



ANNÉE UNIVERSITAIRE 2021-2022

# RAPPORT DE STAGE DE FIN D'ÉTUDES

ENCADRÉ PAR : SÉGOLÈNE FAÏ (chargée de mission PAPI)  
TUTEUR UNIVERSITAIRE : STÉPHANE COSTA

Stage effectué au sein du Syndicat Mixte du Bassin de la  
Seudre du 4 avril au 4 septembre 2022 (5 mois)

## ÉTUDE DU MAINTIEN DE LA CONTINUITÉ TERRITORIALE FACE AU RISQUE SUBMERSION MARINE



PRÉSENTÉ PAR : LOUVET TÉRENCE

MASTER 2 - GAED PARCOURS ENVIRONNEMENT - UFR SEGGAT - UCN

# REMERCIEMENT

La réalisation de cette étude durant ces 6 mois de stage, n'a pu se faire que grâce aux nombreuses personnes qui m'ont apporté leur aide et leur conseil.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à ma tutrice professionnelle, Mme FAÏ Ségolène, chargée de mission inondation au SMBS, pour sa disponibilité et sa patience à mon égard, ainsi que pour l'ensemble de ses conseils des plus avisés. Ses connaissances et son expérience m'ont permis de me rendre compte de la réalité du terrain et de mieux appréhender les dynamiques de tels postes dans l'aménagement du territoire.

Je voudrais aussi remercier tout particulièrement le reste de l'équipe du Syndicat Mixtes de Bassin de la Seudre (DAVID Jean-Philippe, POUZIN Laurent, BOYER Morgan, PIERRONNET Mélodie, DAVITOGU Yann), pour la pertinence de leurs réflexions et discussions constructives et leur bonne humeur tout au long de ces 5 mois de stage.

Enfin j'exprime ma reconnaissance envers ma famille et mes amis et mes camarades de master qui ont su me conseiller et me soutenir durant ces 5 mois. Je les remercie pour l'aide qu'ils m'ont apporté dans le travail de relecture et de construction de ces pages.

Un dernier remerciement particulier aux nombreux artistes musicaux qui m'ont accompagné durant les longs journées et soirées de réflexion et de rédaction de ce dossier, Nepal, Josman, Nekfeu, Orelsan, the Rolling Stones, Cypress Hill, les différents Grunt... et les autres). Leurs accompagnements et la motivation apportée furent des plus utiles.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTES DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DU TERRITOIRE DE LA SEUDRE</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Contextualisation du site d'étude</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Contexte géographique de la Seudre.....	9
1.1.2 Contexte historique et paysager de la partie estuarienne de la Seudre .....	10
1.1.3 Un espace naturel privilégié .....	11
<b>DEUXIÈME PARTIE : DIAGNOSTIC DU TERRITOIRE ET DU RÉSEAU ROUTIER FACE À L'ALÉA SUBMERSION MARINE</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Un territoire soumis au risque de submersion marine</b> .....	<b>13</b>
2.1.1 Origine et genèse des submersions marines .....	13
2.1.2 Paramètres hydrodynamiques locaux favorables aux submersions marines.....	14
2.1.3 Les tempêtes Martin et Xynthia.....	15
2.1.4 Les scénarii de submersions retenus .....	19
<b>2.2 Enjeux principaux du territoire</b> .....	<b>21</b>
2.2.1 Enjeux humains .....	21
2.2.2 Enjeux économiques .....	21
<b>2.3 La vulnérabilité du réseau routier à l'aléa submersion marine</b> .....	<b>23</b>
2.3.1 Le réseau routier sur l'estuaire de la Seudre .....	23
2.3.2 La vulnérabilité du réseau routier (événement critique).....	25
2.3.3 Enclavement de certains espaces (événement critique) .....	26
<b>TROISIÈME PARTIE : MÉTHODOLOGIE ET OUTIL D'ANALYSE DU MAINTIEN DE LA CONTINUITÉ TERRITORIALE FACE AU RISQUE SUBMERSION MARINE</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1 Les données existantes et les outils utilisés dans ces travaux</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2 Création des boîtes prérequis pour le calcul des indices</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3 Explication de la méthode des indices</b> .....	<b>30</b>
3.3.1 L'InDice d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR).....	31
3.3.2 L'Indice des CARactéristiques du Réseau routier (ICAR) .....	35
3.3.3 Indice de Capacité d'Accès aux Secours (ICAS).....	37

3.4 Calcul final de l'indice de vulnérabilité (IVRASM) .....	39
<b>QUATRIÈME PARTIE : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Evènement critique (long terme) .....</b>	<b>41</b>
4.4.1 Description des résultats à l'échelle du bassin .....	41
4.4.2 Sites les plus vulnérables .....	42
<b>4.2 Evènement rare (court terme) .....</b>	<b>45</b>
4.2.1 Description des résultats à l'échelle du bassin .....	45
4.2.2 Sites les plus vulnérables .....	46
<b>4.3 Evènement de référence.....</b>	<b>49</b>
4.3.1 Description des résultats à l'échelle du bassin .....	49
4.3.2 Sites les plus vulnérables .....	50
<b>4.4 Evènement connu .....</b>	<b>53</b>
4.4.1 Description des résultats à l'échelle du bassin .....	53
4.4.2 Sites les plus vulnérables .....	54
<b>4.5 Description de la vulnérabilité pour chaque site, pour l'ensemble des évènements .....</b>	<b>58</b>
<b>CINQUIÈME PARTIE : PROPOSITION DE MESURE D'ADAPTATION À METTRE EN PLACE À L'ECHELLE DU TERRITOIRE ET POUR CHACUN DES SITES VULNÉRABLES .....</b>	<b>65</b>
<b>5.1 Mesures de sensibilisations et d'adaptation générale .....</b>	<b>66</b>
5.1.1 Outils de sensibilisation déjà existants sur le territoire .....	66
5.1.2 Proposition d'un nouvel outil de communication sur la vulnérabilité du réseau routier (Signalisation).....	67
5.1.3 Proposition de mesures d'adaptation.....	68
5.1.4 Focus sur la proposition d'un système de balisage des routes semi-submergées nécessaires aux véhicule de secours. ....	69
<b>5.2 Proposition de mesures d'adaptation localisée.....</b>	<b>70</b>
5.2.1 Site n°1 : La Tremblade Ronce-Les-Bains. ....	70
5.2.2 Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus) .....	71
5.2.3 Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage) .....	72
5.2.4 Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port) .....	73
5.2.5 Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan).....	74
5.2.6 Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac).....	75
5.2.7 Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche) .....	76
5.2.8 Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe).....	77
5.2.9 Site n°9 : l'Eguille.....	78
5.2.10 Site n°10 : Saujon (L'Illate) .....	80

<b>SIXIÈME PARTIE : LE CAS PARTICULIER DE SAUJON (CONCOMITANCE DES ALEAS)</b> .....	<b>81</b>
<b>6.1 Le scénario de concomitance retenu : scénario de référence (NX20VM + Q10) ...</b>	<b>82</b>
6.1.1 Résultat de la méthode d'indice pour le scénario NX20VM +Q10 .....	83
6.1.2 Proposition de mesures d'adaptation (NX20VM + Q10) .....	84
<b>6.2 Le scénario de concomitance non retenu : scénario fréquent (NX -30 + Q20) .....</b>	<b>85</b>
<b>SEPTIÈME PARTIE : LIMITES DE LA MÉTHODE ET AMÉLIORATIONS POSSIBLES</b> .....	<b>86</b>
<b>7.1 Limites d'utilisation des données</b> .....	<b>86</b>
<b>7.2 Limites de la commande</b> .....	<b>87</b>
<b>7.3 Limite humaine</b> .....	<b>87</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE/WEBOGRAPHIE</b> .....	<b>89</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>90</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>95</b>

# GLOSSAIRE

**Aléa** : Un aléa est un phénomène naturel susceptible d'affecter son environnement. L'érosion ou la submersion sont des aléas.

**Enjeu** : Un enjeu est un élément anthropique ou naturel qui peut être exposé à un aléa ; c'est ce que l'on risque de perdre.

**Nd** : Non déterminé. Si le renseignement n'a pas pu être obtenu.

**Risque** : Combinaison de la probabilité d'occurrence d'un aléa et des conséquences pouvant en résulter sur les éléments vulnérables d'un milieu donné (MSP, 2008).

**Submersion marine** : Inondation des terrains côtiers par la mer. La submersion peut être temporaire (due aux vagues de tempête ou à une surcote par exemple) ou permanente (due à la hausse du niveau de la mer).

**Vulnérabilité** : La vulnérabilité d'un système correspond à son incapacité à faire face aux effets défavorables des aléas. La vulnérabilité d'un système est donc fonction du degré d'exposition et de sensibilité du système aux aléas.

## LISTES DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

**IVRASM** : L'Indice de Vulnérabilité du réseau Routier à l'Aléa Submersion Marines

**IVRASMcon** : Nom de l'IVRASM construit pour l'événement connu (NX)

**IVRASMref** : Nom de l'IVRASM construit pour l'événement de référence (NXVM)

**IVRASM20** : Nom de l'IVRASM construit pour l'événement rare (NX20VM)

**IVRASM60** : Nom de l'IVRASM construit pour l'événement critique (NX60VM)

**IDEXIR** : InDice d'EXposition des Infrastructures Routières

**ICAR** : Indice des CARactéristiques du Réseau routier

**ICAS** : Indice de Capacité d'Accès aux Secours (ICAS)

**NX (Niveau Xynthia)** : Evènement connu : évènement construit à partir de la surcote barométrique de Xynthia

**NXVM (Niveau Xynthia et Vent Martin)** : Evènement de référence : évènement construit à partir de la surcote barométrique de Xynthia, associées avec l'intensité et la direction du vent Martin.

**NX20VM (Niveau Xynthia + 20cm et Vent Martin)**: Evènement rare : évènement construit à partir de l'évènement de référence, additionnée d'une lame d'eau de 20cm au large, de façon à prendre en compte l'influence du changement climatique à court terme.

**NX60VM (Niveau Xynthia + 60cm et Vent Martin)** : Evènement critique : évènement construit à partir de l'évènement de référence, additionnée d'une lame d'eau de 60cm au large, de façon à prendre en compte l'influence du changement climatique à long terme.

**PAPI** : Le **Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI)** est un outil pour réduire l'aléa ou la vulnérabilité des personnes et des biens de manière progressive, cohérente et durable.

**PCS** : Le **plan communal de sauvegarde (PCS)** est un outil réalisé à l'échelle communale, sous la responsabilité du maire, pour planifier les actions des acteurs communaux de la gestion du risque.

**PPRi** : Le **Plan de Prévention des Risques inondation (PPRi)** est un document prescrit et approuvé par l'Etat et le Préfet de département. Il permet notamment d'établir une cartographie aussi précise que possible des zones à risque.

**TRI** : Un **Territoire à Risques importants d'Inondation (TRI)** désigne une partie du territoire national où les enjeux humains, sociaux et économiques potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants.

# INTRODUCTION

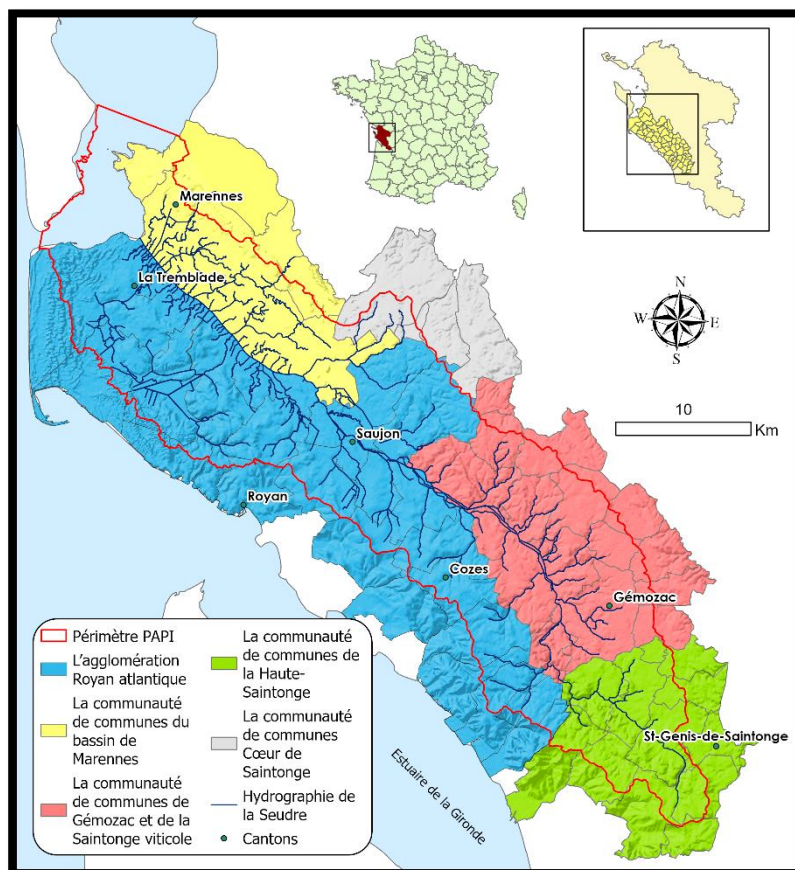
L'aménagement intégré des milieux estuarien est devenu une des lignes d'actions prioritaires parmi les organismes de l'état et les acteurs de l'aménagement. En effet ces territoires ont été perçus très tôt par les sociétés humaines comme des ouvertures sur les eaux côtières et lointaines, susceptibles de dynamiser le commerce local et régional (Philippe FOURNET, 2005).

Un estuaire se définit, étymologiquement, comme l'embouchure d'un fleuve dans laquelle entre la marée (Geoconfluences, 2021). C'est la portion de l'embouchure où l'effet de la mer ou de l'océan dans lequel il se jette, est perceptible. Il possède des caractéristiques morphologiques et hydrologiques très variables selon la dominance de l'un ou l'autre de ces forçages naturels, impliquant un fonctionnement écologique spécifique. Ces milieux très productifs jouent un rôle essentiel dans le cycle de vie de nombreuses espèces, dont les poissons migrateurs. Ces écosystèmes constituent également des territoires à forts enjeux stratégiques pour le secteur économique (activités portuaires et industrielles, agriculture, transport, pêche professionnelle), sans compter les implantations urbaines. L'être humain a donc, cherché à maîtriser les estuaires en fixant les berges et les chenaux, en y construisant de coûteuses digues, pour s'y installer en toute quiétude

Avec l'accroissement des défis posés par les changements climatiques, mais aussi, paradoxalement, à l'engouement toujours aussi fort pour résider au plus près de la mer, l'aménagement des milieux estuarien devient un sujet capital à traiter. Afin de développer la connaissance scientifique et de mettre en œuvre les politiques publiques liées à ces écosystèmes particuliers, l'Agence française pour la biodiversité a mis en place, depuis 2012, la Coordination de la recherche et des études inter-estuarien. Notre étude n'entre pas dans ce cas de figure mais cela démontre l'importance de favoriser les échanges entre acteurs des estuaires, développer la connaissance, venir en appui aux partenaires en développant des outils opérationnels, et valoriser les travaux scientifiques et techniques réalisés sur les estuaires.

Ce stage s'effectue sur le bassin versant de la Seudre et plus particulièrement sur sa partie estuarienne. Il prend place au sein du syndicat mixte du bassin de la Seudre (SMBS). La Seudre se situant dans le sud-ouest du département de la Charente-Maritime (région Nouvelle-Aquitaine).

Ce syndicat est une collectivité territoriale dont la mission est de porter les démarches de planification et de mise en œuvre des actions visant la préservation, la restauration de la ressource en eau et des milieux aquatiques, ainsi que de prévention des inondations. Cette structure, cohérente d'un point de vue hydrographique, regroupe les anciens syndicats mixtes d'accompagnement du Sage Seudre (SMASS) et du bassin de la Seudre et de ses affluents (SMBSA). Elle existe depuis le 1er janvier 2020 et réunit six intercommunalités, dont quatre majoritaires. (Cf. Figure 1).



**Figure 1.** Carte de localisation du bassin versant de la Seudre  
(Source : Données SMBS ; Réalisation : Téreence Louvet (ArcGISPro) ; 2022)  
Page | 7

Le syndicat est composé de 7 agents pour mener à bien ses missions. Les principales missions portées par le SMBS sur le bassin de la Seudre sont :

- Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) ;
- Le programme d'action de prévention des inondations (PAPI) ;
- Le projet de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE)
- La gestion des milieux aquatiques (GEMA).

Le bassin de la Seudre a connu ces dernières décennies plusieurs évènements météorologique majeurs (crue centennale en 1982, les tempêtes Martin (1999) et Xynthia (2010)), provoquant d'importants dégâts matériels, économiques et environnementaux.

Pour atténuer les conséquences d'éventuels évènements futurs, le Syndicat Mixte du Bassin de la Seudre (SMBS) porte depuis 2013 un Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI).

Le diagnostic de vulnérabilité réalisé lors du PAPI d'intention a permis de mettre en évidence des ruptures de continuité territoriale, notamment sur le marais salé riverain de l'estuaire de la Seudre. En effet, lors des tempêtes Martin et Xynthia des routes ont été submergées durant plusieurs heures ayant pour conséquence d'isoler de nombreuses personnes, parfois vulnérables. Par ailleurs, ces évènements ont rendu difficile le travail des secours (évacuation de personnes).

Il apparait nécessaire d'améliorer la conception et l'organisation du réseau routier de manière à :

- Diminuer sa vulnérabilité par la prise de mesures pour réduire les conséquences négatives des aléas naturels. (Source : Le moniteur, vulnérabilité des réseaux d'infrastructure aux risques naturels, 2014).
- Augmenter sa capacité de résilience. Le concept de résilience, vise à augmenter la capacité d'un territoire à s'adapter aux risques naturels (poursuite des activités, même en mode dégradé pendant l'évènement, durée des perturbations la plus courte possible, etc..) et à faciliter un retour à un état stable le plus rapidement possible.

Le schéma global de protection du PAPI Seudre ne permettrait pas, à ce jour, de mettre hors d'eau l'ensemble de ces enjeux. Un évènement de submersion marine étant caractérisé par une cinétique rapide et pouvant être violent, il est essentiel d'assurer la continuité territoriale afin de permettre à minima le passage des secours. Les réseaux routiers permettent de relier les différentes entités d'un territoire et constituent aujourd'hui des éléments indispensables au fonctionnement de notre société.

La mission principale de ce stage consiste à élaborer une méthode d'identification et de priorisation des axes submergés, avec pour finalité la proposition d'un outil cartographique pour les PCS (Plan communaux de sauvegarde). Il est nécessaire d'envisager différents scénarios pour adapter les solutions selon les besoins.

La démarche est d'améliorer la conception et l'organisation des réseaux, de manière à identifier et réduire leur vulnérabilité. Cela nécessite de passer par la prise de mesures pour réduire les conséquences négatives des aléas naturels sur notre société et permettre de mettre hors d'eau l'ensemble des enjeux du territoire.

## **Quelle méthode utiliser pour identifier et réduire la vulnérabilité du réseau routier ? Comment permettre la continuité territoriale face au risque submersion marine ?**

Avant de pouvoir agir pour réduire la vulnérabilité d'un territoire, il faut étudier celui-ci afin de connaître ces caractéristiques propres. Il est aussi nécessaire de permettre l'accessibilité et l'exploitation des données par tous. Ces diverses connaissances seront donc d'une aide précieuse pour planifier la gestion de crise.



# PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DU TERRITOIRE DE LA SEUDRE

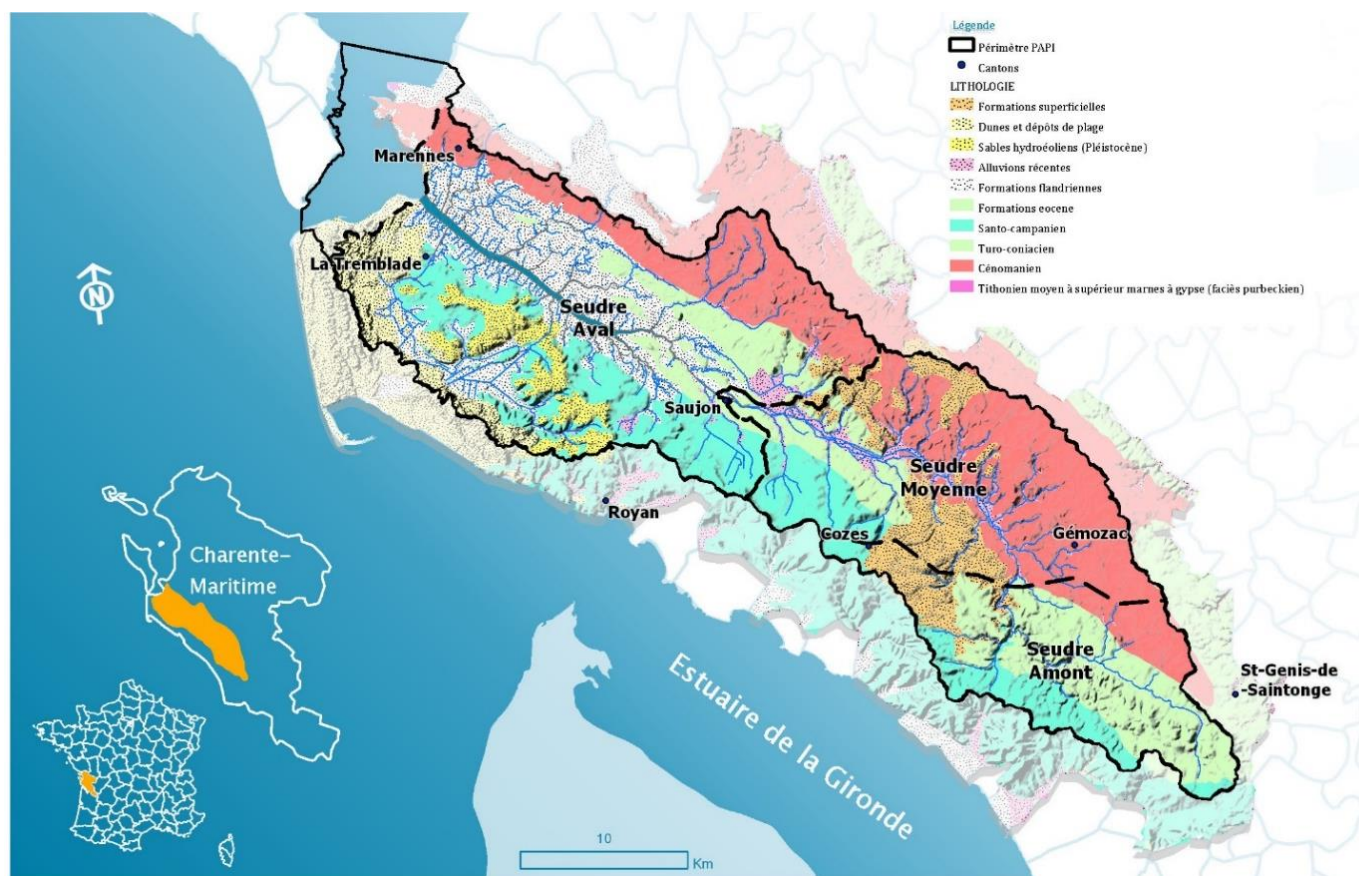
## 1.1 Contextualisation du site d'étude

Avec un bassin versant d'une superficie de 780km<sup>2</sup>, la Seudre prend sa source dans la commune de Plassac et se jette dans la baie de Marennes-Oleron. Ce fleuve côtier s'étend sur environ 77km de long. Le bassin versant de la Seudre est caractérisé par des pentes faibles (de l'ordre de 0.5%) causées par un relief peu marqué allant de 0 à 59 m NGF. (SMASS, 2017)

Le climat caractérisant cet espace est de type océanique. La pluviométrie moyenne annuelle y est de 800mm, avec des précipitations réparties tout au long de l'année. La période sèche se trouvant de juin à septembre et la période humide d'octobre à janvier.

### 1.1.1 Contexte géographique de la Seudre

La vallée de la Seudre prend sa place entre les reliefs modérés de l'anticlinal saintongeais (ou de Jonzac) et les coteaux de la Gironde. Le contexte géologique est largement dominé par les calcaires du Crétacé supérieur (cf. figure 3). La craie étant un support perméable cela induit une étroite relation hydrogéologique entre les écoulements de surface et les aquifères des étages Coniacien, Turonien et Cénomaniens.



Le réseau hydrographique de la Seudre, s'est développé dans les affleurements de ces formations et fonctionne en fonction des trop plein phréatiques. Cette alimentation par les exurgences Turo-coniaciennes et Cénomaniennes réunit les aquifères libres de ces étages sous le terme de « nappe d'accompagnement ».

La variabilité saisonnière de leur piézométrie a une influence sur leur relation avec l'écoulement de surface. Trois sous bassin peuvent être identifiés (cf. figure 3).

- La Seudre amont s'étend de la tête de bassin à un point situé autour de Virollet, l'écoulement y est intermittent.
- La Seudre moyenne s'étend de Virollet à l'écluse de Ribérou à Saujon. L'écoulement y est permanent
- La Seudre aval ou estuarienne s'étend de Saujon à l'embouchure. Elle est soumise à la marée et fonctionne comme un bras de mer.

C'est sur cette dernière partie estuarienne, que notre étude va se porter. Cette partie de la Seudre est majoritairement composée de marais salés.

### **1.1.2 Contexte historique et paysager de la partie estuarienne de la Seudre**

Les marais salés de la Seudre estuarienne s'étendent sur 14 communes, 5 en rive droite sur 75% de la superficie du marais et 9 sur la rive gauche sur les 25% restant. Ces marais sont considérés à l'heure actuelle comme le plus grand ensemble français de marais maritime (9.000 ha avec une altitude comprise entre 0 et 3 m NGF) (SMASS, 2017). Au fil des siècles cet espace a été façonné par l'homme et n'a plus rien d'un espace naturel sauvage.

L'ancienne vasière fut vouée à la production de sel entre le VII<sup>ème</sup> et le XII<sup>ème</sup> siècle. C'était en ce temps le plus gros pôle économique européen qui approvisionnait en sel toute l'Angleterre et les pays Baltes. Cette activité nécessita un endiguement effectué par les grandes abbayes afin de favoriser la saliculture. Des guerres ainsi que des décisions politiques affectèrent le commerce du sel dans les marais et annoncèrent son déclin.

Au cours du XVII<sup>ème</sup> siècle, les marais retrouvèrent une nouvelle forme de production avec l'arrivée de l'ostréiculture. Les premières claires furent creusées sur le schorre pour l'engraissement et le verdissement des huîtres. Le véritable développement de l'ostréiculture eut lieu vers 1850 sur le territoire.

En parallèle de la saliculture et de l'ostréiculture les marais accueillent aussi une activité aquacole extensive. En majorité dans la partie haute du marais essentiellement en rive droite, partie qui n'était pas propice à l'ostréiculture à cause d'un mauvais renouvellement des eaux salées.

Ainsi, depuis plus de treize siècles, les marais des bords de Seudre estuarienne sont le siège d'une implantation humaine à « fleur d'eau ».



**Figure 3.** Illustration de l'implantation à « fleur d'eau »  
 (Source : F.Prevel ; CARA)

### 1.1.3 Un espace naturel privilégié

Le bassin de la Seudre, et ici plus particulièrement la partie estuarienne de ce bassin, présente une richesse environnementale importante. En effet la présence des marais où s'entremêlent des zones humides douces et saumâtres, permettent le développement d'une végétation riche et par conséquent la création de nombreux habitats.

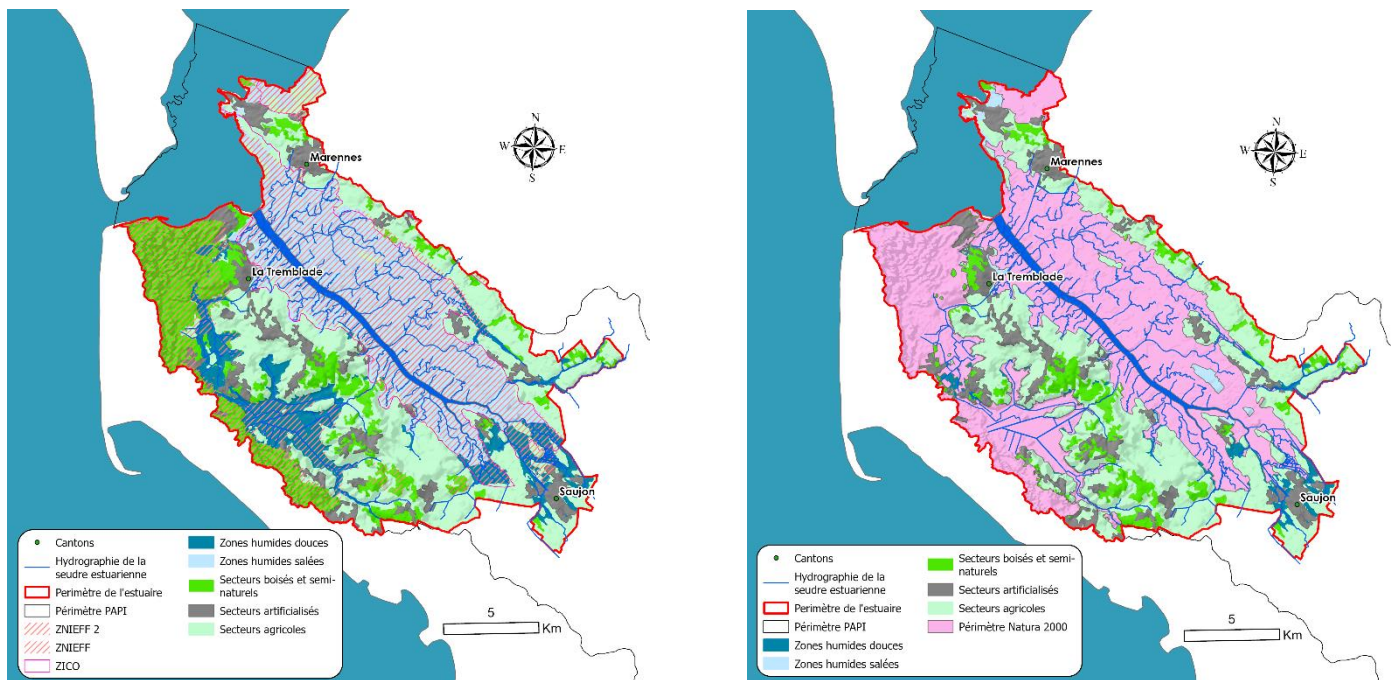
La reconnaissance de l'intérêt écologique des marais a permis de mettre en place des programmes d'inventaire et de connaissance tel que :

- des **Zones d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)** (cf. Figure 4). Ce programme correspond au recensement d'espaces naturels terrestres remarquables pour leurs intérêts écologiques. Cet inventaire actualisé en 1996, aboutit à la détermination de deux types de zones :

- les ZNIEFF de type I : sont des écosystèmes homogènes réduits abritant au moins une espèce et/ou un habitat rare(s) ou menacé(s) ;
- les ZNIEFF de type II : sont de grands ensembles aux potentialités biologiques importantes, pouvant inclure des ZNIEFF de type I et témoignant d'une cohérence écologique et paysagère.

- des **Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)** (cf. Figure 4) dont l'objectif était d'inventorier les zones représentant un enjeu pour la conservation des oiseaux sauvages. Cet inventaire, publié en 1994, a été réalisé par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et des groupes ornithologiques locaux, pour le compte du ministère chargé de l'Environnement.

Ces inventaires sont complétés par la présence du réseau Natura 2000. Réseau qui entend promouvoir la protection et la gestion des espaces naturels de valeur patrimoniale, dans le respect des exigences économiques et socioculturelles.



**Figure 4.** Carte d'occupation du sol et périmètres ZNIEFF, ZICO, Natura 2000

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

On note la présence également du parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et des pertuis créé le 4 avril 2015 par le ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. Il s'ouvre sur plus de 6 500 km<sup>2</sup> d'espace maritime sur la façade atlantique et inclue une partie estuarienne du bassin de la Seudre.



**Figure 5.** Carte du périmètre du Parc Marin de l'Estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

# DEUXIÈME PARTIE : DIAGNOSTIC DU TERRITOIRE ET DU RÉSEAU ROUTIER FACE À L'ALÉA SUBMERSION MARINE

## 2.1 Un territoire soumis au risque de submersion marine

Le territoire de la Seudre est soumis à deux types d'aléas : la submersion marine et l'inondation fluviale. Avec pour particularité la concomitance de ces deux aléas sur le secteur de Saujon qui est sous l'influence fluviomaritime (rencontre eaux douces et eaux salées).

La partie estuarienne (hors Saujon), est concernée par l'aléa submersion marine.

### 2.1.1 Origine et genèse des submersions marines

Les submersions marines désignent des inondations temporaires de la zone côtière par des eaux d'origines marines lors de conditions météorologiques extrêmes (*DREAL- Hauts-de-France, 2011*).

Le phénomène de submersion marine a pour origine la conjonction de plusieurs paramètres : la marée, les vents et la surcote marine. Hormis la marée qui est un phénomène astronomique, les vents et la surcote sont liés eux, aux systèmes dépressionnaires météorologiques. Les dépressions agissent sur le niveau de la mer selon trois principes :

- **La chute de pression atmosphérique** : un centimètre de surélévation pour chaque hectopascal au-dessous de 1013 hPa et inversement un centimètre de moins pour chaque hectopascal au-dessus de 1013 hPa.
- **Le vent en soufflant sur la mer**, le vent entraîne avec lui la couche d'eau de surface, modifiant ainsi le plan d'eau (surcote ou décote) et des courants dans le secteur proche côtier.
- Les vagues, générées au large par le vent, se propagent vers la côte et déferlent. Elles transfèrent alors leur énergie sur la colonne d'eau, ce qui provoque une **surélévation moyenne du niveau de la mer** (le « wave set-up », ou set-up, ou surcote liée aux vagues)

En période de tempête, la pression est basse, le vent souffle du large et les vagues sont fortes. Les éléments cités plus tôt, se conjuguent pour générer une surélévation du niveau de la mer : la surcote. Quand la surcote est en phase avec une marée haute de grand coefficient, la mer monte beaucoup plus haut que prévu. Il y a donc un risque de submersion marine.

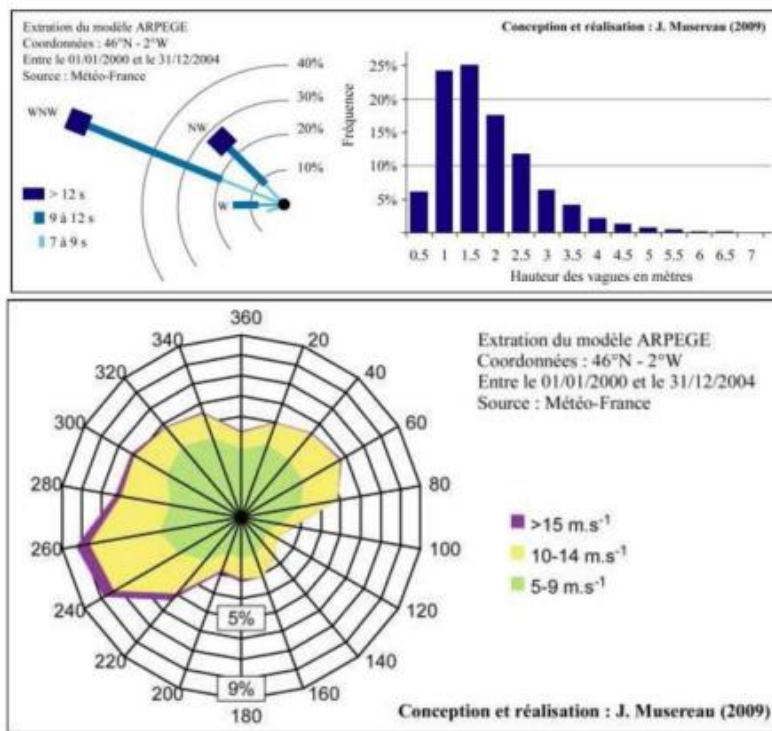


**Figure 6.** Schéma de l'influence du système dépressionnaire sur le niveau marin

(Source : Communauté de communes de l'Ile d'Oléron, 2014)

### 2.1.2 Paramètres hydrodynamiques locaux favorables aux submersions marines

L'élément le plus important à prendre en compte c'est l'orientation des vents, puisque ce territoire est exposé, tout comme le reste de la façade atlantique, aux tempêtes hivernales et houles associées. L'orientation des vents dominants est située entre SW et NW, quant à la houle, elle est majoritairement orientée WNW (Morgan Boyer, 2014).



**Figure 7.** : Rose des vents et caractéristiques de la houle sur la côte charentaise.

(Source : J.Musereau, 2009)

En effet ces événements brefs et puissants ont un impact majeur sur le milieu estuarien. Ces dépressions hivernales peuvent être associées à des forces de vents équivalentes à celle d'un ouragan (> 30 m/s ou 108 km/h) ainsi qu'à de fortes houles pouvant atteindre plus de 15 m (Morgan Boyer, 2014).

Lors de tels événements météorologiques, l'estuaire, et en particulier les communes en front de littoral, subissent des dynamiques de submersion importantes. Les communes les plus à l'intérieures des terres, subissent une montée des eaux moins violente du fait d'un abaissement de la ligne d'eau et d'une diminution de la section d'entrée (SMASS, 2017).

Cependant l'orientation particulière de l'estuaire (de NW à SE) fait qu'il se retrouve dans l'axe des vents dominants. Cet alignement de l'axe des vents et donc des vagues et de l'orientation de l'estuaire explique, que pour certains cas comme celui de Martin en 1999, des niveaux d'eau plus haut que Xynthia, ont été mesurés en fond d'estuaire. Et cela malgré la protection apportée par l'île d'Oléron. En effet le vent « pousse » l'eau au fond du marais.

### 2.1.3 Les tempêtes Martin et Xynthia

Il s'agit des deux événements les plus récents et donc ayant des données bien renseignées et des conséquences connues, permettant une analyse fine de leur fonctionnement et des impacts d'événements hivernaux sur l'estuaire.



*(\*La majorité des informations contenues dans la section « 2.1.3 Les tempêtes Martin et Xynthia » proviennent du PAPI de la Seudre).*

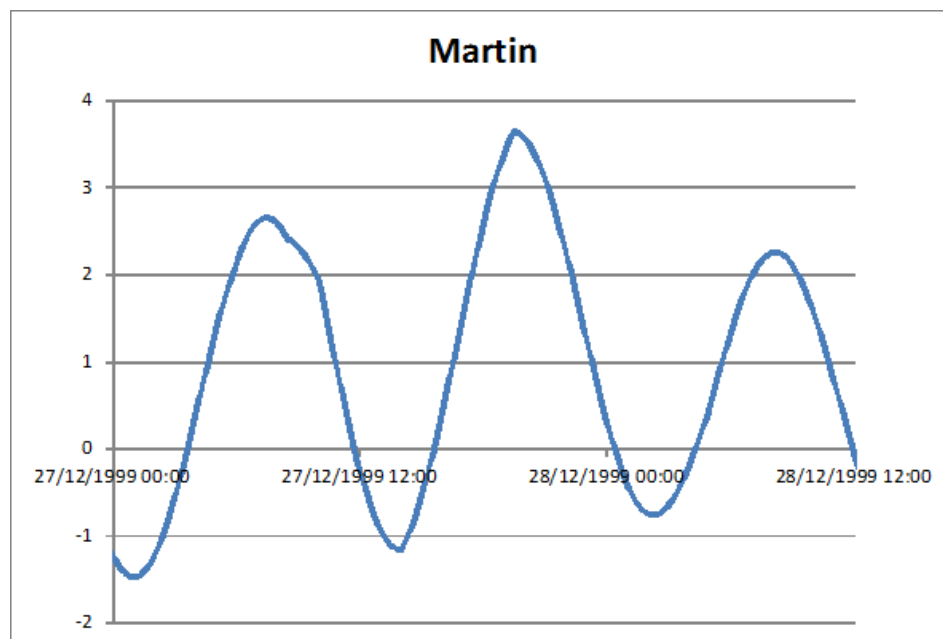


#### (A) La tempête Martin

Le 27 décembre 1999 le cyclone extratropical Martin traverse la France d'est en ouest, sur une période où le coefficient de marée était de 77.

