtes (notamment celle de décembre 2003 comme évoqué précédemment). La méthode utilisée est cependant la même que pour les autres scénarios, **c'est-à-dire celle de la confrontation entre le niveau marin et la topographie.** Il faut néanmoins ajouter plusieurs hypothèses puisque les zones inondées ne le sont essentiellement qu'au niveau de faiblesses altimétriques, et il faut donc tenir compte du haut de plage et du front de mer. Les niveaux marins utilisés sont les suivants (exemple du document du TRI de Béziers) :

- Niveau marin statique (setup compris) : 1,30 m
- Niveau dynamique max (run-up compris) : 2 à 2,50 m, ponctuellement de 2,8 à 3,4 m

Ainsi, la représentation cartographique comprend également 3 classes d'hauteurs d'eau :

- Hauteur comprise entre 0 et 50 cm ;
- Hauteur d'eau comprise entre 0,5 cm et 1 m ;
- Hauteur d'eau comprise entre 1 et 2 m ;

On retrouve ces éléments-là dans le détail des TRI, mais ils ne sont pas détaillés sur la cartographie jointe à ce rapport.

b) Aspect débordement de cours d'eau

Cette partie est prise en compte dans l'établissement des cartes pour chaque TRI, mais ne figure pas dans la cartographie des communes de l'Hérault jointe à ce rapport.

Pour l'aspect débordement des cours d'eau, les principaux bassins versants sont pris en compte pour chaque TRI :

- Ceux de l'Hérault, l'Orb et du Libron pour le TRI Béziers-Agde ;

- Celui de la Vène pour le TRI de Sète, en plus des potentiels débordements de l'étang de Thau ;

- Ceux de la Mosson, du Lez, du Vidourle, du Rhôny et du Rhône.

Les contextes géomorphologiques et climatiques ont été étudiés, ainsi que les évènements historiques pour chaque fleuve. Cependant, aucun ouvrage hydraulique n'a été pris en compte pour les secteurs de Sète et Béziers, même si de nombreuses installations anthropiques comme des remblais perturbent l'écoulement et peuvent accroître le risque. Ce n'est pas le cas pour le TRI de Montpellier où certains ouvrages ont été utilisés dans l'élaboration de la cartographie (barrages, digues). D'autres informations ont été assimilées telles que la pluviométrie, l'hydrométrie ou l'incertitude sur les débits de crues. Avec toutes ces données, des simulations sont ainsi modélisées à partir de logiciels/modèles spécialisés qui diffèrent selon le fleuve et le bureau d'étude ayant réalisé l'étude (exemple pour le Libron et l'Hérault : logiciel STREAM, modèle 2D à casiers, datant de 1987 mais actualisé plusieurs fois, notamment en 2008 lors de l'étude d'amélioration des modèles de prévision de crues pour l'Hérault. Autre exemple pour la Vène : le logiciel filaire 1D « Infoworks RS » a permis de modéliser le flux et les niveaux d'eau de la rivière sur différentes échelles de temps). Le modèle est calé à partir de crues de référence selon les cours d'eau, et validé avec d'autres crues, appelées crues de validation (excepté pour la Vène, ou en l'absence de station hydrométrique, des expertises terrain ont amené au calage). 3 scénarios sont étudiés et cartographiés selon l'état de la crue pour chaque bassin versant :

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

Différents MNT (modèle numérique de terrain) sont exploités (Levé Litto 3D, GAIA Mapping) afin d'ajouter la topographie du site d'étude au modèle, permettant ainsi de développer la cartographie des zones à risques selon leur élévation. Ces données sont d'ailleurs les principales sources d'incertitude (15 cm sur la majorité de la zone, et 50 cm sur la partie amont). Enfin, la cartographie des zones inondables est réalisée à partir du logiciel CALYPSEAU (société Egis Eau) qui permet de croiser les données des MNT avec les résultats de calcul du modèle. Les différentes classes de représentation de hauteurs d'eau pour l'ensemble des scénarios sont fixées au nombre de 4 :

- De 0 à 0,5 m ;
- De 0,5 à 1 m ;
- De 1 à 2 m ;
- Supérieure à 2 m.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents scénarios exposés pour les débordements de cours d'eau et la submersion marine, communs pour l'ensemble des TRI du département :

*correspond à la hauteur du niveau marin statique (set-up compris), sans prendre en compte la dynamique maximale

