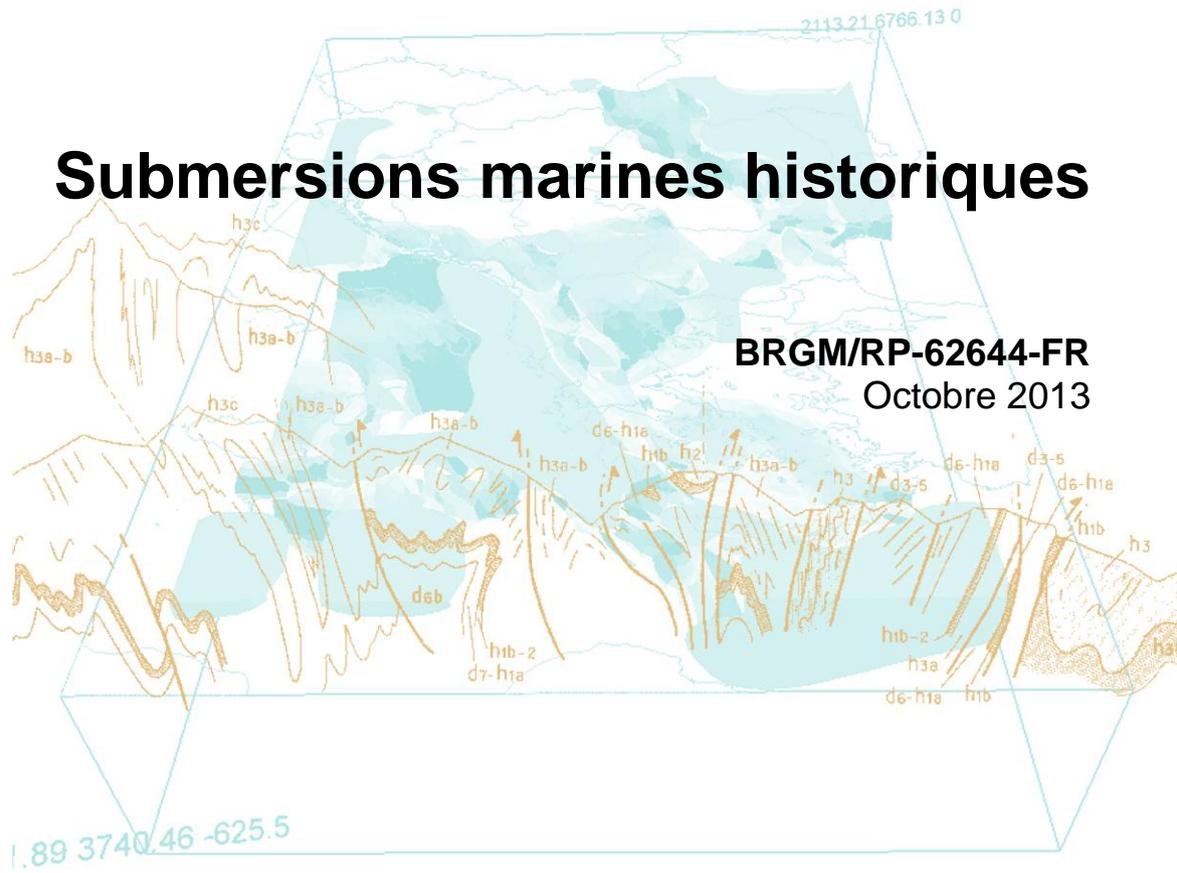




Submersions marines historiques

BRGM/RP-62644-FR
Octobre 2013



Submersions marines historiques

BRGM/RP-62644-FR

Octobre 2013

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2013- 13RIS2422

J. Lambert et M. Garcin

Vérificateur :

Nom : C. Oliveros

Date : 16/10/2013

Signature :

Approbateur :

Nom : J.L. Foucher

Date : 17/10/2013

Signature :

**Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.**



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : Littoral, risques côtiers, submersions marines historiques, TRI, EPRI, France métropolitaine, Manche, Atlantique, Méditerranée

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

J. Lambert, M. Garcin (2013) – Submersions marines historiques. Rapport BRGM/RP-62644-FR, 99 p., 74 ill., 11 tabl., 1 ann..

Synthèse

En France métropolitaine, les submersions marines historiques – envahissement de la mer sur le littoral - sont méconnues, faute d'études rétrospectives sur le sujet. A la demande du Ministère de l'Ecologie, Direction générale de la Prévention des Risques (DGPR), le BRGM a réalisé cette étude consacrée aux submersions marines historiques en s'appuyant sur des exemples affectant les trois façades maritimes (Manche, Atlantique, Méditerranée) en relation avec les TRI (*Territoire à risque important d'inondation*) de ces zones.

En accord avec la DGPR, les événements suivants ont été sélectionnés :

Façade maritime Atlantique :

- Tempête du 4/5 décembre 1896 ;
- Tempête du 9 janvier 1924 ;

Façade maritime Manche :

- Tempête du 22 octobre 1820 ;
- Tempête du 28 octobre 1909 ;

Façade maritime Méditerranée

- Tempête du 31 octobre 1906 ;
- Tempête du 21 mars 1928.

L'enquête réalisée démontre qu'à travers l'analyse des documents historiques il est possible de qualifier ces effets voire dans certains cas de les quantifier et de les cartographier.

Pour chaque tempête ont été relevés :

- des dégâts côtiers sur un minimum de 11 communes et un maximum de 33 communes,
- des submersions marines sur un minimum de 7 communes et un maximum de 33 communes,
- le nombre de TRI concernés variant d'un minimum de 2 à un maximum de 7.

Les submersions liées à ces tempêtes ont eu des ampleurs et des extensions variables. Pour certaines, la pénétration de la mer a été constatée jusqu'à plusieurs kilomètres du rivage : dans ce cas les surfaces impactées sont immenses (1909, 1924). Sur les façades à marées, il apparaît que les submersions se sont produites systématiquement lors d'une période de fort coefficient de marée supérieur ou égal à 95.

En fonction des dates plus ou moins anciennes de ces événements et des enjeux affectés, les documents d'archives que nous avons retrouvés dans le cadre de cette étude apparaissent d'une précision et d'une richesse variables. Ainsi, à titre d'exemple, les submersions et impacts de la tempête du 22 Octobre 1820 sur le littoral de la Manche ont été visiblement sévères et étendus. Mais nos documents restent avares de précisions. Dès lors, ils ne permettent pas de préciser toute l'ampleur du phénomène et rendent sa cartographie peu précise. Dans cet exemple, des recherches documentaires complémentaires seraient à envisager. Par contre

pour d'autres événements ayant eu des répercussions dans des secteurs plus urbanisés et plus peuplés avec de forts enjeux, les documents d'époque permettent généralement une analyse plus complète du phénomène ; sa restitution cartographique devient alors plus précise (e.g. Nice 1926).

D'une manière générale, les dégâts induits par ces tempêtes apparaissent assez importants, notamment lorsque des zones péri-urbaines ou urbaines ont été affectées.

Ces dommages sont à mettre en relation étroite avec l'évolution de la densité de structures bâties sur le littoral côtier au cours des temps. Dans des secteurs comme Cherbourg, Saint-Malo, l'Île Tudy, Cros-de Cagnes, la configuration du littoral a très fortement évolué (implantation de murets, perrés, digues et remblais...), ce qui n'est pas le cas de Nice. Par ailleurs, certains territoires qui, aux dates des submersions, étaient à vocation strictement agricole sont devenus aujourd'hui fortement lotis (Penmarch, Grandcamp-Maisy,...).

Aussi, les cartes de restitution des submersions marines historiques proposées dans cette étude peuvent-elles présenter quelques incertitudes sur leur extension à terre et sur leur hauteur d'inondation.

La superposition des cartes de ces submersions sur le bâti et l'occupation du sol actuel montre en général que l'occurrence de tels événements aujourd'hui aurait des conséquences humaines et économiques bien supérieures à celles qui ont prévalu à l'époque.

La poursuite d'une recherche documentaire systématique associée à une analyse visant à caractériser l'ampleur et l'extension de ces submersions marines historiques sur l'ensemble des façades maritimes françaises nous paraîtrait nécessaire à plus d'un titre. Elle permettrait notamment :

- pour chaque événement historique de mieux prendre en compte l'emprise spatiale et le nombre de sites et de communes impactés,
- pour chaque site d'avoir un recensement exhaustif des submersions historiques (au-delà du XIXème et XXème siècle) permettant de mieux cerner sa sensibilité et sa vulnérabilité à cet aléa et la fréquence des submersions,
- d'identifier des submersions marines de grande période de retour.

En plus d'une meilleure appréciation de l'aléa, pareils résultats pourraient être utiles dans les démarches visant à la sensibilisation des populations et des élus.