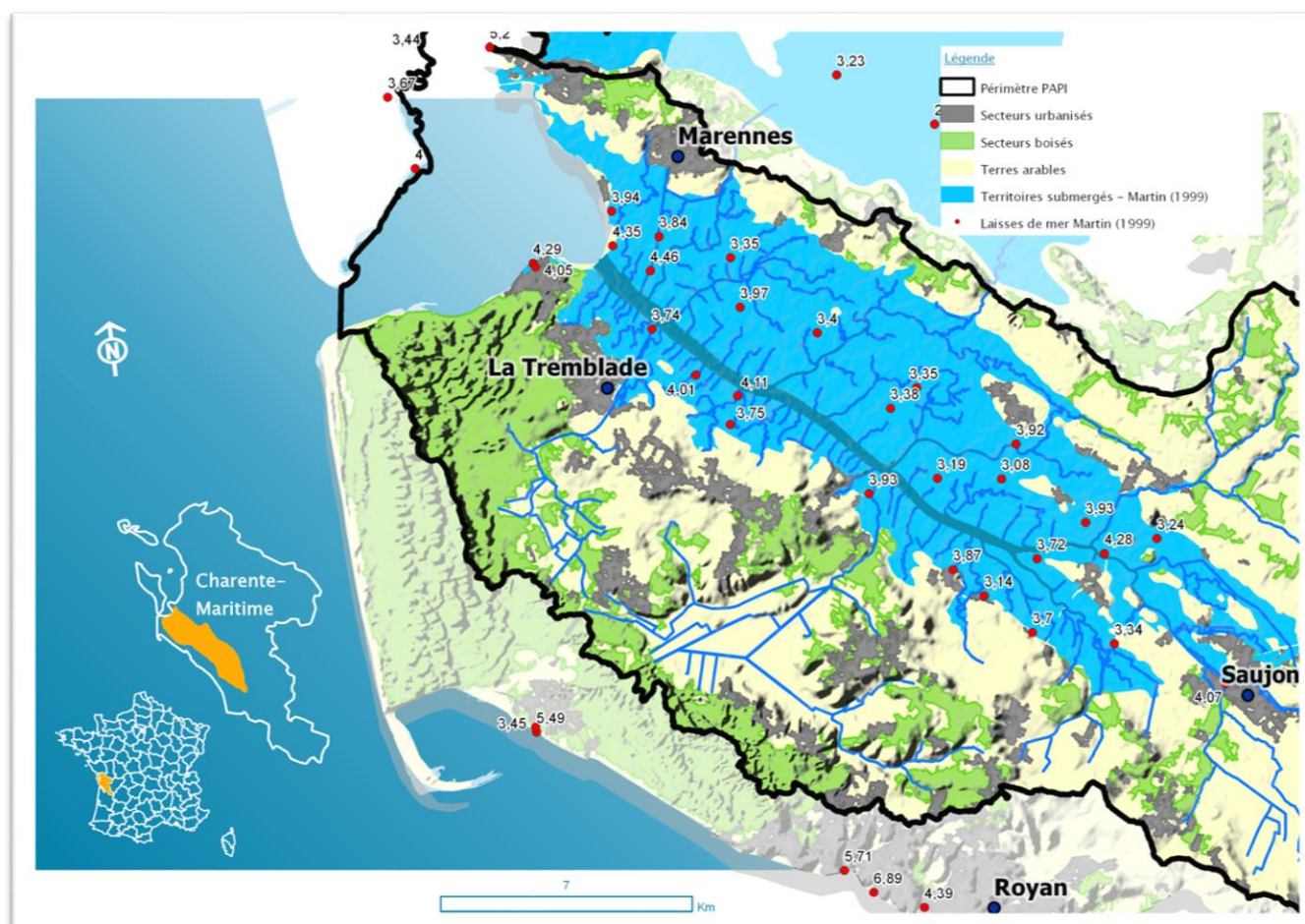
27 décès ont été recensés en France, dont 13 sont décomptés dans le département de Charente-Maritime, lors du passage de la tempête Martin.

Selon Météo France, la dépression du lundi 27 décembre s'est creusée dans la matinée au large de la Bretagne et a atteint en son centre 965 hPa en arrivant sur la pointe sud de la Bretagne. Des vents d'une extrême violence ont accompagné cette dépression, avec des pointes de près de 200 km/h sur le littoral (198 km/h sur l'île d'Oléron), entraînant des surcotes de 1,55 m au Verdon et de 2,25 m à Bordeaux.



**Figure 8.** Marégramme de Martin au Verdon  
(SMASS, 2017, P.38)

Lors de la tempête Martin, les vents violents et la submersion marine ont provoqué de nombreux dégâts matériels sur le bassin de la Seudre. 104,2 km<sup>2</sup> de territoires submergés ont été recensés par les services de l'Etat, avec des cotes de submersion allant de 3,08 à 4,46 m NGF et une moyenne de 3,73 m NGF. Par ailleurs, une atténuation de l'altitude du plan d'eau a été observée en fond de marais (REX Martin, DDTM 17, SOGREAH, 2011).



**Figure 9.** Carte des zones submergées lors de la tempête Martin (SMASS, 2017)

D'une manière générale, la submersion s'est produite avec une houle négligeable dans l'estuaire de la Seudre. Cependant, des submersions localement violentes ont été observées à l'aval de l'estuaire, au niveau des communes de La Tremblade, Marennes et Bourcefranc-le-Chapus, situées en front de littoral.

D'autre part, la commune de l'Eguille a fortement été impactée pendant cet évènement, de par sa situation de bout d'estuaire. 80 habitations ont été touchées et la commune s'est retrouvée isolée, avec la submersion de ses routes d'accès.

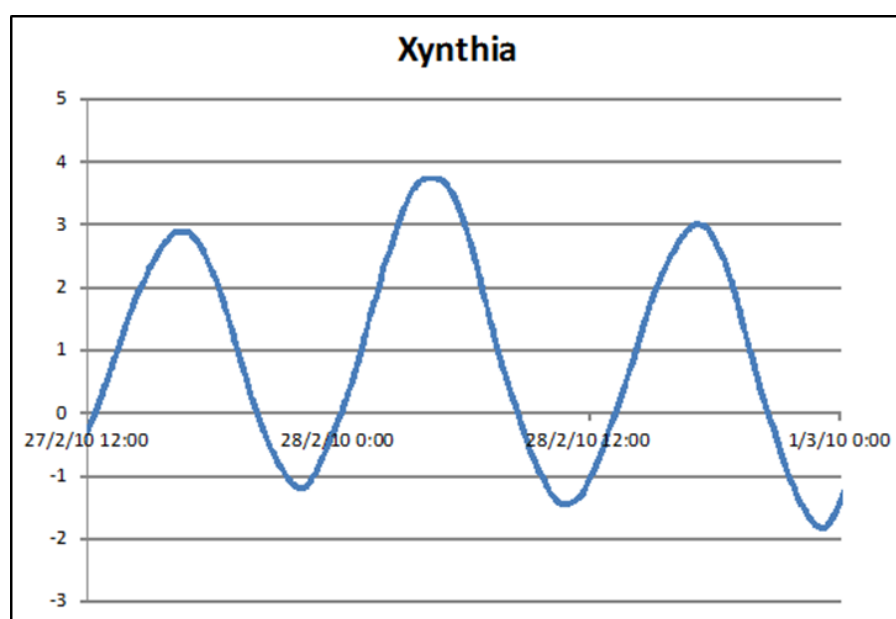


## (B) La tempête Xynthia

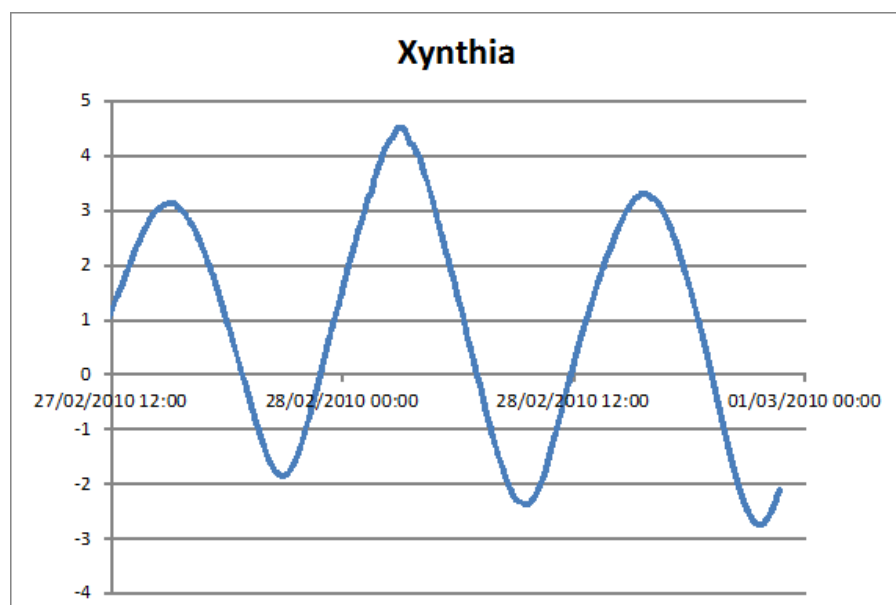
Du point de vue météorologique, la tempête Xynthia, de taille et d'intensité peu commune, n'a pas atteint pour autant le caractère exceptionnel des tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999, ni celui de Klaus de janvier 2009. Elle a cependant entraîné 53 décès en France, dont 12 décès en Charente-Maritime et de nombreux dégâts. La tempête Xynthia a touché les côtes atlantiques françaises dans la nuit du 27 au 28 février, au maximum de son creusement (centre dépressionnaire à 969 hPa), avant de poursuivre sa route vers le nord de la France. Des rafales maximales de 160 km/h sur le littoral ont été relevées (140 km/h sur l'île d'Oléron).

L'importance de la submersion est finalement liée à la coïncidence du passage de la tempête avec la pleine mer d'une marée de vive-eau de coefficient 102 et des fortes houles comprises entre 6 et 7 m. Ces paramètres ont provoqué une surcote de l'ordre de 1,50 m à La Rochelle, de 1,30 m à Rochefort et 0,95 m au Verdon.

Le marégraphe du Verdon, à l'entrée de l'estuaire de la Gironde a mesuré un niveau maximal de 3,74 m NGF et celui de la Rochelle a enregistré un niveau maximal de 4,50 m NGF

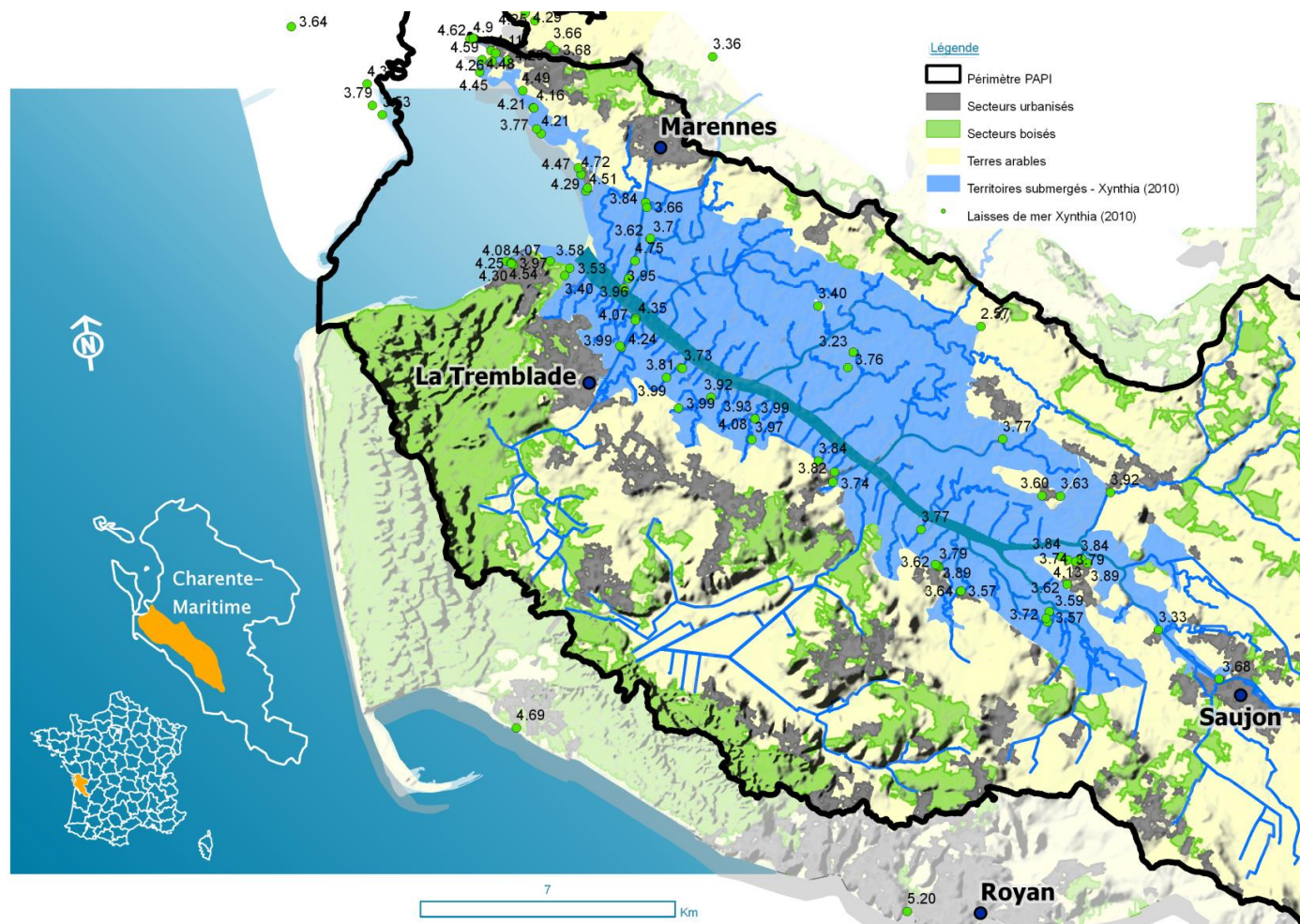


**Figure 10.** Marégramme de Xynthia au Verdon (SMASS, 2017)



**Figure 11.** Marégramme de Xynthia à La Rochelle (SMASS, 2017)

Au niveau de la Seudre, 91,72 km<sup>2</sup> de surfaces submergées ont été recensés (cf. Carte 11), avec des cotes comprises entre 2,57 m NGF et 5,11 m NGF (REX Xynthia, DDTM 17, SOGREAH, 2011).



**Figure 12.** Carte des zones submergées lors de la tempête Xynthia  
(Source : SMASS, 2017)

De même que pour la tempête Martin, les communes en bord de littoral ont subi un épisode de submersion violent, alors que les communes de l'estuaire de la Seudre ont vécu une montée des eaux moins violente. La commune de l'Eguille a de nouveau été touchée, 65 habitations ont été concernées par la submersion, ainsi que la commune de Chaillevette où la digue a été détériorée à sept endroits. Pour rappel, celle-ci n'avait pas été sinistrée lors de la tempête Martin.

#### 2.1.4 Les scénarii de submersions retenus

Dans le cadre de notre étude sur le maintien de la continuité territoriale, il a été choisi de prendre quatre scénarios distincts :

- **Evènement connu**, d'une période de retour estimée à 50 ans
- **Evènement de référence**, d'une période de retour estimée à 150 ans;
- **Evènement rare (Court terme)**, d'une période de retour estimée à 300 ans;
- **Evènement extrême (Long terme)**, d'une période de retour estimée à 1000 ans;

Les scénarios rare et critique essaient prendre en compte les effets du changement climatique (court et long terme).

Les scénarios retenus ont été construits à partir du modèle hydrodynamique mise en place par le bureau d'étude Artelia sous maîtrise d'ouvrage du SMBS, dans le cadre de l'élaboration du PAPI.

##### (A) Evènement connu

L'évènement connu retenu est l'**évènement Xynthia**. Un événement de période de retour plus faible aurait été intéressant à étudier, cependant les couches de niveau d'eau n'étant pas disponible il fut choisi de garder un évènement connu dont les données étaient mobilisables (Xynthia), d'un retour estimé à 50ans.

##### (B) Evènement de référence

La circulaire de juillet 2011, relative aux Plan de Prévention Risque Littoraux, précise que l'évènement de référence à retenir est l'évènement historique le plus fort ayant affecté le territoire. Toutefois, il est précisé que celui-ci doit être caractérisé par une période de retour au moins centennale. Si ce n'est pas le cas, un évènement centennal devra être calculé. Cette définition correspond aux exigences du Cahier des Charges PAPI de l'évènement moyen. Ainsi, pour assurer une concordance entre le PAPI et le PPRL sur le territoire de la Seudre, il a été décidé de retenir un évènement de référence commun à ces deux outils.

Evènement de référence : évènement construit à partir de **la surcote barométrique et du niveau de marée de Xynthia, associées avec l'intensité et la direction du vent Martin**. Une période de retour estimée à 150 ans est attribuée à cet évènement (Artelia, 2017).

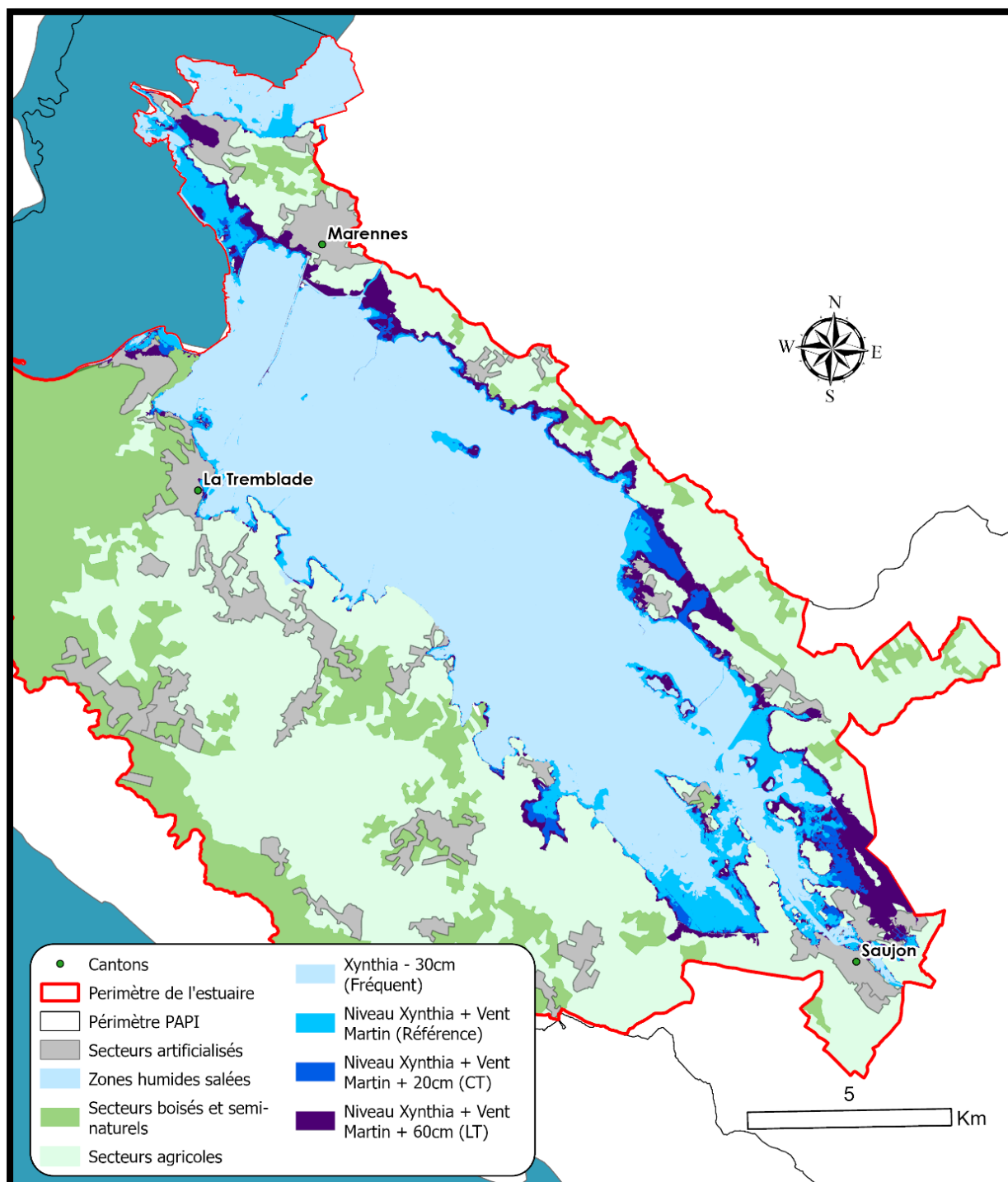
##### (C) Evènement rare (court terme)

Un évènement rare a été retenu correspondant à l'évènement court terme du PPRL. C'est à dire **l'évènement de référence additionnée d'une lame d'eau de 20 cm au large**, de façon à prendre en compte l'influence du changement climatique à court terme. Une période de retour actuelle est estimée autour de 300 ans.

### (D) Évènement extrême (Long terme)

Le cahier des Charges PAPI demande de définir un évènement extrême : « crue mobilisant tout le lit majeur, concomitance exceptionnelle d'évènements marins... », notamment pour avoir une base de réflexion en termes de gestion de crise. La Directive Inondation demande quant à elle que cet évènement soit d'un ordre de grandeur d'au moins 1000 ans.

**Ainsi, l'évènement extrême retenu correspond à l'évènement long terme du PPRL, soit l'évènement de référence additionnée d'une lame d'eau de 60cm au large de façon à prendre en compte l'influence du changement climatique à l'horizon 2100. Une période de retour actuelle est estimée autour de 1000 ans.**



**Figure 13.** Carte des enveloppes inondables selon les événements retenus  
(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

## 2.2 Enjeux principaux du territoire

Le recensement des enjeux sur le bassin, permet d'identifier les zones à risque du territoire. Pour cela, l'évaluation est réalisée en termes de danger humain et d'impact sur le fonctionnement du territoire

A l'échelle du bassin de la Seudre entier, trois secteurs d'activités ressortent : **le tourisme, l'ostréiculture et l'agriculture.**

### 2.2.1 Enjeux humains

L'activité touristique est la première activité économique du territoire. Il passe de 105.000 individus en hiver à 250.000 individus en été, et donc de 3.000 emplois touristiques en hiver à 10.000 emplois touristiques en été et génère 600 Millions d'euros de chiffre d'affaires (SMASS, 2017). Sur la partie estuarienne on dénombre 45 campings au total. Cette partie concentre un grand nombre d'enjeux humains et économiques.

Le front de mer est composé de nombreux centres urbains où une activité touristique importante s'est développée. Etant principalement composée de marais maritimes et de prairies, le centre du marais accueille une activité économique forte de par l'ostréiculture et l'élevage extensif. Il est donc pertinent d'identifier les enjeux de cet espace vulnérable aux submersions marines.

L'habitat est, pour la majeure partie, concentré dans les bourgs de chacune des communes avec toutefois quelques zones d'habitats diffus.

On constate aussi qu'**à Marennes et encore plus à La Tremblade les chiffres de la population exposée sont « plutôt bas » en comparaison avec le grand nombre d'habitation en zone inondable. Cela est induit notamment par la présence de résidences secondaires sur ces communes et sur les communes du littoral en général.** L'estimation de la population en zone inondable est relativement imprécise car elle correspond à une population en saison hivernale (saison touristique basse). Ces chiffres peuvent fluctuer selon les variations saisonnières et la surexposition en période estivale.

### 2.2.2 Enjeux économiques

En ce qui concerne l'activité ostréicole, extrêmement importante sur la partie estuarienne, il s'agit du **premier bassin ostréicole de France** avec un tiers de l'activité nationale. Cette activité regroupe 972 salariés et génère 90 à 130 Millions d'euros (SMASS, 2017). Le marais salé de la Seudre est le premier lieu d'affinage en France (85% des claires françaises). Le bassin est connu pour la production d'huitres de qualité bénéficiant de deux certifications Label Rouge (1989 et 1999) ainsi qu'une Indication d'Origine Protégée (IGP) « Huitres Marennes Oléron ». (Source : Sarah BOURDIN, 2015).

L'activité agricole est basée sur trois filières dominantes : grande culture, viticulture et élevage (laitier et allaitant). Cela représente 2.000 emplois (1.200 exploitations et 800 filières) et génère 100 Millions d'euros (SMASS 2017).

Le Territoire comporte de nombreux enjeux sensibles et stratégiques

Pour l'événement extrême, voici la liste des établissements en zone inondable, sur l'estuaire de la Seudre :

### **Commune de Bourcefranc-Le-Chapuis**

- Caserne de Pompiers
- Mairie
- Lycée de la Mer et du Littoral
- Salle Omnisport

### **Commune de La Tremblade**

- Caserne de pompiers
- IFREMER (Ronce-Les-Bains)

### **Commune de Nieulle-sur-Seudre**

- Mairie
- Ecole primaire Marie-Louise Neaud

### **Commune de Saujon**

- Collège André Albert
- Ecole maternelle "La Taillé"

**A relever que sur Saujon l'EHPAD « ORPEA-Sud Saintonge » se retrouve inondée lors de l'événement critique (Niveau Xynthia + vent Martin + 60cm), accroissant la vulnérabilité de personnes sensibles.**

A noter que certains hébergements touristiques seraient aussi en zone inondables :

- Camping « AIRE NATURELLE LES MÉTAIRIES » (Saint-Sulpice-de-Royan)
- Camping « CAMPING LA FERME DE L'ETANG » (Mornac-sur-Seudre)
- Camping « CAMPING LE LOGIS DE LA LANDE » (Saujon)
- Camping « CAMPING DU LAC » (Saujon)

### 2.3 La vulnérabilité du réseau routier à l'aléa submersion marine

Il est très important de prendre en compte la vulnérabilité du réseau routier, car il permet à la fois **l'évacuation et l'approvisionnement des populations**, il assure **l'accessibilité des sites sensibles** ou encore la possibilité, pour les **services de secours** et les intervenants réseau, de circuler sur le territoire pour aider à gérer la crise (CEPRI, 2016).

Pour réduire la vulnérabilité du réseau routier, trois stratégies existent :

- **Éviter le risque** consiste à ne pas exposer le réseau, ou ses éléments sensibles à l'eau, à l'aléa inondation
- **Rendre un réseau plus robuste**, c'est faire en sorte, par des dispositifs portant sur le réseau ou son environnement immédiat, qu'il ne soit pas détérioré par la présence de l'eau (ouvrages, etc..).
- Permettre grâce au **maillage du réseau routier**, de multiplier les possibilités de parcours et donc éviter l'isolement de certaines parties du territoire si un axe vient à être coupé.

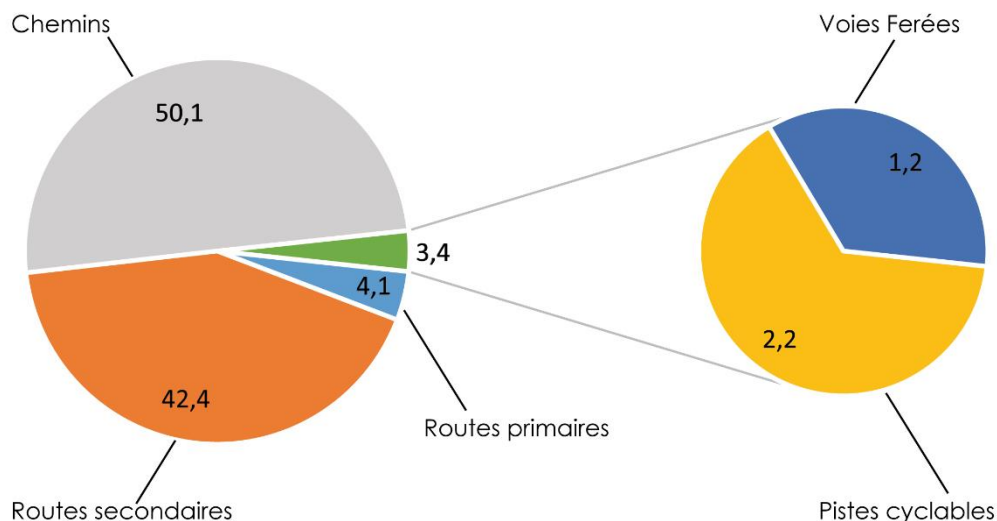
#### 2.3.1 Le réseau routier sur l'estuaire de la Seudre

Le recensement des voies de transport routier s'est fait à partir de la BD TOPO IGN 2021.

Le réseau de transport a été classé en 5 entités :

- Les voies primaires : routes départementales ou quasi-autoroutes (sur le territoire d'étude, on y retrouve la D728, la D26, la D14, la D25, la D733, la D131 et enfin la D728E)
- Les voies secondaires : routes à 1 à 2 chaussées, communales.
- Les chemins
- Les voies ferrées
- Les pistes cyclables

Sur l'estuaire, la répartition des différentes voies de circulation s'effectue de façon suivante :



**Figure 14.** Diagramme de répartition des différentes voies de circulation sur l'estuaire en pourcentage.  
(Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les communes de l'estuaire de la Seudre sont ainsi desservies par un axe est-ouest au nord de la Seudre, la D728, rejoignant la D26 menant à l'île d'Oléron. Une autre départementale traverse l'estuaire de la Seudre d'est en ouest mais cette fois ci au sud de la Seudre, il s'agit de la D14, devenant D25 à l'ouest.

Ces deux départementales traversant le territoire sont reliées entre elles par la D728E à l'embouchure de l'estuaire (pont de la Seudre) et par la D733 au niveau de la commune de l'Eguille, devenant D131 sur sa partie Nord.

A noter aussi la présence de la N150 sur le secteur se Saujon.



**Figure 15.** Carte du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) sur les routes primaires de l'estuaire  
 (Source : Données Charente-Maritime ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



*Ces données chiffrées sont celles de 2021, issues du Département de Charente-Maritime, produites en février 2022.*  
 Sources : SSCEE, Web Trafic et DIRA.





Un réseau dense de voirie secondaire et de chemin dessert les 13 communes du PAPI. Cela est dû à une particularité du territoire : le marais salé. Le marais composé d'un très grand nombre de parcelles et donc, principalement desservies par des chemins et des routes secondaires

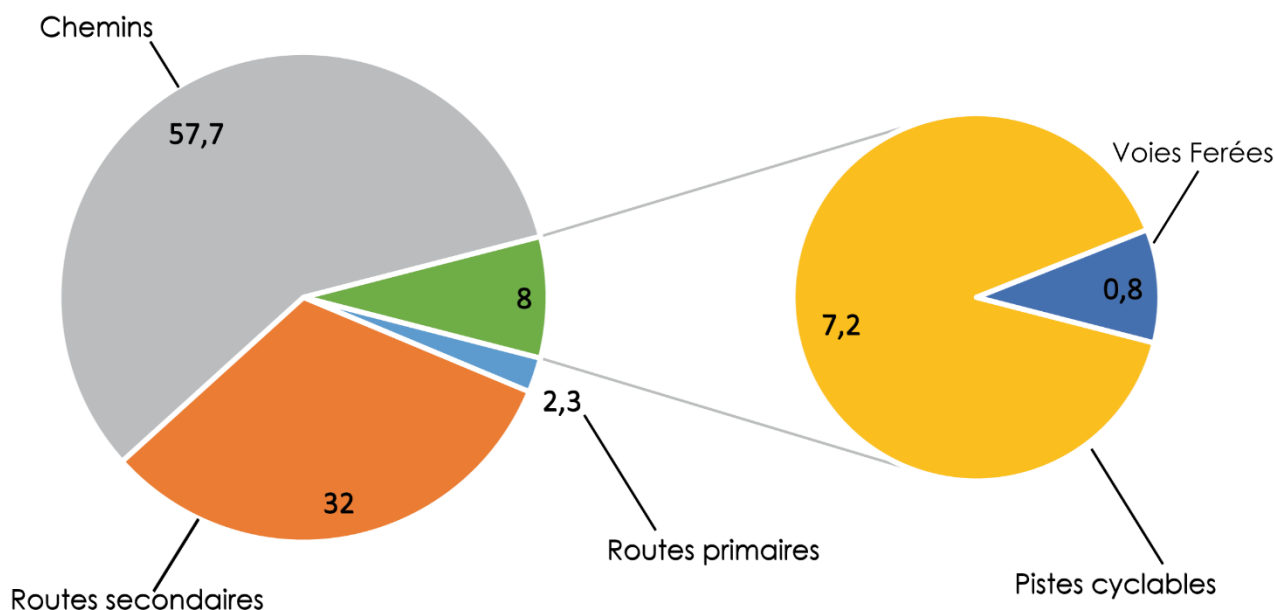
En ce qui concerne les données sur la fréquentation des routes secondaires, ils n'en existent pas de mobilisables. Il est donc très compliqué d'établir le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) pour ces voies. Par conséquent il ne sera pas abordé ici, mais, lors de la réalisation de l'indice de vulnérabilité du réseau routier à l'aléa submersions marines (IVRASM) et notamment avec l'Indice des Caractéristiques du Réseau routier (ICAR).

### 2.3.2 La vulnérabilité du réseau routier (événement critique)

Ce réseau est particulièrement vulnérable aux submersions marines. Pour l'événement critique par exemple, correspondant à une période de retour millénaire, le linéaire routier impacté serait de :

- 15,4 kilomètres de routes primaires ;
- 216,2 kilomètres de routes secondaires ;
- 390,6 kilomètres de chemins ;
- 5,3 kilomètres de voies ferrées ;
- 49 kilomètres de pistes cyclables.

Cela représente 676,8 kilomètres de linéaire de voies de communications qui seraient impactés lors de l'événement critique, soit 31% des voies de circulation de l'estuaire ce qui démontre la grande vulnérabilité de ce réseau.



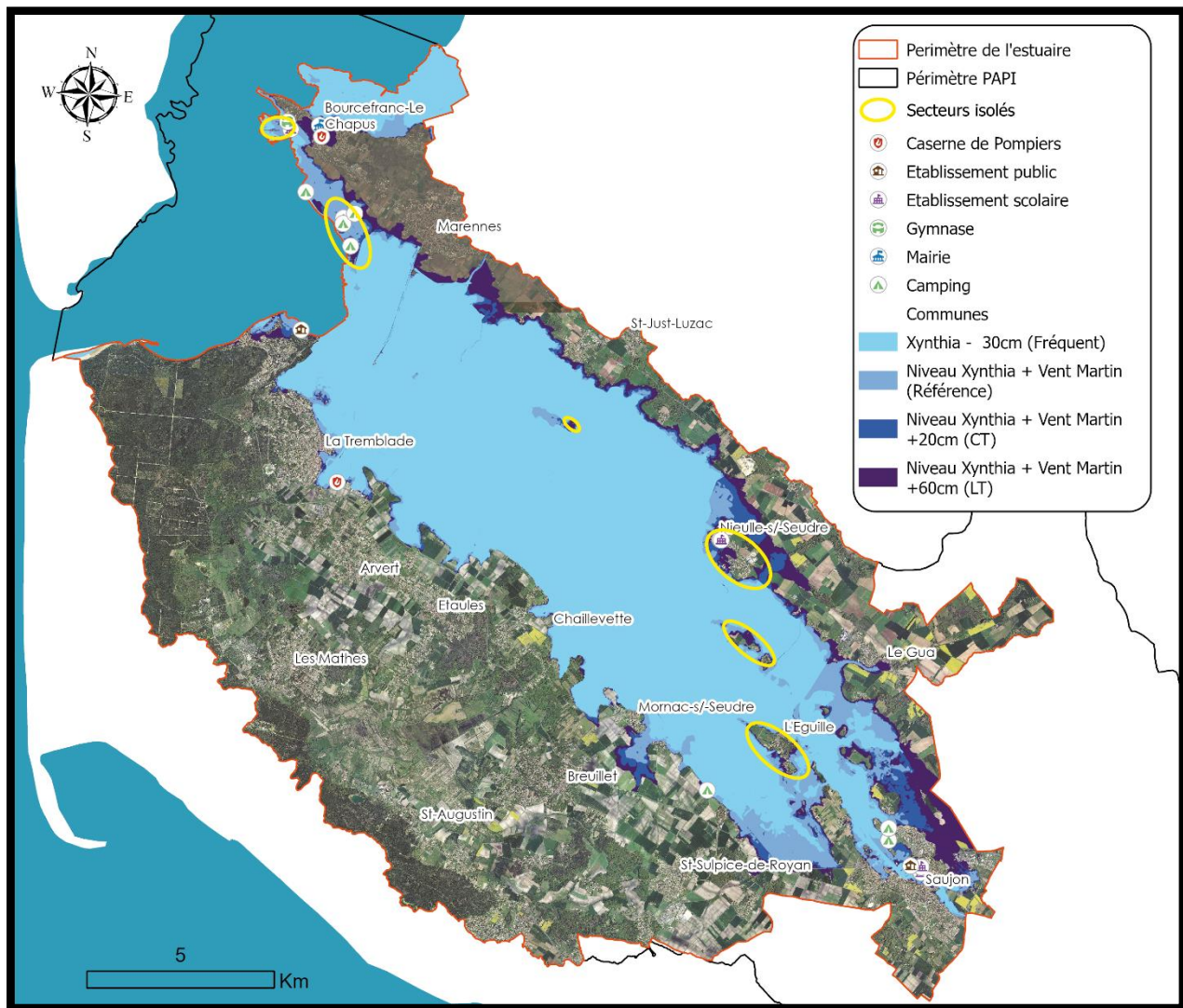
**Figure 16.** Diagramme de répartition des différentes voies de circulation impactées lors de l'événement critique, en pourcentage (Niveau Xynthia + Vent Martin + 60cm (LT))  
(Réalisation : Térencia Louvet ; 2022)

### 2.3.3 Enclavement de certains espaces (événement critique)

La submersion du réseau entraîne un risque de coupure des accès routiers à certains endroits, et donc entraîne une rupture de la continuité territoriale. Ces ruptures de la continuité territoriale entraînent l'enclavement de certains espaces.

Pour l'événement critique, le PAPI avait identifié les secteurs suivants comme enclavés :

- La commune de l'Eguille (D733)
- Le quartier de Marennes-Plage sur la commune de Marennes-Hiers-Brouage (D728E)
- La commune de Nieulle-sur-Seudre (D178)
- Le quartier de La Grognasse sur la commune de Bourcefranc-Le-Chapus (D26)
- Le lieu-dit de Souhe sur la commune du Gua (rue des Marais Neufs)
- Le lieu-dit d'Artouan sur la commune de Saint-Just-Luzac (rue Artouan)

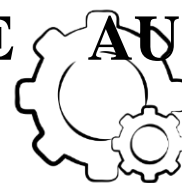


**Figure 17.** Carte des Secteurs isolés en cas de submersion du réseau routier  
(Source : BD ORTHO 2018 Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Excepté la commune de l'Eguille se trouvant en fond d'estuaire, toutes les autres ruptures de continuité se trouvent en rive droite de la Seudre. L'étendue plus importante du marais sur cette rive peut expliquer ce phénomène.

Les secteurs identifiés sur la carte 17 ci-dessus, sont des secteurs prioritaires car en cas de submersion ils conduiraient à accroître la vulnérabilité du territoire par l'isolement de nombreuses personnes.

# TROISIÈME PARTIE : MÉTHODOLOGIE ET OUTIL D'ANALYSE DU MAINTIEN DE LA CONTINUITÉ TERRITORIALE FACE AU RISQUE SUBMERSION MARINE



Cette partie se concentre donc sur le cœur de la demande du Syndicat Mixte du Bassin de la Seudre, c'est-à-dire, l'élaboration d'une méthode d'identification et de priorisation des axes submergés, avec pour finalité la proposition d'un outil cartographique pour les PCS (Plan communaux de sauvegarde).

## 3.1 Les données existantes et les outils utilisés dans ces travaux

Après de nombreuses recherches bibliographiques, les principales sources d'inspiration pour la création de la méthodologie sont présentées ci-après.



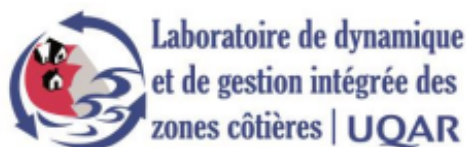
Les guides du CEPRI

Tout d'abord il apparaît incontournable de citer le « CEPRI : *Le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation*, 2016 ». Ce guide donne énormément d'éléments concernant la vulnérabilité des territoires et des réseaux, notamment le réseau routier qui va nous intéresser ici. Il propose également des pistes techniques, organisationnelles, réglementaires et financières pour mieux connaître la vulnérabilité des réseaux et pour faire face aux défaillances des réseaux.



En complément du Guide CEPRI cité juste au-dessus, il existe une « fiche réseau » regroupant de nombreuses informations sur le fonctionnement du réseau routier lors d'un événement climatique de type submersion. La fiche propose des solutions à adapter selon les spécificités de chaque territoire.

Ces deux documents nous renseignent donc sur les caractéristiques d'un réseau routier confronté à un aléa d'inondation.



Il s'agit d'une étude concernant la Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques. Elle a été réalisée à la demande du ministère des Transports du Québec et a été financée par la Direction de l'environnement et de la recherche. Un intérêt

particulier a été émis pour le volume 3 de cette étude nommée : « Développement d'une approche et d'un indice pour quantifier la vulnérabilité des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques sur 9 sites témoins ».

Ce document a servi de base pour la construction de l'indice de vulnérabilité du réseau routier (IVRASM) et a permis de bénéficier de compte-rendu et de retour d'expériences à l'échelle internationale.



Enfin des travaux réalisés par l'université François- Rabelais de Tours, dans le cadre de Le projet ACCEL (ACCessibilité d'Enjeux Localisés), nous renseigne sur les méthodes de détermination des axes de contournement lors de la submersion de certaines voies de communication.



Et bien sur des programme d'action et de prévention des inondations (PAPI) ont été consultés. Principalement celui du bassin versant de la Seudre nous renseignant, de façon évidente, sur le fonctionnement et les caractéristiques du territoire.

Pour mettre en place la méthodologie de création d'indice utilisé dans ce rapport, les données seront traitées dans des SIG (système d'information géographique). Les données utilisées proviennent majoritairement du SMBS :

- Emprise spatiale des événements retenus (Etude hydraulique Artelia, 2017)
- Model Numérique de Terrain (MNT) LIDAR (IGN)
- Photographies du territoire (SMBS)
- BD SIRENE 2021 corrigée par les agents du SMBS
- Identification de certains espaces enclavés (SMBS)
- BD TOPO 2021(IGN)
- Ortho-photographies de 2018 (IGN).