Débordement cours d'eau			Submersion marine			
Fréquent	Moyen	Extrême	Fréquent	Moyen	Extrême	
Crue décennale	Crue centennale	Crue millénale	Occurrence décennale	Occurrence centennale	Occurrence millénale	Période de retour
Propre à chaque cours d'eau, 4 classes de hauteur d'eau utilisées entre 0 et 2 m et plus			**+1.3m*** Similaire à la tempête du 3 et 4 décembre 2003	**+ 2 m** NGF **(+ 2.4 m** NGF avec **changement climatique**)	**+ 2.8 m** NGF	Hauteur d'eau (m)
Assimilée à la crue décennale pour chaque cours d'eau étudié	Assimilée à la crue centennale pour chaque cours d'eau étudié	Assimilée à la crue millénale pour chaque cours d'eau étudié (x 1,8 crue centennale)	Données de référence homogènes sur tout le littoral du Languedoc, prises sur la tempête du 3 et 4 décembre 2003	Données « estimées » avec prise en compte ou non de l'élévation du niveau marin selon l'ONERC (+0.6 m en 2100)	Données « estimées » selon l'exemple de Sète en sommant toutes les composantes marines (surcôte, marée, houle…)	Détails

Figure 4 : Tableau récapitulatif des différents scénarios pour les 2 aspects pris en compte dans la cartographie d'un TRI

Il est important de préciser que cette **cartographie du TRI n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRI** (lorsqu'elles existent sur le TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes. Il est également nécessaire de rappeler que cette **cartographie du TRI est partielle**, puisque les données sur les cours d'eau secondaires ne sont pas disponibles. En effet, tous les cours d'eau, et notamment les affluents, n'ont pas été étudiés, ce qui conduit à une analyse non exhaustive des enjeux sociaux et économiques sur l'ensemble du TRI.

c) Cartographie

Cette partie renvoie à l'atlas des cartes joint à ce rapport. Il est important de préciser que ces cartes fournies sont des zooms sur chaque commune littorale du département de l'Hérault, excepté la commune de Vendres qui n'appartient à aucun TRI. De plus, **seul l'aspect submersion marine** est pris en compte sur cette cartographie, avec les 4 scénarios détaillés auparavant dans le rapport. Les surfaces inondées visibles sont donc concernées directement par les aléas liés à la mer Méditerranée, mais cela ne veut pas dire pour autant qu'elles ne sont pas également concernées par l'aspect des débordements de cours d'eau.

IV- Conclusion

La directive européenne relative à l'évaluation et la gestion inondation, aussi appelée « Directive Inondation », a permis la mise en place d'une nouvelle notion complémentaire aux autres PAPI et PPRI : Les Territoires à Risques Importants d'Inondation. Ces derniers sont exposés depuis 2012-2013, avec une réévaluation tous les 6 ans (cartographie révisée et affinée selon les secteurs en 2019) sur les zones considérées comme les plus à risques. Ils sont définis en fonction des enjeux locaux et de leur exposition aux risques d'inondation. L'objectif prioritaire est ainsi d'agir sur des « concentrations d'enjeux » menacées à plus ou moins long terme afin de réduire les potentiels dommages liés aux inondations.

Un TRI prend en compte à la fois les risques liés aux débordements des bassins versants principaux, ainsi que les risques de submersion marine amplifiés par l'action de la houle et du vent et les dépressions lors des tempêtes hivernales. Des scénarios sont alors envisagés distinctement pour chaque paramètre, allant du fréquent au plus extrême, selon des données historiques et des estimations/modélisations. Ces scénarios prennent aussi en compte l'activité économique, et notamment l'évolution de la population selon la saison.

Des modifications sont néanmoins encore à apporter, notamment sur la prise en compte des cours d'eau secondaires pour la cartographie, qui sont parfois responsables d'importants dégâts lors de crues éclairs durant des épisodes météorologiques exceptionnels. Les phénomènes de ruissellement, souvent très localisés et extrêmement impactant pour les infrastructures, ne sont pas non plus pris en compte lors de l'élaboration des cartes. Enfin, il faut garder à l'esprit que **ces cartes TRI, en plus d'être partielle, n'ont pas vocation à remplacer celles des PPRI lorsqu'ils existent**.

V- Bibliographie

Rapports et cartes disponibles pour chaque TRI :

Carto Montpellier : https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/cartographie-des-risques-dinondations-du-tri-de-montpellierlunelmauguiopalavas

Carto Sète : https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/cartographie-des-risques-dinondation-du-tri-de-sete

Carto Béziers : https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/cartographie-des-risques-dinondations-du-tri-de-beziers-agde-0

Divers sites de documentation sur les TRI et autres directives liées au risque inondation :

https://www.herault.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques/La-Directive-Inondation/Les-cartes

https://www.vendres.com/Files/Fichiers_PDF/PPRI/Reglement_VENDRES.pdf

https://fleuve-herault.fr/wp-content/uploads/2019/05/SLGRI.pdf

https://www.researchgate.net/figure/Evolution-du-paleo-golfe-dAigues-Mortes-a-partir-du-VIII-e-siecle-de-notre-ere-1_fig6_30435664

https://www.herault.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-eau-chasse-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques/Etat-d-avancement-des-Plans-de-Prevention-des-Risques/Les-PPR-de-l-Herault

https://www.gard.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/Risques/Gestion-du-risque-inondation/Plans-de-Prevention-des-Risques-Inondation-PPRI/Les-PPRI-approuves