Sommaire

1	<i>Introduction</i>	11
1.1	Contexte	11
1.2	Objectif	11
1.3	Méthode	12
1.4	Organisation du rapport	12
2	<i>Façade maritime atlantique</i>	15
2.1	Tempête du 4 au 6 décembre 1896	15
2.1.1	Résumé des caractéristiques	15
2.1.1.1	Présentation générale	15
2.1.1.2	Données météorologiques de la tempête des 4-6 décembre 1896	16
2.1.2	TRI La Rochelle- Ile de Ré – Littoral charentais	17
2.1.3	TRI Côte Basque	17
2.1.4	TRI Quimper Littoral Sud Finistère	17
2.1.5	Hors TRI	24
2.1.5.1	En Bretagne	24
2.1.5.2	En Vendée	25
2.1.5.3	En Gironde	25
2.1.5.4	Ailleurs	25
2.1.6	Synthèse sur les submersions consécutives à la tempête du 4 au 6 décembre 1896	25
2.2	Tempête du 9 janvier 1924	26
2.2.1	Résumé des caractéristiques	26
2.2.1.1	Présentation générale	26
2.2.1.2	Données météorologiques de la tempête du 9 janvier 1924	27
2.2.2	TRI La Rochelle – Ile de Ré	28
2.2.3	TRI Littoral charentais	28
2.2.4	TRI Arcachon	29
2.2.5	TRI Côte Basque	32
2.2.6	TRI Quimper Littoral Sud Finistère	32
2.2.7	TRI Noirmoutier-Saint-Jean-de-Monts	33
2.2.8	TRI La Rochelle – Ile de Ré et Baie de l’Aiguillon	33
2.2.9	Hors TRI	33
2.2.10	Synthèse sur les submersions consécutives à la tempête du 9 janvier 1924	34
2.2.10.1	Synthèse générale	34
2.2.10.2	Données de marée et de surcote lors de la tempête du 9 janvier 1924	34
3	<i>Façade maritime Manche et Atlantique</i>	37
3.1	Tempête du 22 octobre 1820	37
3.1.1	Résumé des caractéristiques	37
3.1.1.1	Présentation générale	37
3.1.1.2	Données météorologiques de la tempête du 22 octobre 1820	38
3.1.2	TRI Le Havre	40
3.1.3	TRI Saint-Malo Baie du Mont-Saint-Michel	40
3.1.4	TRI La Rochelle – Ile de Ré	41
3.1.5	Hors TRI	42

3.1.6	Synthèse sur les submersions consécutives à la tempête du 22 octobre 1820 _____	42
3.2	Tempête du 28 octobre 1909 (Manche) _____	44
3.2.1	Résumé des caractéristiques _____	44
3.2.1.1	Présentation générale _____	44
3.2.1.2	Données météorologiques de la tempête du 28 octobre 1909 _____	44
3.2.2	TRI Saint-Malo – Baie du Mont Saint-Michel _____	46
3.2.3	TRI Cherbourg-Octeville _____	49
3.2.4	Hors TRI _____	53
3.2.4.1	Dans le Cotentin _____	53
3.2.4.2	En Basse Normandie _____	57
3.2.5	Synthèse sur les submersions consécutives à la tempête du 28 octobre 1909 _____	65
4	<i>Façade maritime méditerranéenne</i> _____	67
4.1	Tempête du 31 octobre 1906 _____	67
4.1.1	Résumé des caractéristiques _____	67
4.1.1.1	Présentation générale _____	67
4.1.1.2	Données météorologiques de la tempête du 31 octobre 1906 _____	67
4.1.2	TRI Est-Var _____	69
4.1.3	TRI Toulon _____	69
4.1.4	TRI Nice _____	70
4.1.5	Hors TRI _____	75
4.1.6	Synthèse sur les submersions consécutives à la tempête du 31 octobre 1906 _____	76
4.2	Tempête du 21 mars 1928 _____	77
4.2.1	Résumé des caractéristiques _____	77
4.2.1.1	Présentation générale _____	77
4.2.1.2	Données météorologiques de la tempête du 21 mars 1928 _____	78
4.2.2	TRI Méditerranée occidentale _____	79
4.2.3	TRI Perpignan _____	80
4.2.4	TRI Narbonne _____	81
4.2.5	TRI Béziers _____	83
4.2.6	TRI Sète _____	84
4.2.7	TRI Montpellier _____	84
4.2.8	Hors TRI _____	85
4.2.9	Atlantique _____	85
4.2.10	Synthèse sur les submersions consécutives à la tempête du 21 mars 1928 _____	86
5	<i>Conclusions</i> _____	89
6	<i>Sources</i> _____	91
6.1	Publications, rapports et ouvrages _____	91
6.2	Presse et archives (sélection) _____	91
6.3	Internet _____	92
7	<i>Annexe 1</i> _____	95

Liste des illustrations

<i>Illustration 1 : Carte des TRI de la façade Manche (DGPR, 2012)</i>	13
<i>Illustration 2 : Carte des TRI de la façade atlantique (DGPR, 2012)</i>	14
<i>Illustration 3 : Carte des TRI de la façade méditerranéenne (DGPR, 2012)</i>	14
<i>Illustration 4 : Localités signalant des dégâts occasionnés par la tempête du 4 au 6 décembre 1896 d'après les textes historiques (d'après BRGM)</i>	15
<i>Illustration 5 : Etat de la pression atmosphérique exprimée en mm de mercure pour les 10 premiers jours de décembre 1896 (Observatoire de Paris, Parc de Saint-Maur, Mascart 1898).</i>	16
<i>Illustration 6 : Etat de la force et de la direction des vents pour les dix premiers jours de décembre 1896 (Observatoire de Paris, Parc de Saint-Maur, Mascart 1898) TRI Noirmoutier – Saint-Jean-de-Monts</i>	16
<i>Illustration 7 : Localisation du TRI Quimper Littoral Sud Finistère (DGPR 2012).</i>	18
<i>Illustration 8 : Entre St-Guérolé et la pointe de Penmarch (Finistère), la Chapelle Notre-Dame de la Joie située en bordure de mer : en 1896, les flots poussés par un vent violent envahirent l'intérieur de l'édifice. (cliché DR)</i>	19
<i>Illustration 9 : Pointe de Penmarch ; à l'extrême gauche, le bâtiment du sémaphore qui fut inondé lors de la tempête du 4-6 décembre 1896 (cliché DR)</i>	19
<i>Illustration 10 : Carte d'Etat Major de la région de Penmarch (1848, Source Géoportail)</i>	20
<i>Illustration 11 : Secteur de Penmarch : reconstitution de la submersion marine causée par la tempête du 4-6 décembre 1896 sur fond d'image satellite actuelle</i>	21
<i>Illustration 12 : Extrait de la carte d'Etat Major de l'île Tudy (source Géoportail)</i>	22
<i>Illustration 13 : L'île Tudy vers 1866 selon la carte d'Etat Major (Trait jaune : trait de côte)</i>	23
<i>Illustration 14 : L'île Tudy actuelle avec report du trait de côte de 1866 (trait jaune)</i>	23
<i>Illustration 15 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 9 janvier 1924 ont été constatés (d'après BRGM)</i>	26
<i>Illustration 16 : Carte des isobares de la journée du 8 janvier 1924 ; centre dépressionnaire de 973 hPa localisé au sud de l'Irlande et évoluant vers la Bretagne (source : wetterzentrale.de)</i>	27
<i>Illustration 17 : Navires échoués sur la plage devant le Casino de Royan lors de la tempête du 9 janvier 1924 (cliché DR)</i>	28
<i>Illustration 18 : Dommages à la digue du Boulevard Garnier à Royan lors de la tempête du 9 janvier 1924 (cliché DR)</i>	28
<i>Illustration 19 : Reconstitution cartographique de la submersion du 9 janvier 1924 à Arcachon (Gironde) ; la limite de l'emprise définie à terre reste hypothétique.</i>	29
<i>Illustration 20 : Reconstitution de la submersion marine à Gujan-Mestras (Gironde), le 9 Janvier 1924.</i>	30
<i>Illustration 21 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major (1866) de la submersion marine survenue à Gujan-Mestras (Gironde), le 9 Janvier 1924</i>	31
<i>Illustration 22 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 22 octobre 1820 sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)</i>	37
<i>Illustration 23 : Observations météorologiques à l'Observatoire de Paris pour la journée du 21 octobre 1820</i>	38
<i>Illustration 24 : Observations météorologiques à l'Observatoire de Paris pour la journée du 22 octobre 1820</i>	38
<i>Illustration 25 : Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Paris pour la journée du 23 octobre 1820</i>	38
<i>Illustration 26 : Tableau récapitulatif des observations météorologiques faites à Paris pour le mois d'octobre 1820 (d'après Journal de Médecine, 1821)</i>	39
<i>Illustration 27 : Tableau récapitulatif des observations météorologiques faites à Londres pour le mois d'octobre 1820 (d'après Howard, 1833)</i>	39
<i>Illustration 28 : Les communes constituant le TRI « Saint-Malo-Baie du Mont-Saint-Michel »</i>	41
<i>Illustration 29 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 28 octobre 1909 sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)</i>	44
<i>Illustration 30 : carte des isobares du 27 octobre 1909 (source : wetterzentrale.de)</i>	45
<i>Illustration 31 : carte des isobares du 28 octobre 1909 (source : wetterzentrale.de)</i>	45
<i>Illustration 32 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major de la submersion marine survenue à Saint-Malo le 28 octobre 1909</i>	47