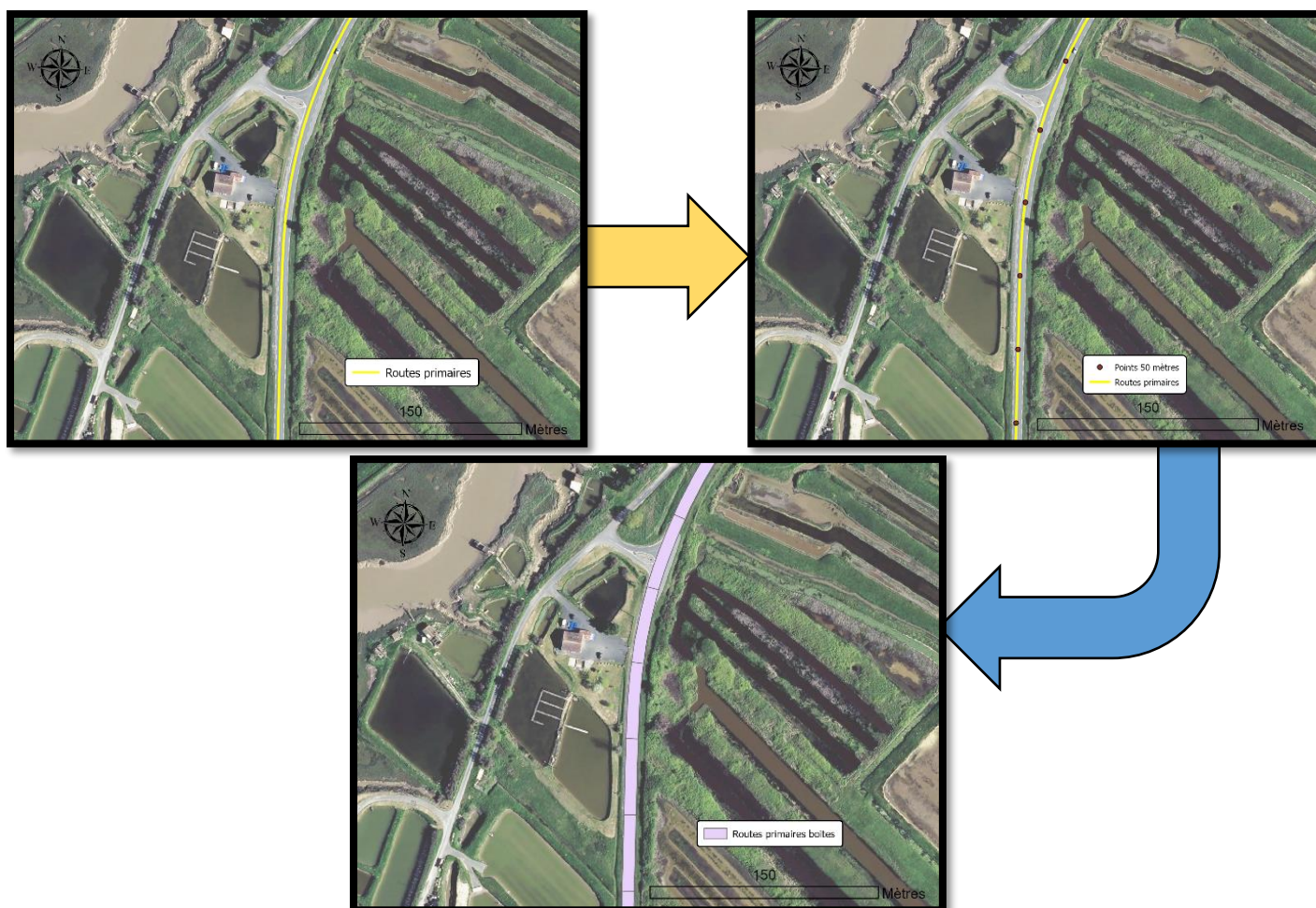
### 3.2 Création des boîtes prérequis pour le calcul des indices

L'identification de la vulnérabilité du réseau routier passe par la création de différents indices qui seront expliqués dans la partie suivante (3.3 Explication de la méthode des seuils).

La mise en place des différents indices nécessite l'utilisation d'unités d'observation, **appelées boîtes qui représenteront des tronçons de routes, longs de 50 mètres**. Le choix d'une telle échelle se justifie par la précision qu'elle apporte, puisque les tronçons de route de 50 mètres sont jugés comme d'altitude similaire. A terme ces boîtes contiendront toutes les données nécessaires à l'analyse de la vulnérabilité de la route.

Les traitements sont ici relativement complexes et méritent une certaine rigueur. En effet, les traitements pris individuellement sont relativement courts, mais **la multiplicité de ceux-ci fait que l'opération demande un temps non négligeable**. L'opération fut répétée deux fois, pour les routes primaires ainsi que les routes secondaires. Les différentes étapes de traitement SIG sont disponibles en Annexe.

Voici une illustration d'une route fusionnée, transformée en boîtes de 50 mètres.



**Figure 18.** Illustration de la méthode de création de boîte  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

En ce qui concerne la largeur des boîtes, il a été choisi de prendre 1 mètre en plus de chaque côté de la largeur moyenne de la chaussée, pour prévenir d'éventuelles arrivées d'eau juxtaposées à la bordure de la route.

La largeur des routes primaires étant d'en moyenne 6,3 mètres, la largeur des boîtes associées a été fixée à 4 mètres.

La largeur des routes secondaires étant d'en moyenne 3,5 mètres, la largeur des boîtes associées a été fixée à 2,5 mètres.

### 3.3 Explication de la méthode des indices

Les chiffres avancés dans la partie « 2.3.2 La vulnérabilité du réseau routier (événement critique) » correspondent au réseau routier présent sur l'emprise spatiale de l'aléa. Cependant il faut bien comprendre que certains paramètres réduisent ou bien accentuent la vulnérabilité. Par exemple certaines routes ont une altitude supérieure au niveau d'eau et ne sont donc pas immergées, malgré leur présence sur l'emprise spatiale. Il est, par conséquent, nécessaire de les différencier.

C'est dans ce but que la création d'un Indice de Vulnérabilité du Réseau routier à l'Aléa Submersions Marines (IVRASM) fut mis en place.

L'IVRASM se calcul à partir de 3 indicateurs différents :

- Indice d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR)
- Indice des Caractéristiques du Réseau routier (ICAR)
- Indice de Capacité d'Accès aux Secours (ICAS)

Indice	Paramètre
IDEXIR	<b>Hauteur d'eau sur la route</b> Nécessite les éléments suivants : -Altitude de la route -Hauteur d'eau calculée pour chaque événement
ICAR	<b>Capacité d'accueil de la route</b> <b>Population résidant directement sur le segment de la route</b>
ICAS	<b>Présence d'une voie de contournement</b> (Si oui de quelle longueur) <b>Accès aux secours</b> (Ou détour et si oui de quelle longueur)

**Figure 19.** Tableau des indices utilisés pour calculer l'IVRASM.

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Un score allant de 1 à 4 est calculé pour chaque paramètre et attribué à chaque segment de 50 m de route. Pour chaque paramètre, le 1 est le moins susceptible d'augmenter la vulnérabilité de la route et le 4 le plus susceptible.

Les scores incluent la possibilité du « 0 ». Ceci n'est le cas que lorsque ce paramètre peut annuler complètement toute vulnérabilité aux submersions marines, quels que soient les autres paramètres.

Si le paramètre n'influence que peu la vulnérabilité, il est plutôt classé « 1 ». L'équation de la vulnérabilité étant une multiplication, le 0 annule toute vulnérabilité et le 1 ne modifie pas le résultat (Drejza et al., 2015).

### 3.3.1 L'InDex d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR)

L'IDEXIR permet de classer les routes en 4 classes, selon les niveaux d'eau estimés :

- (0) Routes émergées (vulnérabilité nulle : Hors d'eau)
- (1) Routes empruntables par un véhicule lambda (vulnérable faible : hauteur d'eau inférieur à 30 cm)
- (2) Routes empruntables par un véhicule spécial (vulnérabilité forte : hauteur d'eau comprise entre 30 et 70 cm)
- (3) Routes impraticables (vulnérabilité critique : hauteur d'eau supérieur à 70cm)

Le seuil de 30 centimètres s'explique car 30 cm d'eau suffisent pour soulever et emporter un véhicule lambda. Cependant, il faut prendre en compte certains véhicules de secours du SDIS17, ayant des capacités de franchissement plus élevées que les véhicules des particuliers.

Le SDIS 17 possède une grande variété de véhicules (cf figure 26)



**Figure 20.** Illustration des véhicules du SDIS 17.

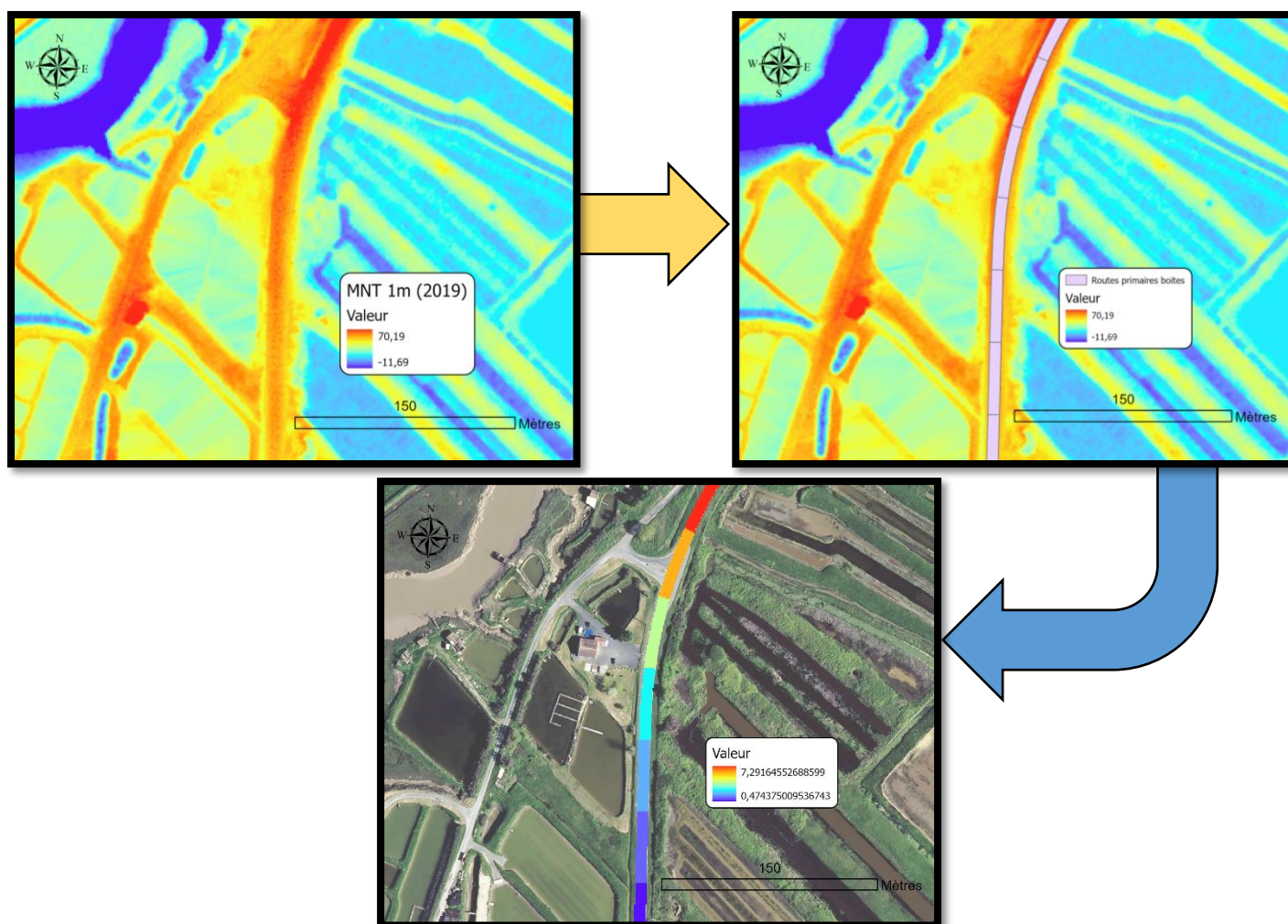
(Source : [www.sdis17.fr](http://www.sdis17.fr) )

En ce qui concerne le franchissement de routes inondées c'est le camion-citerne feux de forêts (CCF), qui est intéressant. En effet muni d'un châssis de 4x4, il a de très bonnes capacités tout-terrain. Le département de Charente-Maritime en possède 102. La capacité de franchissement des camions-citernes feux de forêts de type Moyen est de 70cm d'eau, soit  $\frac{3}{4}$  de la roue au maximum (SDISS17). C'est la raison qui explique l'autre seuil de 70cm d'eau.

Il faut mettre en garde la population car même si l'indice identifie des routes qualifiées de 1, c'est-à-dire, empruntables pour des véhicules lambda, un risque existe toujours. "Circuler dans l'eau c'est vraiment à proscrire", insiste Sylvain Girault, vice-président de l'Association nationale des experts automobile. En effet le véhicule et son conducteur peuvent être emportés par le courant, la distinction de la chaussée est perturbée et donc le véhicule peut sortir de la route, ou bien encore, l'eau risque d'entrer dans le moteur et le rendre hors d'usage.

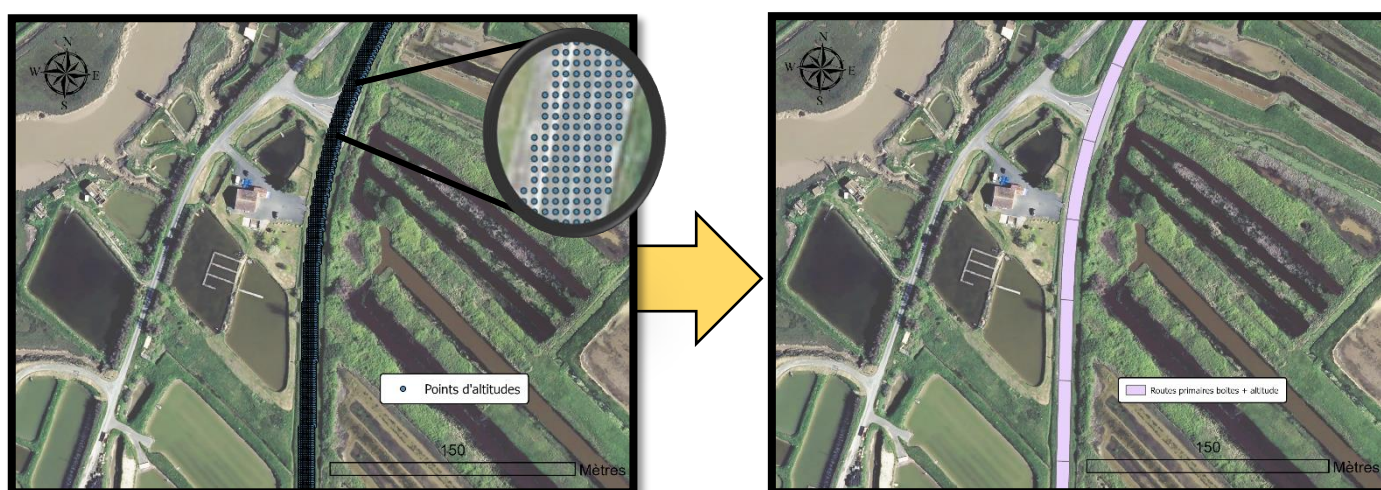
L'altitude moyenne a été calculée pour chaque boîte à l'aide du Modèle Numérique de Terrain (MNT) LIDAR d'une précision de 20 centimètres.

Voici une illustration de l'extraction des altitudes du MNT par boîtes.



**Figure 21.** Illustration de la méthode d'extraction des altitudes par boîtes  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Ensuite pour l'attribution des altitudes du MNT par boîtes, il suffit de transformer le raster en point et de les attribuer à chaque boîte, les étapes l'attribution des altitudes du MNT par boîtes est en annexe 2.

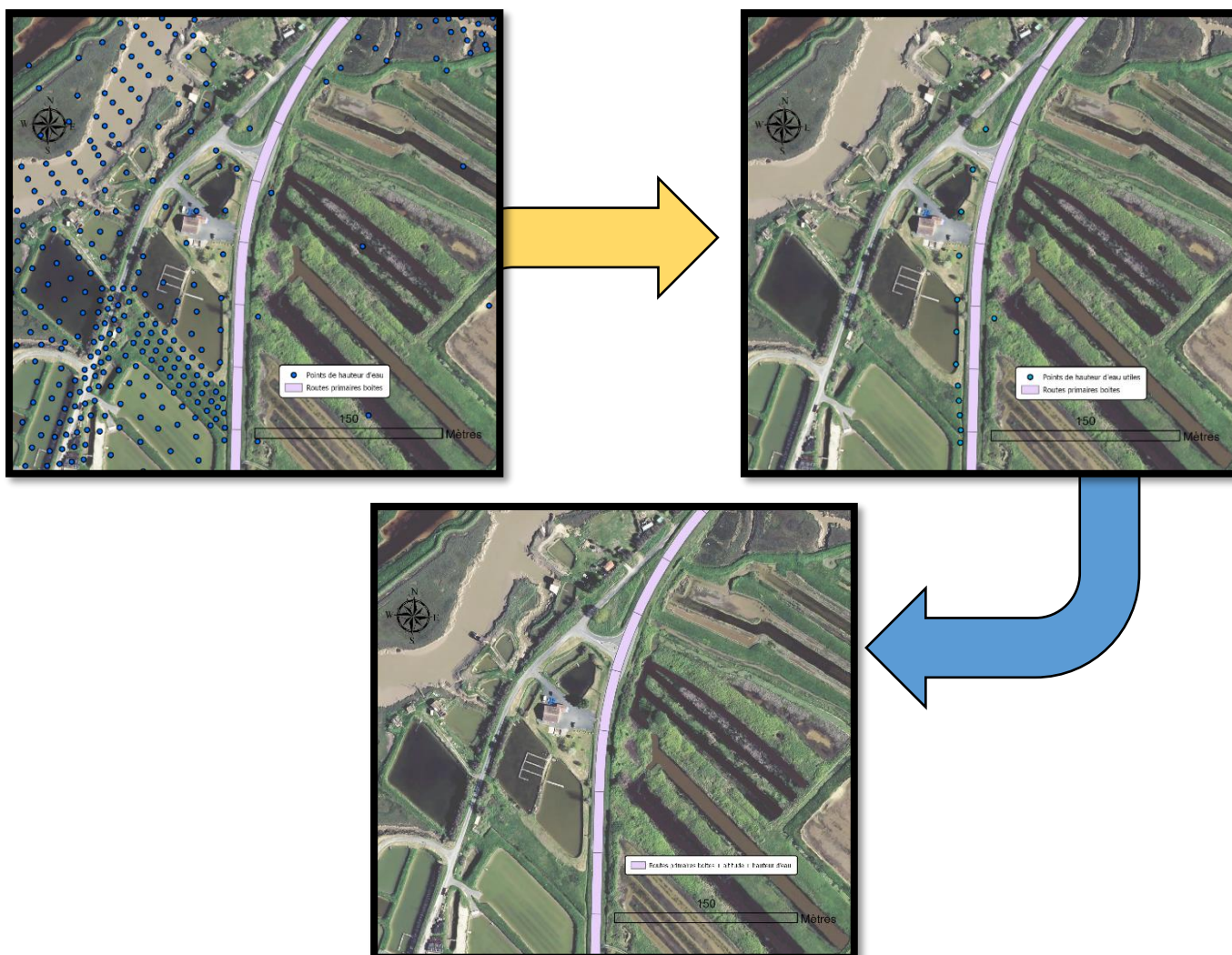


**Figure 22.** Illustration de la méthode d'attribution des altitudes par boîtes  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



Pour calculer la hauteur d'eau sur chaque tronçon de route, il est nécessaire d'extraire du modèle hydraulique les données de hauteur d'eau. Les sorties de la modélisation hydraulique sont présentées sous la forme d'un nuage de point

Le schéma de la méthode d'attribution des hauteurs d'eau par boîtes est disponible en annexe 3. Voici une illustration de l'attribution des hauteurs d'eau par boîtes.

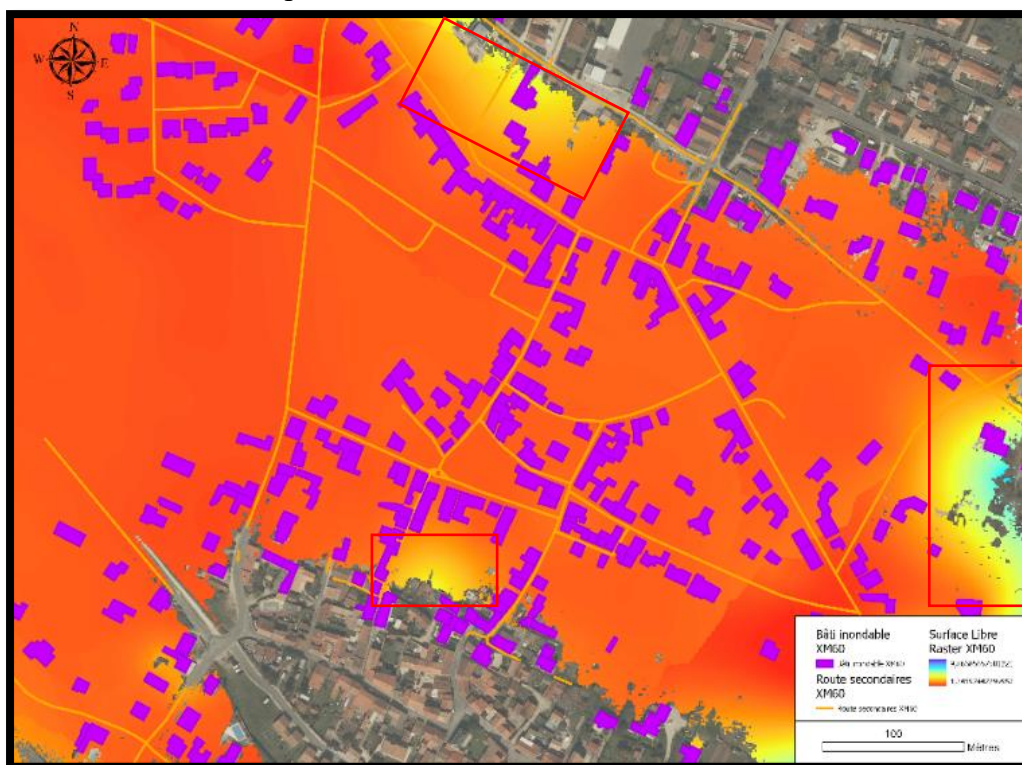


**Figure 23.** Illustration de la méthode d'attribution des hauteurs d'eau par boîtes  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

A l'issue de ce traitement, une soixantaine de boîtes n'avaient pas de valeurs de hauteurs d'eau car le point le plus proche était à une distance supérieure à 10 mètres. Il a donc fallu renseigner manuellement la hauteur d'eau la plus proche et la plus plausible pour chacune de ces boîtes. Cette méthode fut utilisée pour attribuer des hauteurs d'eau aux boîtes des routes principales.

La méthode pour attribuer une hauteur d'eau aux boîtes des routes secondaires est quelque peu différente. En effet les points issus du modèle hydraulique communiqué par le bureau d'étude Artelia, ont un maillage très hétérogène. Ainsi quelques fois une grande quantité de points peuvent être présents sur une route, ce qui permettra d'avoir la hauteur d'eau avec précision. Cependant un grand nombre de tronçons étaient trop éloignés des points, notamment au centre du marais. Pour remédier à ce problème une technique d'interpolation a été utilisée. Cette technique consiste à interpoler une surface raster à partir de points, à l'aide de l'outil « Kriging bayésien empirique ». Cet outil, à l'aide de nombreuses itérations répétées, va choisir de lui-même les valeurs entre deux points lui semblant le plus correspondre à la réalité.

Cependant certaines valeurs peuvent être fausses sur le bord des surfaces inondables. On appelle cela les « effets de bords ». Ces effets de bords sont dus au modèle hydraulique qui ne nous permet pas de distinguer la différence entre les valeurs correspondant à la surface libre de la submersion et celles correspondant au terrain naturel. Cela se traduit par une montée des hauteurs d'eau sur les bords des surfaces.



**Figure 24.** Illustration de la correction des effets de bords

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



Ces effets de bords (voir les encadrés rouge de la figure 24) peu nombreux à l'échelle de l'estuaire, ont donc dû être corrigés manuellement. Pour cela, la dernière valeur jugée comme plausible fut appliquée aux boîtes restantes.

La dernière étape consiste au calcul de la hauteur d'eau moyenne présente sur les tronçons de route (schéma du traitement SIG en annexe 4).

A la fin de ces opérations, les boîtes de 50 mètres obtenues, renseignent :

- L'altitude de la route
- La hauteur d'eau
- La hauteur d'eau moyenne sur la route

La hauteur d'eau moyenne sur la route, permet de créer l'Indice d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR).

IDEXIR	Types de routes	Vulnérabilité	Hauteur d'eau (cm)	Illustration
0	Emergées	Nulle	<0	✓
1	Empruntables véhicule lambda	Faible	0 ; 30	
2	Empruntables véhicule spécial	Forte	30 ; 70	
3	Impraticables/ Submergées	Critique	>70	✗

**Figure 25.** Tableau des caractéristiques de l'IDEXIR

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

### 3.3.2 L'Indice des Caractéristiques du Réseau routier (ICAR)

#### (A) Capacité d'accueil de la route (ScoCap)

La capacité d'accueil des différentes routes est un paramètre assez complexe à calculer. En effet, les données de Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) sont disponibles uniquement pour les routes départementales et nationales. En ce qui concerne les routes communales aucune donnée n'est disponible et la création de donnée n'est pas possible dans le cadre de cette mission. Pour y remédier, une méthode de classification des routes selon leurs types fut adoptée (Figure 26).

Capacité d'accueil des différents types de route	
Définition	Score
Routes secondaires à voie unique	1
Routes secondaires à double voies (importance 5)	2
Routes secondaires à double voies (importance 3 et 4)	3
Routes primaires	4

**Figure 26.** Tableau des caractéristiques du ScoCap

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

On considère alors que l'importance du trafic est corrélée aux types de routes. Une route départementale aura plus de circulation qu'une route à double voies communale et une route à double voies communale aura plus de circulation qu'une route communale à voie simple.

Parmi les routes à double voies, une distinction est faite entre les différents niveaux d'importances. Le niveau d'importance est renseigné dans la BD TOPO(IGN) et matérialise une hiérarchisation du réseau routier sur l'importance des tronçons de route pour le trafic routier. Les routes classifiées de niveau d'importance 3 et 4 ayant un rôle plus conséquent car elles représentent les liaisons entre villes, communes et bourgs. Elles sont considérées comme plus larges et plus fluides. La classification d'importance 5 concerne les routes permettant de desservir l'intérieure d'une commune. Elles sont considérées comme plus étroites et composées d'obstacles (ralentisseur, stop, etc.), donc moins apte à recevoir de grand flux d'automobilistes.

Le Schéma des étapes SIG de la méthode de calcul du ScoCap est présenté en annexe 5.

## (B) Population résidant directement sur le segment de la route (ScoRes)

Les bâtiments directement affectés sont ceux qui se trouvent sur le segment de 50 m de route. On considère que les habitants ne peuvent se rendre chez eux qu'en empruntant ce segment de route.

Bâtiment directement affecté	
Définition	Score
0	1
1 à 5	2
5 à 10	3
Plus de 10	4

**Figure 27.** Tableau des caractéristiques du ScoRes

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Pour connaître le nombre de bâtiments présents sur un segment de 50 m de route, la méthode est la suivante.

Pour les routes primaires ce calcul a été fait manuellement car la plupart du temps elles ne desservent pas directement les habitations. Un zoom sur chaque boîte a permis de remplir le ScoRes..

Cependant pour les routes secondaires, le grand nombre de routes et de bâtiments a nécessité une semi automatiser afin d'alléger le temps de manipulation. Les maisons à une distance de 10 m et moins, ont été considérées comme directement sur les tronçons de route (boîte).

Parmi les bâtiments restants, une deuxième combinaison pour une distance de 20 m fut effectuée. Cette deuxième sélection permet de rattacher les maisons ayant des longues allées, aux routes qui les desservent.

Pour les bâtiments à plus de 20 m, une sélection selon l'emplacement n'était plus possible car dans les centres-bourgs, les routes étant trop denses, les résultats n'étaient plus exploitables. Les bâtiments à plus de 20 mètres des boîtes ont donc été attribués manuellement à un tronçon.

Cette action a permis de diviser par 3 le nombre de maison à affecter manuellement (Passant d'environ 3800 bâtiments à environ 700 bâtiments à affecter manuellement).

Cette étape, assez chronophage, est nécessaire car elle permet de connaître l'impact réel de la coupure d'une portion de route sur la population résidante. Il faut bien comprendre qu'il s'agit d'un ordre de grandeur et non d'une donnée viable empiriquement.

Le Schéma des étapes SIG de la méthode de calcul du ScoRes est présenté en annexe 6.

## (C) Calcul de l'ICAR

Le calcul de l'ICAR (L'Indice des CARactéristiques du Réseau routier), s'effectue en additionnant les différents scores entre eux, puis en divisant par le nombre d'éléments considérés (ici 2).

$$ICAR = \frac{(ScoCap + ScoRes)}{2}$$

### 3.3.3 Indice de Capacité d'Accès aux Secours (ICAS)

#### (A) Présence de voies de contournement (ScoCont)

Les scores ont été attribués selon la longueur en kilomètres du détour qui doit être fait, si le segment est coupé pour en atteindre l'autre extrémité. Le calcul de la longueur a été effectué manuellement, grâce à l'outil « mesurer » ou bien semi automatiquement grâce à l'outil « rechercher un itinéraire » de Arcgis pro, pour chaque rupture identifiée sur le territoire.

Voie de contournement	
Longueur en kilomètres	Score
Pas de détour nécessaire ou inférieur à 5 km	1
5 à 10 km	2
Supérieur à 10 km	3
Pas de détour possible ou Route centre-bourgs	4

**Figure 28.** Tableau des caractéristiques du ScoCont

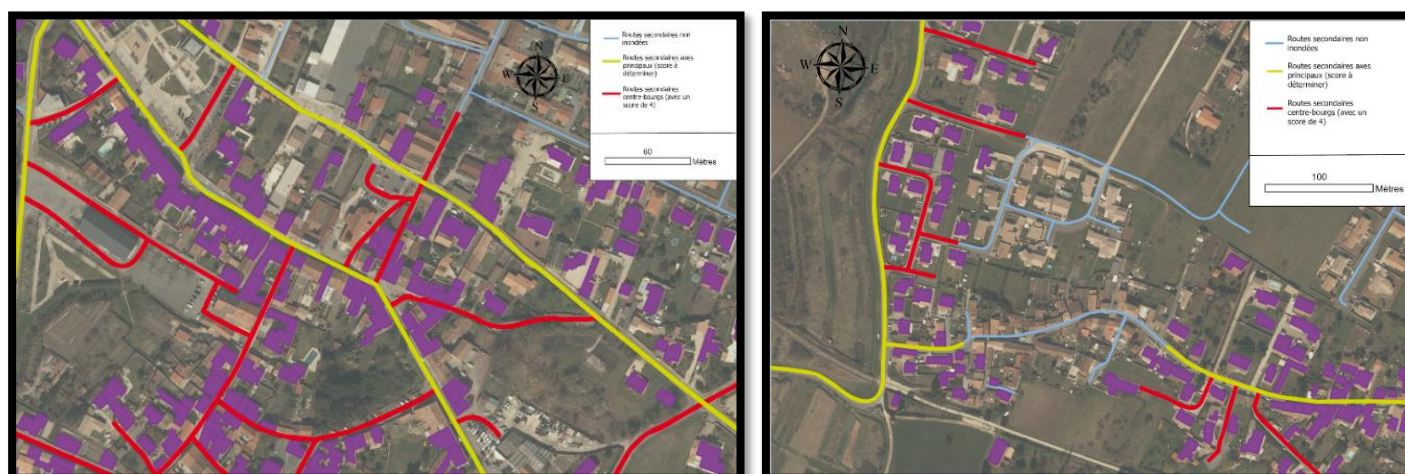
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Le schéma des différentes étapes de traitement SIG pour la méthode de calcul du ScoCont est en annexe 7.

L'outil « Rechercher un itinéraire » permet un calcul rapide de la longueur du détour. Il permet aussi d'avoir toujours le même procédé ce qui garantit une cohérence dans la comparaison des calculs. Il faut cependant avoir des crédits Arcgis pro ce qui n'est pas possible dans tous les cas de figure.

En ce qui concerne l'évènement XM60, la méthode diffère légèrement. En effet le nombre de voies secondaires impactés, étant très conséquent, il a fallu réduire le temps de traitement. Pour cela, seules les routes situées hors centre-bourg ont été considérées dans l'étude comme voies de contournement. En effet les routes des centres-bourgs, une fois inondées, ne peuvent avoir de chemin de contournement. Ce que l'on appelle ici les routes de centre-bourgs sont les rues qui ont pour seule utilité de desservir les habitations qui sont implantées sur leurs bords. Les routes des centres-bourgs ont donc reçu le score de « 4 ». L'étude s'est donc concentrée sur les axes principaux, c'est-à-dire, les routes primaires, les routes entre deux bourgs ainsi que les routes traversant les bourgs d'un bout à l'autre.

Voici deux exemples de la démarcation faite entre les routes dites « de centres-bourgs » et les autres.



**Figure 29.** Illustration de la démarcation faite entre les routes dites « de centres-bourgs » et les autres.

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Cette différenciation n'a été effectuée que pour l'évènement critique (XM60), pour les 3 autres évènements l'ensemble des calculs de longueur de détour ont été effectués sur tous les segments de route.

## (B) Accès aux secours (ScoSec)

L'accès aux services de secours essentiels (pompiers et hôpitaux) est une priorité. Il est inclus dans l'indice de vulnérabilité grâce à une estimation de la longueur du détournement nécessaire pour accéder au service ou être rejoint par le service, et également la distance avec le point d'accès le plus proche ((Drejza et al., 2015). Le point d'accès le plus proche étant la distance minimale à laquelle les secours peuvent se rapprocher du tronçon de route concerné.

Accès aux secours			
Point d'accès le plus proche	Longueur du détournement à effectuer		
	Aucun ou inférieur à 2km	2 à 5 km	Supérieur à 5 km
Inférieur à 500 m	1	2	3
500 m à 1 km	2	3	4
1 à 2 km	3	4	4
Supérieur à 2 km	4	4	4

**Figure 30.** Tableau des caractéristiques du ScoSec

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Cet indice ne concernant que l'accès aux secours, il a été calculé seulement pour les boîtes ayant des habitations à proximité. Les boîtes ayant un ScoRes (calculé plus tôt) de 1, c'est-à-dire sans bâtiments à proximité, se sont vu attribuer d'office le ScoSec de 1 car n'ayant pas d'enjeux pour les secours.

Il est important de préciser que pour l'évènement critique XM60 les casernes de pompier de Bourcefranc-Le-Chapuis et de La Tremblade sont inondées elles aussi. Par conséquent, l'accès aux secours non inondées les plus proches ont été pris en compte. Respectivement c'est le service d'incendie et de secours de Marennes-Hiers-Brouage et le celui de Saint Palais-sur-mer.

Le schéma des différentes étapes de traitement SIG pour la méthode de calcul du ScoSec est en annexe 8.

## (C) Calcul de l'ICAS

Le calcul de l'ICAS s'effectue en additionnant les différents scores entre eux, puis en divisant par le nombre d'éléments considérés (ici 2).

$$ICAS = \frac{(ScoCont + ScoSec)}{2}$$

### 3.4 Calcul final de l'indice de vulnérabilité (IVRASM)

Une fois le résultat de tous les indices intermédiaires intégrés dans la base de données (boîtes), le calcul de l'IVRASM est effectué. Les différents éléments inclus dans le calcul de vulnérabilité sont multipliés entre eux puis divisés par le nombre d'éléments considérés (ici 3). Cette méthode de calcul est utilisée par Boruff et al. (2005) et Gornitz (1990). Le résultat est un chiffre sans unité ne représentant rien en lui-même et pouvant varier théoriquement de 0 à 16. Dans les faits, aucun tronçon de route n'atteint cette valeur maximale. Les valeurs oscillent ici entre 0 et 14 pour les routes secondaires et 0 et 12 pour les routes principales. Il n'y a pas de pondération pour les différents paramètres, car les paramètres retenus sont considérés d'importance égale.

$$IVRASM = \frac{(IDEXIR * ICAR * ICAS)}{3}$$

Niveau de vulnérabilité	Actions à entreprendre	Classe de valeurs
Nul	Aucune intervention	0
Faible	Intervention à planifier à long terme	1 - 3
Moyen	Intervention à planifier à moyen terme	4 - 6
Elevé	Intervention rapide préconisée	7 - 10
Critique	Intervention immédiate préconisée	Supérieur à 10

**Figure 31.** Tableau des niveaux de vulnérabilité (IVRASM)

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les seuils des classes de l'IVRASM s'expliquent par la méthode d'intervalle égale. Avec cette méthode la plage de données de chaque classe est d'une largeur égale.

Cette méthode nous permet d'avoir accès à plusieurs indices (IDEXIR, ICAR, ICAS), pouvant être utilisés individuellement. Elle permet aussi d'avoir un indice global de vulnérabilité (IVRASM), combinant et identifiant les points noirs, c'est-à-dire, les portions du réseau routier très vulnérable. L'IVRASM permet d'avoir une vision globale de la vulnérabilité du réseau routier pour chaque type d'évènement de submersion marine.

Comme cela a été évoqué par Hénaff et Philippe (2014), « il est conseillé d'opter pour des solutions pragmatiques, seules à même de garantir la reproductibilité d'une méthode, la mise à jour régulière des données et des diagnostics qui en découlent, ainsi que la transparence de la méthodologie et par conséquent, son acceptabilité sociale et sa faisabilité opérationnelle ». Les critères utilisés semblent un compromis acceptable entre la complexité du système étudié et le temps nécessaire à collecter les données, les traiter et les garder à jour.

# QUATRIÈME PARTIE : ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RESULTATS



L'Indice de Vulnérabilité du Réseau routier à l'Aléa Submersion Marine (IVRASM), mis au point lors de ce stage a été appliqué sur l'ensemble du périmètre estuarien du bassin versant de la Seudre. Il permet d'obtenir une analyse globale du réseau routier du territoire, ainsi que d'identifier les points noirs, c'est-à-dire, les sites les plus vulnérables, et ce pour chacun des quatre évènements retenus (connu, de référence, rare et critique).

Pour la compréhension des résultats il est important de comprendre les éléments suivants :

La répartition en 5 classes de l'IVRASM, permet de connaître le degré de vulnérabilité des tronçons de 50 mètres de route pour chaque évènement (connu, de référence, rare et critique). Pour rappel l'indice de vulnérabilité des routes aux submersions marines a été réparti en 5 classes, de la façon suivante :

- Nulle (indice de 0),
- Faible ( $1 \leq \text{indice} \leq 3$ ),
- Moyenne ( $4 \leq \text{indice} \leq 6$ ),
- Élevée ( $7 \leq \text{indice} \leq 10$ ),
- Critique ( $>10$ ).

Il existe deux cas de figure pour l'identification d'un site sensible, illustrés dans les tableaux (figure 36, figure 43, figure 50 et figure 57), de la façon suivante :

- Sites entourés par les eaux et donc enclavés pour cause de rupture de continuité territoriale. Les axes (rues, boulevards) sous les eaux nuisent à la circulation générale des particuliers et des secours, car ils sont structurant. La vulnérabilité de la population in situ est accrue car elle ne peut être évacuée ou rejointe par les secours. 
- Secteurs habités submergés combinant des tronçons à vulnérabilité critique ou élevée conduisant, également, à accroître la vulnérabilité car la population in situ ne pouvant être évacuée ou rejointe par les secours. 

Le classement des sites selon leur vulnérabilité s'effectue selon deux critères :

- Premièrement, les sites avec des tronçons de routes présentant une vulnérabilité critique ou élevée ont été identifiés comme prioritaires (selon leur IVRASM uniquement segments vulnérables).
- Et le deuxième critère de classement s'effectue à l'aide des moyennes.

Cette partie se consacrera à une analyse globale et sectorisée pour chaque évènement, ainsi qu'à une comparaison entre les différents IVRASM. Les résultats seront abordés de l'évènement le plus exceptionnel au plus probable, pour permettre une comparaison des sites vulnérables entre eux.