<i>Illustration 33 : Reconstitution sur fond d'image satellite actuelle de la submersion marine survenue à Saint-Malo le 28 octobre 1909</i>	48
<i>Illustration 34 : Carte et communes du TRI « Cherbourg-Octeville » (DGPR, 2012)</i>	49
<i>Illustration 35: Cherbourg, le Boulevard Maritime et le Casino (second plan, à droite) seront inondés lors de la tempête du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	50
<i>Illustration 36 : A 9 km à l'Ouest de Cherbourg, les villas de Urville-Nacqueville situées sur la plage seront endommagées par la tempête du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	50
<i>Illustration 37 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major de la submersion marine survenue à Cherbourg le 28 octobre 1909</i>	51
<i>Illustration 38 : Reconstitution sur fond d'image satellite actuelle de la submersion marine survenue à Cherbourg le 28 octobre 1909</i>	52
<i>Illustration 39: Inondation de part et d'autre de la voie de chemin de fer à Barfleur suite à la tempête du 28 octobre 1909 ; sur la gauche, la digue éventrée. (cliché DR)</i>	53
<i>Illustration 40 : Barfleur (Manche) après la tempête du 28 octobre 1909. Au premier plan, la digue écroulée ; à gauche de la maison principale, un bateau échoué. (cliché DR)</i>	54
<i>Illustration 41 : Alentours du Moulin de Barfleur inondé lors de la submersion du 28/10/2009 (cliché DR)</i>	54
<i>Illustration 42 : Digue maçonnée de Barfleur avant 1909 (haut) et après la tempête du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	55
<i>Illustration 43 : Reconstitution de la submersion marine survenue à Barfleur le 28 octobre 1909 sur fond d'image satellite actuelle</i>	56
<i>Illustration 44 : Dégâts sur les villas en façade de mer et apport de galets lors de la submersion marine du 28 octobre 1909 à Grandcamp (Calvados, cliché DR).</i>	58
<i>Illustration 45: Grandcamp (Calvados), barques transportées dans une rue lors de la submersion marine du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	58
<i>Illustration 46 : Dégâts dans la villa « Emeraude » à Grandcamp lors de la submersion du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	59
<i>Illustration 47 : Dégâts dans la villa de front de mer « Stella Maris » à Grandcamp lors de la submersion du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	59
<i>Illustration 48 : Destruction de murs de maisons d'habitation à Grandcamps lors de la submersion du 28 octobre 1909 (cliché DR)</i>	60
<i>Illustration 49 : Grandcamp (Calvados): Carrefour des Muzau lors de la submersion marine du 28 octobre 1909 (photo du haut) et aujourd'hui (photo du bas, google streetview)</i>	61
<i>Illustration 50 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major (1866) de la submersion du 28/10/1909, secteur de Grandcamp-Maisy (Calvados)</i>	62
<i>Illustration 51 : Reconstitution de la submersion du 28/10/1909 secteur de Grandcamp-Maisy (Calvados) sur fond d'image satellite</i>	63
<i>Illustration 52 : Evolution de l'urbanisation de la commune de Grandcamp-Maisy entre la fin du XIXème et aujourd'hui</i>	64
<i>Illustration 53 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 31 octobre 1906 en Méditerranée sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)</i>	67
<i>Illustration 54 : isobares du 30 octobre 1906 (source : wetterzentrale.de)</i>	68
<i>Illustration 55 : isobares du 31 octobre 1906 (source : wetterzentrale.de)</i>	68
<i>Illustration 56 : localisation des différents TRI des départements des Bouches du Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes (DGPR, 2012).</i>	69
<i>Illustration 57 : A Cros-de-Cagnes, lors de la tempête du 31 octobre 1906, « les galets ont tout envahi, tout recouvert : la grève, maintenant va jusqu'aux maisons contre lesquelles elle appuie un épaulement de gravier qui vient à hauteur du genou ...» (cliché DR)</i>	71
<i>Illustration 58 : Cros-de-Cagnes en 2013 – A noter les évolutions des aménagements entre le début du XXème siècle et aujourd'hui</i>	71
<i>Illustration 59 : Reconstitution cartographique de la submersion marine du 31 octobre 1906 à Nice sur fond d'image satellite actuelle– Les points rouges représentent les localisations des informations recueillies dans les textes historiques</i>	73
<i>Illustration 60 : Visualisation 3D de la zone de submersion à Nice le 21 Octobre 1906.</i>	74

<i>Illustration 61 : Nice. Pendant la tempête du 31 octobre 1906, la mer alla inonder la Cité du Parc, puis, pénétrant par les arcades (premier plan sur la gauche), inonda le quartier de la Poissonnerie en le transformant en lagune, laissant y flotter des barques. (cliché DR)</i>	75
<i>Illustration 62 : Nice 2009: même localisation que la photo précédente</i>	75
<i>Illustration 63 : Localités de la côte méditerranéenne où des dommages consécutifs à la tempête du 21 mars 1928 sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)</i>	77
<i>Illustration 64 : isobares du 21 mars 1928 (source : wetterzentrale.de)</i>	79
<i>Illustration 65 : isobares du 22 mars 1928 (source : wetterzentrale.de)</i>	79
<i>Illustration 66 : Localisation de différents TRI de la Méditerranée (DGPR, 2012).</i>	80
<i>Illustration 67 : Le Barcarès (Pyrénées-Orientales). Le 21 mars 1928, les vagues, déferlèrent avec fureur sur la plage et envahirent les rues du village et la plupart des maisons jusqu'à la gare. (cliché DR)</i>	81
<i>Illustration 68 : Le port d'Avail à Collioure (cliché DR)</i>	81
<i>Illustration 69 : Reconstitution cartographique des zones submergées dans la région de Leucate (Pyrénées-Orientales) lors de la tempête du 21 Mars 1928</i>	82
<i>Illustration 70 :Valras-Plage (Hérault). Le 21 mars 1928, un raz de marée s'est produit entre les embouchures de l'Orb (premier plan) et de l'Aude (second plan à droite). « La mer s'est épandue, dépassant les villas et inondant le village.» (cliché DR)</i>	83
<i>Illustration 71 : Photographie aérienne du village du Grau-du-Roi en 1937 (© Géoportail)</i>	84
<i>Illustration 72 : Photographie aérienne oblique du Grau-du-Roi (début XXème siècle, cliché DR)</i>	84
<i>Illustration 73 : Environs du Grau-du-Roi (Hérault) : Localisation des lieux-dits (épingles jaunes) affectés par la submersion qui s'est propagée par le Rhône-mort lors de la tempête du 21 Mars 1928 (fond d'image © GoogleEarth)</i>	85
<i>Illustration 74 : Nombre de communes impactées ou submergées et nombre de TRI impactés pour chaque événement étudié</i>	89

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Minima barométriques du 9 janvier 1924</i>	27
<i>Tableau 2 : Tableau des surcotes lors de la tempête du 9 janvier 1924</i>	35
<i>Tableau 3 : Relevé de la direction des vents le 22 Octobre 1820 (d'après sources historiques)</i>	40
<i>Tableau 4 : Vitesses et directions des vents relevés lors de la tempête du 21 Mars 1928</i>	78
<i>Tableau 5 : Synthèse des données pour la submersion du 5 Décembre 1896</i>	95
<i>Tableau 6 : Synthèse des données pour la submersion du 9 Janvier 1924 (première partie)</i>	96
<i>Tableau 7 : Synthèse des données pour la submersion du 9 Janvier 1924 (seconde partie)</i>	97
<i>Tableau 8 : Synthèse des données pour la submersion du 22 Octobre 1820</i>	98
<i>Tableau 9 : Synthèse des données pour la submersion du 28 Octobre 1909</i>	99
<i>Tableau 10 : Synthèse des données pour la submersion du 31 Octobre 1906</i>	100
<i>Tableau 11 : Synthèse des données pour la submersion du 21 Mars 1928</i>	101

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

En France métropolitaine, les submersions marines historiques – envahissement de la mer sur le littoral terrestre - paraissent peu connues, faute d'études rétrospectives donnant une vue d'ensemble de ces phénomènes. A la demande du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Direction générale de la Prévention des Risques (DGPR), le BRGM a entrepris une étude consacrée à ce thème (Convention 2100991812, cahier des Charges C 10).

Cette étude s'appuie sur plusieurs tempêtes affectant les trois façades maritimes (Manche, Atlantique, Méditerranée). Ces événements ont été sélectionnés pour leur relation avec des TRI (*Territoire à risque important d'inondation*). Ce sont ces cas historiques qui font l'objet du présent rapport.

1.2 OBJECTIF

Dans le vaste choix des tempêtes historiques ayant affecté de manière notable les côtes françaises de Métropole, certaines ont eu des effets particulièrement dommageables. Le BRGM en a la preuve par plusieurs « raz-de-marée de tempête » (Lambert 2011, Garcin et *al.* 2011) qu'il a pu retrouver au cours de ses travaux sur l'historique des tsunamis en France (www.tsunamis.fr).

En accord avec la DGPR, il a été convenu de sélectionner six événements ayant eu des répercussions sur les façades maritimes métropolitaines de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée. Ces événements ont été sélectionnés car ils ont affecté des territoires classés en TRI.

Ont été retenus les événements suivants :

Façade maritime Atlantique :

- Tempête du 4/5 décembre 1896;
- Tempête du 9 janvier 1924 ;

Façade maritime Manche :

- Tempête du 22 octobre 1820 ;
- Tempête du 28 octobre 1909 ;

Façade maritime Méditerranée

- Tempête du 31 octobre 1906 ;
- Tempête du 21 mars 1928 ;

1.3 METHODE

La méthode utilisée pour réaliser cette étude est issue de celle qui a été mise en œuvre par Garcin et *al.* 2011 (rapport BRGM 60531). Elle a consisté dans un premier temps à réaliser, pour chaque événement de submersion marine, une recherche documentaire des sources contemporaines.