Dans le rapport les différents IVRASM seront nommés :

- IVRASM60 pour l'aléa NX60VM
- IVRASM20 pour l'aléa NX20VM
- IVRASMref pour l'aléa NXVM
- IVRASMcon pour l'aléa NX



## 4.1 Evènement critique (long terme)

### 4.4.1 Description des résultats à l'échelle du bassin

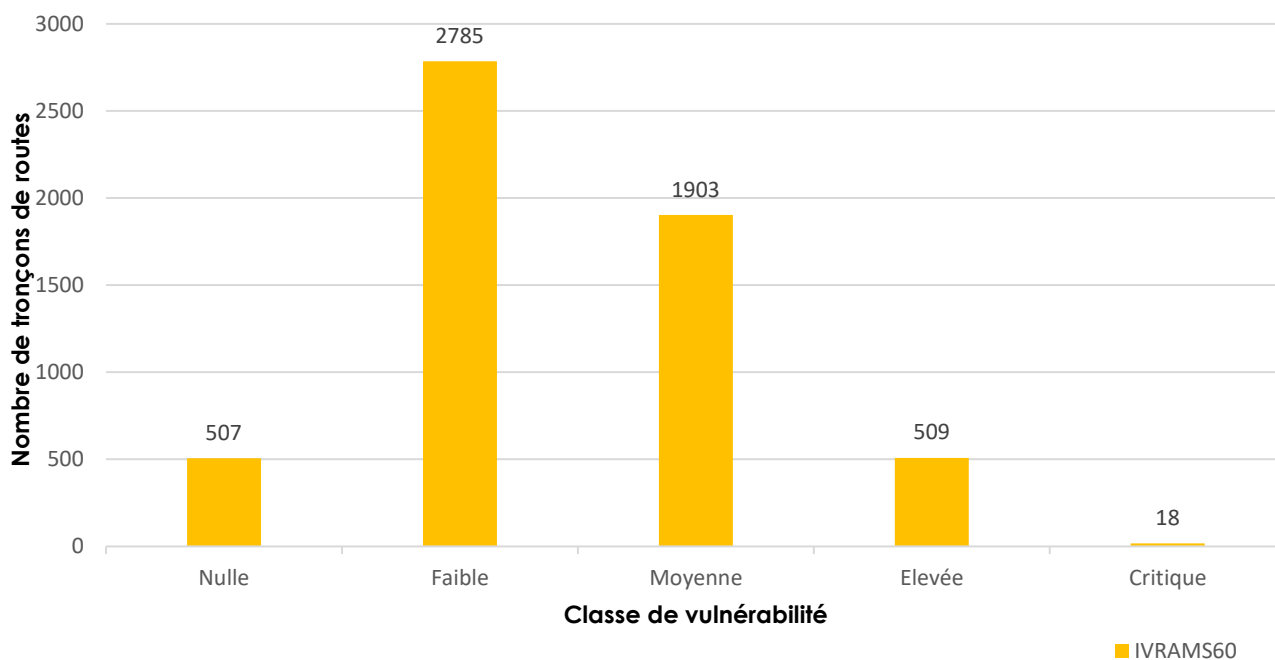
Sur les 1031 kilomètres de routes présents sur le périmètre de l'estuaire de la Seudre, 285,8 km, soit 28%, sont dans l'emprise spatiale de la submersion NX60VM issue de la modélisation hydraulique réalisée par le bureau d'études Artelia.

	IVRASM 60 (long terme)
% vulnérable	28
% non vulnérable	72

**Figure 32.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement critique  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les tronçons avec une vulnérabilité faible et moyenne sont nettement plus représentés que les autres classes de vulnérabilité (cf. figure 33).

Sur les 28% de route situé dans l'emprise inondable du modèle voici la répartition des tronçons selon la classe de la vulnérabilité calculée.



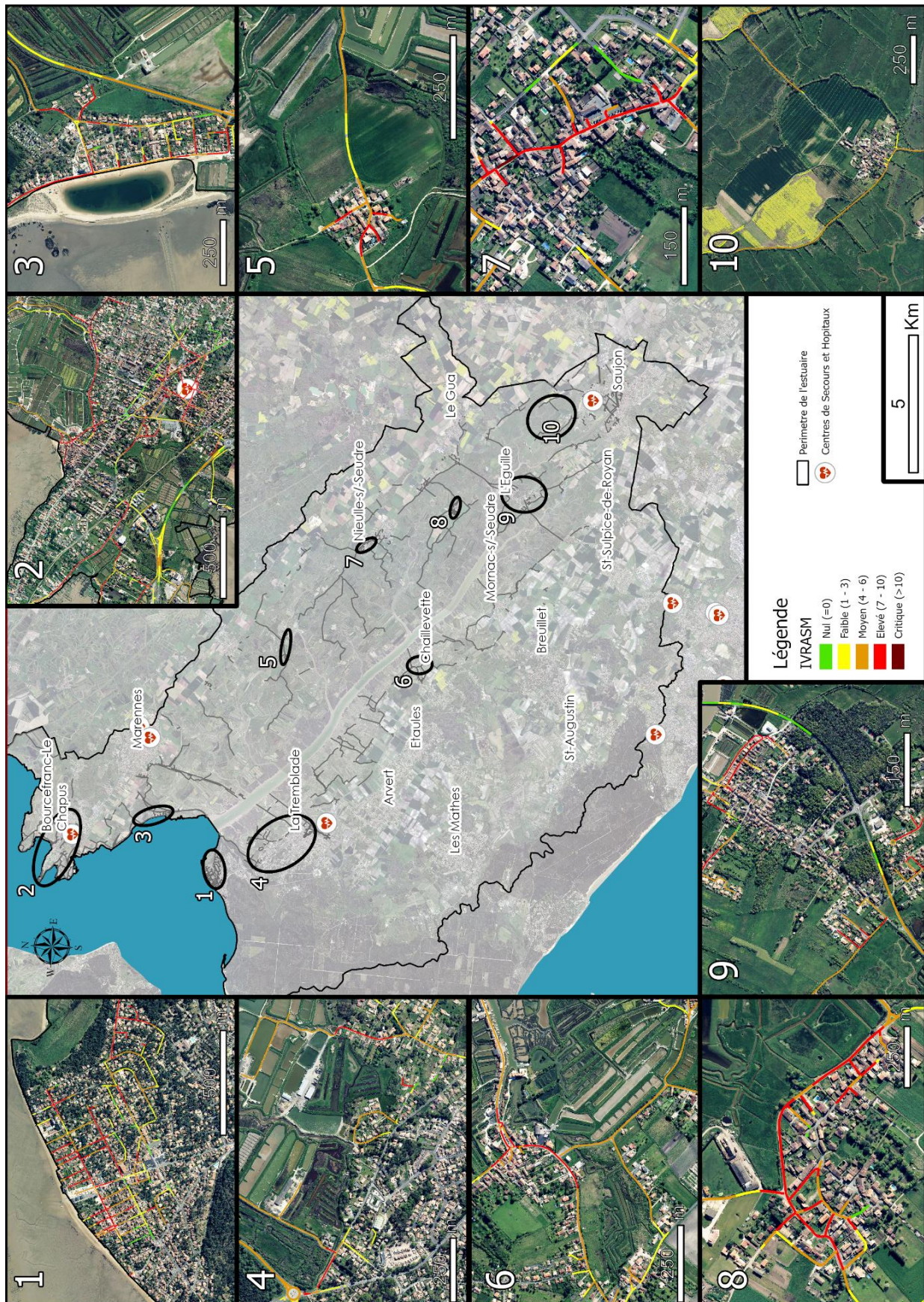
**Figure 33.** Niveau de vulnérabilité des routes situées dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX60VM, par classe de l'IVRASM60  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Niveau de vulnérabilité	Actions	IVRASM 60
Non vulnérable =0	Aucune intervention	507
Faible (1 – 3)	Intervention à planifier à long terme	2785
Moyen (4 – 6)	Intervention à planifier à moyen terme	1903
Elevé (7 – 10)	Intervention rapide nécessaire	509
Critique (<10)	Intervention immédiate nécessaire	18

**Figure 34.** Nombre de segments de routes situés dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX60VM, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASM60)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

#### 4.4.2 Sites les plus vulnérables

L'IVRASM60 permet d'identifier les secteurs les plus vulnérables : les sites enclavés (rupture de la continuité territoriale), ou ceux combinant le plus grand nombre de segments à vulnérabilité critique, élevée ou moyenne. Pour l'évènement NX60VM les sites identifiés sont au nombre de 10.

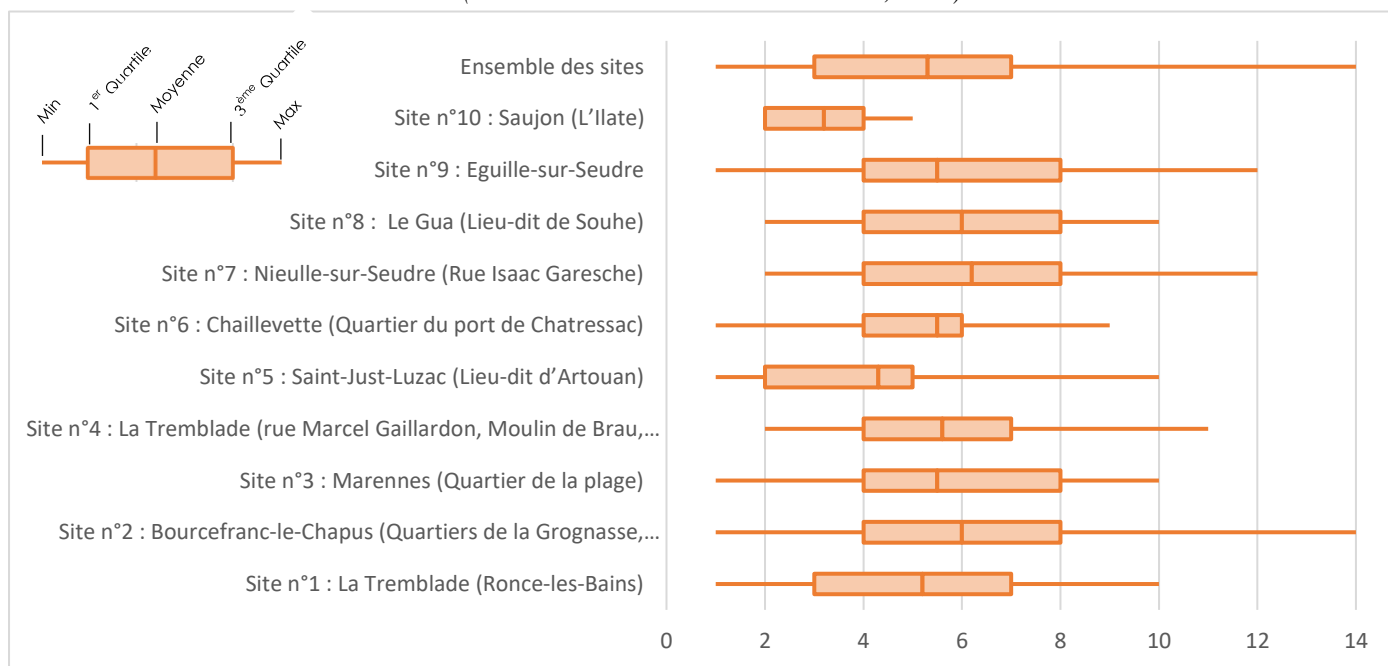


**Figure 35.** Carte de l'IVRASM 60 des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.  
 (Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Commune	Rue, Lieu-dit, Quartier impactés	Type de cas de figure
La Tremblade	Quartier résidentiel de Ronce-les-Bains	
	Quartier du port, du Moulin de Brau & Nord-Ouest de la rue Marcel Gaillardon	
Bourcefranc-le-Chapus	Quartier de la Grognasse, -du Chatain et -du Chapus	
Marennnes-Hiers-Brouage	Marennnes-Plage	
Saint-Just-Luzac	Artouan	
Nieulle-sur-Seudre	Rue Isaac Garesche	
Chaillevette	Quartier du port de Chatressac	
L'Eguille	Commune entière	
Le Gua	Souhe	
Saujon	L'Ilate	

**Figure 36.** Tableau des différents cas de figure expliquant la vulnérabilité pour chaque site identifié (IVRASM60)

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



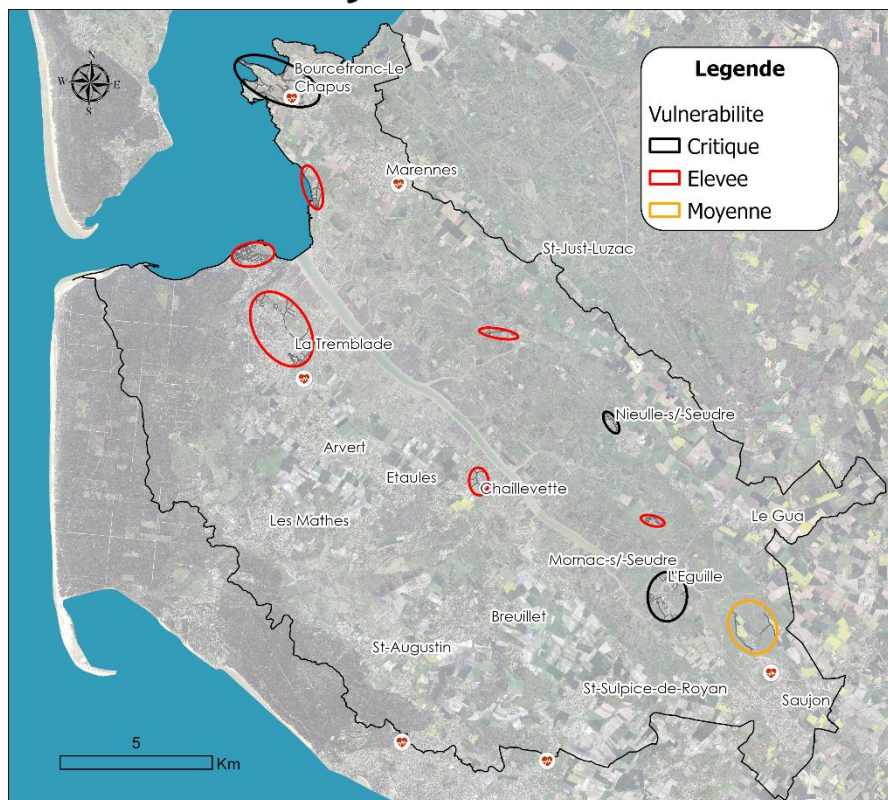
**Figure 37.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles, uniquement segments vulnérables (IVRASM60).

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Pour l'IVRASM moyen concernant seulement les segments vulnérables, les sites présentant les valeurs les plus élevées sont les n°2 (Bourcefranc-Le-Chapus), n°7 (Nieulle-sur-Seudre) et n°9 (L'Eguille). Les autres sites restent avec un niveau de vulnérabilité moyen (cf. annexe 9 + figure 37). Toutefois ces moyennes camouflent de grandes disparités de plage de valeurs. En effet certaines communes ont des moyennes relativement faibles, mais des tronçons particulièrement sensibles. Cette analyse fait ressortir le site de Bourcefranc-Le-Chapus car il présente un IVRASM moyen élevé et il possède le segment de route ayant le score maximum atteint sur l'estuaire de la Seudre.

Le classement des sites des plus vulnérables aux moins vulnérables pour l'aléa NX60VM est le suivant :

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <p>+</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)<br/>(IDEXIR : 2,5 ; ICAR : 2,0 ; ICAS : 3,4) *</li> <li>-Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)<br/>(IDEXIR : 2,3 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 3,8) *</li> <li>-l'Eguille<br/>(IDEXIR : 2,6 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 3,4) *</li> <li>-Le Gua (Lieu-dit de Souhe)<br/>(IDEXIR : 2,6 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 3,7) *</li> <li>-La Tremblade (Rue Guillardon, Moulin de Brau et Quartier du port)<br/>(IDEXIR : 2,1 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 3,5) *</li> <li>-Marennes (Quartier de la plage)<br/>(IDEXIR : 2,5 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 3,7) *</li> <li>- Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)<br/>(IDEXIR : 2,8 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 2,8) *</li> <li>-La Tremblade (Quartier Ronce les bains)<br/>(IDEXIR : 2,1 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 3,5) *</li> <li>- Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)<br/>(IDEXIR : 2,6 ; ICAR : 1,6 ; ICAS : 3,1) *</li> </ul> <p>□</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Saujon (L'Ilate)<br/>(IDEXIR : 2,7 ; ICAR : 1,5 ; ICAS : 2,5) *</li> </ul> | <p>} <b>Vulnérabilité critique</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité élevée</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité moyenne</b></p> | <p>*Le score moyen des différents indices par secteurs.<br/>Score total : (IDEXIR : 2,2 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 3,4) *</p> |
|--|---|--|



**Figure 38.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynthia + 60 cm + vent Martin (IVRASM60) (Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

## 4.2 Evènement rare (court terme)

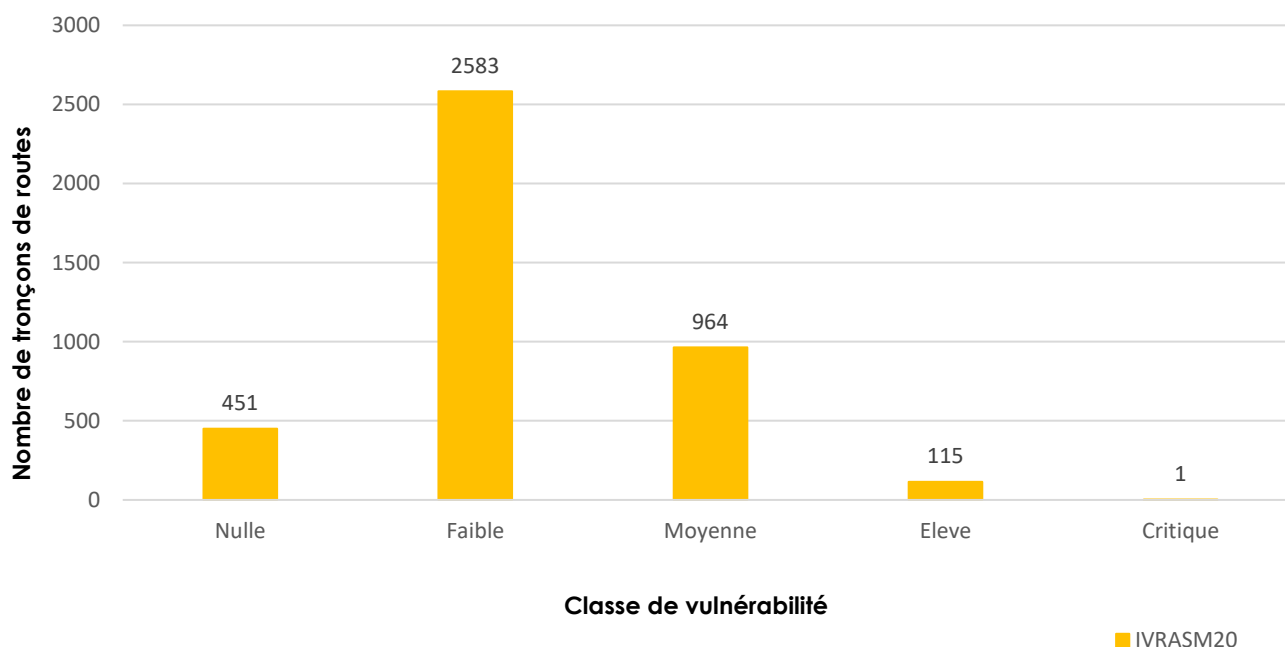
### 4.2.1 Description des résultats à l'échelle du bassin

Sur les 1031 kilomètres de routes présents sur le périmètre de l'estuaire de la Seudre, 185,3 km, soit 18%, sont dans l'emprise spatiale de la submersion NX20VM issue de la modélisation hydraulique réalisée par le bureau d'études Artelia.

	IVRASM 20 (court terme)
% vulnérable	18
% non vulnérable	82

**Figure 39.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement rare  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les tronçons avec une vulnérabilité faible et moyenne sont nettement plus représentés que les autres classes de vulnérabilité (cf. figure 40).



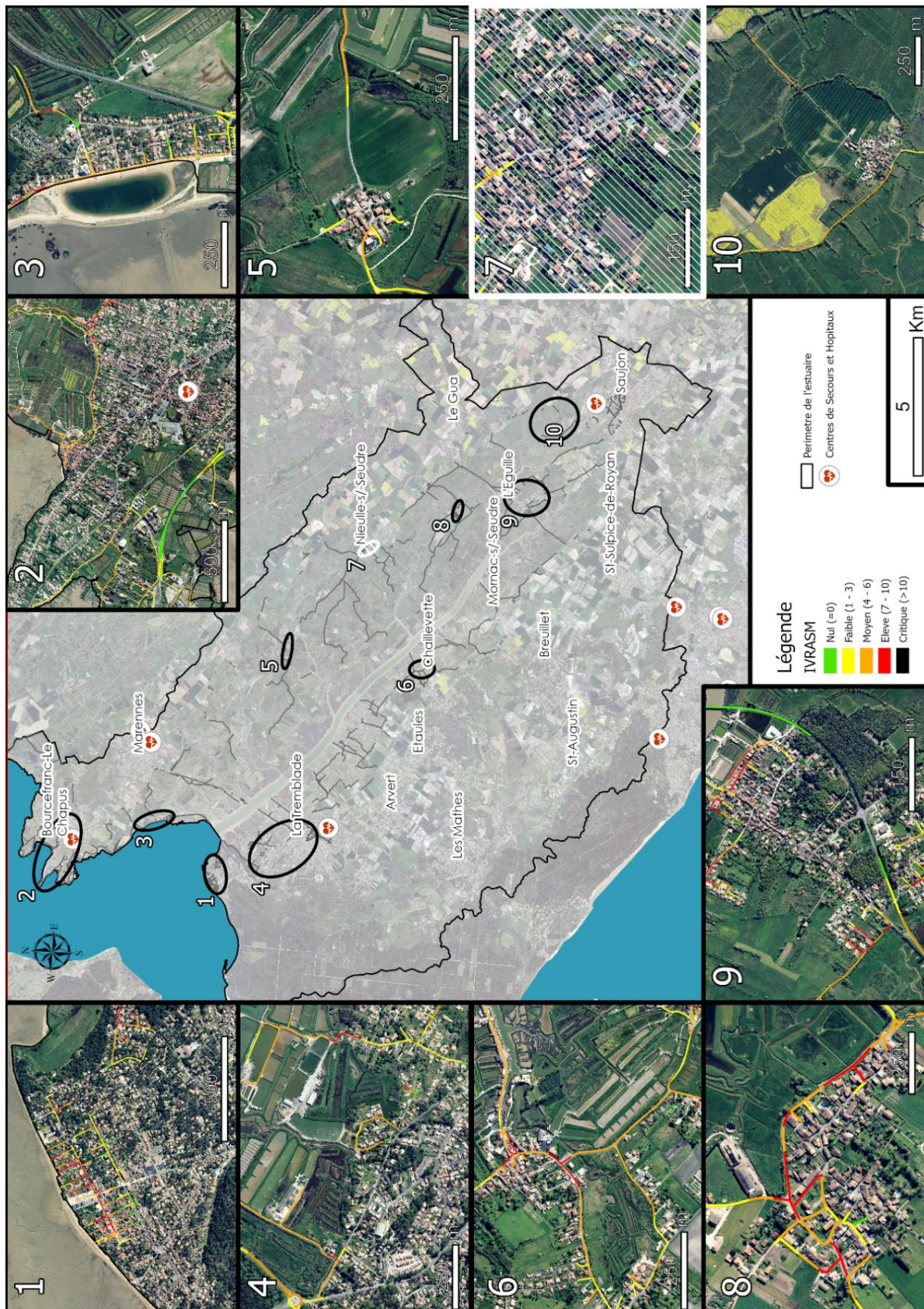
**Figure 40.** Niveau de vulnérabilité des routes situées dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX20VM, par classe de l'IVRASM20  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Niveau de vulnérabilité	Actions	IVRASM 20
Non vulnérable =0	Aucune intervention	451
Faible (1 – 3)	Intervention à planifier à long terme	2583
Moyen (4 – 6)	Intervention à planifier à moyen terme	964
Elevé (7 – 10)	Intervention rapide nécessaire	115
Critique (<10)	Intervention immédiate nécessaire	1

**Figure 41.** Nombre de segments de routes situés dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX20VM, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASM20)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

### 4.2.2 Sites les plus vulnérables

Pour chaque aléa de submersion, les 10 sites identifiés pour l'IVRASM60, sont analysés, l'événement NX60VM étant le plus impactant pour le territoire. Dans les faits, ce nombre tend à se réduire plus on va vers l'événement connu. Sur les 10 sites seulement 9 sont encore vulnérables pour l'IVRASM20. Le site n°7 « Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche) », n'apparaît plus comme un site majeur car il ne contient plus de segments qualifiés à vulnérabilité élevée ou critique et n'est plus enclavé.

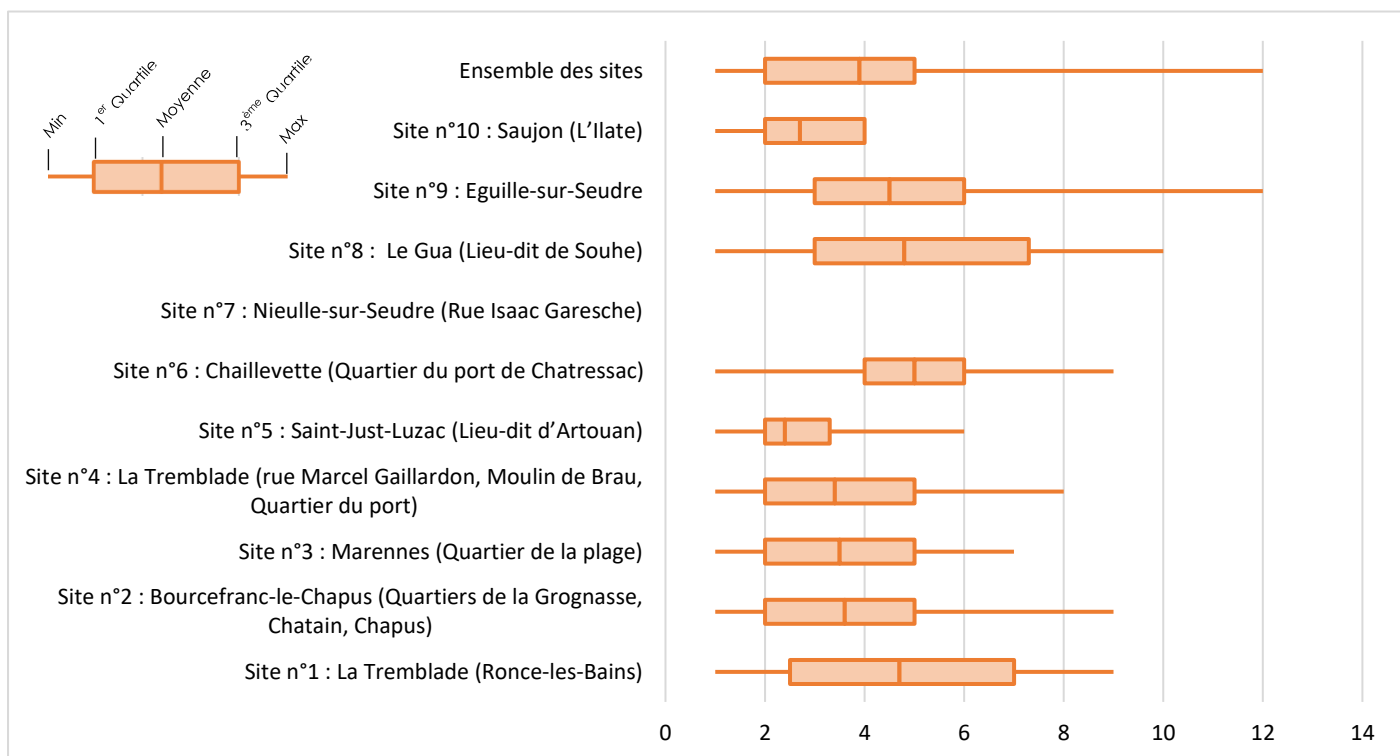


**Figure 42.** Carte de l'IVRASM 20 des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Commune	Rue, Lieu-dit, Quartier impactés	Type de cas de figure
La Tremblade	Quartier résidentiel de Ronce-les-Bains	
	Quartier du port, du Moulin de Brau & Nord-Ouest de la rue Marcel Gaillardon	
Bourcefranc-le-Chapus	Quartier de la Grognasse, du Chatain et du Chapus	
Marennes-Hiers-Brouage	Quartier de la plage	
Saint-Just-Luzac	Lieu-dit d'Artouan (rue d'Artouan)	
Nieulle-sur-Seudre	Rue Isaac Garesche	
Chaillevette	Quartier du port de Chatressac	
L'Eguille	Commune	
Le Gua	Lieu-dit de Souhe (rue des Marais Neufs)	
Saujon	L'Ilate	

**Figure 43.** Tableau des différents cas de figure pour chaque site identifié (IVRASM20)

(Source : Réalisation : Téreance Louvet ; 2022)



**Figure 44.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASM20).

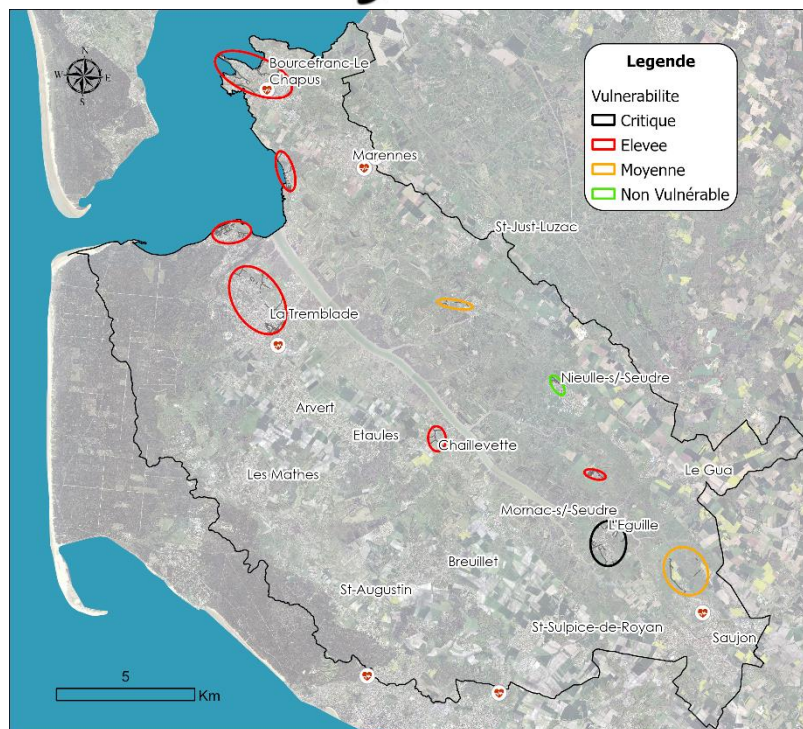
(Source : Réalisation : Téreance Louvet ; 2022)

Pour l'IVRASM moyen concernant seulement les segments vulnérables, le site avec la moyenne la plus élevée est le n°6 (Chaillevette), avec un niveau de vulnérabilité moyen (5,0). Le cas de Saint-Just-Luzac est intéressant car il ne comporte plus de segments qualifiés à vulnérabilité élevée ou critique, mais la seule route permettant de desservir le hameau est inondée (Rue d'Artouan). Le site reste donc enclavé, et par conséquent est considéré comme un site sensible (cf. annexe 10 + figure 44).

Les moyennes camouflent de grandes disparités dans la plage des valeurs. Si l'on se concentre sur l'IVRASM avec seulement les segments vulnérables, certes les sites n°6, n°8 et n°1 ont les moyennes les plus hautes. Néanmoins si l'on regarde l'IVRASM maximum, certaines communes ont des moyennes relativement faibles, comparées aux autres, mais des tronçons particulièrement sensibles (c'est le cas pour le site de l'Eguille).

Le classement des sites des plus vulnérables aux moins vulnérables, pour l'aléa NX20VM est le suivant:

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p>+</p> <p>-l'Eguille<br/>(IDEXIR : 2,0 ; ICAR : 1,8 ; ICAS : 3,5) *</p> <p>-Le Gua (Lieu-dit de Souhe)<br/>(IDEXIR : 2,3 ; ICAR : 1,8 ; ICAS : 3,5) *</p> <p>- Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)<br/>IDEXIR : 2,5 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 2,9) *</p> <p>-La Tremblade (Quartier Ronce-les-bains)<br/>(IDEXIR : 2,0 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 3,3) *</p> <p>-Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)<br/>(IDEXIR : 2,3 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,5) *</p> <p>-La Tremblade (Rue Guillardon, Moulin de Brau et Quartier du port)<br/>(IDEXIR : 1,9 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,8) *</p> <p>-Marennes (Quartier de la plage)<br/>(IDEXIR : 2,1 ; ICAR : 1,8 ; ICAS : 2,8) *</p> <p>- Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)<br/>(IDEXIR : 1,8 ; ICAR : 1,5 ; ICAS : 2,8) *</p> <p>-Saujon (L'Ilate)<br/>(IDEXIR : 2,4 ; ICAR : 1,4 ; ICAS : 2,3) *</p> | <p>} <b>Vulnérabilité critique</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité élevée</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité moyenne</b></p> | <p>*Le score moyen des différents indices par secteurs.<br/>Score total : (IDEXIR : 2,1 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,9) *</p> |
|---|---|--|



**Figure 45.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynthia + 20 cm + vent Martin (IVRASM20)  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



## 4.3 Evènement de référence

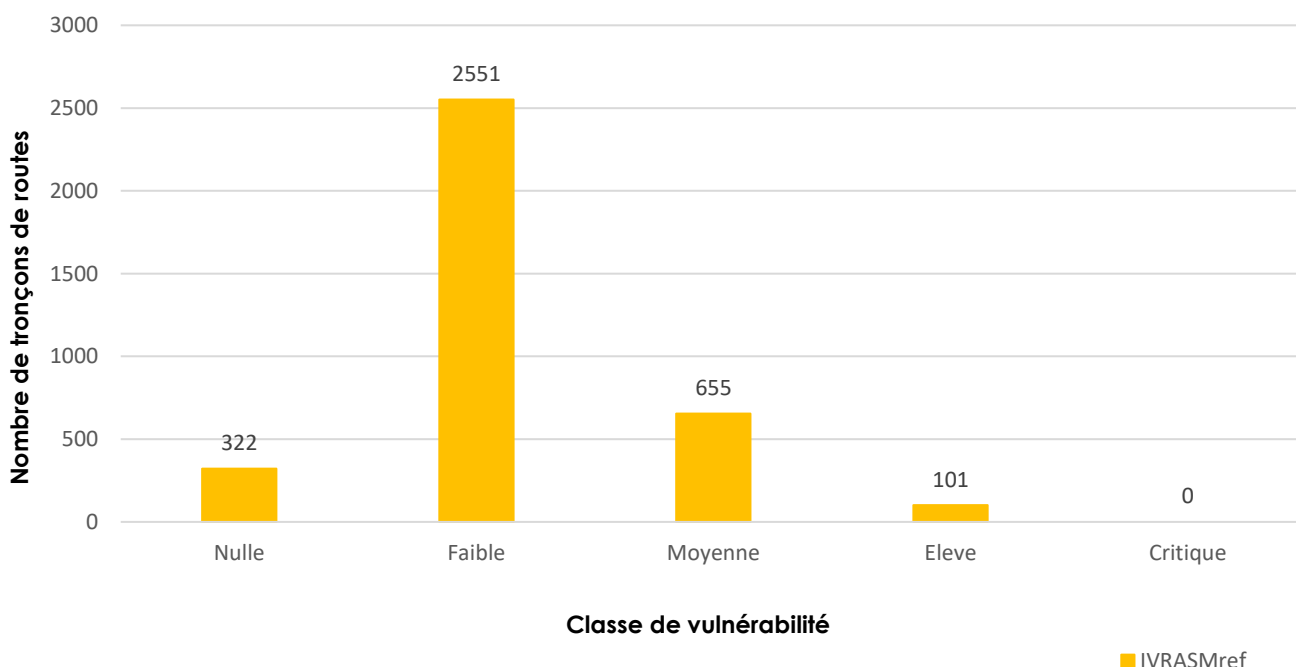
### 4.3.1 Description des résultats à l'échelle du bassin

Sur les 1031 kilomètres de routes présents sur le périmètre de l'estuaire de la Seudre, 165,3 km, soit 16%, sont dans l'emprise spatiale de la submersion NXVM selon le modèle hydraulique communiqué par le bureau d'étude Artelia.

	IVRASMref
% vulnérable	16
% non vulnérable	84

**Figure 46.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement de référence  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les tronçons avec une vulnérabilité faible sont nettement plus représentés que les autres classes de vulnérabilité (cf. figure 47).



**Figure 47.** Niveau de vulnérabilité des routes situées dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NXVM, par classe de l'IVRASMref  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

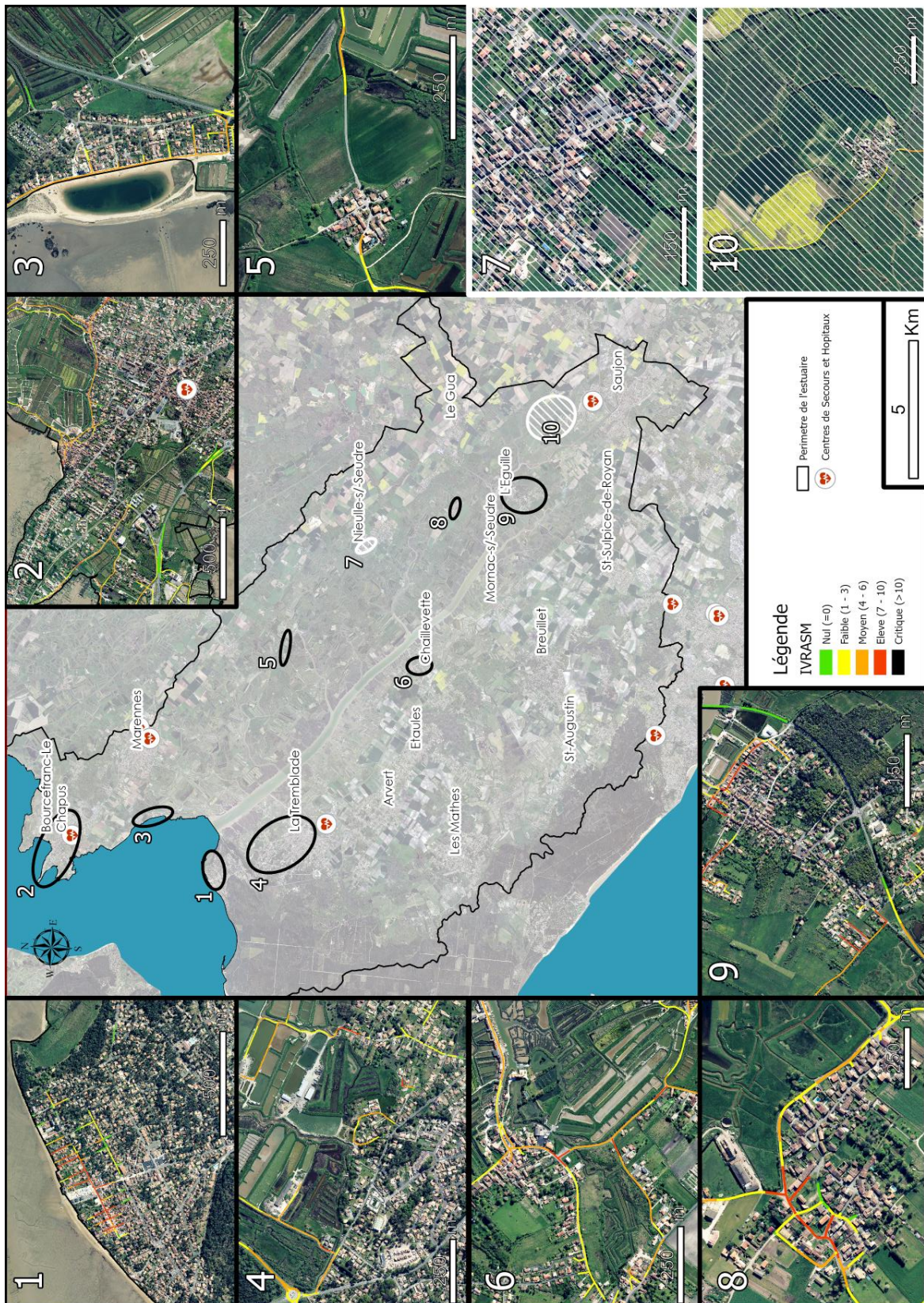
Niveau de vulnérabilité	Actions	IVRASMref
Non vulnérable =0	Aucune intervention	322
Faible (1 – 3)	Intervention à planifier à long terme	2551
Moyen (4 – 6)	Intervention à planifier à moyen terme	655
Elevé (7 – 10)	Intervention rapide nécessaire	101
Critique (<10)	Intervention immédiate nécessaire	0

**Figure 48.** Nombre de segments de routes situées sous l'emprise de la zone inondable de l'évènement NXVM, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASMref)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

### 4.3.2 Sites les plus vulnérables

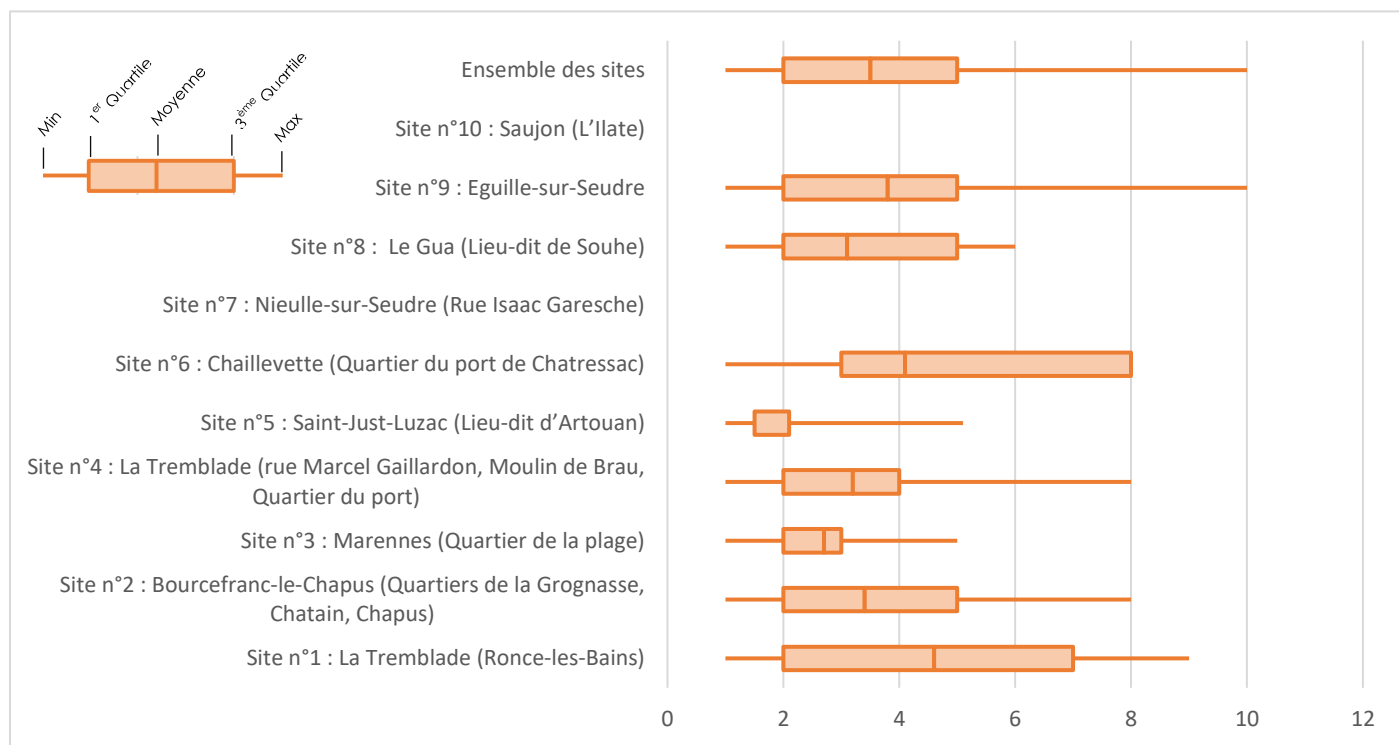
Comme dit précédemment le nombre de site tend à se réduire plus on va vers l'évènement connu. Sur les 10 sites identifiés pour l'IVRASM60, 9 étaient toujours vulnérables pour l'IVRASM20.