Les documents ainsi rassemblés ont permis :

- de déterminer le contexte météorologique (pression atmosphérique, vitesse, force et direction des vents),
- de déterminer le contexte hydrodynamique (niveau de la mer, vagues, ...)
- de dresser le bilan des dommages associés (humain et matériel).

A la suite, pour chaque événement des façades de la Manche et de l'Atlantique, le calcul des heures et coefficients de marée a été entrepris à l'aide du logiciel SHOMAR (©SHOM). La cohérence des témoignages notamment au regard de la chronologie des événements a pu ainsi être vérifiée et d'éventuelles conjonctions entre les submersions marines importantes et les forts coefficients de marée ont pu être dégagées.

La recherche de cartes topographiques anciennes (y compris documents cadastraux) et/ou de photographies aériennes sub-contemporaines a été entreprise afin de préciser la morphologie et la configuration du littoral à la date de la submersion.

Enfin, dans les cas les mieux renseignés, une cartographie de l'emprise de la submersion a été tentée grâce aux informations qualitatives et/ou quantitatives sur la submersion figurant dans les documents correspondants. La spatialisation de ces informations a pu être réalisée à partir :

- des noms des lieux dits,
- du nom des rues inondées,
- des distances de pénétration de la mer (quand elles sont fournies),
- d'illustrations (photographies et/ou cartes postales) témoignant de la submersion et de ses effets etc.

Après repérage des effets de chaque submersion, les hauteurs d'eau, l'extension maximum de la submersion ainsi que les directions d'écoulement et de propagation des eaux ont fait l'objet d'analyse. Chaque donnée disponible a été exploitée.

Les cartes de submersions historiques ainsi obtenues ne peuvent être considérées comme aussi fiables et exhaustives que celles réalisées lors d'événements contemporains mais fournissent une image plutôt réaliste et plausible de l'ampleur de l'événement passé.

1.4 ORGANISATION DU RAPPORT

Le rapport est organisé par façades maritimes puis par événement.

Pour chaque événement une présentation d'ensemble permet de cerner les conditions météorologiques du moment, l'ampleur spatiale de la tempête et ses conséquences en matière de submersion.

Ensuite, pour chaque submersion et pour chaque Territoire à Risque d'Inondation concerné (Illustration 1 à Illustration 2), une présentation détaillée des informations récoltées est donnée. Des documents iconographiques accompagnent le plus souvent la description de l'événement. Dans certains cas, des reconstitutions de cartes isobariques ainsi que des données sur la marée astronomique qui prévalait le jour de la submersion sont fournies. Quand cela a été possible, la reconstitution cartographique des submersions a été entreprise permettant d'appréhender (avec toutes les incertitudes qui demeurent) leurs ampleurs spatiales.

Enfin, une synthèse des principales caractéristiques de chaque submersion est présentée dans des tableaux récapitulatifs (Annexe).

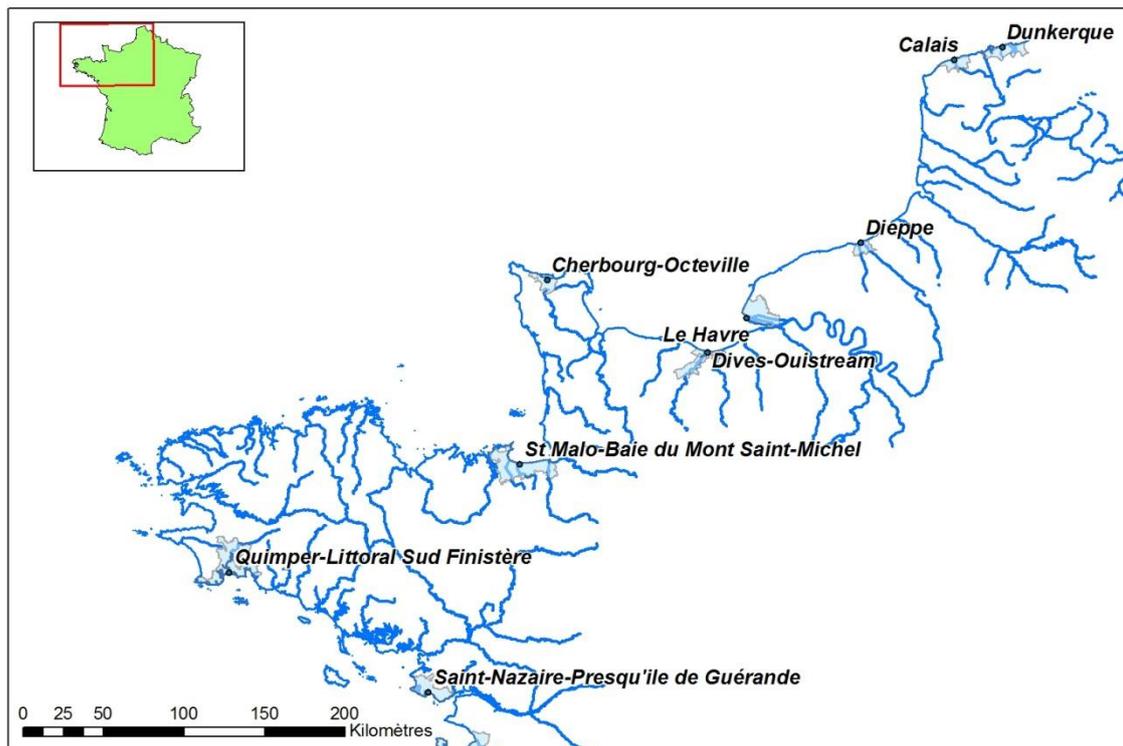


Illustration 1 : Carte des TRI de la façade Manche (DGPR, 2012)

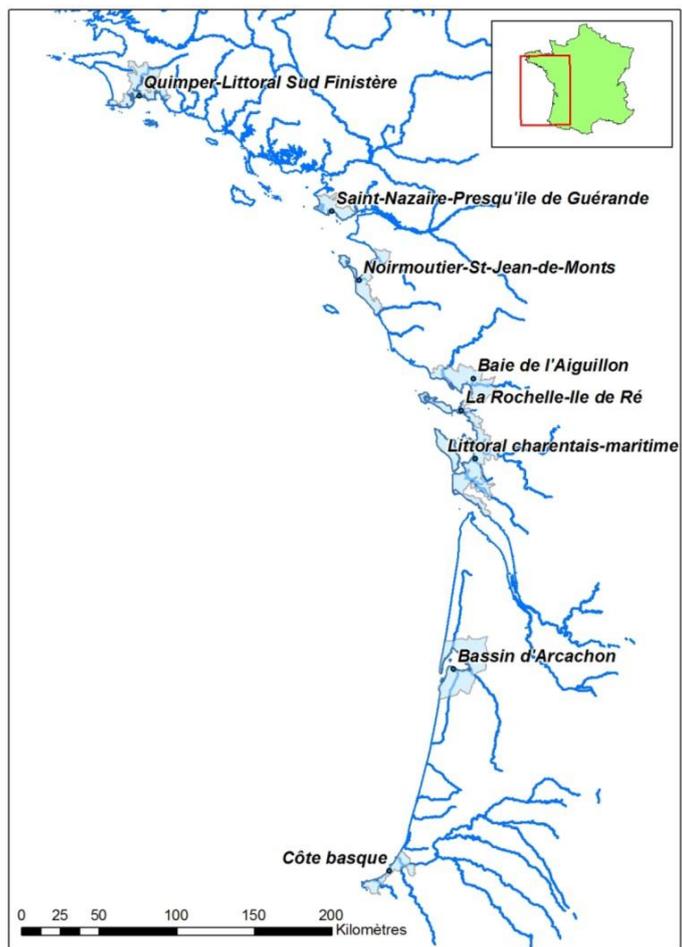


Illustration 2 : Carte des TRI de la façade atlantique (DGPR, 2012)

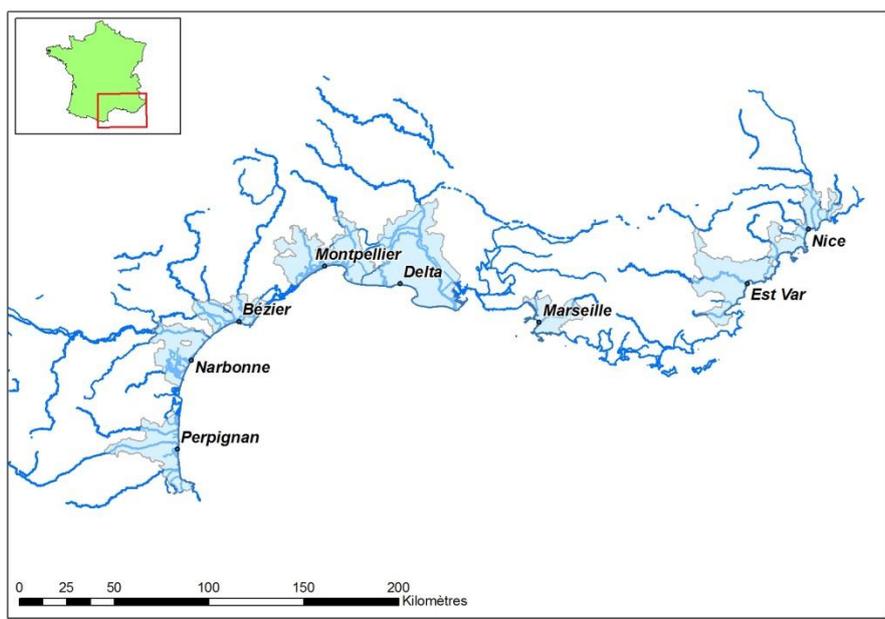


Illustration 3 : Carte des TRI de la façade méditerranéenne (DGPR, 2012)

2 FAÇADE MARITIME ATLANTIQUE

2.1 TEMPÊTE DU 4 AU 6 DECEMBRE 1896

2.1.1 RESUME DES CARACTERISTIQUES

2.1.1.1 Présentation générale

La tempête des 4, 5 et 6 décembre 1896 figure parmi les tempêtes sévères que l'Océan Atlantique est capable de fournir. De Biarritz à Brest, un fort vent du Sud-ouest associé à une profonde dépression (715 mm de mercure, soit 953 hectopascal ou hPa) auquel s'ajouta une marée de fort coefficient (coefficients respectivement de 94, 95 et 92 du 4 au 6 décembre 1896), creusa une mer qui devint tellement démontée qu'elle en causa des dommages considérables sur une grande partie de la façade atlantique (Illustration 4). De nombreux marins périrent, d'autres disparurent, les naufrages furent nombreux.

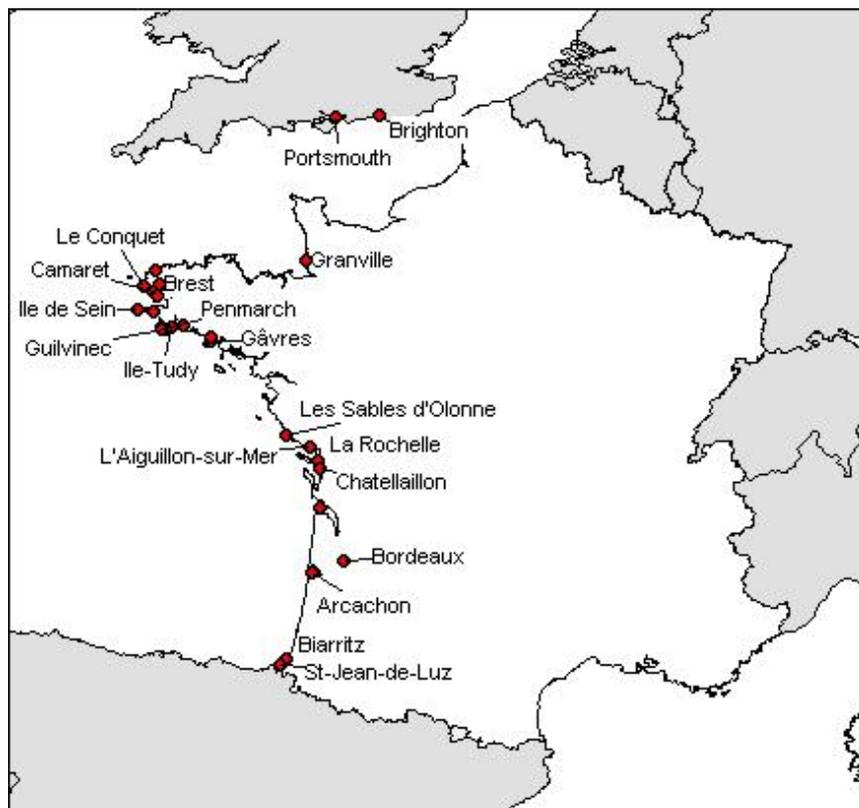


Illustration 4 : Localités signalant des dégâts occasionnés par la tempête du 4 au 6 décembre 1896 d'après les textes historiques (d'après BRGM)

2.1.1.2 Données météorologiques de la tempête des 4-6 décembre 1896

Voici ce qu'on peut lire: « Le 4 décembre, un centre de dépression était signalé au nord-ouest de la Bretagne ; le lendemain, le baromètre, à Brest, tombait à 715 mm de mercure (D'autres sources disent 712 mm, soit 953 hPa ou 949 hPa Ndlr). Le vent soufflait avec force et la mer était démontée sur tout le littoral de l'Océan. Le 6, une nouvelle dépression très profonde et animée d'un mouvement de translation plus rapide abordait la pointe de Bretagne ; la baisse atteignait près de 35 mm en 24 heures et le baromètre tombait à 722 mm de mercure (soit 962 hPa Ndlr) à l'embouchure de la Loire. » (Etoile de la Mer, 17/12/1896)

Ces informations barométriques relevées à Brest caractérisent une forte dépression dont la chute de pression est importante puisqu'elle est de l'ordre de 44,6 hPa en 24 h. A titre de comparaison, la chute barométrique lors du cyclone Hugo en 1989 (14 et 15 Septembre) a été de 52 hPa (Source Météo-France) à Pointe à Pitre.

D'après les relevés réalisés à Paris, les minima de pression furent les suivants :

- Journée du 4 décembre 1896 : 735,64 mm de mercure (980,6 hPa), vent au SSW, force 6 à minuit
- Journée du 5 décembre 1896 : 734,39 mm de mercure (978,9 hPa), vent au SSW, force 6 à 01h
- Journée du 6 décembre 1896 : 725,87 mm de mercure (967,5 hPa).

Décembre 1896.

PARC DE SAINT-MAUR.

Longitude 0°9'23" E. — Latitude 48°48'34". — Altitude 49m, 3.

DATES.	PRESSION (700 ^{mm} +).																							
	1 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h	13 ^h	14 ^h	15 ^h	16 ^h	17 ^h	18 ^h	19 ^h	20 ^h	21 ^h	22 ^h	23 ^h	24 ^h		
1	61,11	59,51	59,11	58,91	58,36	58,37	57,92	57,39	56,73	56,57	55,44	55,17	54,95	54,62	54,10	53,94	53,73	53,40	53,08	52,89	52,87	52,46		
2	52,23	51,40	51,05	50,86	50,47	50,46	50,33	50,47	50,52	50,26	49,91	49,49	49,51	49,70	49,60	49,85	49,64	49,76	49,61	49,31	49,65	49,54		
3	49,34	49,12	49,07	49,28	49,58	50,13	50,40	50,77	50,70	50,50	49,80	50,25	50,26	50,02	50,10	50,21	50,11	49,97	49,60	49,57	49,20	49,02		
4	48,55	46,87	46,46	46,13	45,35	44,74	44,13	43,37	41,67	40,96	39,22	37,80	37,60	37,50	37,50	36,70	36,61	36,00	35,75	35,08	33,64	33,79		
5	36,21	38,08	39,03	39,56	40,52	41,38	42,24	42,92	43,11	42,95	42,74	42,53	41,85	41,34	40,79	40,38	40,50	39,30	37,92	36,90	35,73	34,39		
6	32,85	29,79	29,31	28,93	27,58	27,60	27,69	28,74	28,32	28,00	27,68	28,44	27,82	27,63	27,30	27,44	27,02	26,58	26,04	25,96	25,83	25,87		
7	26,07	30,11	31,48	33,13	34,40	35,97	37,65	39,10	40,45	41,39	42,52	43,79	44,98	46,25	47,38	48,40	49,26	50,27	51,10	51,91	52,66	53,26		
8	53,87	55,05	55,28	55,68	55,81	56,17	56,55	56,89	56,52	56,23	55,97	55,88	56,02	55,79	55,81	55,44	55,24	54,91	54,67	54,26	54,05	54,07		
9	53,72	52,60	52,68	52,58	52,64	52,86	53,11	53,67	54,00	54,12	54,17	54,74	55,37	56,00	56,52	57,15	57,88	58,33	58,70	59,09	59,35	59,55		
10	59,70	60,42	60,41	60,52	60,57	61,00	61,31	61,34	60,95	60,38	60,35	60,00	59,70	59,56	59,34	59,21	59,40	59,18	58,80	58,90	58,90	58,52		

Illustration 5 : Etat de la pression atmosphérique exprimée en mm de mercure pour les 10 premiers jours de décembre 1896 (Observatoire de Paris, Parc de Saint-Maur, Mascart 1898).

N.B. : pour trouver la valeur correspondante en hecto Pascal : ajouter 700 aux valeurs du tableau et les multiplier par 1,333. Source : Mascart. E : Annales du Bureau Central Météorologique de France, Observations, Vol. 2, Paris, 1898.

DATES.	DIRECTION ET FORCE DU VENT.																							
	1 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h	13 ^h	14 ^h	15 ^h	16 ^h	17 ^h	18 ^h	19 ^h	20 ^h	21 ^h	22 ^h	23 ^h	24 ^h		
1	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
2	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
3	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	
4	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	
5	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	
6	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	
7	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	
8	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	
9	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	
10	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	

Illustration 6 : Etat de la force et de la direction des vents pour les dix premiers jours de décembre 1896 (Observatoire de Paris, Parc de Saint-Maur, Mascart 1898) TRI Noirmoutier – Saint-Jean-de-Monts

Aux **Moutiers-en-Retz** (Loire-Atlantique), les marais salants ont été envahis par les eaux, comme au Pouliguen et à Guérande (Le Constitutionnel, 09/12/1896)

2.1.2 TRI LA ROCHELLE- ILE DE RE – LITTORAL CHARENTAIS

La Rochelle (Charente-Maritime) : Le port est complètement désemparé. La promenade du Mail a été complètement inondée (Petit Courrier d'Angers, 8/12/1896). Une dizaine de chaloupes qui avaient pris la mer avant la tempête et comptant une soixantaine d'hommes sont portées disparues.