Concernant l'évènement de référence, le site n°10 Saujon (L'Ilate) n'est plus enclavé est donc n'apparait plus comme un site vulnérable. 8 sites restent donc prioritaires (ou sensibles) pour l'évènement de référence. Il s'agit de secteurs soit enclavés, soit contenant encore des segments qualifiés à vulnérabilité élevée ou critique.



Commune	Rue, Lieu-dit, Quartier impactés	Type de cas de figure
La Tremblade	Quartier résidentiel de Ronce-les-Bains	
	Quartier du port, du Moulin de Brau & Nord-Ouest de la rue Marcel Gaillardon	
Bourcefranc-le-Chapus	Quartier de la Grognasse, du Chatain et du Chapus	 
Marennes-Hiers-Brouage	Quartier de la plage	 
Saint-Just-Luzac	Lieu-dit d'Artouan (rue d'Artouan)	
Nieulle-sur-Seudre	Rue Isaac Garesche	
Chaillevette	Quartier du port de Chatressac	
L'Eguille	Commune	 
Le Gua	Lieu-dit de Souhe (rue des Marais Neufs)	 
Saujon	L'Ilate	

**Figure 50.** Tableau des différents cas de figure pour chaque site identifié (IVRASMref)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



**Figure 51.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASMref).  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

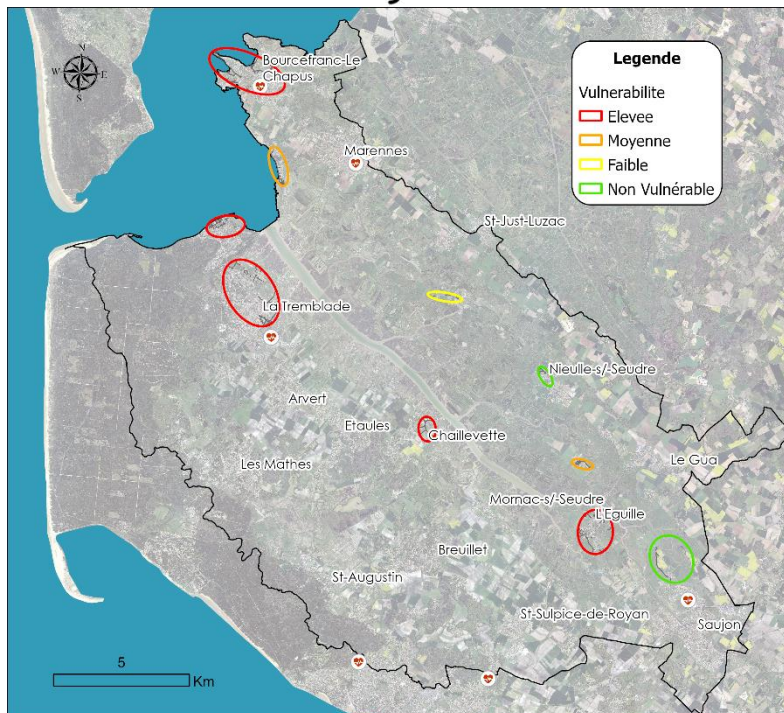
L'analyse basée sur l'IVRASM moyen, concernant seulement les segments vulnérables identifie le **site n°1 (La Tremblade (Ronce-les-Bains))**, comme ayant la moyenne la plus élevée, démontrant la présence du plus grand nombre de segments vulnérables. Tous les autres sites présentent une vulnérabilité moyenne (excepté le n°5 (Saint-Just-Luzac)), confirmant que malgré un nombre important de segments non vulnérable, les sites ont toujours quelques segments très vulnérables. Le site n°5 (Saint-Just-Luzac) quant à lui conserve un niveau de vulnérabilité faible.

Toutefois les moyennes camouflent de grandes disparités de plage des valeurs. Pour l'IVRASM concernant seulement les segments vulnérables, le site n°1 a la moyenne la plus haute mais c'est le site n°9 qui a les tronçons les plus sensibles (cf. annexe 11 + figure 51).

A partir de l'événement de référence, plus aucun site ne présente une vulnérabilité critique. En effet plus **aucun tronçon** de route n'atteint le **score de vulnérabilité critique (>10)**.

Le classement des sites des plus vulnérables aux moins vulnérables, pour l'aléa NXVM est le suivant:

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p>+</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'Eguille<br/>(IDEXIR : 1,8 ; ICAR : 1,8 ; ICAS : 3,4) *</li> <li>- La Tremblade (Quartier Ronce-les-bains)<br/>(IDEXIR : 1,9 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 3,3) *</li> <li>- Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)<br/>(IDEXIR : 2,2 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,5) *</li> <li>-Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)<br/>IDEXIR : 2,2 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 2,7) *</li> <li>- La Tremblade (Rue Guillardon, Moulin de Brau et Quartier du port)<br/>(IDEXIR : 1,9 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,9) *</li> <li>- Le Gua (Lieu-dit de Souhe)<br/>(IDEXIR : 1,7 ; ICAR : 1,7 ; ICAS : 3,4) *</li> <li>-Marenes (Quartier de la plage)<br/>(IDEXIR : 1,8 ; ICAR : 1,8 ; ICAS : 2,7) *</li> <li>- Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)<br/>(IDEXIR : 1,9 ; ICAR : 1,4 ; ICAS : 2,6) *</li> </ul> | <p>} <b>Vulnérabilité élevée</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité moyenne</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité faible</b></p> | <p>*Le score moyen des différents indices par secteurs.<br/>Score total : (IDEXIR : 1,9 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,9) *</p> |
|---|---|--|



**Figure 52.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynthia + vent Martin (IVRASMref)

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

## 4.4 Evènement connu

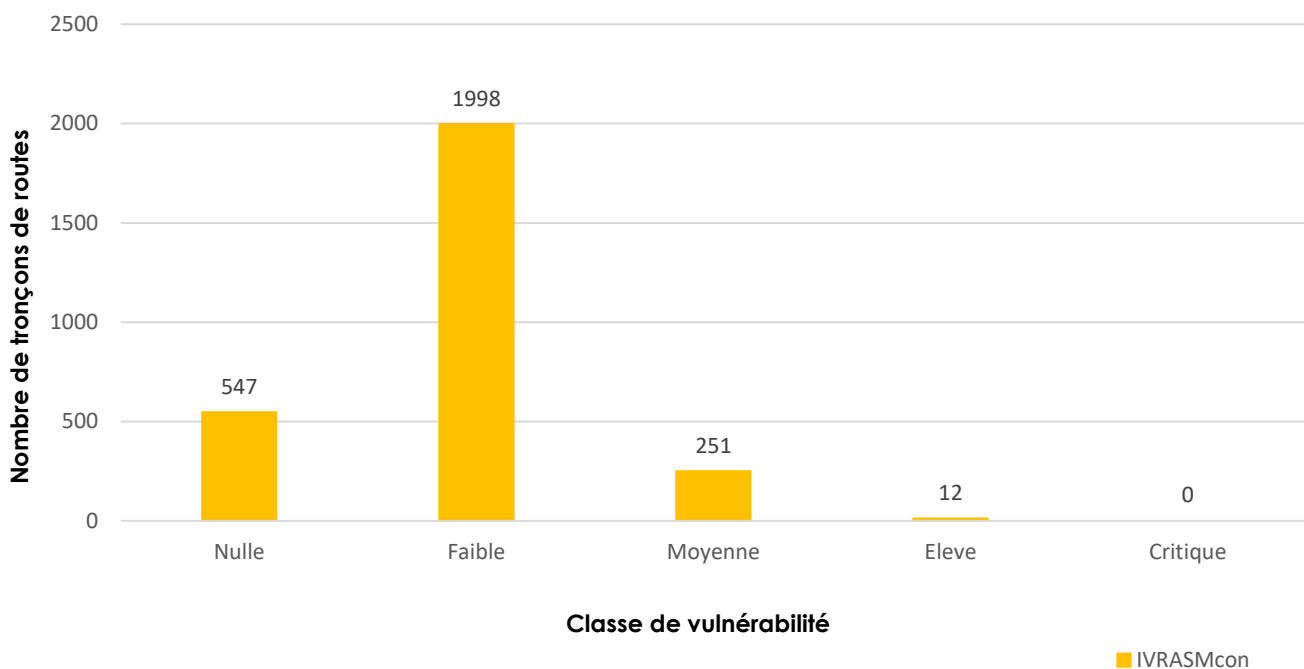
### 4.4.1 Description des résultats à l'échelle du bassin

Sur les 1031 kilomètres de routes présents sur le périmètre de l'estuaire de la Seudre, 151,6 km, soit 14,7%, sont dans l'emprise spatiale de la submersion Niveau Xynthia (NX), selon le modèle hydraulique communiqué par le bureau d'étude Artelia.

	IVRASMcon
% vulnérable	14,7
% non vulnérable	85,3

**Figure 53.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement connu  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les tronçons avec une vulnérabilité faible sont nettement plus représentés que les autres classes de vulnérabilité, et pour la première fois les tronçons à vulnérabilité nulle sont plus importants que ceux à vulnérabilité moyenne (cf. figure 54).



**Figure 54.** Niveau de vulnérabilité des routes par classe de l'IVRASMcon  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

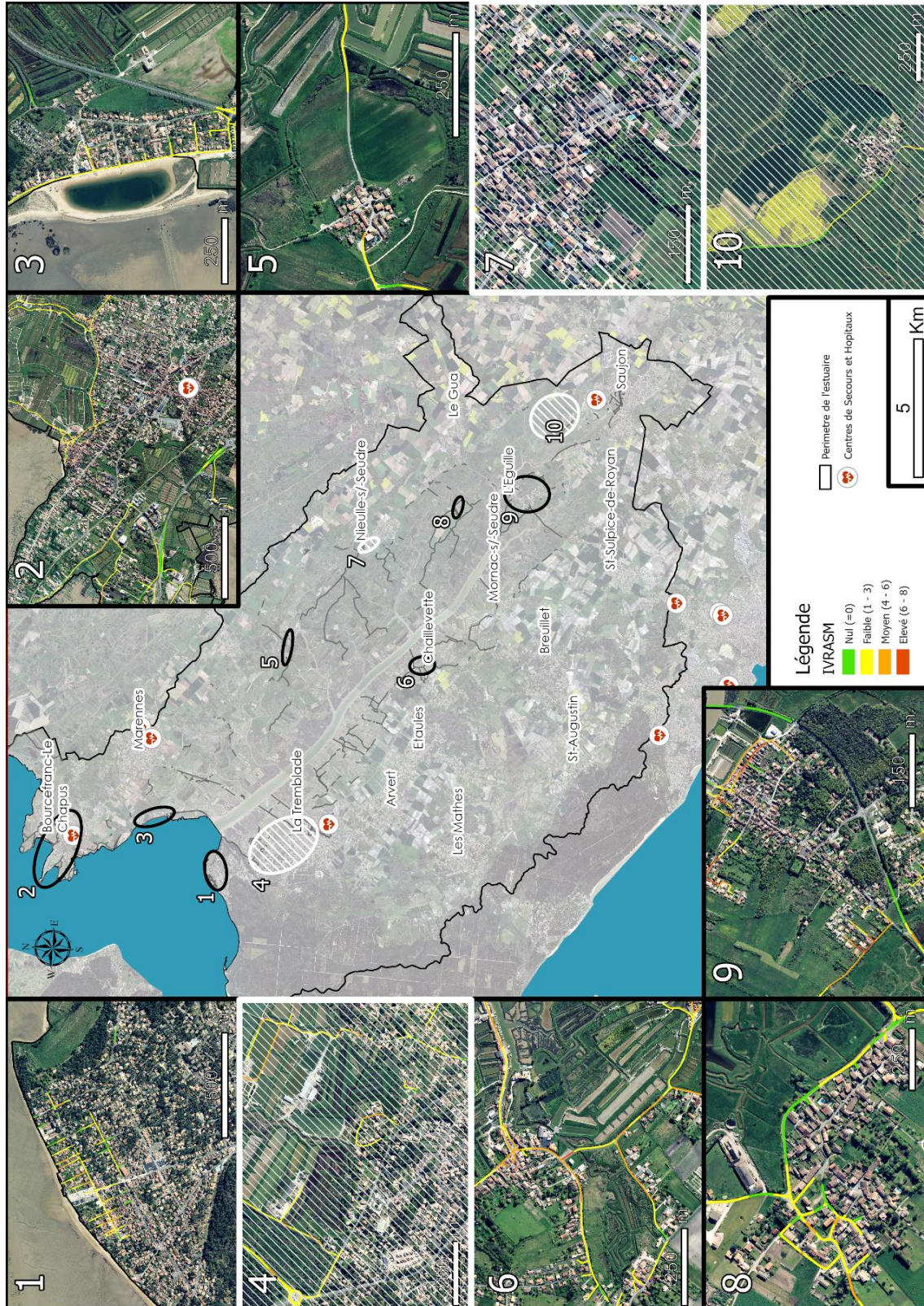
Niveau de vulnérabilité	Actions	IVRASMcon
Non vulnérable =0	Aucune intervention	547
Faible (1 – 3)	Intervention à planifier à long terme	1998
Moyen (4 – 6)	Intervention à planifier à moyen terme	251
Elevé (7 – 10)	Intervention rapide nécessaire	12
Critique (<10)	Intervention immédiate nécessaire	0

**Figure 55.** Nombre de segments de routes situés sous l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASMcon)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)








#### 4.4.2 Sites les plus vulnérables

Comme dit précédemment le nombre de site tend à se réduire plus on va vers l'événement connu. Sur les 10 sites identifiés pour l'IVRASM60, 9 étaient toujours vulnérables pour l'IVRASM20, puis 8 pour l'IVRASMref.

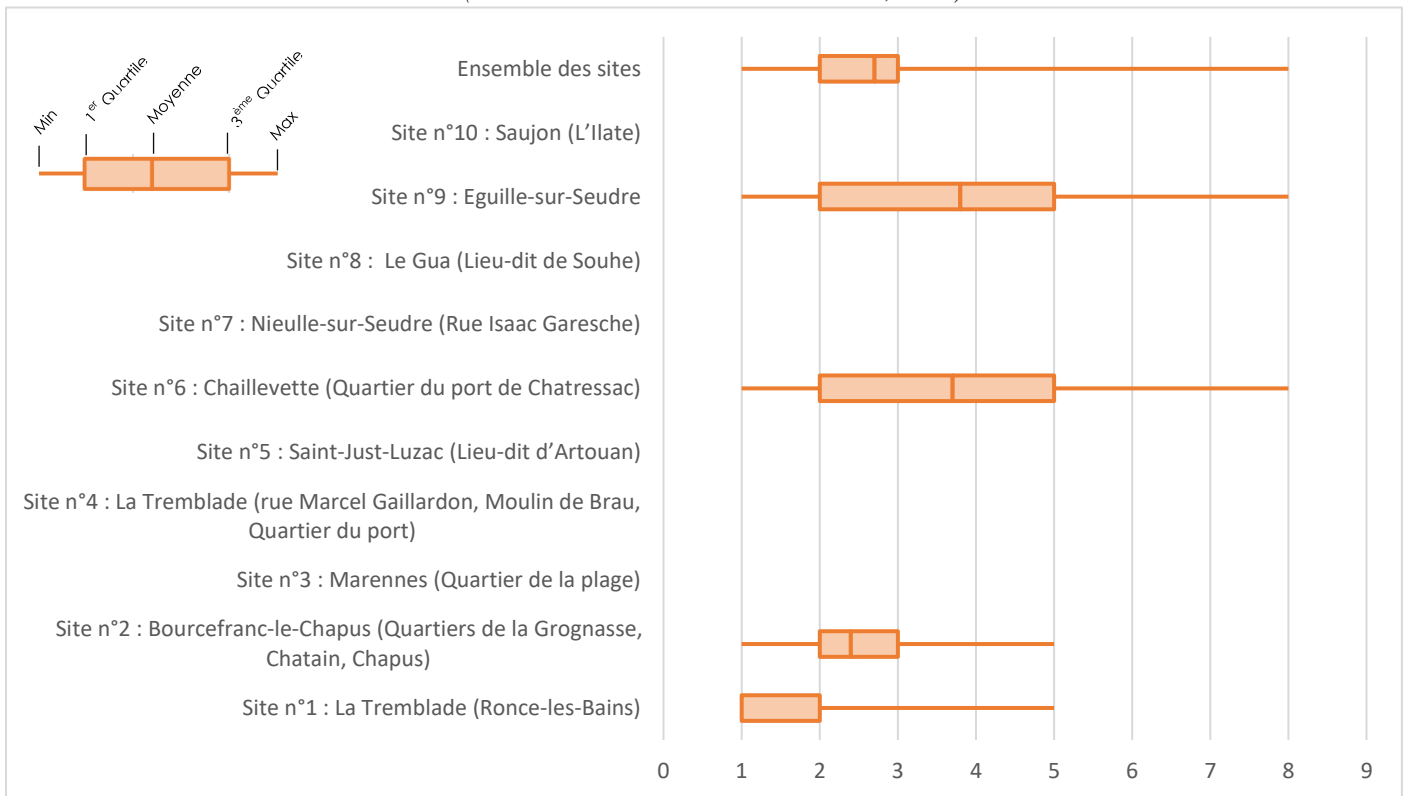
En ce qui concerne l'IVRASMcon, le site n°4 La Tremblade (Rue Guillardon, Moulin de Brau et Quartier du port) ne contient plus de segments qualifiés à vulnérabilité élevée ou critique il n'apparaît plus comme un site vulnérable.



**Figure 56.** Carte de l'IVRASMcon des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : Térance Louvet (ArcGISPro) ; 2022)

Commune	Rue, Lieu-dit, Quartier impactés	Type de cas de figure
La Tremblade	Quartier résidentiel de Ronce-les-Bains	
	Quartier du port, du Moulin de Brau & Nord-Ouest de la rue Marcel Gaillardon	
Bourcefranc-le-Chapus	Quartier de la Grognasse, du Chatain et du Chapus	
Marennes-Hiers-Brouage	Quartier de la plage	
Saint-Just-Luzac	Lieu-dit d'Artouan (rue d'Artouan)	
Nieulle-sur-Seudre	Rue Isaac Garesche	
Chaillevette	Quartier du port de Chatressac	
L'Eguille	Commune	
Le Gua	Lieu-dit de Souhe	
Saujon	L'Ilate	

**Figure 57.** Tableau des différents cas de figure pour chaque site identifié (IVRASMcon)  
 (Source : Réalisation : Térencia Louvet ; 2022)



**Figure 58.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASMcon).  
 (Source : Réalisation : Térencia Louvet ; 2022)

Le secteur du Gua (n°8), reste considéré comme site sensible, certes il ne comporte plus de segments qualifiés à vulnérabilité élevée ou critique, cependant la seule route qui permet de desservir le hameau est inondée (Route de Souhe). Le site reste donc enclavé et par conséquent, est toujours considéré comme un site sensible (situation similaire au site n°5).

Le site de Marennes, reste également considéré comme un site sensible. S'il ne comporte plus de segments à vulnérabilité élevée ou critique, plusieurs caractéristiques propres au site sont à prendre en compte. Premièrement les hauteurs d'eau calculés, sont très proche des 30cm, choisi comme limite concernant les routes praticables avec un véhicules lambda (cf partie 3.3.1 L'Indice d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR)). Ensuite les hauteurs d'eau sont calculées par rapport à un niveau marin statique. Le site de Marennes étant en front de mer, il est également confronté à la problématique de débordement par paquet de mer. La hauteur d'eau calculée dans le cadre de cette étude est donc inférieure à la réalité. Enfin, de nombreuses maisons ont pour seul accès la route en front de mer. Ce site compte aussi la présence de deux campings, et ils constituent des enjeux supplémentaires, particulièrement durant la saison touristique.

**Pour l'IVRASM moyen, concernant seulement les segments vulnérables :**

- le site **n°9 : l'Eguille**, présente la moyenne la plus élevée, quasiment ex-aequo avec le site n°6. Malgré quelques segments non vulnérables, ce site conserve des segments très vulnérables.

- Les sites de Saint-Juste-Luzac et Le Gua restent considérés comme sites sensibles car leur seul accès routier est toujours submergé. Ils se retrouvent donc enclavés.

- pour cet événement les moyennes ne camouflent pas de grandes disparités dans la plage des valeurs. En effet les sites contiennent des tronçons plutôt homogènes permettant à la moyenne d'être représentative. Concernant l'analyse de l'IVRASM sur les segments vulnérables seulement, les site n°9 et n° 6 ont les moyennes les plus hautes (cf. annexe 12 + figure 58).



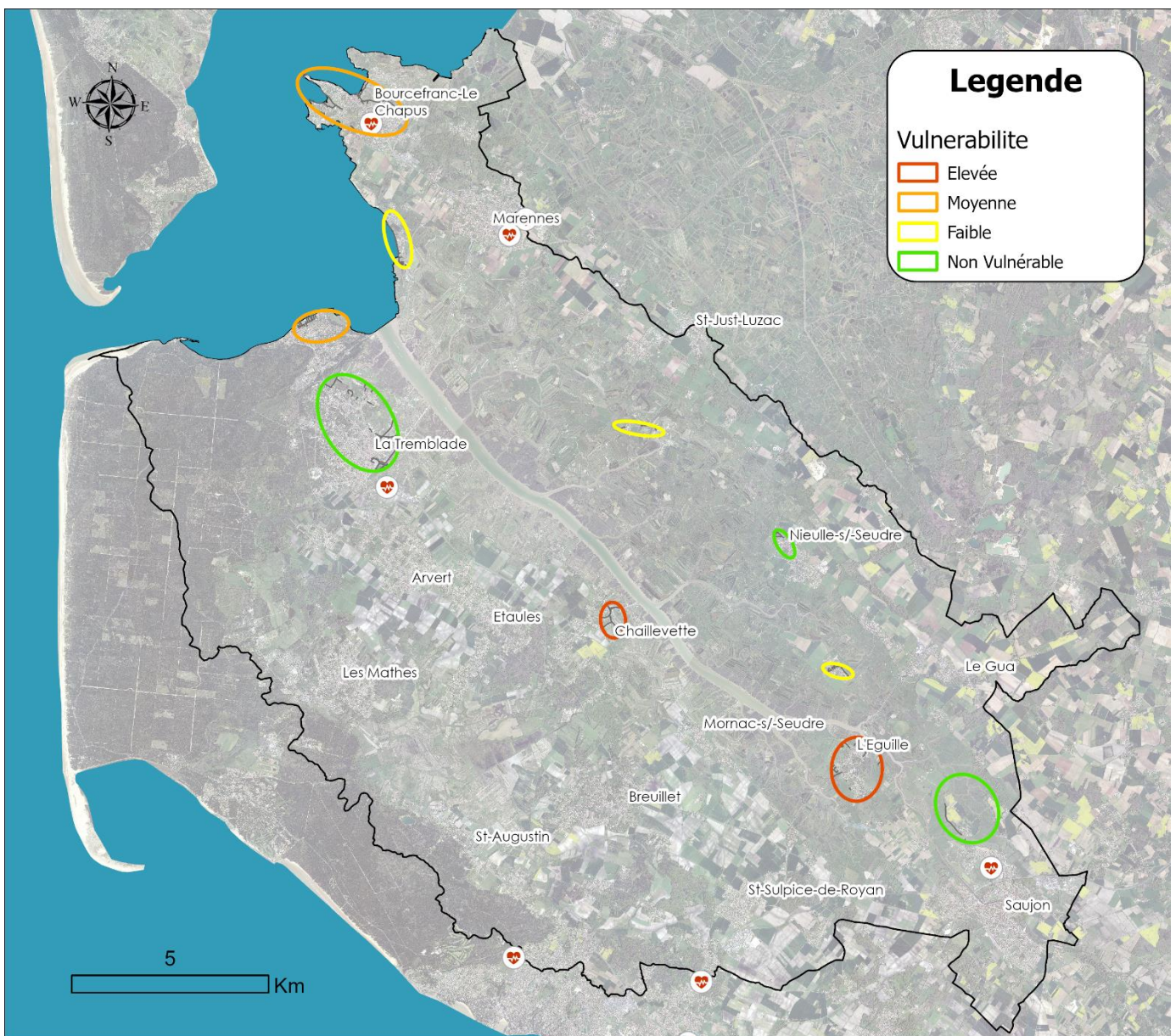
Attention, les sites de Marennes, Le Gua et Saint-Just-Luzac, ne sont pas affichés sur la figure 58 du fait de leurs caractéristiques expliquées plus-tôt. Mais il faut quand même les prendre en compte puisqu'il sont toujours considérés comme sensibles.





Le classement des sites des plus vulnérables aux moins vulnérables pour l'aléa NX, est le suivant:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <p>+</p> <p>-l'Eguille<br/>(IDEXIR : 1,8 ; ICAR : 1,8 ; ICAS :3,5) *</p> <p>-Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)<br/>IDEXIR : 1,9 ; ICAR : 2,1 ; ICAS : 2,8) *</p> <p>- Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)<br/>(IDEXIR : 1,7 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,4) *</p> <p>- La Tremblade (Quartier Ronce-les-bains)<br/>(IDEXIR : 1,6 ; ICAR : 2,1 ; ICAS :2,0) *</p> <p>-Le Gua (Lieu-dit de Souhe)<br/>(IDEXIR : 1,0 ; ICAR : 1,8 ; ICAS : 3,3) *</p> <p>-Marennes (Quartier de la plage)<br/>(IDEXIR : 1,2 ; ICAR : 1,7 ; ICAS : 2 ,5) *</p> <p>- Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)<br/>(IDEXIR : 1,0 ; ICAR : 1,6 ; ICAS : 2,6) *</p> | <p>} <b>Vulnérabilité élevée</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité moyenne</b></p> <p>} <b>Vulnérabilité faible</b></p> | <p>*Le score moyen des différents indices par secteurs.<br/>Score total : (IDEXIR : 1,6 ; ICAR : 1,9 ; ICAS : 2,7) *</p> |
|--|---|--|



**Figure 59.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynthia (IVRASMcon)  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

## 4.5 Description de la vulnérabilité pour chaque site, pour l'ensemble des évènements

Les résultats obtenus pour les différents évènements,

	IVRAMScon	IVRAMSref	IVRAMS20	IVRAMS60
% vulnérable	14,7	16	18	28
% non vulnérable	85,3	84	82	72

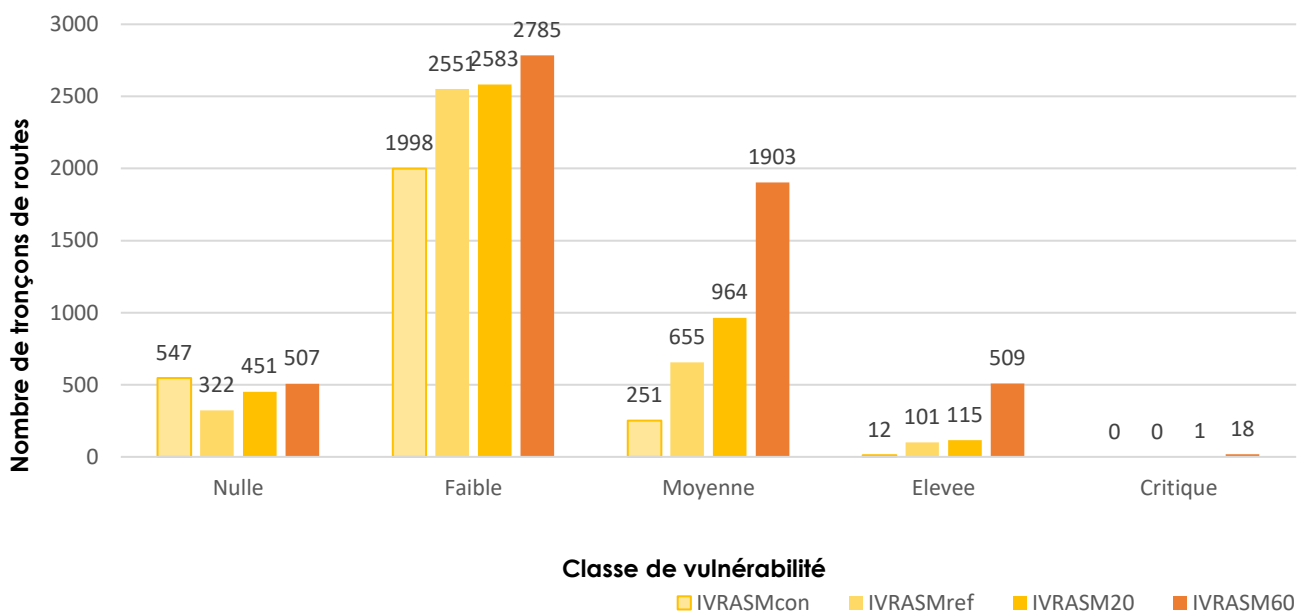
**Figure 60.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour chaque évènement  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

La proportion de route avec un niveau de **vulnérabilité faible a été multipliée par 1,4** et passe de 1998 pour l'évènement connu à 2785 pour l'évènement à long terme.

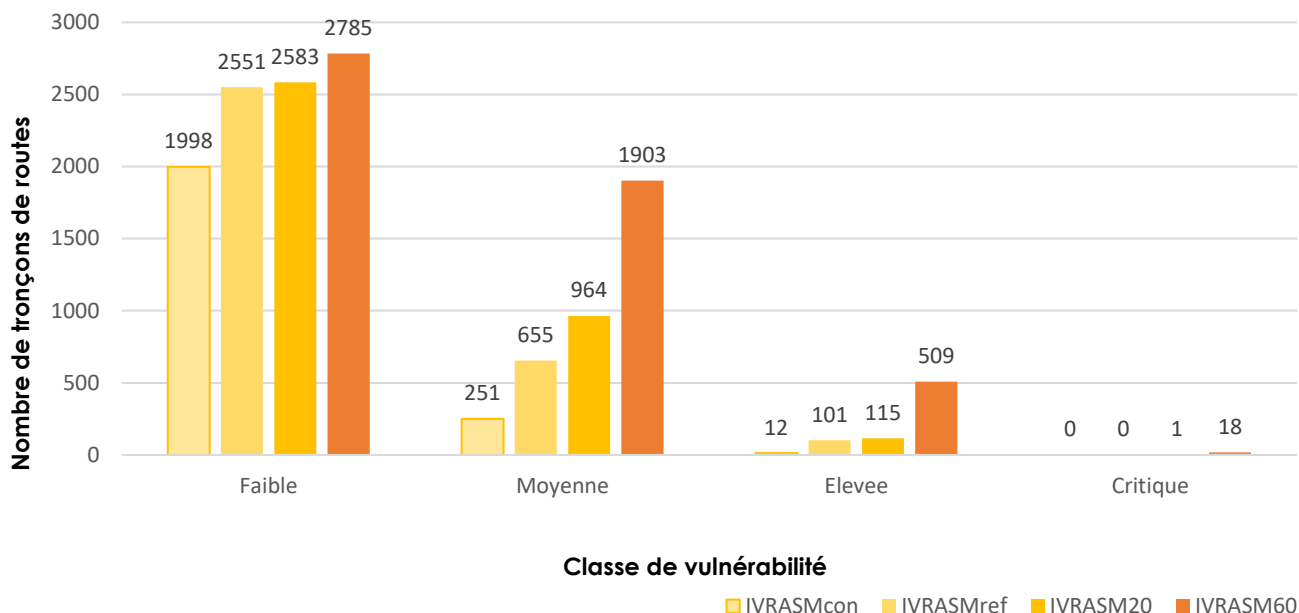
La proportion de route pour un niveau de **vulnérabilité moyenne a été multipliée par 7,6** et passe de 251 pour l'évènement connu à 1903 pour l'évènement long terme.

En ce qui concerne la proportion de route avec un niveau de **vulnérabilité élevée**, le nombre de segment passe de 12 pour l'évènement connu à 509 pour l'évènement à long terme (soit une **multiplication par 42,4**).

Enfin pour la proportion de route avec un niveau de **vulnérabilité critique** cette fois-ci les données sont prises à partir de l'évènement court terme car aucun segment n'est identifié comme a vulnérabilité élevé pour l'évènement connu et de référence. Ce nombre passant de 1 pour l'évènement court terme à 18 pour l'évènement long terme (soit **une multiplication par 18**).



**Figure 61.** Graphique du niveau de vulnérabilité des routes selon les quatre aléas  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



**Figure 62.** Graphique du niveau de vulnérabilité de routes vulnérables selon les quatre aléas  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les figures 62 et 63 présentent le nombre de segments de 50 m de route sur les sites témoins selon leurs classes de vulnérabilité.

Niveau de vulnérabilité	Actions	IVRASMcon	IVRASMref	IVRASM20	IVRASM60
Non vulnérable =0	Aucune intervention	547	322	451	507
Faible (1 – 3)	Intervention à planifier à long terme	1998	2551	2583	2785
Moyen (4 – 6)	Intervention à planifier à moyen terme	251	655	964	1903
Elevé (7 – 10)	Intervention rapide nécessaire	12	101	115	509
Critique (<10)	Intervention immédiate nécessaire	0	0	1	18

**Figure 63.** Tableau du nombre de segments de routes selon leur niveau de vulnérabilité  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

La comparaison des sites les plus vulnérables pour les différents événements de submersion marine permet de faire ressortir une vulnérabilité forte de certains secteurs quel que soit le type d'événement. Ainsi les 3 sites les plus vulnérables par chaque IVRASM sont présentés dans la figure 64 ci-dessous :

	Le site le plus vulnérable	Le deuxième site le plus vulnérable	Le troisième site le plus vulnérable
IVRASMcon	L'Eguille <i>IVRASM moyen : 2,3</i>	Chaillevette <i>IVRASM moyen : 5,0</i>	Bourcefranc-Le-Chapus <i>IVRASM moyen : 3,2</i>
IVRASMref	L'Eguille <i>IVRASM moyen : 3,5</i>	La Tremblade (Ronce-les-bains) <i>IVRASM moyen : 4,2</i>	Bourcefranc-Le-Chapus <i>IVRASM moyen : 3,2</i>
IVRASM20	L'Eguille <i>IVRASM moyen : 4,5</i>	Le Gua <i>IVRASM moyen : 4,8</i>	Chaillevette <i>IVRASM moyen : 5,0</i>
IVRASM60	Bourcefranc-Le-Chapus <i>IVRASM moyen : 6,0</i>	Nieulle-sur-Seudre <i>IVRASM moyen : 6,2</i>	L'Eguille <i>IVRASM moyen : 5,5</i>

**Figure 64.** Tableau récapitulatif des sites les plus vulnérables par événement

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Ce tableau montre la très forte vulnérabilité de l'Eguille, car peu importe l'événement cette commune reste parmi les 3 sites les plus vulnérables. Elle est enclavée dans 3 scénarii sur 4 (excepté événement connu).

La commune de Bourcefranc-Le-Chapus est parmi les 3 sites les plus vulnérables sur trois scénarii sur quatre. La commune de Chaillevette est, parmi les 3 sites les plus vulnérables deux scénarii sur quatre. Le site de Chaillevette (Quartier du port de Chatressac) ainsi que certaines zones du site de Bourcefranc-Le-Chapus, sont submergés quel que soit l'événement.

Parmi les 7 sites identifiés comme enclavés pour l'événement à long terme (NX60VM), seulement 2 restent isolés pour l'événement Xynthia : Saint-Just-Luzac et Le Gua.

Les quartiers des communes du Gua (Souhe) et de Saint-Just-Luzac (Artouan), sont situés au milieu du marais, sur des secteurs surélevés par rapport aux terrains alentours. Ainsi, dès l'événement à court terme, les segments de route ont une vulnérabilité moyenne ou inférieure dans ces secteurs. Cependant, ils ne disposent chacun que d'un seul accès passant dans le marais avec une altimétrie plus basse. Ces secteurs sont donc enclavés quel que soit l'événement. Il apparaît donc important de réduire l'impact des eaux sur le seul point d'accès aux sites.

Par ailleurs, Nieulle-sur-Seudre, identifiée comme site très vulnérable pour l'événement à long terme, n'est plus vulnérable dès l'événement à court terme. Ce site est donc moins prioritaire que ceux évoqués précédemment.

Le tableau récapitulatif des statistiques des différents IVRASM par site, pour chaque événement est présent en Annexe (Annexe 13).

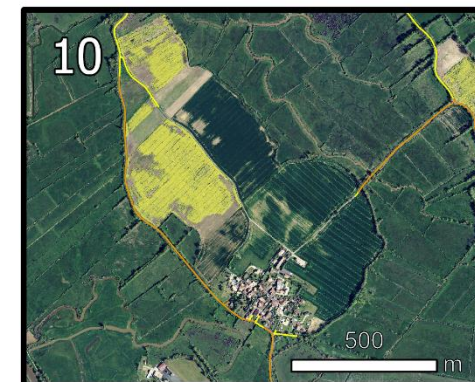
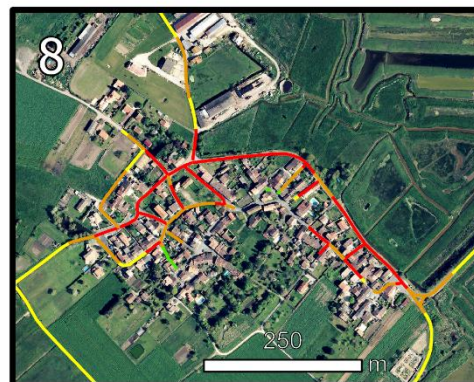
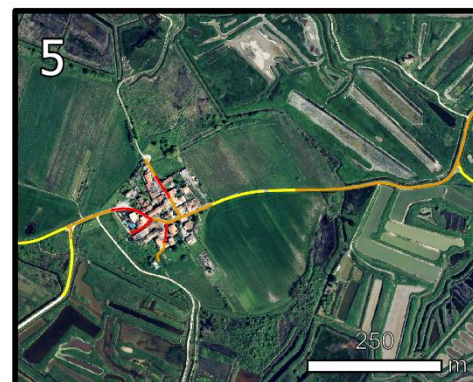
# IVRASM pour évènement LONG TERME (IVRASM60)

## Legende

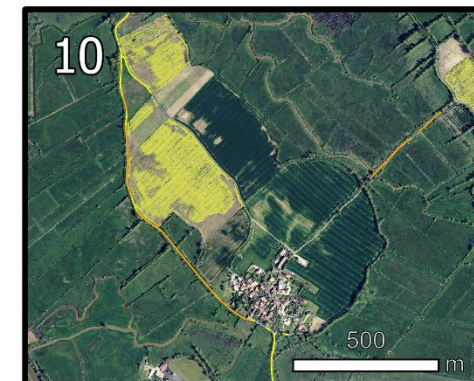
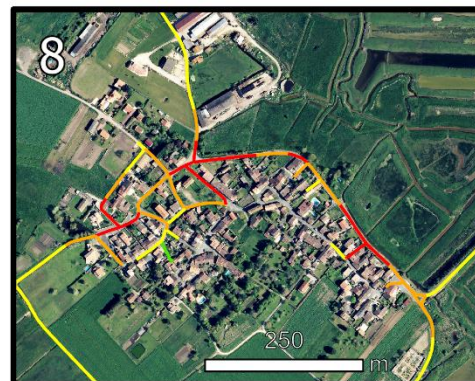
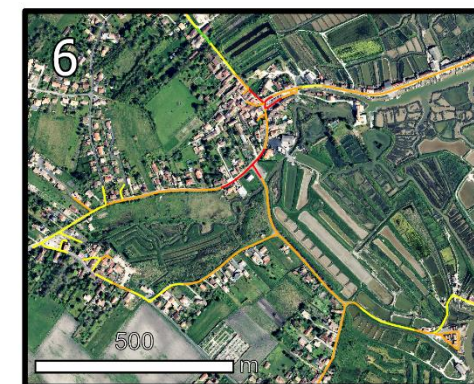
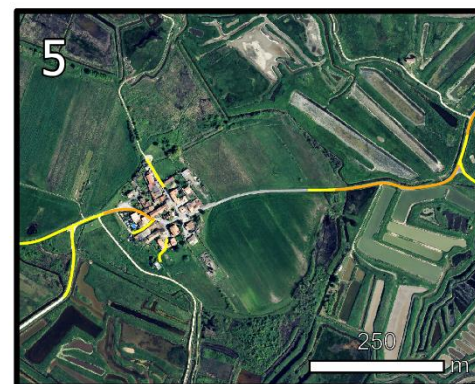
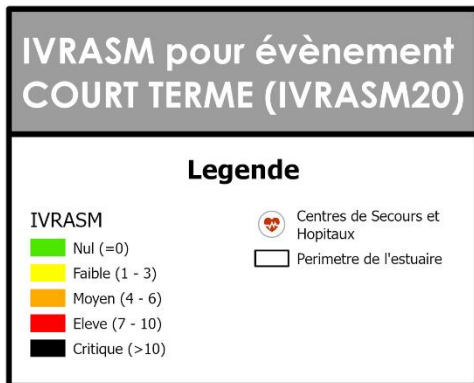
### IVRASM

- Nul (=0)
- Faible (1 - 3)
- Moyen (4 - 6)
- Elevé (7 - 10)
- Critique (>10)

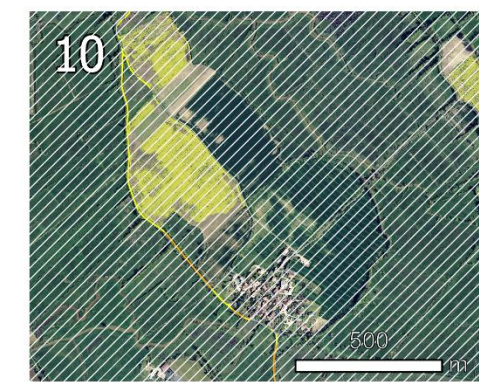
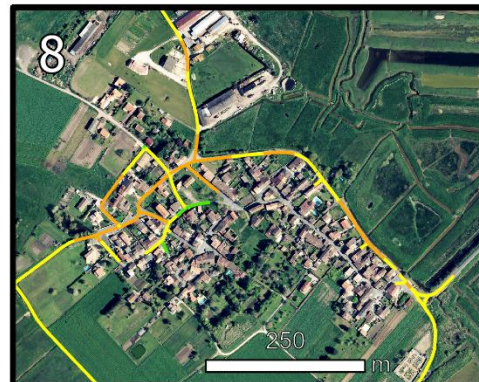
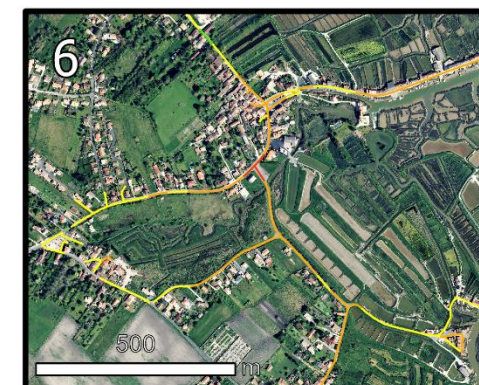
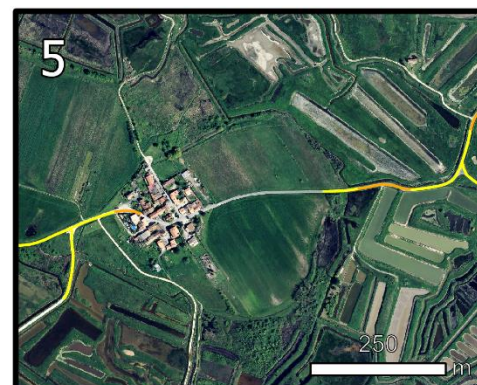
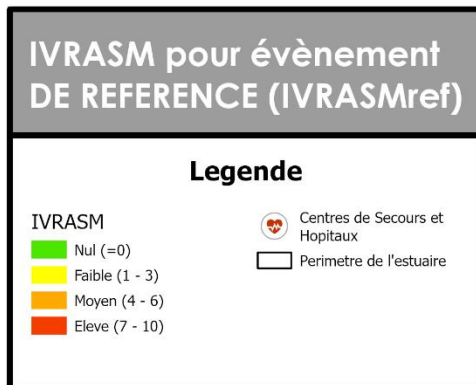
- Centres de Secours et Hopitaux
- Perimetre de l'estuaire



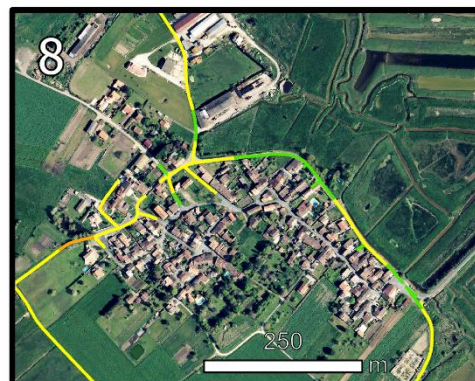
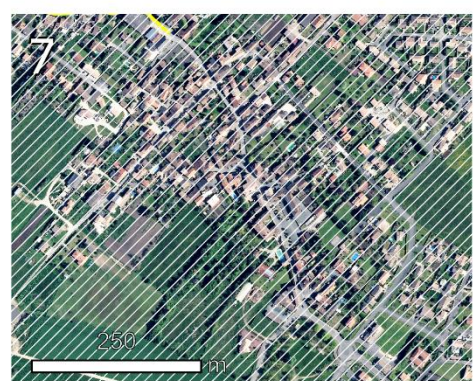
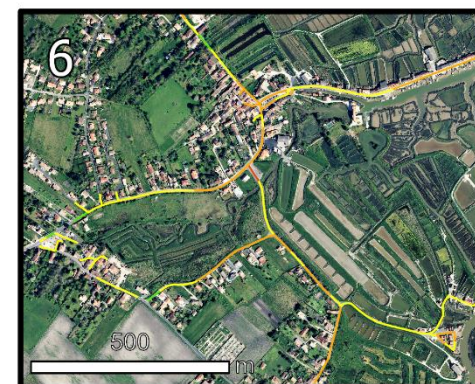
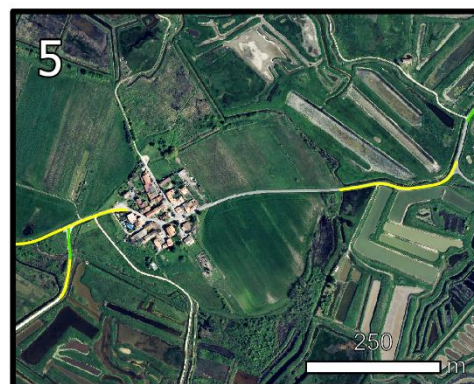
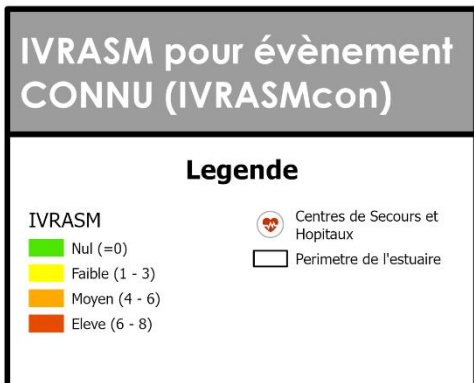
**Figure 65.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'évènement long terme  
 (Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



**Figure 66.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'évènement court terme  
 (Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



**Figure 67.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'évènement de référence  
 (Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



**Figure 68.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'évènement connu  
 (Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)



# **CINQUIÈME PARTIE : PROPOSITION DE MESURE D'ADAPTATION À METTRE EN PLACE À L'ECHELLE DU TERRITOIRE ET POUR CHACUN DES SITES VULNÉRABLES**

---

L'Indice de Vulnérabilité du Réseau routier à l'Aléa Submersion Marine (IVRASM) créé ici, a été pensé comme un outil d'aide à la décision et surtout de priorisation des interventions sur le réseau routier. Il synthétise différents paramètres en un seul indice. Il est donc important de connaître les caractéristiques propres à chaque tronçon, pour pouvoir en tenir compte dans la gestion et les types de solutions à envisager. L'IVRASM synthétise les trois sous-indices suivants :

- L'Indice d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR),
- L'Indice des Caractéristiques du Réseau routier (ICAR),
- L'Indice de Capacité d'Accès aux Secours (ICAS).

Un même niveau de vulnérabilité ne s'explique pas par les mêmes caractéristiques. Plusieurs raisons peuvent être à l'origine du niveau de vulnérabilité et les solutions apportées ne seront pas exactement les mêmes selon les cas.

Afin de comprendre sur quels éléments des solutions peuvent être apportées pour minimiser la vulnérabilité du réseau, il convient de se référer aux analyses des résultats pour chacun des sites témoins et d'aller dans la base de données du fichier de forme (shapefile) pour aller consulter les différents scores et les niveaux de vulnérabilité des aléas.

Il est aussi nécessaire d'analyser l'environnement géographique des sites, qui eux aussi influencent le niveau de vulnérabilité (proximité avec la mer, localisation sur une confluence, etc...).

Tout d'abord, des mesures de sensibilisations seront conseillées. Ensuite des mesures d'adaptions seront proposées selon les caractéristique propres des sites.

## 5.1 Mesures de sensibilisations et d'adaptation générale

### 5.1.1 Outils de sensibilisation déjà existants sur le territoire

Face au risque de submersion marine en France, l'Etat, les collectivités territoriales et le citoyen ont un rôle de gestion et de prévention.

En effet, il est primordial d'avoir conscience de l'existence d'un risque, pour pouvoir en éviter les conséquences. Il est donc indispensable d'entretenir la « mémoire du risque » et de rappeler à la population que le risque submersion existe. C'est ce qui explique par exemple l'installation de repères de crues pour les niveau Martin et Xynthia sur le bassin de la Seudre depuis 2015 (depuis 2003 l'entretien des repères de crues est une obligation légale (article L563.3 du Code de l'Environnement)).



Source : SMBS

La sensibilisation du citoyen passe aussi par les documents de cartographie des zones sensibles, les documents d'information communale sur les risques majeurs (DICRIM), des territoires à risque important d'inondation (TRI), etc..). Ces travaux de cartographie constituent une étape majeure dans la connaissance des spécificités du territoire, des aléas auxquels il peut être soumis et dans la localisation des enjeux en rapport avec ces événements. Le but est de mieux connaître la vulnérabilité du territoire pour savoir quels sont les outils de gestion à privilégier (Source : prévenir-le-risque-d'inondation-et-de-submersion-marine, [www.eaufrance.fr](http://www.eaufrance.fr)).



Source : Flaticon

La sensibilisation doit aussi s'effectuer auprès des élus puisqu'ils ne sont pas forcément au point sur ces sujets. L'information peut alors passer par des démarches telles que des simulations participatives. Il s'agit d'une des voies possibles pour répondre à la transmission d'informations et de concepts aux acteurs opérationnels.



Source : Le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation ; CEPRI

### 5.1.2 Proposition d'un nouvel outil de communication sur la vulnérabilité du réseau routier (Signalisation)

L'indice de vulnérabilité global apporte une connaissance sur les dysfonctionnements potentiels du réseau. Il apparaît pertinent de transmettre cette connaissance au grand public. Pour cela une réflexion sur la mise en place d'un système de signalisation à l'échelle de l'estuaire a été entrepris. Ce système aurait pour but d'identifier et de signaler les routes structurantes et immergées sur au moins 3 scénarios sur 4.

En France, il existe déjà des panneaux de route **temporaire** indiquant la présence d'une route inondée (cf figure 69). Ce panneau étant **temporaire**, il est orangé avec une inscription noir.



**Figure 69.** Exemple de panneaux de signalisation temporaire  
(Source google image)

Ce système de signalisation renseigne sur une situation inattendue et est installé une fois que la route est déjà impactée. La proposition ici est de le compléter par l'apport d'un autre système de signalisation, celui-ci **permanent**. En effet L'Indice de Vulnérabilité du réseau Routier à l'Aléa Submersion Marines (IVRASM), renseigne sur les zones fortement impacté peu importe l'événement. Cette information doit maintenant être transmis aux usagers de la route.

Ce système de signalisation consisterait en un panneau, renseignant sur la vulnérabilité forte de la route (route structurante et soumise à une inondation sur les quatre scenarii).



**Figure 70.** Illustration de panneau de signalisation permanent, imaginé pendant le stage  
(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Ainsi ce panneau éduquerait la population quant aux routes vulnérables et rentrerait dans le paysage et les habitudes des usagers. Les automobilistes sauraient, hors période d'évènement, quels sont les routes à danger et cela leur permettraient de mieux connaître les expositions du territoire. Bien-sûr ce panneau serait complété par les panneaux temporaires lors des événements. L'utilisateur ayant une meilleure connaissance, il pourra dorénavant anticiper et prendre les dispositions nécessaires.

### 5.1.3 Proposition de mesures d'adaptation

Chaque partie du territoire possèdent ces propres caractéristiques. Les solutions ne sont pas applicables aux mêmes endroits et ne répondent pas aux mêmes besoins. Il faut donc adapter la prise de décision selon l'espace impacté.

Voici une liste de toutes les propositions de réduction de la vulnérabilité et de proposition d'adaptation au cas par cas, possibles lors de l'inondation d'une portion du réseau routier.

Ces propositions pour réduire la vulnérabilité du réseau routier et pour faire face aux dysfonctionnement proviennent de recherches personnelles et des propositions faites par le « Guide Cepri : Le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation ».

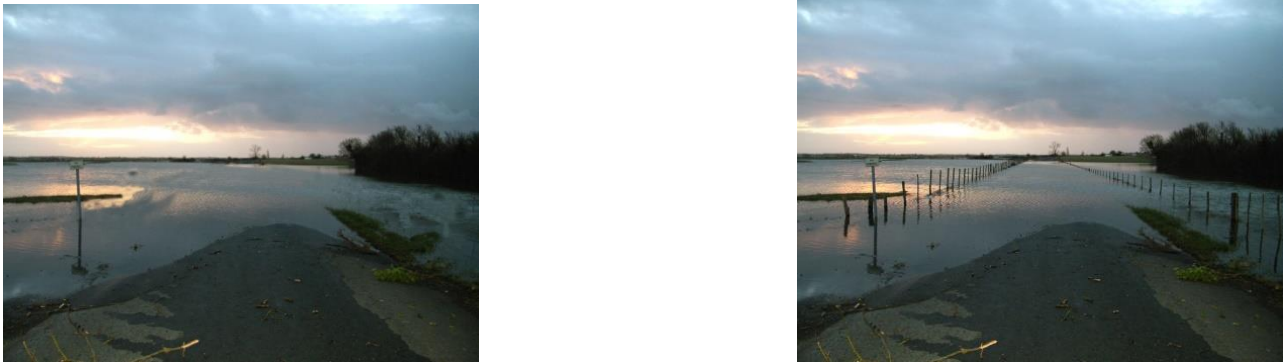
	Type de solution	Idées (permanente/temporaires)	Commentaires
Mesures structurelles	Evitement Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positionnement des axes et carrefours majeurs hors zone inondable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réfléchir en amont a toute nouvel construction de route</li> <li>Très couteux ou impossible de relocaliser les axes majeurs</li> </ul>
	Evitement Vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surélévation des axes et des carrefours : remblai, ouvrage d'art.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attention à la transparence hydraulique, notamment par le respect de la loi sur l'eau.</li> <li>Très couteux</li> </ul>
	Balisage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Système de balisage appliqué aux routes nécessaires aux véhicules de secours</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détaillée dans la partie suivante 5.2.1</li> </ul>
	Etanchéification	<ul style="list-style-type: none"> <li>Axes : mur, talus, batardeaux, pompes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les sites identifiés correspondent pour la plupart aux sites ou des digues sont prévues par le PAPI Seudre.</li> </ul>
	Compartimentage/Redondance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour une même zone, multiples croisements pour diversifier les itinéraires possibles.</li> <li>Procédure de fermeture des voies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demande des ressources humaines et matérielles.</li> </ul>
Mesures organisationnelles	Installation mobiles sur le réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Passerelles et ponts temporaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessaire de stocker le matériel</li> </ul>
	Alternatives au réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barque, hélicoptère, voie ferrée, avion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite de stocker le matériel</li> <li>Matériel couteux (ex : hélicoptère)</li> </ul>
	Anticiper le coupure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hébergement du personnel.</li> <li>Stock de matériel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ces mesures demandent une certaine anticipation.</li> </ul>

**Figure 71.** Tableau de propositions de réduction de la vulnérabilité et de propositions d'adaptation  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Des propositions plus ciblées sur chaque site selon ces caractéristiques vont être conseillées. Ce ne sont que des propositions, les acteurs de chaque site étant les plus à même de définir quelles solutions sont les plus adéquates pour l'aménagement de leurs territoires respectifs.

### 5.1.4 Focus sur la proposition d'un système de balisage des routes semi-submergées nécessaires aux véhicules de secours.

Une réflexion fut également entreprise sur un système de balisage lorsque la route est structurante et est submergée par une hauteur d'eau inférieure à 30 cm. En effet, lorsqu'une pellicule d'eau recouvre la route il est parfois très difficile de continuer de distinguer la chaussée. Cette très mauvaise visibilité augmente le risque de sortie de route et donc d'accident. Sur la figure suivante on remarque bien que sans repères verticaux la distinction entre chaussée et fossé n'est plus possible, rendant toute circulation dangereuse.



**Figure 72.** Photo retouchée avec repères verticaux enlevés à gauche / Photo originale avec repères verticaux à droite

(Source : Photos DR/Photoshop ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Sur cette figure 72 il existe des repères déjà présents sur le terrain (barrières) permettant de distinguer la chaussée. Cependant certains tronçons de route n'ont pas ces repères. Il est donc envisageable de créer des balises permettant la circulation des secours de façon sécurisée, comme illustrée sur la figure 73.



**Figure 73.** Photo originale sans repères verticaux à gauche / Photo retouchée avec exemple de repères verticaux rajoutés au milieu / Illustration de balise, imaginé pendant le stage

(Source : Photos DR/Photoshop ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Le principal problème est qu'il est fortement déconseillé de s'engager sur une chaussée inondée pour les raisons expliquées dans la partie « 3.3.1 L'InDICE d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR) ». Un système de balisage pourrait donner un sentiment de sécurité aux automobilistes et les encourager à s'engager sur les voies inondées.

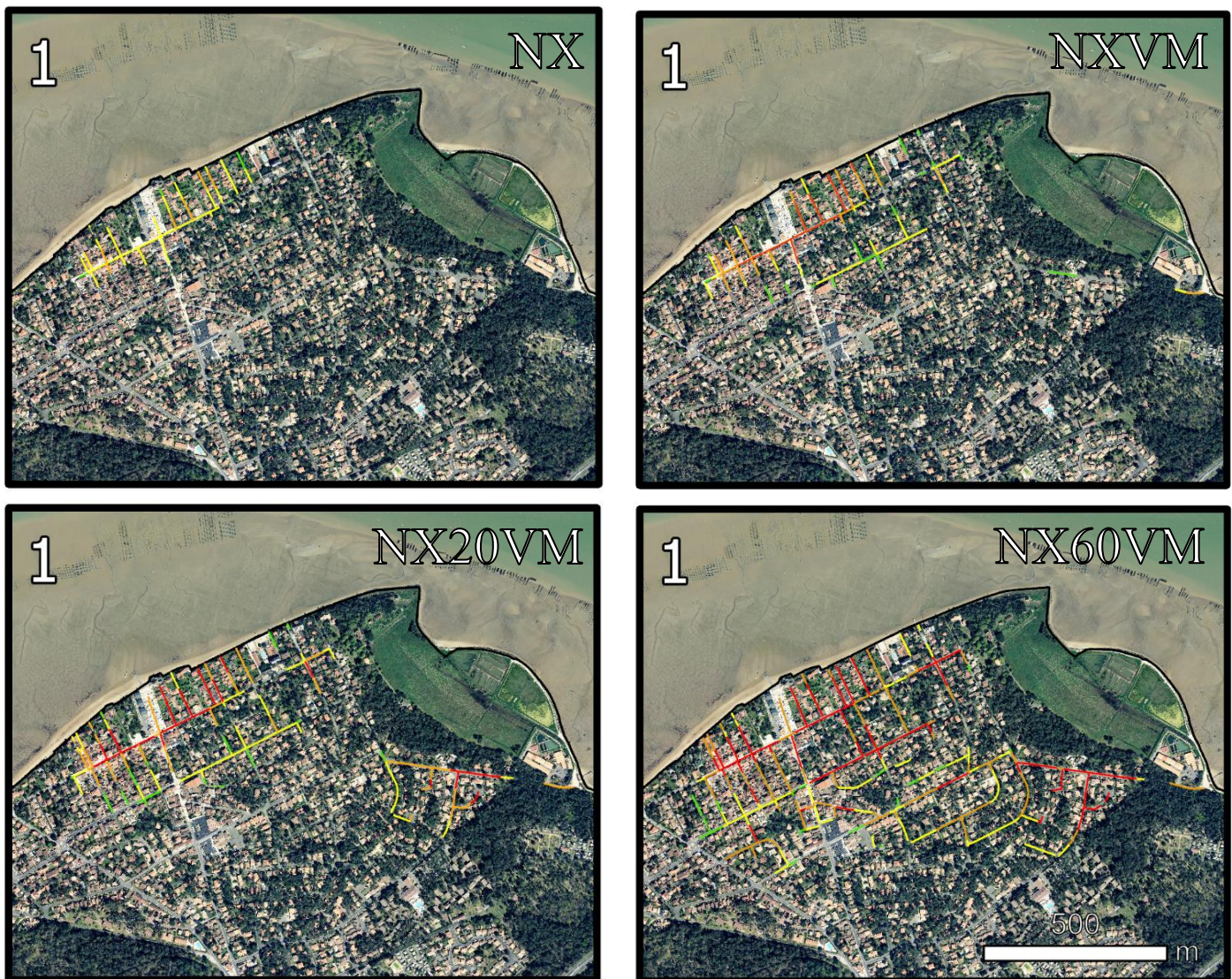
Ce système de balisage doit permettre uniquement la circulation des véhicules de secours, où un code de couleur de hauteurs d'eau sera renseigné (cf figure 72), pour un lecteur plus facile de la part des secours.

Cette solution ne serait appliquée qu'aux routes dont l'utilisation, malgré l'inondation, est nécessaire par les véhicules de secours. Une réflexion serait à mener sur l'insertion des balises dans le paysage, de façon permanente ou temporaire, en déterminant leur forme et l'intervalle entre chacune d'entre elles.

A noter que du fait de son coût très onéreux, dès qu'une proposition **d'évitement verticale** est faite, elle peut être remplacée par une proposition de système de **balisage** et/ou de **signalisation**.

## 5.2 Proposition de mesures d'adaptation localisée

### 5.2.1 Site n°1 : La Tremblade Ronce-Les-Bains.



**Figure 74.** Carte des l'IVRASM du Site n°1 : La Tremblade Ronce-Les-Bains, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

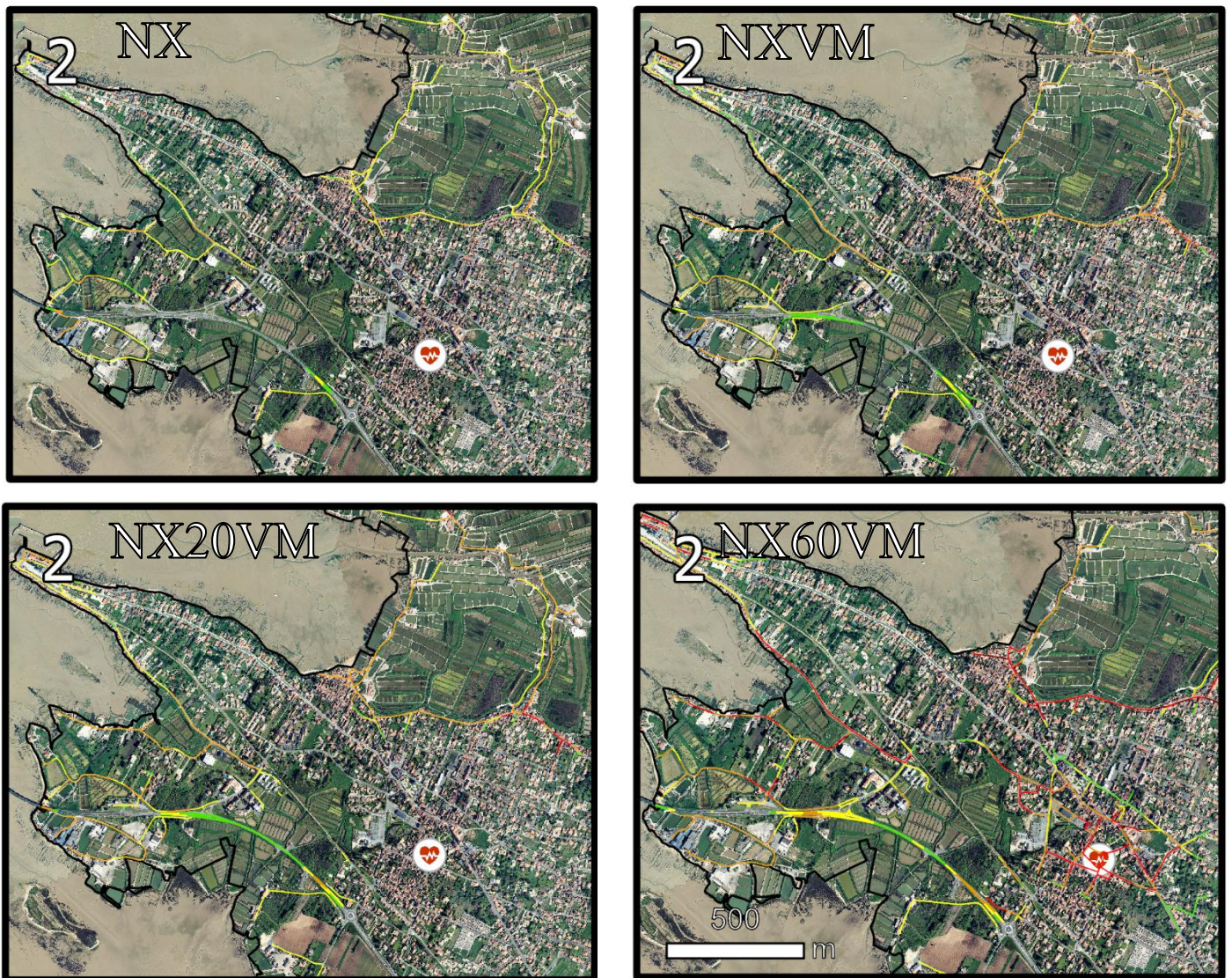
Le site de Ronce-Les-Bains est concerné par les quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site.

Premièrement sa proximité avec la mer fait de lui un site extrêmement sensible aux tempêtes. Il est envisageable de mettre en place une **étanchéification** (cf figure 71). Cela a déjà été pris en compte dans le PAPI Seudre, avec le projet du confortement et du rehaussement de la digue maçonnée et la digue Mus-de-Loup, accompagnés de la reprise des ouvrages hydrauliques, afin de protéger les nombreux enjeux existants.

Deuxièmement l'accès des secours est contraint à cause de la submersion du rond-point au croisement de la D25 et de la D728E, dit localement « rond-point des petits bateaux » identifié sur trois événements (de référence, court terme et long terme). Son utilisation est impossible pour les usagers lambda, deux événements sur quatre (court et long terme). Il s'agit donc là d'un point névralgique sur lequel il serait pertinent de mettre en place des mesures d'adaptation telles qu'une mise hors d'eau, un balisage ou une signalisation spécifique pour que les usagers aient conscience de sa vulnérabilité. (**Évitement Vertical/Balisage/Signalisation**).

Enfin comme l'accès au secours est difficile et que la vulnérabilité du site est très forte (parmi les 3 sites les plus vulnérables pour l'événement de référence). Il peut être admis de stocker du matériel et/ou des ressources humaines (infirmier, pompier, etc..) sur place afin d'avoir des secours déjà sur le terrain pour l'événement de référence, court et long terme (**Anticiper la coupure**).

### 5.2.2 Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)



**Figure 75.** Carte des l'IVRASM du Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus, par événement

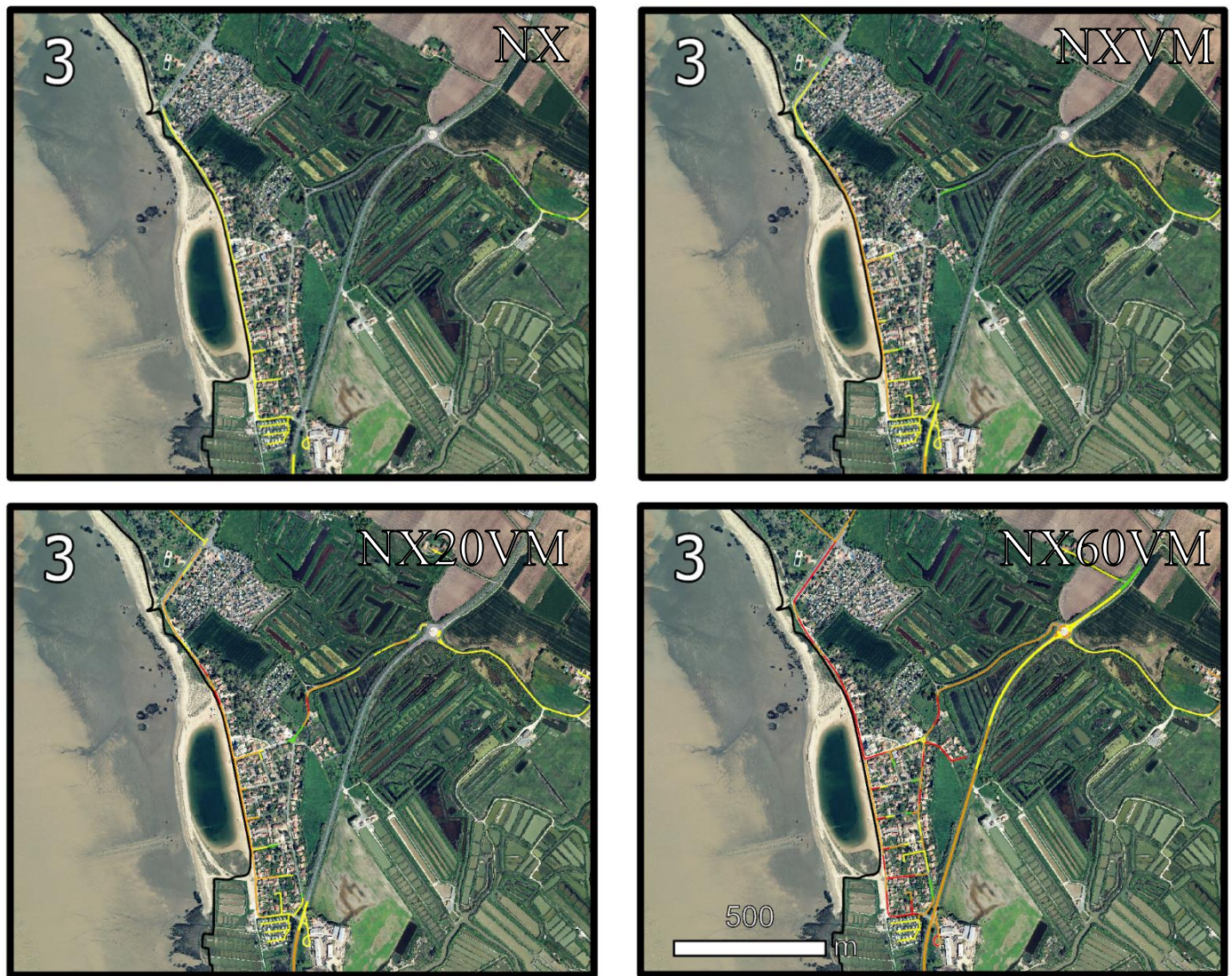
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de Bourcefranc-Le-Chapus est concerné par les quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site.

Premièrement sa proximité avec la mer fait de lui un site extrêmement sensible aux tempêtes. Il est envisageable de mettre en place une **étanchéification** (cf figure 71). Cela a déjà été pris en compte dans le PAPI Seudre, avec le projet créer une digue de retrait en terre afin de protéger une partie du centre urbain de la commune de Bourcefranc-Le-Chapus (secteur Nord). A noter que, quatre ouvrages hydrauliques sont associés à ce projet d'aménagement.

Deuxièmement lors de l'événement critique (NX60VM), la caserne de pompier est en zone inondée. Il serait donc pertinent, lors d'événements violents d'évacuer la caserne, et de déplacer le matériel d'intervention ainsi que le personnel sur des points hauts, avant qu'ils ne soient plus mobilisable (**Anticiper la coupure**).

### 5.2.3 Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)



**Figure 76.** Carte des l'IVRASM du Site n°3 : Marennes, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de Marennes est concerné par les quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site.

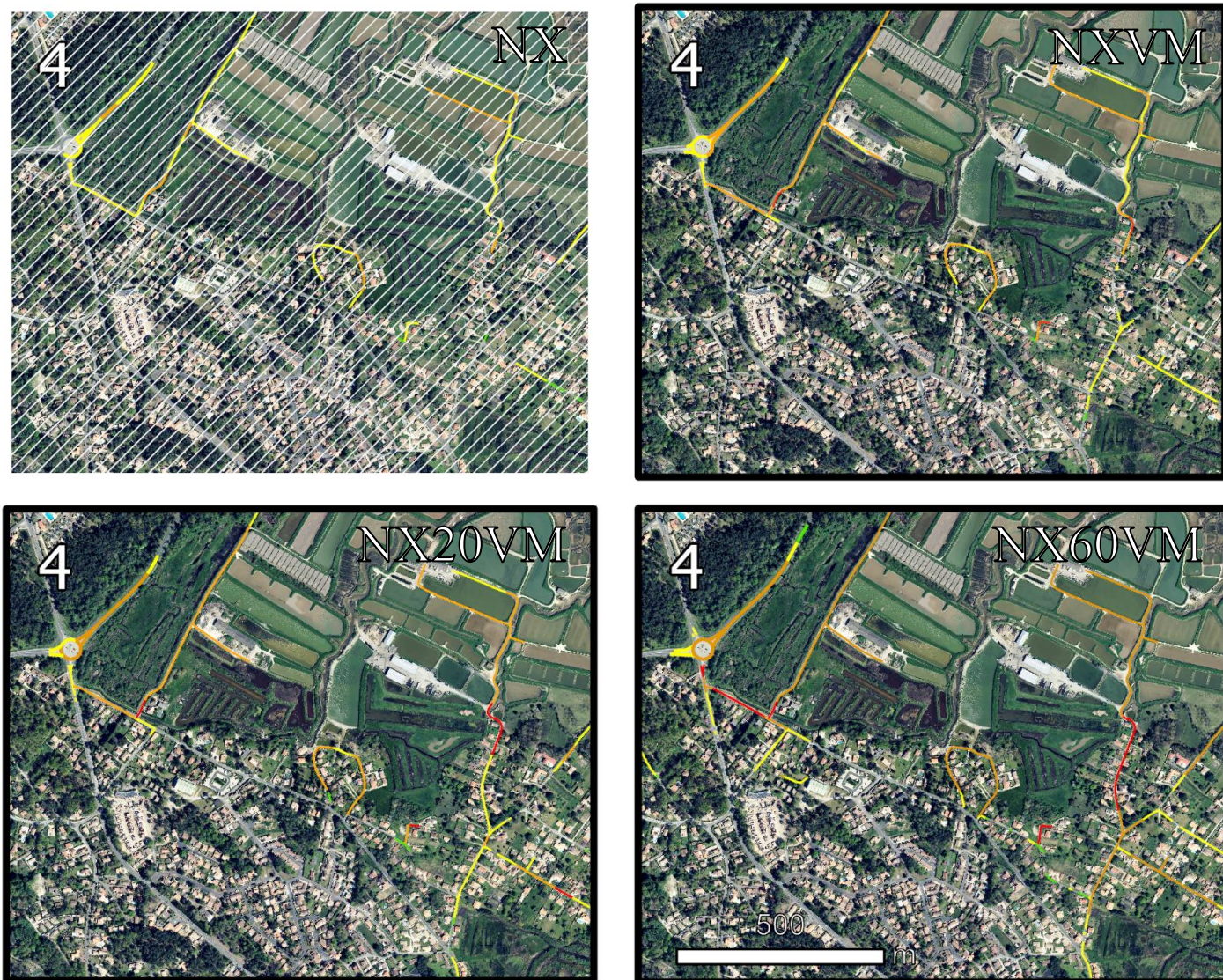
Premièrement sa proximité avec la mer fait de lui un site extrêmement sensible aux tempêtes. Il est envisageable de mettre en place une **étanchéification** (cf figure 71). Cela a déjà été pris en compte dans le PAPI Seudre, avec le projet du confortement et du rehaussement de la digue de 1er rang dans le but de protéger la station balnéaire de Marennes-Plage. Cependant, les études ayant révélé des coûts trop importants le projet est en phase d'être annulé.

Deuxièmement l'accès au secours est contraint à cause de la submersion de la D728E sur sa partie Nord en rive droite pendant trois événements (de référence, court terme et long terme). Son utilisation est impossible pour les usagers lambda (hauteur d'eau supérieur à 30cm) un événement sur quatre (long terme). Cependant il est nécessaire de rappeler que qu'à partir du moment où l'eau est sur la chaussée il est fortement déconseillé d'utiliser la route. Il s'agit donc là d'un point névralgique qu'il faudrait soit surélever pour le maintenir en dehors des flots, soit baliser pour permettre son utilisation par les secours, soit signaler pour que les usagers prennent conscience de sa vulnérabilité (**Evitement Vertical/Balisage/Signalisation**).

Il est notamment important de noter que deux campings sont présents sur le site de Marennes, et ils constituent des enjeux supplémentaires particulièrement durant la saison touristique.



#### 5.2.4 Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)



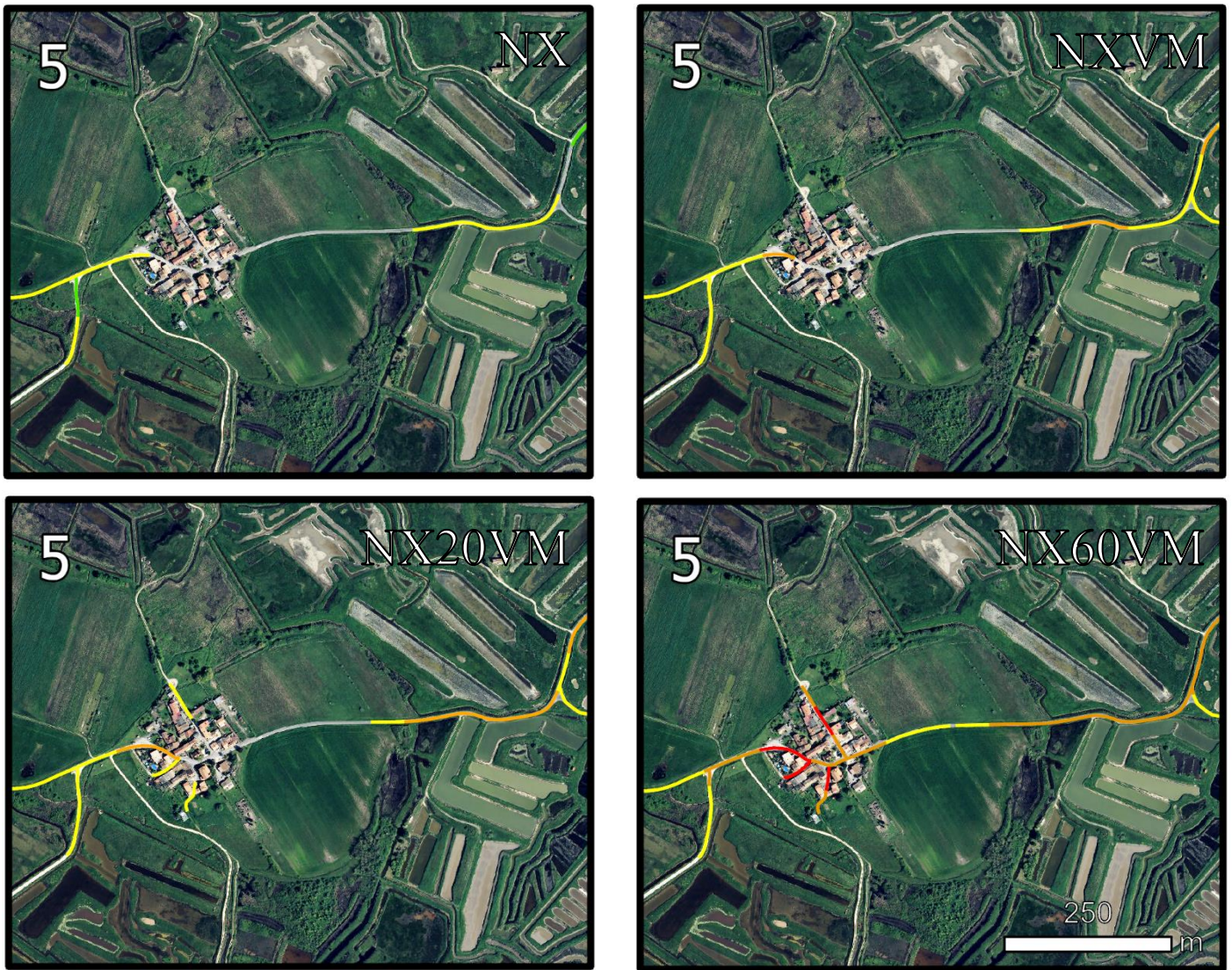
**Figure 77.** Carte des l'IVRASM du Site n°4 : La Tremblade, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de La Tremblade est concerné par trois des quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site.