Châtelailon-Plage (Charente-Maritime) : la digue a été au trois quarts détruite. Sa reconstruction totale sera nécessaire (Petit Courrier d'Angers, 8/12/1896).

L'Aiguillon-sur-Mer (Vendée) : des dégâts sont signalés à la Pointe de l'Aiguillon par le maître de digue qui fait la déclaration suivante : « *Dans les journées des 4, 5 et 6 décembre courant, la mer qui était très mauvaise et favorisée par le vent, est passée sur toute la longueur de la digue et y a fait de nombreux dégâts, détériorant le chemin qui y est contigu, la voie ferrée et 40 hectares de terres, dont une certaine quantité estensemencée. J'estime les dégâts occasionnés par la tempête... à 204 000 Fr.* » (Journal des Sables, 20/12/1896)

2.1.3 TRI COTE BASQUE

Biarritz et Saint-Jean-de-Luz (Pyrénées Atlantiques) : Les dégâts matériels causés par la tempête sont importants; à Biarritz, les escaliers, les kiosques et les cloisons de l'établissement des bains de Port Vieux ont été démolis ; les pertes sont évaluées à 30 000 francs. (L'Intransigeant, 10/12/1896)

2.1.4 TRI QUIMPER LITTORAL SUD FINISTERE

Le Territoire à Risques Importants d'Inondation (TRI), désigné par les travaux du MEEDDE « Quimper Littoral Sud Finistère » est associé à un certain nombre de communes du littoral (Illustration 7). Lors de la tempête des 4/5/6 décembre 1896, la mer a gravement affecté la côte dans le secteur de Penmarch et de l'île Tudy. Voici ce que révèlent certains témoignages de l'époque.

A **Concarneau** (Finistère), l'eau couvrait entièrement les quais et une digue a été démolie sur une longueur de 30 mètres (La Dépêche de Brest, 07 12 1896).

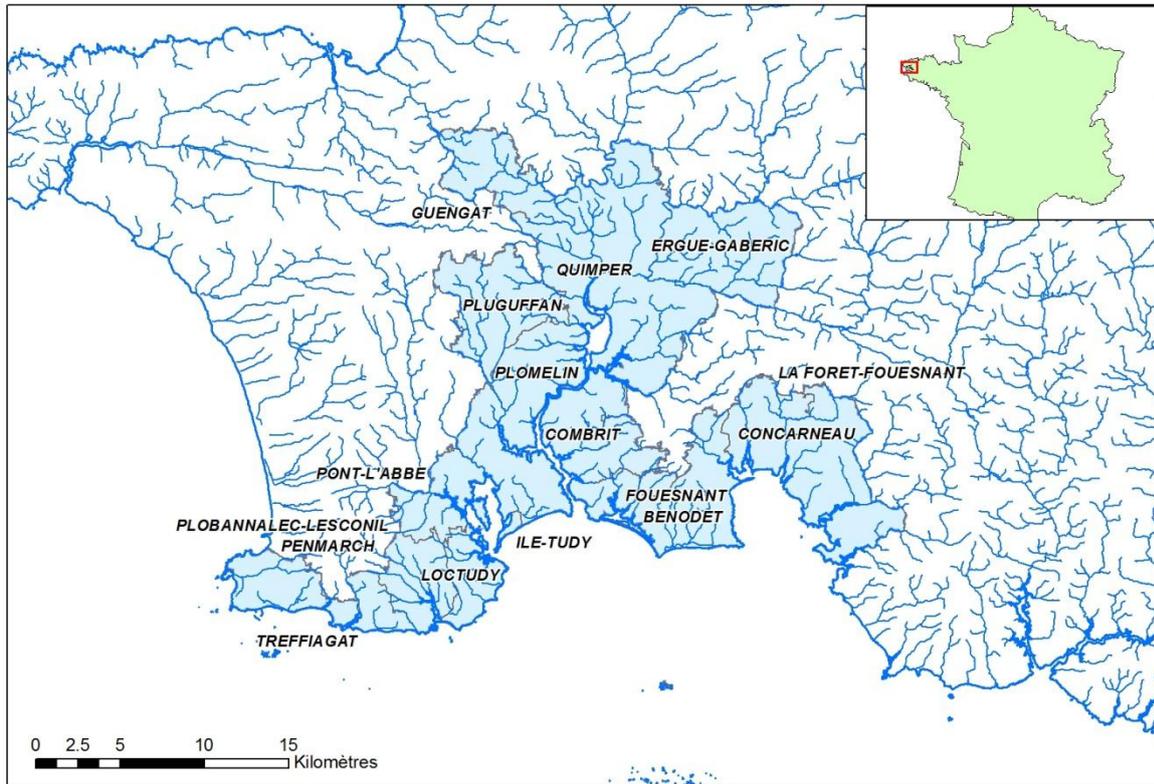


Illustration 7 : Localisation du TRI Quimper Littoral Sud Finistère (DGPR 2012).

Au **Guilvinec** (Finistère) : dans le port, on constate toutes sortes de débris provenant d'embarcations brisées... La digue en construction a été enlevée (L'Intransigeant, 10/12/1896). Environ 30 embarcations ont été jetées sur les rochers et quelques-unes même ont été lancées dans les champs. Les maisons bordant le port ont été envahies, et les vagues entraînant d'énormes rochers à leur suite, ont défoncé plusieurs portes (L'Etoile de Mer, 08/12/1896).

A **Penmarch**, le même *raz de marée* qu'à l'île de Sein a causé d'énormes ravages. Le sémaphore et une partie de la commune ont été inondés. On voit actuellement des barques au milieu des terres. Soixante-quinze embarcations ont été emportées et ont sombré sur les corps morts auxquelles elles étaient attachées. Les maisons des guetteurs du sémaphore (Illustration 9) dont les portes ont été enfoncées par des bateaux, sont remplies d'eau. Les femmes et les enfants ont dû se réfugier dans les greniers. (L'Intransigeant, 07/12/1896)

« A Penmarch, la mer s'est ouvert entre Kérity et Saint-Guénolé et à gauche de Kérity deux larges passages à travers les dunes, et a envahi une surface de terres ensemencées et de prairies qu'on peut évaluer à 150 hectares au moins. Ces lacs improvisés ont une profondeur moyenne de 1,50 mètre à 2 mètres. Chaque pêcheur a perdu son bateau, une partie de ses meules, toutes les productions de son jardin, et plusieurs ont en outre un petit lopin de terre enseveli sous les eaux. » (L'Intransigeant, 12/12/1896)

On écrit le 5 décembre de Penmarch : *« Ainsi que je vous l'ai télégraphié vendredi vers midi, un ouragan épouvantable s'est déchainé sur notre côte. Une soixantaine de bateaux ont coulé sur leurs corps-morts ; les autres qui n'ont pu résister sont venus avec fracas se briser à la côte, renversant tout sur leur passage. Toute la côte est dévastée. Les maisons ont été inondées à*

plusieurs kilomètres du rivage. Les maisons des guetteurs étaient entourées par la mer. Tout ce qui se trouvait à l'extérieur a été emporté. A St-Guérolé et à Kérity, les môles ont été enlevés. Les portes des maisons bordant le rivage ont été enfoncées, les comptoirs des débits et tout ce qui se trouvait au rez-de-chaussée enlevés. L'eau couvre actuellement la terre à une distance de trois kilomètres de la côte ». (La Dépêche de Brest, 08/12/1896)

On a vu des canots poussés dans les maisons par la force de l'inondation... Le mur de défense de la chapelle N-D. de la Joie (Illustration 8) a fini par s'écrouler peu à peu. Sans cette digue, l'inondation eut été plus étendue. Trois ou quatre portes de la chapelle sont brisées et ont été emportées jusqu'au chœur ; les chaises ainsi qu'un confessionnal flottent dans la nef obstruée par une quantité de pierres et de sables. Seul l'autel a été préservé. (L'Etoile de la Mer, 10/12/1896).

L'ensemble de ces informations, associées à l'analyse de la morphologie du site à travers les images satellites et la carte d'Etat-Major (Illustration 10) ont permis d'esquisser la reconstitution cartographique de la submersion de 1896 (Illustration 11). On y observe en plus de la submersion de la franche littorale, la pénétration de celle-ci par d'une part les zones basses correspondant aux ruisseaux drainant l'ancien étang de Lescors ainsi qu'une pénétration des zones basses à la faveur de brèche du cordon dunaire à l'Est de Kérity (Illustration 10). La surface soumise à la submersion est estimée à 455 Ha.