Premièrement sa proximité avec l'embouchure de la Seudre fait de lui un site extrêmement sensible aux tempêtes. Il est envisageable de mettre en place une **étanchéification** (cf figure 71). Cela a déjà été pris en compte dans le PAPI Seudre, avec le projet de création de deux digues de retrait en terre afin de protéger une partie du centre urbain de La Tremblade. A noter que quatre ouvrages hydrauliques sont associés à ce projet d'aménagement.

Deuxièmement l'accès au secours est contraint à cause de la submersion du carrefour au croisement de la rue du petit pont, de la rue du canal, du boulevard Maréchal Joffre et de l'avenue de l'Etrade pendant trois événements (de référence, court terme et long terme). Son utilisation est impossible pour les usagers lambda (car hauteur d'eau supérieur à 30 cm), trois événements sur quatre (de référence, court terme et long terme). Il s'agit donc là d'un point névralgique qu'il faudrait soit surélever pour le maintenir en dehors des flots, soit baliser pour permettre son utilisation par les secours, soit signaler pour que les usagers prennent conscience de sa vulnérabilité (**Evitement Vertical/Balisage/Signalisation**).

### 5.2.5 Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)



**Figure 78.** Carte des l'IVRASM du Site n°5 : Saint-Just-Luzac, par événement

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

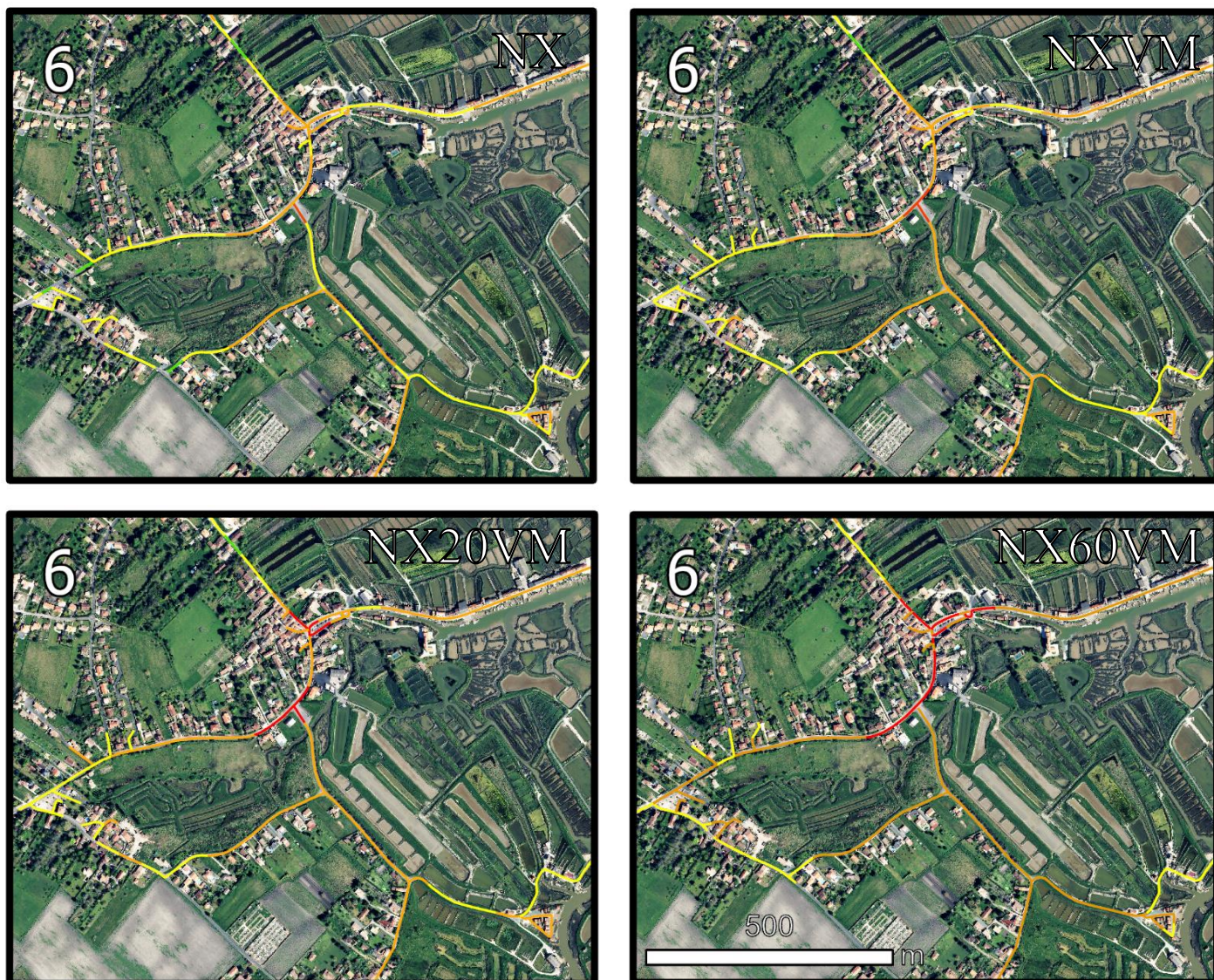
Le site de Saint-Just-Luzac est concerné par les quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site. Il s'agit du premier site où une solution d'étanchéification n'est pas envisagée par le PAPI.

Le site en lui-même contient des segments qualifiés à vulnérabilité élevée ou critique, uniquement sur l'événement critique (NX60VM). Sur ce site le principal problème est qu'il n'existe qu'un seul accès routier (la Rue d'Artouan), permettant de desservir le hameau et que celui-ci est sous les flots peu importe l'événement. Le site est donc enclavé et par conséquent, est considéré comme un site sensible. Les habitants ne peuvent ni rejoindre les secours ni être rejoint par les secours. Il s'agit donc là d'un point névralgique qu'il faudrait soit surélever pour le maintenir en dehors des flots, soit baliser pour permettre son utilisation par les secours, soit signaler pour que les usagers prennent conscience de sa vulnérabilité (**Evitement Vertical/Balissage/Signalisation**).

Comme l'accès au secours est impossible lors des épisodes de submersions marines. Il peut être admis de placer du matériel et/ou des ressources humaines sur place afin d'avoir des secours déjà sur le terrain (**Anticiper la coupure**).

Des alternatives au réseau ou des installations mobiles peuvent aussi être mises en place, comme par exemple des barques à fond plat sur site (**Alternatives au réseau/Installation mobiles sur le réseau**). Cela nécessite aussi de stocker le matériel sur le site.

### 5.2.6 Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)



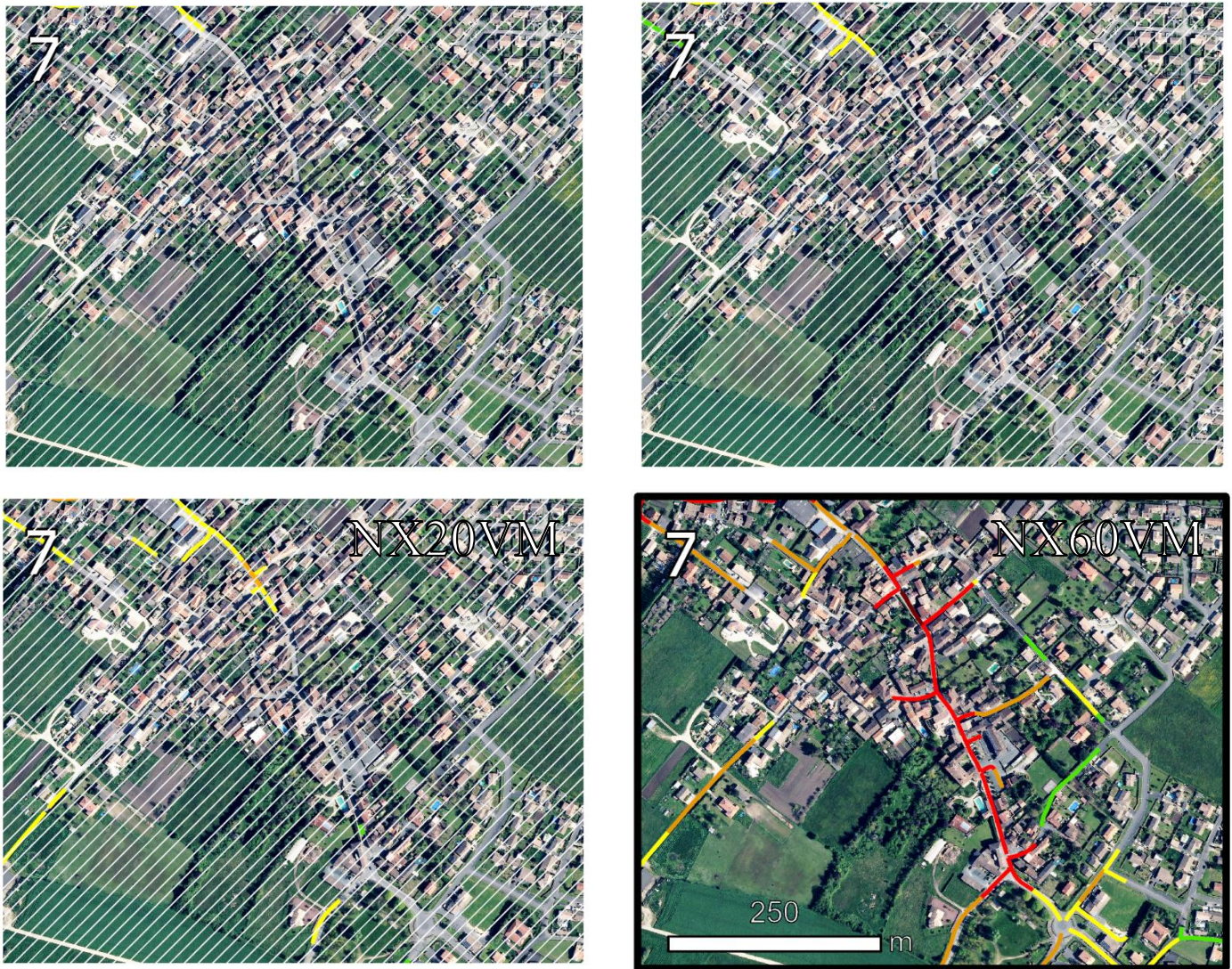
**Figure 79.** Carte des l'IVRASM du Site n°6 : Chaillevette, par événement

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de Chaillevette est concerné par les quatre événements. Une seule proposition d'adaptation peut être effectuée pour ce site.

Sa proximité avec la Seudre fait de lui un site extrêmement sensible aux submersions marines. Il est nécessaire de mettre en place une **étanchéification** (cf figure 71). Cela a déjà été pris en compte dans le PAPI Seudre, avec le projet de création d'une digue de retrait en terre afin de protéger une partie du centre urbain de la commune de Chaillevette. A noter que des ouvrages hydrauliques sont associés à ce projet d'aménagement.

### 5.2.7 Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)



**Figure 80.** Carte des l'IVRASM du Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de Nieulle-sur-Seudre est concerné par un des quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site.

Il s'agit du deuxième site où une solution d'étanchéification n'est pas envisagée par le PAPI. En effet il s'agit du seul site qui n'est vulnérable que pendant un seul événement. A ce titre des propositions d'adaptation lourdes en moyen (humain et technique) sont à choisir de façon mesurée.

L'accès aux secours est contraint à cause de la submersion durant l'évènement critique, du tronçon de la D118 entre l'impasse des pensées et la rue du chemin bas. Son utilisation est impossible pour les usagers lambda mais aussi pour les secours (car hauteur d'eau supérieur à 70 cm). Il s'agit donc là d'un point névralgique qu'il faudrait soit surélever pour le maintenir en dehors des flots, soit baliser pour permettre son utilisation par les secours, soit signaler pour que les usagers prennent conscience de sa vulnérabilité (**Evitement Vertical/Balisage/Signalisation**).

Comme l'accès aux secours est difficile, il peut éventuellement être admis de placer du matériel et/ou des ressources humaines (infirmier, pompier, etc..) sur place afin d'avoir des secours déjà sur le terrain pour l'évènement long terme (**Anticiper la coupure**).

### 5.2.8 Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)



**Figure 81.** Carte des l'IVRASM du Site n°8 : Le Gua, par événement

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site du Gua est concerné par les quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce site. Il s'agit du troisième site où une solution d'étanchéification n'est pas envisagée par le PAPI. Les caractéristiques de ce site sont similaires à celles du site n°5 : Saint-Just-Luzac,

En effet, sur ce site aussi il n'existe qu'un seul accès routier (la Rue de Souhe) permettant de desservir le lieu-dit, accès inondé lors des quatre événements. Le site est donc enclavé et par conséquent, est considéré comme un site sensible. Les habitants ne peuvent ni rejoindre les secours ni être rejoint par les secours. Il s'agit donc là d'un point névralgique qu'il faudrait soit surélever pour le maintenir en dehors des flots, soit baliser pour permettre son utilisation par les secours, soit signaler pour que les usagers prennent conscience de sa vulnérabilité (**Evitement Vertical/Balisage/Signalisation**). Cette solution a d'ailleurs été envisagée après une réunion d'information avec les élus.

Comme l'accès au secours est impossible lors des épisodes de submersions marines. Il peut être admis de placer du matériel et/ou des ressources humaines (pompiers, trousse de premiers soins, etc..) sur place afin d'avoir des secours déjà sur le terrain (**Anticiper la coupure**).

Des alternatives au réseau ou des installations mobiles peuvent aussi être mises en place, comme par exemple des barques à fond plat sur site (**Alternatives au réseau/Installation mobiles sur le réseau**). Cela nécessite aussi de stocker le matériel sur le site.

### 5.2.9 Site n°9 : l'Eguille



**Figure 82.** Carte des l'IVRASM du Site n°9 : l'Eguille, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de l'Eguille est concerné par les quatre événements. Par rapport aux autres secteurs, il est identifié comme le plus vulnérables quel que soit l'aléa. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour ce secteur.

Premièrement sa localisation à la confluence entre la Seudre et le Liman fait de lui un site extrêmement sensible aux submersions marines. Un projet de création d'une digue de retrait permettant de protéger le centre urbain au nord de la commune de l'Eguille est prévu dans le cadre du PAPI. Cette mesure d'adaptation correspond à une **étanchéification**

Deuxièmement l'accès aux secours est contraint à cause de la submersion de la D733 au nord et au sud de la commune de l'Eguille, pendant les quatre événements (connu, de référence, court terme et long terme). L'utilisation de la partie Sud de la D733 est impossible pour les usagers lambda (car hauteur d'eau supérieur à 30 cm), pour les quatre événements (connu, de référence, court et long terme). La partie nord elle, est impraticable pour les usagers lambda (car hauteur d'eau supérieur à 30 cm), pour trois des quatre événements. L'Eguille reste isolé, enclavé et cela est dû à sa localisation entourée par les eaux.

Hormis l'**étanchéification** les autres propositions concernant ce site sont les suivantes :

L'accès nord de la D733 apparaît comme un point névralgique qu'il faudrait soit surélever pour le maintenir en dehors des flots, soit baliser pour permettre son utilisation par les secours, soit signaler pour que les usagers prennent conscience de sa vulnérabilité (**Evitement Vertical/Balisage/Signalisation**).

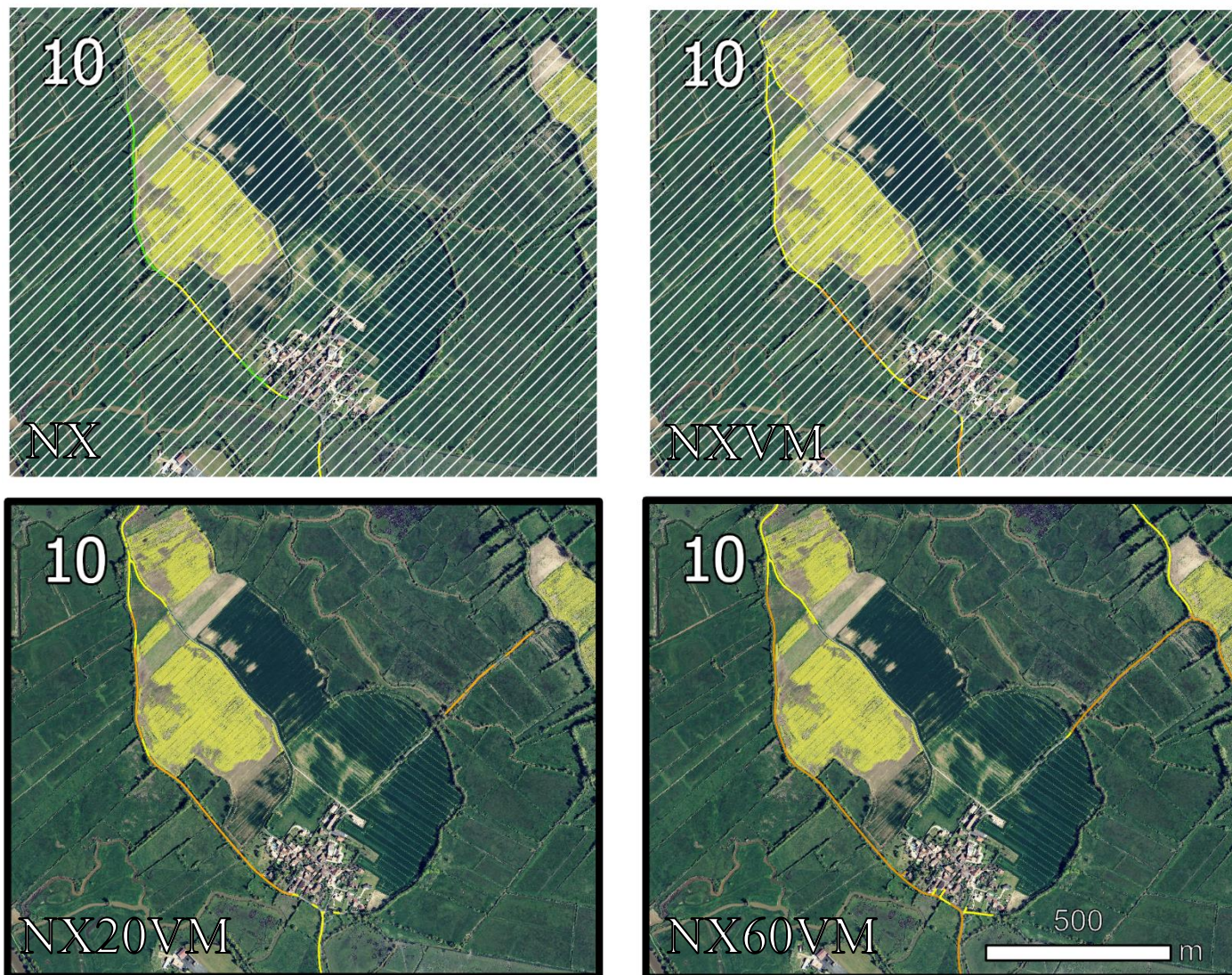
La D733 fait partis des trois axes permettant le passage d'une rive de la Seudre à l'autre, elle permet également de relier les villes de Rochefort et de Royan. Par conséquent il s'agit d'un axe structurant du territoire qui reçoit un flux d'automobiliste important. Lors de la coupure de cet axe majeur, le flot d'utilisateur peut être dévié sur la N150 au niveau de Saujon, une route capable de recevoir un flot important et utilisable pendant tous les événements. Cependant cela augmente le temps de trajet et des ralentissements peuvent avoir lieu sur la N150 causés par un grand nombre d'automobiliste l'empruntant (**Compartimentage/Redondance**).

L'installation de structures mobiles telles que des passerelles ou des ponts temporaires peut être effectuée. Cette solution nécessite de disposer du matériel et des moyens humains pour les mettre en place (**Installations mobiles sur le réseau**).

Des alternatives au réseau peuvent aussi être mise en place, comme par exemple des barques à fond plat sur site (**Alternatives au réseau**).

Enfin comme l'accès aux secours est difficile et que la vulnérabilité du site est très forte (parmi les 3 sites les plus vulnérables sur les quatre événements), une solution peut être de placer du matériel et/ou des ressources humaines (trousse de premier soins, infirmier, pompier, etc..) sur place afin d'avoir des moyens déjà présents sur le terrain (Anticiper la coupure).

### 5.2.10 Site n°10 : Saujon (L'Ilate)



**Figure 83.** Carte des l'IVRASM du Site n°10 : Saujon, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Le site de Saujon est concerné par deux des quatre événements. Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées. Il s'agit du quatrième site où une solution d'étanchéification n'est pas envisagée par le PAPI.

Sur ce site, le principal problème est la submersion des trois accès routiers provoquant un enclavement. Les habitants ne peuvent ni rejoindre les secours ni être rejoint par les secours. Un des trois accès (le chemin de la colarderie) est submergé seulement pendant les deux événements les plus importants (rare et critique). Les solutions envisageables seraient donc, soit de surélever pour le chemin pour le maintenir hors d'eau, soit, à défaut, de le baliser pour permettre son utilisation par les secours. Une signalisation permanente de l'inondabilité de la route serait un plus permettant de sensibiliser les usagers au risque (**Evitement Vertical/Balisage/Signalisation**).

Comme l'accès au secours est impossible pour les aléas rare et critique, les adaptations suivantes peuvent également être mise en place :

- Placer du matériel et/ou des ressources humaines (infirmier, pompier, trousse de premiers soins, etc..) sur place afin d'avoir des moyens de secours déjà sur le terrain (**Anticiper la coupure**).
- Installer des structures mobiles telles que des passerelles ou des ponts temporaires. Cette solution nécessite de disposer du matériel et des moyens humains pour les mettre en place (**Installation mobiles sur le réseau**).
- Mettre en place des alternatives au réseau (**Alternatives au réseau**).



# SIXIÈME PARTIE : LE CAS PARTICULIER DE SAUJON (CONCOMITANCE DES ALEAS)

---

La particularité de la commune de Saujon, est sa situation géographique sur une zone d'interface fluviomaritime. Régulièrement, Saujon a connu des problèmes d'évacuation de l'eau douce arrivant de l'amont lors de gros coefficient de marée. La crue de janvier 2014, d'occurrence décennale, en est un exemple représentatif. Cette interface est matérialisée par l'écluse du Ribérou. Elle permet d'évacuer les eaux arrivant de l'amont à marée descendante, et de bloquer le flux d'eau salée à marée montante.

Cette zone de rencontre entre l'aléa submersion marine et l'aléa inondation fluviale crée un risque de concomitance des aléas. « Lors d'un tel événement, il se produit une forme de compétition entre l'eau douce s'écoulant de l'amont et l'eau salée remontant de l'aval. Si ces deux forces sont équivalentes, il se produit alors des débordements. Ce risque est d'autant plus présent sur le secteur d'étude que les crues fluviales se produisent sur de longues périodes, augmentant ainsi les risques de croiser une période de forte mer. » (SMASS, 2017).

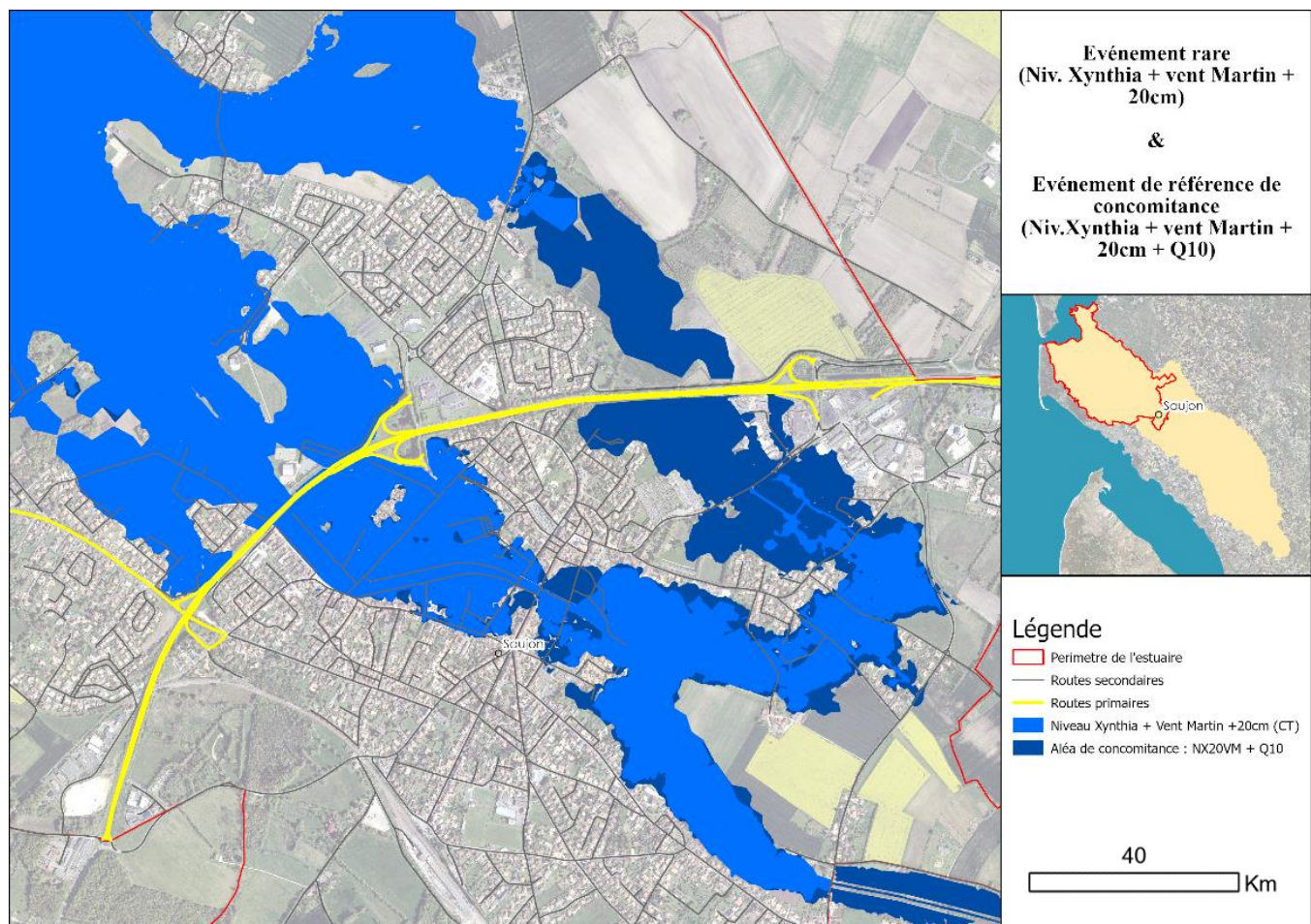
## 6.1 Le scénario de concomitance retenu : scénario de référence (NX20VM + Q10)

Pour mieux cerner les impacts d'un tel phénomène, lors de la rédaction du PAPI d'intention, des simulations avec des conditions de marées ou de débits plus ou moins contraignantes ont été effectuées.

Une analyse statistique menée sur les mesures de la station située sur le pont Carnot à Saujon depuis 20 ans, a déterminé la valeur du niveau centennal à 3,86 m NGF (SMASS, 2017).

Cette valeur a ensuite été croisée avec les différentes simulations pour distinguer lesquelles atteignaient ce niveau.

La concomitance de l'évènement de référence court terme (NX20VM) avec un débit de crue décennale de la Seudre (Q10), engendre un niveau de l'ordre de 3,90 m NGF. Ainsi, cette simulation a été retenue comme évènement de référence fluviomaritime du Plan Prévention des Risques Littoraux sur ce linéaire, et peut être retenu comme évènement moyen du PAPI.



**Figure 84.** Carte des zones exposées à l'aléa de concomitance NX20VM + Q10

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Au contraire des modélisations hydrauliques utilisées pour les aléas présentés dans les parties précédentes, le SMBS ne dispose pas du raster de hauteurs d'eau pour l'évènement NX20VM +Q10. La méthode de travail a donc été adaptée aux données disponibles : les isocotes produites pour le PPRL.

### 6.1.1 Résultat de la méthode d'indice pour le scénario NX20VM +Q10



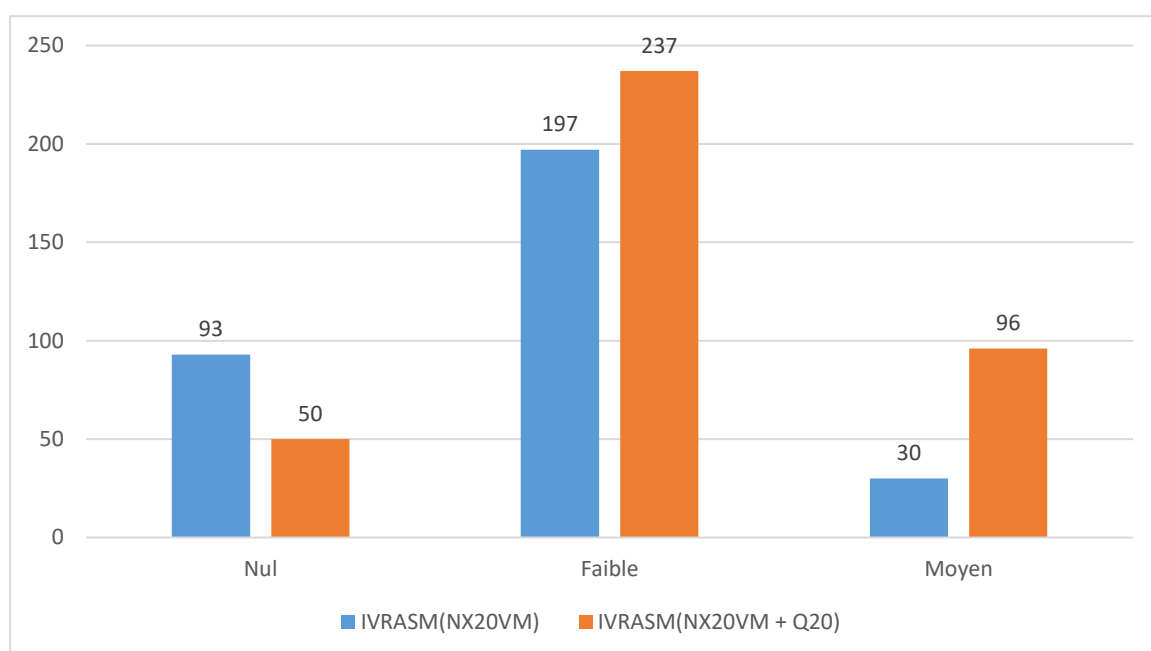
**Figure 85.** Carte des boîtes exposées à l'aléa maritime NX20VM et de concomitance NX20VM +Q10  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

Les deux cartes de la figure 85 permettent l'identification des secteurs supplémentaires inondés avec l'aléa de concomitance des aléas (+ 63 boîtes). Notamment le secteur Est qui a un impact sur l'intervention des secours puisque n'étant pas submergé il permettrait leurs interventions sur le territoire.

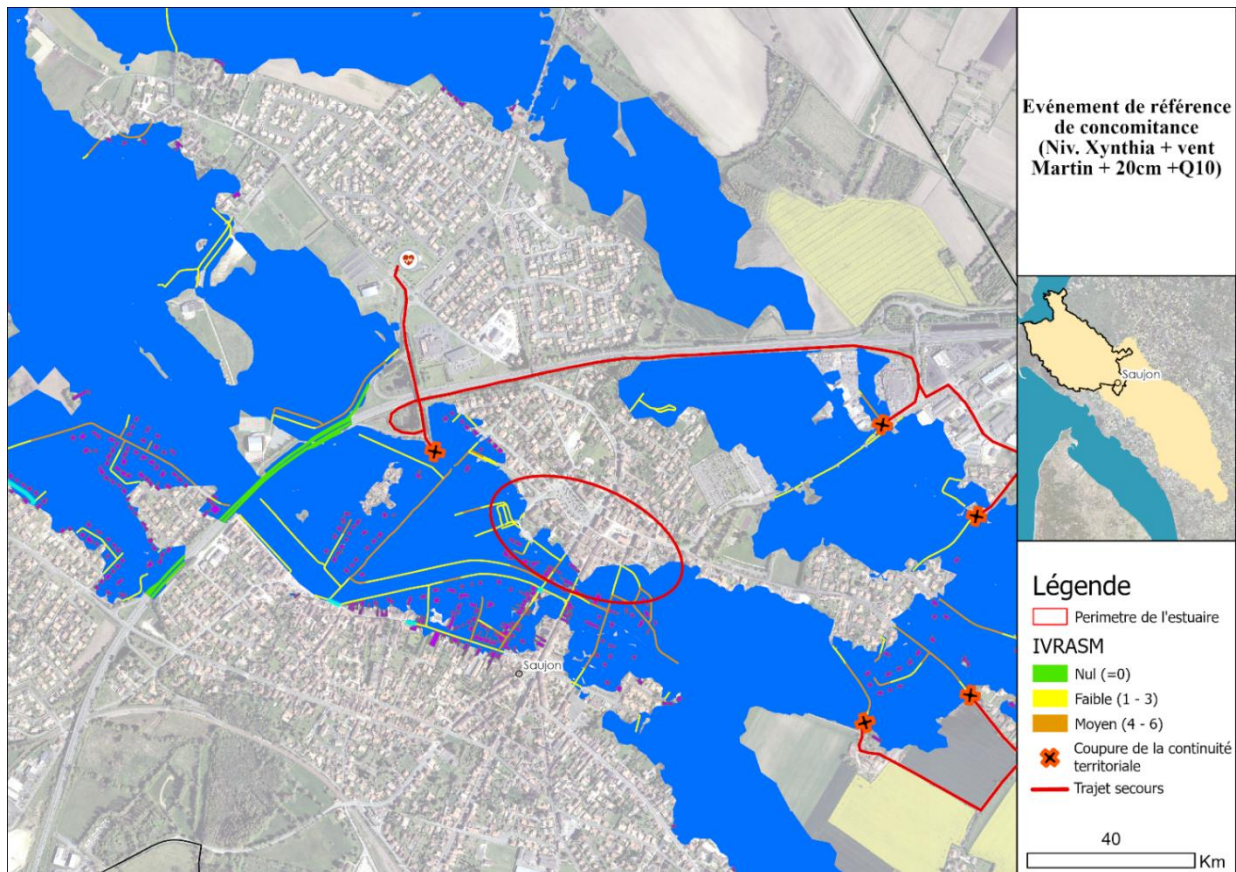
	IVRASM (NX20VM)	IVRASM (NX20VM + Q10)
<b>Nombre de boîtes</b>	320	383

**Figure 86.** Tableau du nombre de boîtes (aléa maritime NX20VM et de concomitance NX20VM +Q10)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Les indices de vulnérabilité du réseau routier aux submersions marines (IVRASM) ont été répartis en 5 classes mais seulement trois seront utilisées ici : nulle (indice de 0), faible (indice < 3) et moyenne (4 ≤ indice < 6).



**Figure 87.** Graphique de comparaison du nombre de tronçons (aléa maritime NX20VM et de concomitance NX20VM + Q10)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



**Figure 88.** Carte des différentes ruptures de continuité territoriale lors de l'événement de concomitance NX20VM + Q10

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : Térencia Louvet (ArcGISPro) ; 2022)

Sur cette carte le secteur entouré en rouge est particulièrement sensible car les secours ne peuvent pas y avoir accès. En effet des tronçons des chemins possibles depuis la caserne de pompier, sont submergés. La continuité territoriale est donc rompue alors qu'elle ne l'était pas sans la concomitance des aléas.

### 6.1.2 Proposition de mesures d'adaptation (NX20VM + Q10)

Plusieurs propositions d'adaptation peuvent être effectuées pour le site de Saujon pour l'aléa de référence de concomitance.

Premièrement sa localisation géographique à l'interface entre influence maritime et influence fluviale fait de lui un site extrêmement sensible aux inondations. Il est envisageable de mettre en place une **etenchéification** (cf tableau 92). Cela a déjà été pris en compte dans le PAPI Seudre, avec le projet de création d'un système d'endiguement composé de quatre ouvrages afin de protéger les zones urbaines denses de la commune de Saujon.

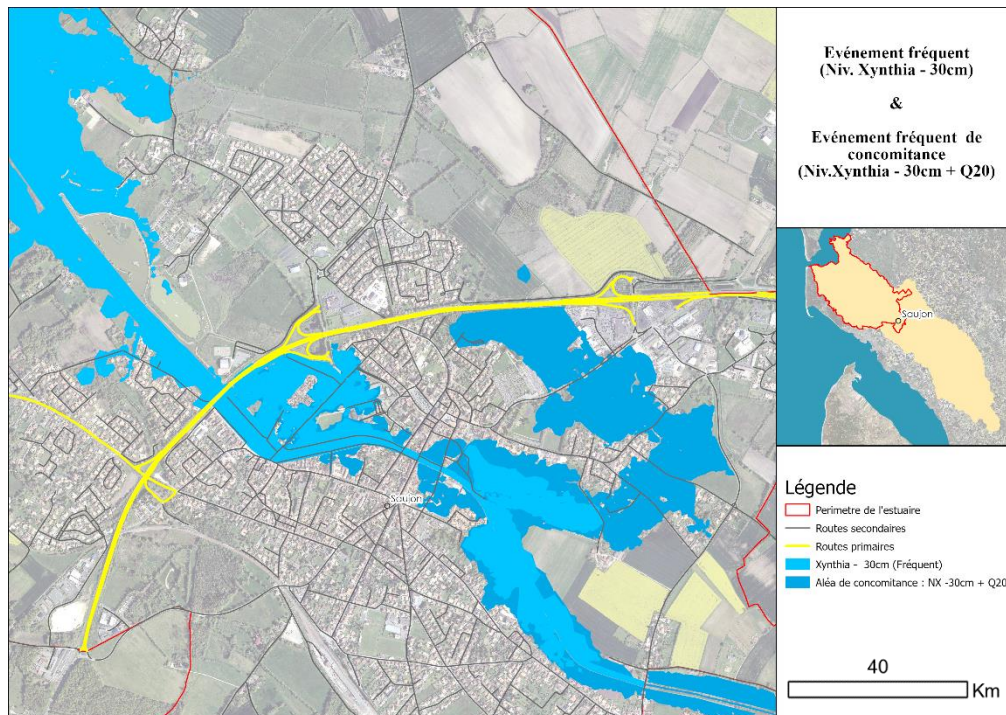
Deuxièmement l'accès aux secours est contraint à cause de la submersion des chemins d'accès. Le chemin le plus court, au croisement de la D1 et de la route des Ecluses et la route au croisement rue de Saintonge, trajet utilisable pour l'événement maritime rare sans concomitance. Il semble important d'agir sur un des deux chemins d'accès et d'en surélever un, pour le maintenir en dehors des flots et permettre l'accès aux secours. (**Evitement Vertical**).

Enfin comme l'accès aux secours est difficile et que la vulnérabilité du site est très forte (site fortement peuplé), le placement de matériel et/ou de ressources humaines (infirmier, pompier, etc..) sur place favoriserait une rapidité d'intervention (**Anticiper la coupure**).

Des alternatives au réseau ou des installations mobiles peuvent aussi être mise en place, comme par exemple des barques à fond plat sur site (**Alternatives au réseau/Installation mobiles sur le réseau**).

## 6.2 Le scénario de concomitance non retenu : scénario fréquent (NX -30 + Q20)

En analysant les lignes d'eau des différentes simulations, le scénario le moins pénalisant, se rapprochant d'un évènement fréquent, correspond à la concomitance de l'évènement fréquent maritime (NX-30cm) avec l'évènement fréquent fluvial (Q20). Il engendre une ligne d'eau inférieure de 5 à 15 cm à celle de l'évènement de référence retenu (cf. Annexe 3, volume 1 : dossier PAPI complet, carte 15).



**Figure 89.** Carte des zones exposées à l'aléa de concomitance NX -30cm + Q20  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

L'impact du scénario fréquent de concomitance sur le réseau routier n'a pu être étudié car un trop grand nombre de données étaient manquantes. En effet le raster exprimant les valeurs de hauteurs d'eau et les isocotes n'était pas disponible pour l'évènement NX -30cm +Q20. Le scénario ne fut donc pas traité lors de ce stage.

Ces deux événements (NX20VM + Q10 et NX-30 + Q20) ont des emprises spatiales plus conséquentes que celles utilisées lors des travaux précédents utilisant uniquement l'aléa maritime. La concomitance des aléas maritimes et fluviaux crée bien un aléa plus important sur la commune de Saujon qu'un aléa maritime pris séparément. L'étude des aléas de concomitance est donc pertinente pour l'évaluation du risque inondation de cette commune.

# SEPTIÈME PARTIE : LIMITES DE LA MÉTHODE ET AMÉLIORATIONS POSSIBLES

---

La méthode utilisée lors de la réalisation de cette étude sur l'impact des inondations sur les réseaux routiers, est basé sur la création d'indices :

- L'InDex d'EXposition des Infrastructures Routières (IDEXIR) ;
- L'Indice des Caractéristiques du Réseau routier (ICAR) ;
- Indice Capacité d'Accès au Secours (ICAS) ;
- Indice de Vulnérabilité du Réseau routier à l'Aléa Submersion Marine (IVRASM).

Néanmoins, certaines limites ont été rencontrés au fil de la réalisation de l'étude, des limites liées à la donnée disponible ou non, et des limites liées à la commande. L'objectif étant de composer avec ces limites et permettre de conserver un indice relativement simple, le plus opérationnel et transposable possible.

## 7.1 Limites d'utilisation des données

De nombreux freins quant à la manipulation des données disponibles ont été rencontrés durant l'étude. En effet certaines données sont manquantes, ou bien certaines données n'ont pas été produites dans le but de traiter le réseau routier et nécessite des transformations qui parfois leur font perdre toute pertinence.

Tout d'abord, les données utilisées concernant les hauteurs d'eau (l'IDEXIR) sont issues du modèle hydraulique communiqué par le bureau d'étude Artelia. Les données brutes de ce modèle, correspondent à un nuage de points de hauteur d'eau par événement. Les points issus du modèle hydraulique ont un maillage très hétérogène. Quelques fois une grande quantité de points seront présents sur une route ce qui permettra d'avoir la hauteur d'eau avec précision. A l'inverse certain espace du territoire, notamment au centre du marais, ont des points très espacés et aucun point n'est proche du réseau routier. Il est alors très difficile d'avoir une donnée viable pour ces routes-là. Cette donnée n'ayant pas été réalisée pour cette utilisation, elle nécessite des transformations pouvant leur faire perdre en précision.

En ce qui concerne la vitesse d'écoulement les données proviennent du modèle hydraulique communiqué par le bureau d'étude Artelia. Cependant les données de vitesse n'ont pas été utilisées dans le calcul de l'IDEXIR, car aucun seuil n'a été prouvé scientifiquement pour établir des classes de danger.

La méthode utilisée pour évaluer les niveaux d'eau liés à la submersion marine, est une méthode dite « statique », c'est-à-dire une superposition de la topographie du territoire avec un niveau de référence statique. Cette méthode facilite les analyses mais a tendance à surreprésenter les résultats (Breilh et al. 2013). Il conviendrait d'ajouter des études précises sur les dynamiques des vagues sur le terrain et la durée de submersion, cependant de telles données n'étaient pas disponibles dans le cadre de cette étude.

## **7.2 Limites de la commande**

La méthodologie développée identifie et propose des solutions d'adaptation ciblées. Cependant elle ne prend pas en compte les coûts de chaque solution dans son barème, coûts qui peuvent être variables selon les différents contextes. La vulnérabilité a été étudiée pour la route et le service qu'elle assure et non d'un point de vue économique.

Il est aussi important de prendre en compte la dimension temporelle des données. Les hauteurs d'eau exprimées par le modèle Artelia, valent pour le territoire à un instant précis. Le planning du PAPI Seudre prévoit la construction de nombreuses digues. Ces digues peuvent modifier la dynamique d'écoulement des eaux et donc peuvent rendre les données du modèle obsolètes. Il est donc impératif de traiter les données spatiales de façon temporelle, et cela nécessitera sûrement une actualisation des données du modèle après la réalisation des ouvrages sur le territoire. Les indicateurs pourront donc évoluer eux aussi dans le temps.

« L'effet domino » n'a pas été pris en compte dans l'analyse de la vulnérabilité du réseau routier lors de cette étude. Cet effet fait référence aux différents problèmes qui pourraient survenir en cascade avec l'indisponibilité d'un tronçon de route. « Cet « effet domino » a été documenté par Robert et Morabito (2011) pour ce qui a trait aux infrastructures critiques. Les routes en font partie, mais leur analyse inclut d'autres services tels que les réseaux de communications ou de distribution d'énergie. » (Drejza et al., 2015).

## **7.3 Limite humaine**

La méthodologie développée pour l'IVRASM a aussi rencontré des limites d'ordre humaine.

La limite d'ordre humaine rencontrée fut l'échange d'information avec les acteurs agissant sur le réseau routier du territoire. Des tentatives d'entrées en contact avec certains acteurs détenant des informations importantes n'ont pas été concluantes du fait des plannings et de la disponibilité de chacun. Il est donc assez pénalisant de ne pouvoir échanger avec les acteurs qui ont des informations utiles, ou qui pourraient être intéressés par les travaux effectués.

# CONCLUSION

Ce stage a permis l'**élaboration d'un indice de vulnérabilité** du réseau routier à l'aléa submersion marine, nommé IVRASM, pour différents événements : connu, de référence, à moyen et long terme. Cet indice répond à un besoin de synthétiser de nombreux paramètres. Il permet d'avoir une **vision globale de la vulnérabilité** du réseau routier pour chaque type d'évènement de submersion marine. Il doit être pris comme un **outil d'aide à la décision**, permettant une meilleure gestion et planification des interventions futures. L'indice est composé de 3 sous-indices (IDEXIR, ICAR, ICAS), renseignant sur les caractéristiques augmentant la vulnérabilité propre des segments routiers.

Ces sous-indices informent sur quels paramètres intervenir pour diminuer la vulnérabilité des routes.

Comme cela a été évoqué par Hénaff et Philippe (2014), « **il est conseillé d'opter pour des solutions pragmatiques, seules à même de garantir la reproductibilité d'une méthode, la mise à jour régulière des données et des diagnostics qui en découlent, ainsi que la transparence de la méthodologie et par conséquent, son acceptabilité sociale et sa faisabilité opérationnelle** ». Les critères utilisés pour la présente étude semblent un compromis acceptable entre la complexité du système étudié et le temps nécessaire à collecter les données, les traiter et les garder à jour.

Les niveaux de vulnérabilité renseignent sur la priorité des interventions pour l'adaptation du réseau, à court, moyen ou long terme. Pour les segments de routes identifiés comme ayant un niveau de vulnérabilité critique ou élevé, une planification est conseillée rapidement.

Le réseau routier fournit un service à la population, et un réseau est aussi faible que son plus faible maillon. Il convient donc de se concentrer sur **les secteurs les plus vulnérables du réseau routier pour une meilleure gestion et pour permettre la continuité du service**. Deux niveaux d'action existent: un **travail constant** de fond, pour améliorer en continu le réseau à chaque fois qu'une opération le permet ; un **travail ponctuel** portant sur des points identifiés comme prioritaires pour le réseau et le territoire.

La résilience des territoires est intrinsèquement liée à la résilience des réseaux d'infrastructure et des réseaux de service. A minima, le maintien de leur fonctionnement, même dégradé, pendant une crise est un enjeu majeur pour la sécurité des populations.

Les résultats de cette étude permettent l'identification de sites particulièrement vulnérables. La notion de réseau et donc d'interrelation est primordiale dans cette approche. Elle permet d'aménager le territoire de façon pérenne et de corriger les parties du réseau préexistante les plus vulnérables.

En continu, une étude des actions réalisables à l'échelle de l'estuaire et des coûts que ces actions engendreraient. Les travaux ponctuels peuvent être coûteux, mais se justifient par une forte réduction de la fréquence des perturbations, du coût des dommages ou du délai de retour à la normale en cas d'inondation.

A la suite d'une réunion avec les acteurs du territoire, la mise en place d'un site expérimental fût proposé, sur la commune volontaire du Gua, pour appliquer les mesures d'adaptation proposées dans l'étude. Ce site témoin permettra d'évaluer la pertinence des solutions proposées, leur faisabilité et leur compréhension par le public. Un groupe de travail a également été mis en place avec les communes concernées et le conseil départemental de Charente-Maritime.

*En complément de ce rapport de stage un atlas cartographique fut réalisé à l'intention des élus. Il s'agit d'un outil cartographique d'aide à la décision, dans le cadre de la rédaction des PCS (Plan communaux de sauvegarde). Chaque élu peut alors **cerner les enjeux et vulnérabilités du réseau routier de son territoire et prendre les décisions adéquates.***



# BIBLIOGRAPHIE/WEBOGRAPHIE

BOYER M., *Contribution à l'étude des zones tampons naturelles, rôle des massifs dunaires dans la protection des enjeux exposés aux aléas météo-marins : Application à l'île d'Oleron, 2013-2014*

BOYER-VILLEMAIRE U., MARIE G., BERNATCHEZ P, *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Analyse des stratégies internationales et recommandations en matière de réduction de la vulnérabilité des infrastructures de transport face aux risques naturels côtiers, Volume II. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport final. Novembre 2014.*

BORUFF, B.J., EMRICH, C., et Cuttler S.L., *Erosion hazard vulnerability of US coastal counties. Journal of Coastal Research, vol. 21, p. 932-942. 2005.*

BREILH J-F., CHAUMILLON E., BERTIN X. et GRAVELLE M. *Assessment of Static Flood Modeling Techniques: Application to Contrasting Marshes Flooded during Xynthia (western France), p. 1595–1612 (2013).*

Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (CEPRI), *le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation. Les guides du CEPRI. Janvier 2016.*

Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (CEPRI), *le territoire et ses réseaux techniques face au risque d'inondation. Fiches réseau, p. 1-4. Janvier 2016.*

DREJZA S., FRIESINGER S., BERNATCHEZ P, *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Développement d'une approche et d'un indice pour quantifier la vulnérabilité des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Mars 2015.*

GORNITZ V., *Vulnerability of the East Coast, U.S.A to future sea level. 1990.*

HÉNAFF A., et PHILIPPE M. *Gestion des risques d'érosion et de submersion marines – Guide méthodologique. 2014 (www.risques-cotiers.fr)*

SERRHINI K., ALAEDDINE H., MAIZIA M., NERON E, *Évaluation spatio-temporelle de l'ACCESSibilité d'enjeux localisés en situation d'inondation sur le bassin de la Loire (ACCELL). Décembre 2014. (Présentation de l'avancement du projet ACCEL (eptb-loire.fr))*

Syndicat Mixte d'Accompagnement du Sage Seudre (SMASS), *Programme d'actions de prévention des inondations du bassin de la seudre. 2017.*

# TABLE DES FIGURES

**Figure 1.** Carte de localisation du bassin versant de le Seudre

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 2.** Carte de la géologie du bassin versant de le Seudre

(Source : Données SMBS ; Réalisation : SMBS)

**Figure 3.** Illustration de l'implantation à « fleur d'eau »

(Source : F.Prevel ; CARA)

**Figure 4.** Carte d'occupation du sol et périmètres ZNIEFF, ZICO, Natura 2000

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 5.** Carte du périmètre du Parc Marin de l'Estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 6.** Schéma de l'influence du système dépressionnaire sur le niveau marin

(Source : Communauté de communes de l'Île d'Oléron, 2014)

**Figure 7.** : Rose des vents et caractéristiques de la houle sur la côte charentaise.

(Source : J.Musereau, 2009)

**Figure 8.** Marégramme de Martin au verdon

(Source : PAPI de la Seudre, P.38)

**Figure 9.** Carte des zones submergées lors de la tempête Martin

(Source : PAPI de la Seudre, P.38)

**Figure 10.** Marégramme de Xynthia au Verdon

(Source : PAPI de la Seudre, P.40)

**Figure 11.** Marégramme de Xynthia à La Rochelle

(Source : PAPI de la Seudre, P.41)

**Figure 12.** Carte des zones submergées lors de la tempête Xynthia

(Source : PAPI de la Seudre, P.41)

**Figure 13.** Carte des enveloppes inondables selon les événements retenus

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

**Figure 14.** Diagramme de répartition des différentes voies de circulation sur l'estuaire, en pourcentage

(Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 15.** Carte du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) sur les routes primaires de l'estuaire

(Source : Données Charente-Maritime ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 16.** Diagramme de répartition des différentes voies de circulation impactées lors de l'évènement critique (Niveau Xynthia + Vent Martin + 60cm (LT))

(Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 17.** Carte des Secteurs isolés en cas de submersion du réseau routier

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

**Figure 18.** Illustration de la méthode de création de boîte

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 19.** Tableau des indices utilisés pour calculer l'IVRASM.

(Source : Données SMBS ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 20.** Illustration des véhicules du SDIS 17.

(Source : [www.sdis17.fr](http://www.sdis17.fr) )

**Figure 21.** Illustration de la méthode d'extraction des altitudes par boîtes

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 22.** Illustration de la méthode d'attribution des altitudes par boîtes

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 23.** Illustration de la méthode d'attribution des hauteurs d'eau par boîtes

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 24.** Illustration de la correction des effets de bords

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 25.** Tableau des caractéristiques de l'IDEXIR

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 26.** Tableau des caractéristiques du ScoCap

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 27.** Tableau des caractéristiques du ScoRes

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 28.** Tableau des caractéristiques du ScoCont

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 29.** Illustration de la démarcation faite entre les routes dites « de centres-bourgs » et les autres.

(Source : BD TOPO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 30.** Tableau des caractéristiques du ScoSec

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 31.** Tableau des niveaux de vulnérabilité (IVRASM)

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 32.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement critique

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 33.** Niveau de vulnérabilité des routes situées dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX60VM, par classe de l'IVRASM60

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 34.** Nombre de segments de routes situés dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX60VM, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASM60)

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 35.** Carte de l'IVRASM 60 des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

**Figure 36.** Tableau des différents cas de figure expliquant la vulnérabilité pour chaque site identifié (IVRASM60)

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 37.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles, uniquement segments vulnérables (IVRASM60).

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 38.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynthia + 60 cm + vent Martin (IVRASM60)

(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

**Figure 39.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement rare  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 40.** Niveau de vulnérabilité des routes situées dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX20VM, par classe de l'IVRASM20  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 41.** Nombre de segments de routes situés dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX20VM, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASM20)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 42.** Carte de l'IVRASM 20 des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

**Figure 43.** Tableau des différents cas de figure pour chaque site identifié (IVRASM20)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 44.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASM20).  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 45.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynhtia + 20 cm + vent Martin (IVRASM20)  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

**Figure 46.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement de référence  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 47.** Niveau de vulnérabilité des routes situées dans l'emprise de la zone inondable de l'évènement NXVM, par classe de l'IVRASMref  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 48.** Nombre de segments de routes situées sous l'emprise de la zone inondable de l'évènement NXVM, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASMref)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 49.** Carte de l'IVRASMref des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 50.** Tableau des différents cas de figure pour chaque site identifié (IVRASMref)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 51.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASMref).  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 52.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynhtia + vent Martin (IVRASMref)  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 53.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour l'évènement connu  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 54.** Niveau de vulnérabilité des routes par classe de l'IVRASMcon  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 55.** Nombre de segments de routes situés sous l'emprise de la zone inondable de l'évènement NX, selon leur niveau de vulnérabilité (IVRASMcon)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 56.** Carte de l'IVRASMcon des 10 sites témoins, ainsi que leur localisation sur l'estuaire.  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 57.** Tableau des différents cas de figure pour chaque site identifié (IVRASMcon)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 58.** Graphique de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASMcon).  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 59.** Carte des différents secteurs classés selon leur niveau de vulnérabilité à la submersion marine pour un aléa niveau Xynhtia (IVRASMcon)  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 60.** Tableau de proportion de routes vulnérables pour chaque événement  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 61.** Graphique du niveau de vulnérabilité des routes selon les quatre aléas  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 62.** Graphique du niveau de vulnérabilité de routes vulnérables selon les quatre aléas  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 63.** Tableau du nombre de segments de routes selon leur niveau de vulnérabilité  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 64.** Tableau récapitulatif des sites les plus vulnérables par événement  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 65.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'événement long terme  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 66.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'événement court terme  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 67.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'événement de référence  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 68.** Carte de l'IVRASM des différents sites pour l'événement connu  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 69.** Illustration des panneaux de signalisation temporaire déjà existant  
(Source : google image)

**Figure 70.** Illustration du panneau de signalisation permanent, imaginé pendant le stage  
(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 71.** Tableau de propositions de réduction de la vulnérabilité et de proposition d'adaptation  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 72.** Photo retouchée avec repères verticaux enlevés à gauche / Photo originale avec repère verticaux à droite  
(Source : Données DR/Photoshop ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 73.** Photo originale sans repère verticaux à gauche / Photo retouchée avec exemple de repères verticaux rajoutés au milieu / Illustration de balise, imaginé pendant le stage  
(Source : Données DR/Photoshop ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 74.** Carte des l'IVRASM du Site n°1 : La Tremblade Ronce-Les-Bains, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 75.** Carte des l'IVRASM du Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 76.** Carte des l'IVRASM du Site n°3 : Marennes, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 77.** Carte des l'IVRASM du Site n°4 : La Tremblade, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 78.** Carte des l'IVRASM du Site n°5 : Saint-Just-Luzac, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 79.** Carte des l'IVRASM du Site n°6 : Chaillevette, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 80.** Carte des l'IVRASM du Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 81.** Carte des l'IVRASM du Site n°8 : Le Gua, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 82.** Carte des l'IVRASM du Site n°9 : l'Eguille, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 83.** Carte des l'IVRASM du Site n°10 : Saujon, par événement  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 84.** Carte des zones exposées à l'aléa de concomitance NX20VM + Q10  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

**Figure 85.** Carte des boites exposées à l'aléa maritime NX20VM et de concomitance NX20VM +Q10  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

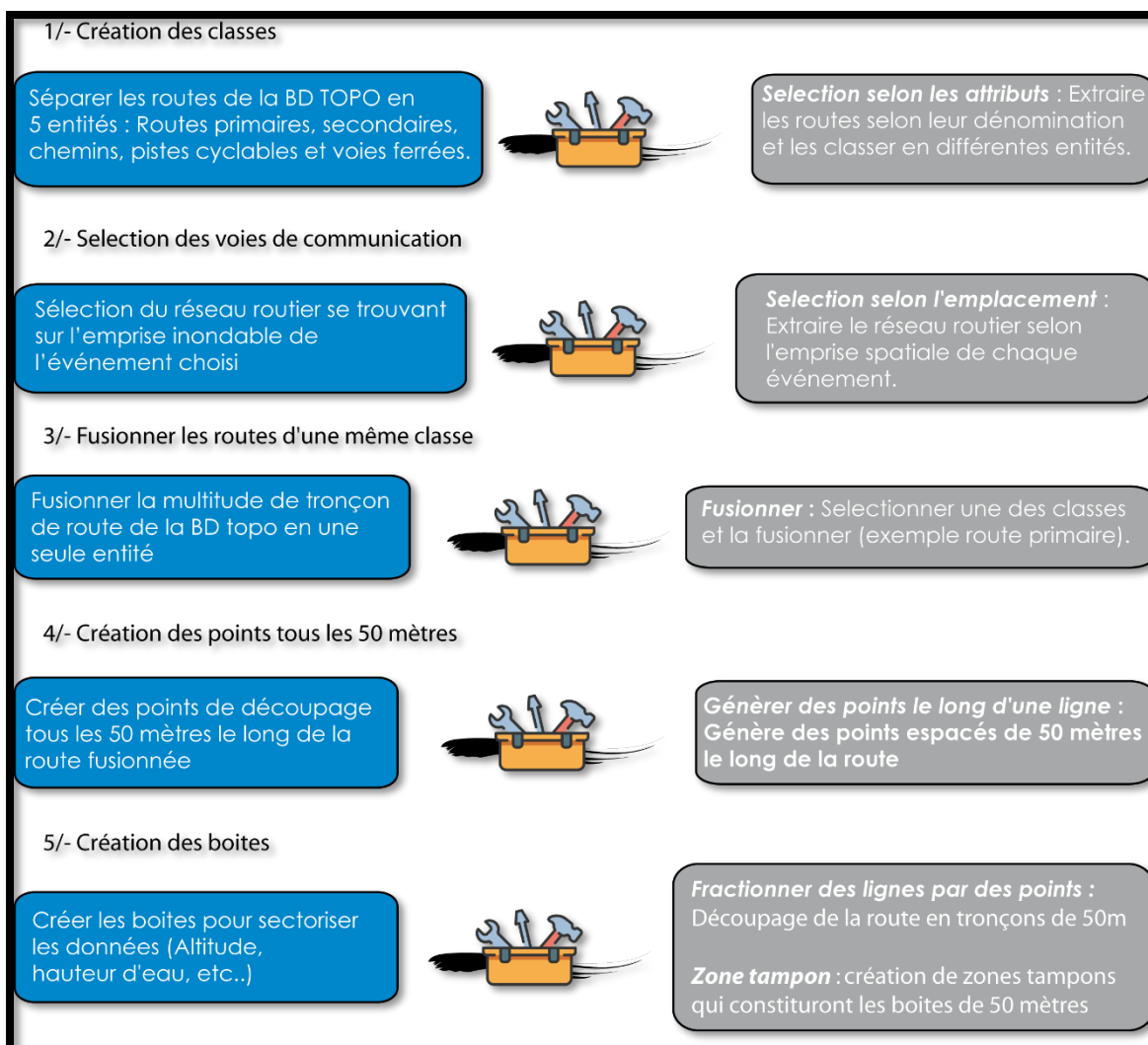
**Figure 86.** Tableau du nombre de boites (aléa maritime NX20VM et de concomitance NX20VM +Q10)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 87.** Graphique de comparaison des statistiques (aléa maritime NX20VM et de concomitance NX20VM + Q10)  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

**Figure 88.** Carte des différentes ruptures de continuité territoriale lors de l'événement de concomitance NX20VM + Q10  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro); 2022)

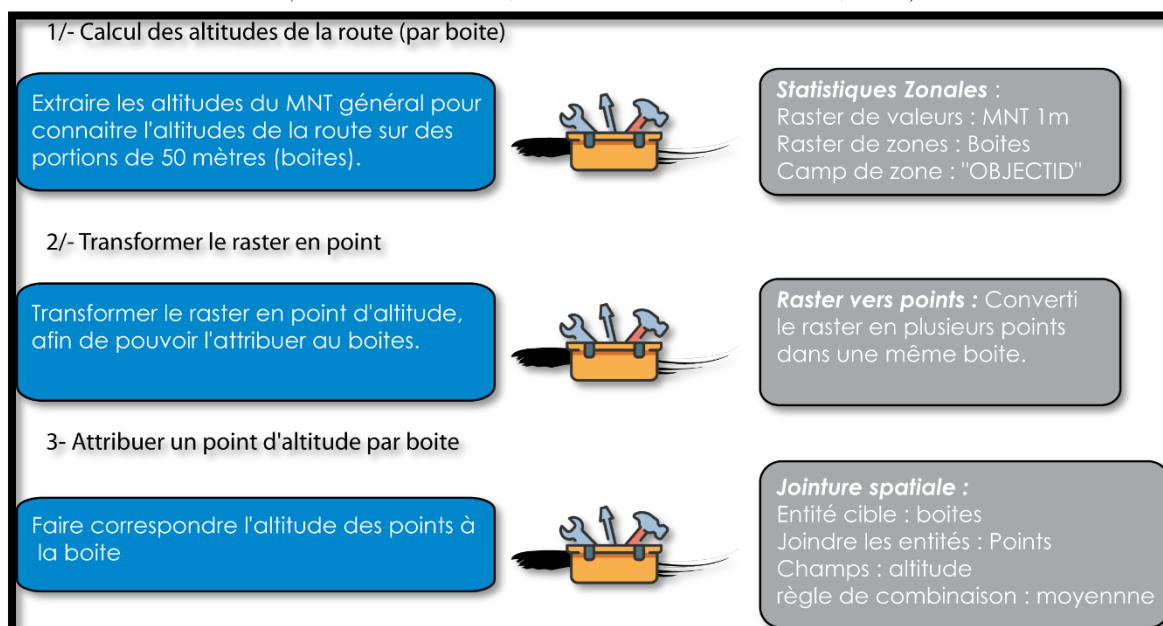
**Figure 89.** Carte des zones exposées à l'aléa de concomitance NX -30cm + Q20  
(Source : BD ORTHO 2018 ; Réalisation : TERENCE LOUVET (ArcGISPro) ; 2022)

# ANNEXES



## Annexe 1. Schéma de la méthode de création de boîte

(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



## Annexe 2. Schéma de la méthode d'attribution des altitudes par boîtes

(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

1/- Selectionner les hauteurs d'eau utiles

Extraire les altitudes du MNT général pour connaître l'altitude de la route sur des portions de 50 mètres (boîtes).



**Selection selon l'emplacement :**

Selectionner les points proches des boîtes pour alléger les traitements. Prendre un rayon de 10 mètres autour des boîtes pour celles n'ayant aucun point à l'extérieur du marais et les points abérants.

2- Attribuer une hauteur d'eau par boîte

Faire correspondre la hauteur d'eau moyenne aux boîtes.



**Jointure spatiale :**

Entité cible : boîtes  
Joindre les entités : Points  
Champs : Hauteur d'eau  
règle de combinaison : moyenne

**Annexe 3.** Schéma de la méthode d'attribution des hauteurs d'eau par boîtes

(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

1/- Calculer la hauteur d'eau réelle

Créer un champ et calculer la différence entre l'altitude de la route et la hauteur d'eau mesurée par le model.



**Créer un champ :** Ce champ concernera la hauteur d'eau réelle sur la route

**Calculer un champ :** Soustraire l'altitude des routes à la hauteur d'eau, pour obtenir la hauteur d'eau réelle sur la route.

**Annexe 4.** Schéma de la méthode d'attribution des hauteurs d'eau réelle sur les tronçons de route

(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

1/- Classification des routes secondaires en deux classes

Classifier les routes secondaires selon leur modèle : voie unique, voie double.



**Selection selon les attributs :**

Selectionner les routes selon leur nombre de voie.

**Extraire les données :** extraire les différentes classes de routes.

2/- Classification des voies double en deux classes

Classifier les voies double selon leur importance : "5" et "3 et 4".



**Selection selon les attributs :**

Selectionner les routes à double voies selon leur importance.

**Extraire les données :** extraire les différentes classes.

3/- Etablir le score (ScoCap)

Attribuer le score aux boîtes des routes secondaires selon leurs caractéristiques.



**Selection selon l'emplacement :**

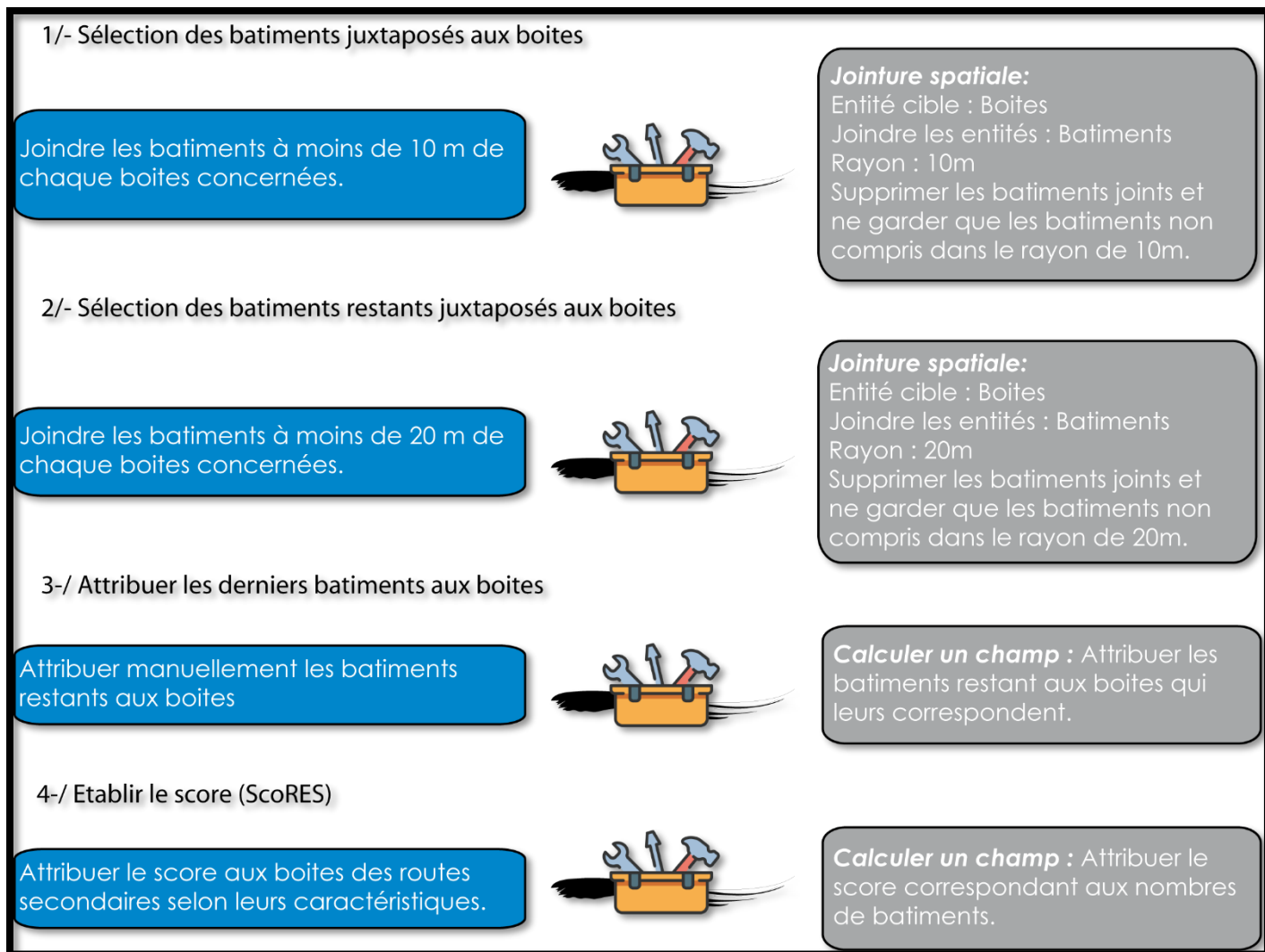
Selectionner les boîtes selon le type de routes concernés.

**Calculer un champ :** Attribuer le score correspondant aux types de routes.

**Annexe 5.** Schéma de la méthode de calcul du ScoCap

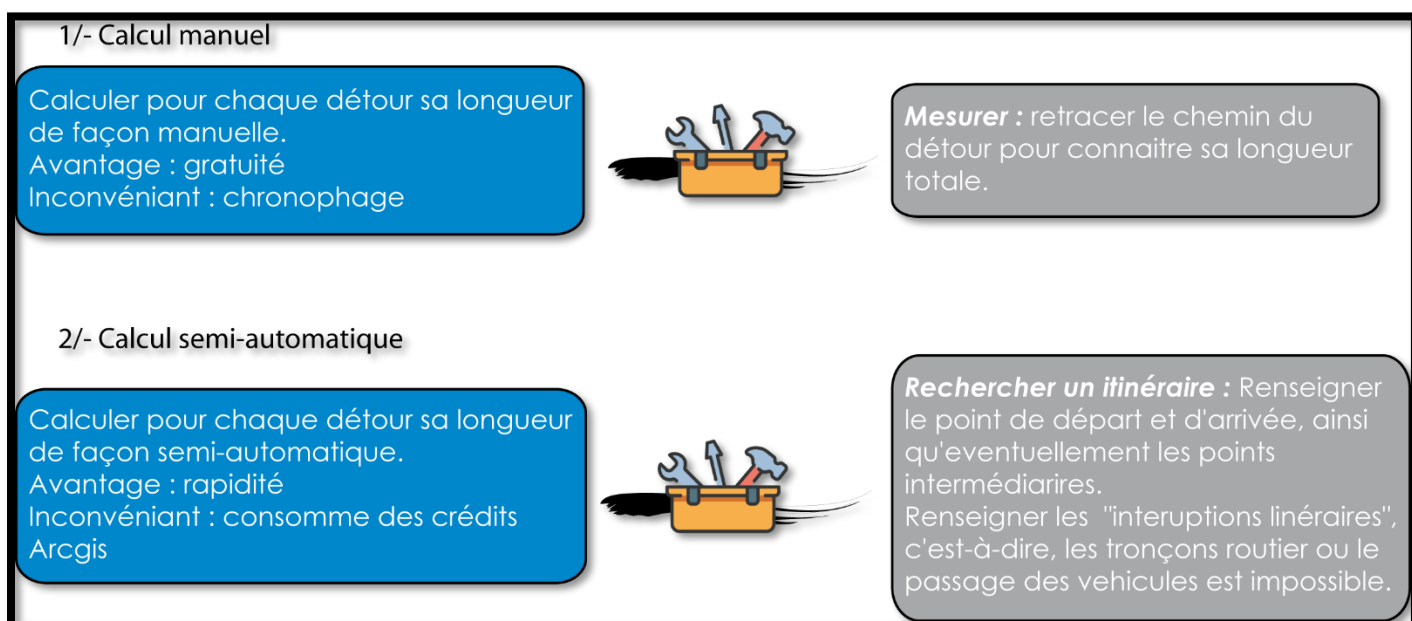
(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)





### Annexe 6. Schéma de la méthode de calcul du ScoRES

(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)



### Annexe 7. Schéma de la méthode de calcul du ScoCont

(Source : Illustrator ; Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

### 1/- Attribuer ScoSec de 1 quand ScoRes est égal à 1

Les boîtes ayant un ScoRes de 1, c'est-à-dire sans bâtiments à proximité, se sont vu attribuer d'office le ScoSec de 1 car n'ayant pas d'enjeux pour les secours.



**Selectionner selon les attributs et calculer un champ:** Attribuer ScoSec de 1 quand ScoRes est égal à 1.

### 2/- Calcul manuel (détour ScoSec)

Calculer pour chaque détour sa longueur de façon manuelle.  
Avantage : gratuité  
Inconvénient : chronophage



**Mesurer :** partir du centre de secour le plus proche et calculer la longueur du détour pour connaître sa longueur totale.

### 3/- Calcul semi-automatique (détour ScoSec)

Calculer pour chaque détour sa longueur de façon semi-automatique.  
Avantage : rapidité  
Inconvénient : consomme des crédits arcgis



**Rechercher un itinéraire :** Renseigner le point de départ (centre de secour) et d'arriver, ainsi qu'éventuellement les points intermédiaires. Renseigner les "interuptions linéaires", c'est-à-dire, les troncons routier ou le passage des vehicules est impossible.

### 4/- Calcul de la distance aux point d'accès le plus proches

Creer des zones tampons autour des points d'accès les plus proches. Et attribuer un ScoSec selon la zone tampon d'emprise (500m, 1km, 2km etc..).



**Zone tampon :** Création de zones tampons qui constitueront les zones de distance aux points d'accès

## Annexe 8. Schéma de la méthode de calcul du ScoSec

(Source : *Illustrator* ; Réalisation : *Térence Louvet* ; 2022)

	Site sensible	Min	Premier quartile	Moyenne	Troisième quartile	Max
<b>IVRASM60, tous les segments</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	0,0	2	4,8	7	10
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	0,0	2	5,1	8	14
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	0,0	3	5,3	8	10
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	0,0	2	4,2	6	10
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	1	4,3	5	10
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	4	5,5	6	9,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	0,0	4	6,0	8	12
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	0,0	4	5,7	8	10
	Site n°9 : l'Eguille	0,0	4	5,3	8	12
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	2,0	2	3,2	4	5
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>0,0</b>	<b>3</b>	<b>4,9</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
<b>IVRASM60, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	3	5,2	7	10
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	4	6,0	8	14
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	4	5,5	8	10
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	1,0	3	4,6	6	10
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	2	4,3	5	10
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	4	5,5	6	9,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	2,0	4	6,2	8	12
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	2,0	4	6,0	8	10
	Site n°9 : l'Eguille	1,0	4	5,5	8	12
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	2,0	2	3,2	4	5
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>3</b>	<b>5,3</b>	<b>7</b>	<b>14</b>

**Annexe 9.** Tableau de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASM60).

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

	Site sensible	Min	Premier quartile	Moyenne	Troisième quartile	Max
<b>IVRASM20, tous les segments</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	0,0	2	3,9	6	9,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	0,0	2	3,3	5	9,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	0,0	2	3,2	5	7,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	0,0	1,5	3,0	5	8,0
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	0,0	1	2,2	2,5	6,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	4	5,0	6	9,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	0,0	3	4,8	7	10
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	0,0	3	4,9	7	12
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	1,0	2	2,7	4	4
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>3,6</b>	<b>5</b>	<b>12</b>
<b>IVRASM20, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	2,5	4,7	7	9,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	2	3,6	5	9,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	2	3,5	5	7,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	1,0	2	3,4	5	8,0
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	2	2,4	3,3	6,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	4	5,0	6	9,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	1,0	3	4,8	7,3	10
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	3	4,5	6	12
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	1,0	2	2,7	4	4
		<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>2</b>	<b>3,9</b>	<b>5</b>

**Annexe 10.** Tableau de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASM20).  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUDET ; 2022)

	Site sensible	Min	Premier quartile	Moyenne	Troisième quartile	Max
<b>IVRASMref, tous les segments</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	0,0	1	3,6	6	9,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	0,0	2	3,1	5	8,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	0,0	2	2,5	3	5,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	0,0	2	2,8	4	8,0
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	0,0	1	1,7	2	5,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	3	4,1	8	8,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	0,0	2	2,9	5	6,0
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	0,0	2	3,7	5	10
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	ND	ND	ND	ND	ND
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>3,1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>IVRASMref, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	2	4,6	7	9,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	2	3,4	5	8,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	2	2,7	3	5,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	1,0	2	3,2	4	8,0
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	1,5	2,1	2	5,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	3	4,1	8	8,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	1,0	2	3,1	5	6,0
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	2	3,8	5	10
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	ND	ND	ND	ND	ND
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>

**Annexe 11.** Tableau de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASMref).

(Source : Réalisation : Térencia Louvet ; 2022)

	Site sensible	Min	Premier quartile	Moyenne	Troisième quartile	Max
<b>IVRASMcon, tous les segments</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	0,0	1	1,8	2	5,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	0,0	1	2,1	3	5,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	2	1,9	2	3,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	0,0	0	0,8	1	2,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	2	3,7	5	8,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	0,0	0	1,1	2	4,0
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	0,0	1	3,1	5	8,0
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	ND	ND	ND	ND	ND
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>2,3</b>	<b>3</b>	<b>8,0</b>
<b>IVRASMcon, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	1	2,0	2	5,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	2	2,4	3	5,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	2	1,9	2	3,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	1	1,1	1	2,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	2	3,7	5	8,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	1	2	1,9	2	4,0
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	2	3,8	5	8,0
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	ND	ND	ND	ND	ND
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>2</b>	<b>2,7</b>	<b>3</b>	<b>8,0</b>

**Annexe 12.** Tableau de comparaison des statistiques des différents secteurs sensibles (IVRASMcon).

(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)

Horizon	Site sensible	Min	Moyenne	Max
<b>IVRASMcon, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	2,0	5,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	2,4	5,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	1,9	3,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	ND	ND	ND
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	1,1	2,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	3,7	8,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	1,0	1,9	4,0
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	3,8	8,0
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	ND	ND	ND
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>2,7</b>	<b>8,0</b>
<b>IVRASMref, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	4,6	9,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	3,4	8,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	2,7	5,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	1,0	3,2	8,0
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	2,1	5,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	4,1	8,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	1,0	3,1	6,0
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	3,8	10
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	ND	ND	ND
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>3,5</b>	<b>10</b>
<b>IVRASM20, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	4,7	9,0
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	3,6	9,0
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	3,5	7,0
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	1,0	3,4	8,0
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	2,4	6,0
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	5,0	9,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	ND	ND	ND
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	1,0	4,8	10
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	4,5	12
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	1,0	2,7	4
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>3,9</b>	<b>12</b>
<b>IVRASM60, segments vulnérables seulement</b>	Site n°1 : La Tremblade (Ronce-les-Bains)	1,0	5,2	10
	Site n°2 : Bourcefranc-le-Chapus (Quartiers de la Grognasse, Chatain, Chapus)	1,0	6,0	14
	Site n°3 : Marennes (Quartier de la plage)	1,0	5,5	10
	Site n°4 : La Tremblade (rue Marcel Gaillardon, Moulin de Brau, Quartier du port)	1,0	4,6	10
	Site n°5 : Saint-Just-Luzac (Lieu-dit d'Artouan)	1,0	4,3	10
	Site n°6 : Chaillevette (Quartier du port de Chatressac)	1,0	5,5	9,0
	Site n°7 : Nieulle-sur-Seudre (Rue Isaac Garesche)	2,0	6,2	12
	Site n°8 : Le Gua (Lieu-dit de Souhe)	2,0	6,0	10
	Site n°9 : Eguille-sur-Seudre	1,0	5,5	12
	Site n°10 : Saujon (L'Ilate)	2,0	3,2	5
	<b>Ensemble des sites</b>	<b>1,0</b>	<b>5,3</b>	<b>14</b>

**Annexe 13.** Tableau récapitulatif des statistiques des différents IVRASM par site, pour chaque évènement  
(Source : Réalisation : TERENCE LOUVET ; 2022)