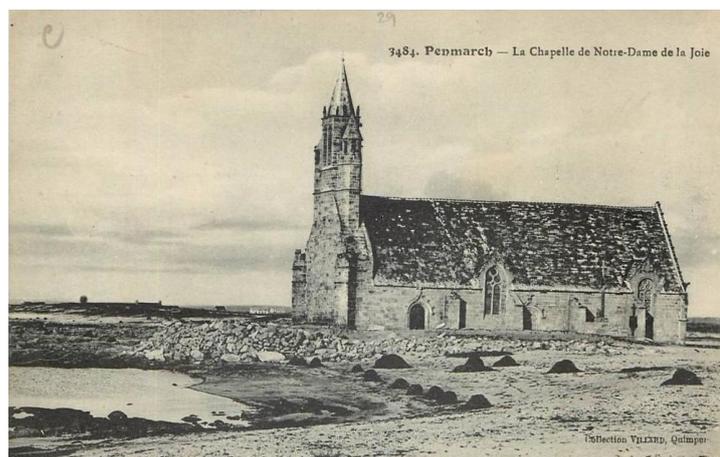


Illustration 8 : Entre St-Guérolé et la pointe de Penmarch (Finistère), la Chapelle Notre-Dame de la Joie située en bordure de mer : en 1896, les flots poussés par un vent violent envahirent l'intérieur de l'édifice. (cliché DR)

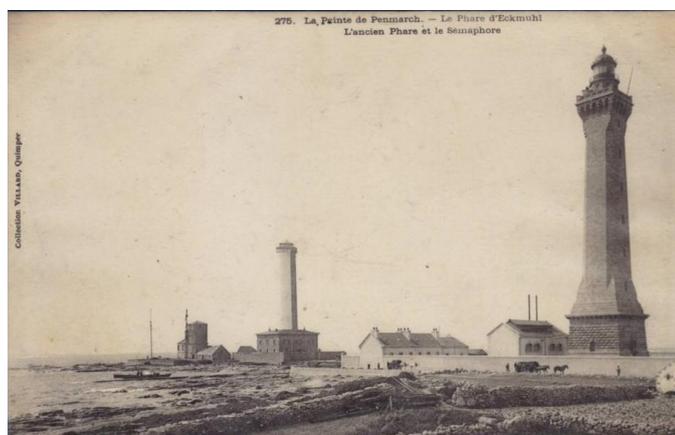


Illustration 9 : Pointe de Penmarch ; à l'extrême gauche, le bâtiment du sémaphore qui fut inondé lors de la tempête du 4-6 décembre 1896 (cliché DR)



Illustration 11 : Secteur de Penmarch : reconstitution de la submersion marine causée par la tempête du 4-6 décembre 1896 sur fond d'image satellite actuelle

A l'**Île Tudy** les témoignages mentionnent que toutes les maisons ont été envahies par l'eau tandis que la digue a été détruite sur une longueur de 60m (L'Intransigeant, 10/12/1896). La carte d'Etat-major (antérieure de quelques années à l'événement) montre que le village de l'Île Tudy est installé sur un affleurement rocheux à l'extrémité d'une langue sableuse très fine (Illustration 12, Illustration 13, Illustration 14). La zone bâtie est beaucoup plus restreinte que l'actuelle et se localise à l'extrémité de la pointe. A noter également que la largeur de la flèche sableuse était beaucoup plus étroite qu'actuellement (Illustration 13, Illustration 14)) et que certaines zones maritimes de l'époque ont été en partie endiguées par des structures maçonnées. Enfin, fait troublant, une grande partie des zones nouvellement loties étaient au XIX^{ème} siècle des zones maritimes. Nul doute que les évolutions du littoral dans ce secteur ont été très importantes depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Cette situation fait qu'un nombre important d'enjeux actuels seraient concernés par une submersion marine identique à celle de 1896 même si aujourd'hui existent des aménagements et ouvrages hydrauliques.



Illustration 12 : Extrait de la carte d'Etat Major de l'Île Tudy (source Géoportail)

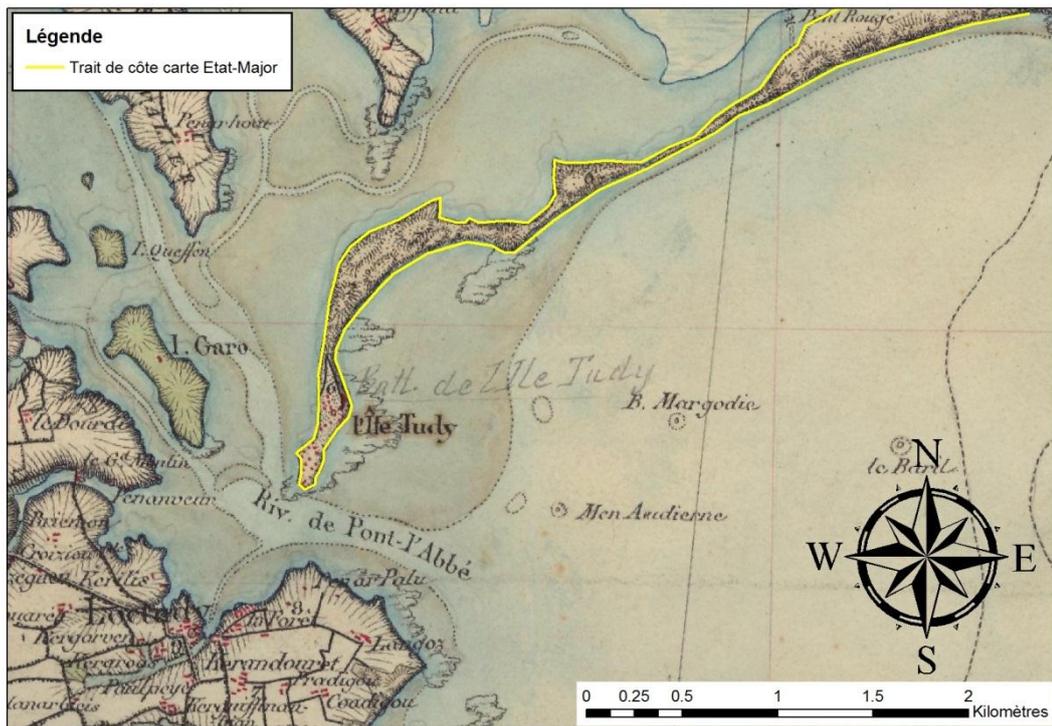


Illustration 13 : L'île Tudy vers 1866 selon la carte d'EtatMajor (Trait jaune : trait de côte)

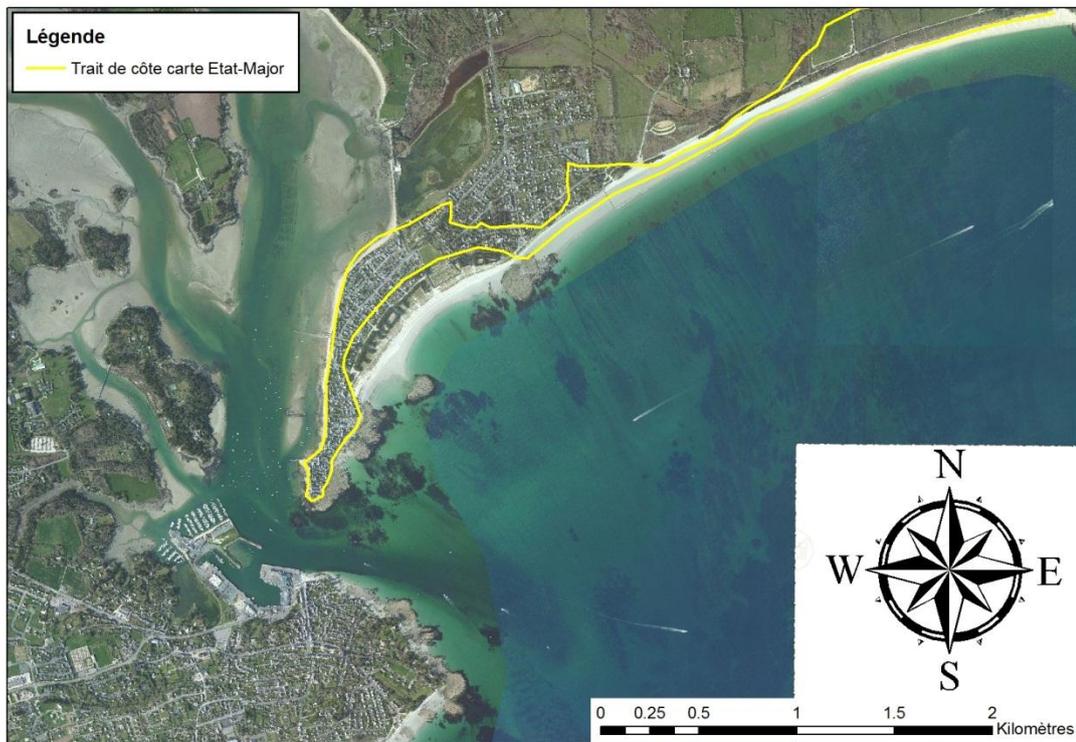


Illustration 14 : L'île Tudy actuelle avec report du trait de côte de 1866 (trait jaune)

2.1.5 HORS TRI

2.1.5.1 En Bretagne

Ile de Sein (Finistère): « *L'île de Sein a été entièrement couverte par un raz de marée. La panique y a été inexprimable. Les habitants évacuaient à mesure les maisons les plus rapprochées du quai pour se réfugier dans les étages supérieurs ou les greniers des bâtiments les plus élevés. Nombre de barques, seul gagne-pain de cette population de pêcheurs, sont parties à la dérive avec leurs agrès.* » (L'Intransigeant, 14/12/1896)

Un raz de marée a soulevé la mer qui s'est précipitée dans les rues étroites de la petite bourgade, inondant les maisons qui abritent un peu plus de huit cents iliens. Toutes les terres labourables de l'île dont la superficie totale n'est que de soixante-dix hectares, ont été submergées. Les pêcheurs dont les maisons sont les plus voisines de la mer ont été obligés de les abandonner au plus vite et leur mobilier disloqué est actuellement couvert de sable, de vase et de goémons. (L'Intransigeant, 12/12/1896)

Le Conquet (Finistère) : *De mémoire d'homme, on n'a vu une mer aussi démontée. Le vent était si violent que des toitures ont été enlevées. Sur le port, ce fut bien pis. Les vagues déferlant avec furie sur la jetée, atteignaient des hauteurs vraiment étonnantes; certaines sont allées tomber dans le jardin de M. P. situé à une quarantaine de mètres au-dessus du niveau de la mer. Aussi ont-elles causé de nombreux dégâts. Le parapet qui surmonte la jetée a été détruit sur une longueur de 60 mètres. Le quai n'existe pour ainsi dire plus. Des blocs de pierre pesant 200 et 250 kg ont été transportés à 20 mètres de l'endroit où ils se trouvaient. Plusieurs bateaux ont coulé en un clin d'œil ; d'autres ont été enlevés par les vagues et transportés à 20 ou 30 m dans les terres* (La Dépêche de Brest, 06/12/1896).

Camaret (Finistère) : *La tempête a causé ici de nombreux et sérieux dégâts. La mer était affreuse. Des lames énormes déferlaient sur les quais. Le bureau de la marine était envahi et entouré d'eau de tous côtés ; la mer venait frapper contre les carreaux du bureau. Au Styvel et le long de la jetée Notre-Dame où de nombreux navires et bateaux étaient en réparation, le spectacle était lamentable. La houle du large, frappant la jetée, rebondissait à des hauteurs de 50 à 60 mètres pour retomber sur le terre-plein, d'où elle entraînait canots, bateaux et navires.* (La Dépêche de Brest, 08/12/1896).

Morgat (Finistère) : Dans l'espace d'une heure, la mer envahissait les maisons et des blocs de pierre venaient démolir la devanture de certains débits et les portes de certaines propriétés (La Dépêche de Brest, 08/12/1896).

Audierne (Finistère) : Une trentaine de bateaux de pêche ont été jetés à la côte : dix d'entre eux ont été complètement démolis (L'Intransigeant, 12/12/1896)

Dans l'**archipel des Glénans** (Finistère), la balise en maçonnerie des *Bluiniers* située sur la roche du même nom a été enlevée par la mer lors de la tempête du 4 décembre. (La Dépêche de Brest, 08/12/1896).

Lorient (Morbihan) : Comme la tempête coïncidait avec la plus forte marée de l'année, la mer est montée à une hauteur extraordinaire ; les maisons de la côte d'Alger au bord du Scorff ont été entièrement inondées : de grandes quantités de marchandises déposées sur les quais ont été emportées par la mer.

Gâvres (Morbihan) : « *les locaux de la défense fixe ont été inondés* » (Le Constitutionnel, 09/12/1896).

2.1.5.2 En Vendée

Les Sables-d'Olonne (Vendée): A la tempête effroyable rappelant celle du 25 septembre dernier, le vent soufflant avec une rage inouïe, faisait voler dans les rues ardoises, carreaux et volets. Dans la nuit de samedi à dimanche (nuit du 5 au 6 décembre, Ndlr), la tempête du sud qui s'était un peu apaisée, a repris avec plus d'intensité que jamais. Les vents restés sud jusqu'à deux heures de l'après-midi, enlevèrent les devantures des maisons, renversèrent les cheminées, tordaient les becs de gaz. La mer fit une brèche d'environ 30 mètres à la digue qui part du Fort et conduit à la jetée de la Chaume, faisant des dégâts sérieux aux cales (Journal des Sables, 13/12/1896).

2.1.5.3 En Gironde

Pointe de Grave (commune de Le Verdon, Gironde) : On annonce que la mer démontée a brisé la digue de la pointe de Grave, que les flots se sont répandus de tous côtés, que la plaine est inondée. (Le Matin, 07/12/1896).

2.1.5.4 Ailleurs

Au large, le steamer *Carolina* assurant la liaison Buenos-Aires Dunkerque avec un chargement de 1562 moutons et 135 bœufs sur sa pontée, essuya la tempête depuis Ténérife (iles Canaries) jusqu'à Brest. Dans le golfe de Gascogne, le coup de mer lui a enlevé 94 bœufs et 850 moutons (La Dépêche de Brest, 09/12/1896).

En **Grande-Bretagne**, à Portsmouth, une partie de la digue a été emportée par la tempête. A Brighton, les dommages sont notables.

2.1.6 SYNTHÈSE SUR LES SUBMERSIONS CONSECUTIVES A LA TEMPETE DU 4 AU 6 DECEMBRE 1896

La tempête des 4, 5 et 6 décembre 1896 a affecté surtout la façade atlantique depuis la frontière espagnole jusqu'à Brest. Elle s'est toutefois fait ressentir aussi dans la Manche tant en France qu'en Grande-Bretagne. Elle s'est produite durant une période de marée de vives-eaux (coefficient entre 92 et 95).

Cette tempête a affecté plusieurs TRI tel que ceux du littoral Sud-Finistère, du littoral Charentais, de la Côte Basque mais aussi des secteurs situés en dehors des TRI (Finistère, Bretagne Sud, Vendée, Gironde). Les dégâts qu'elle a occasionné ont été très importants et ont affecté aussi bien les structures et ouvrages côtiers que les voiries et les bâtiments.

Des brèches se sont produites dans des cordons dunaires notamment dans les environs de Kérity (Penmarch), l'île de Sein et l'île Tudy; ces brèches ont favorisé la pénétration de la mer dans les terres occasionnant l'inondation de plusieurs dizaines voire centaines d'hectares (Illustration 11).

Enfin, il faut noter la conjonction entre les processus d'inondation par submersion marine avec l'occurrence de crues de certains fleuves côtiers comme le Scorff. Cette conjonction a probablement abouti, au moins localement, à des inondations mixtes (inondations fluviales et submersions marines).

La synthèse des données concernant la tempête de 1896 est présentée dans le Tableau 5 en annexe.

2.2 TEMPETE DU 9 JANVIER 1924

2.2.1 RESUME DES CARACTERISTIQUES

2.2.1.1 Présentation générale

« Un terrible raz de marée ravage la côte de France depuis la pointe Saint-Mathieu jusqu'à l'Espagne. Les dégâts sont considérables. » Telle est la une du journal *L'Ouest-Eclair*, de Nantes, du 10 janvier 1924, pour décrire l'extraordinaire tempête qui affecte les côtes de l'Atlantique au matin du 9 janvier 1924 (Illustration 15).

Déjà la veille, le 8 janvier, les vents orientés au Sud-Ouest avaient soufflé de manière violente en Bretagne entre Saint-Malo, Brest et Lorient. Météorologiquement, cette situation est à mettre en relation avec une profonde dépression (730mm soit 973 hPa) sur l'Irlande, dépression qui, en l'espace de 12 heures, verra son centre se déplacer vers la Bretagne.

En conséquence, vents et vagues en furie vont se déchaîner sur toute la côte atlantique, causant d'innombrables dommages comme l'attestent ces quelques descriptions très succinctement résumées. Parmi les secteurs les plus éprouvés, figure encore une fois la Bretagne où la pression atmosphérique atteindra son minima.

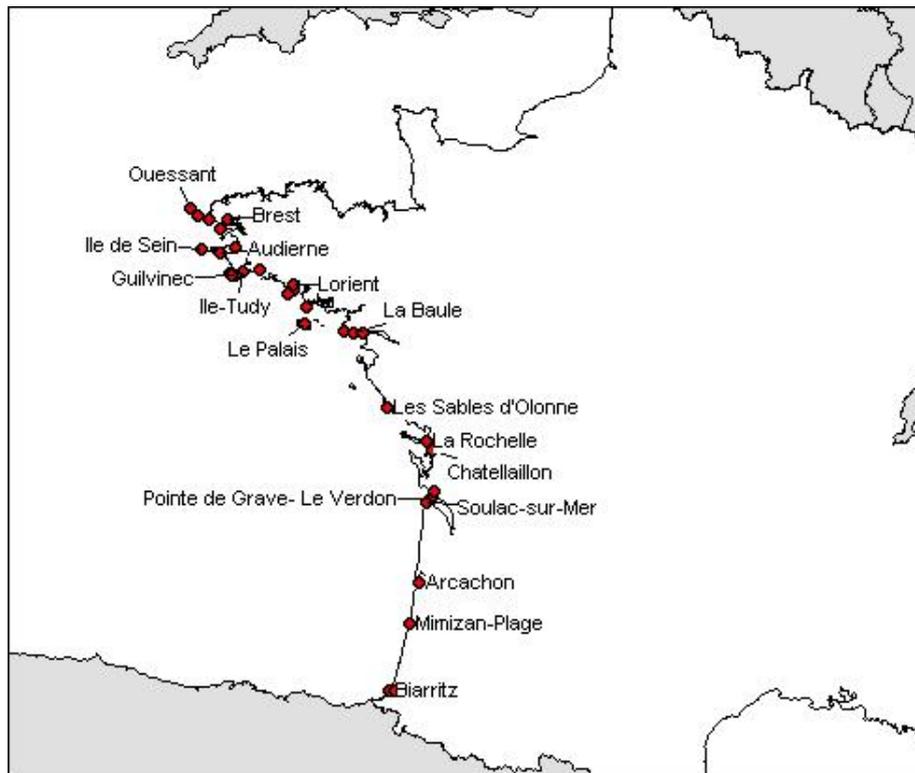


Illustration 15 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 9 janvier 1924 ont été constatés (d'après BRGM)

2.2.1.2 Données météorologiques de la tempête du 9 janvier 1924

La tempête du 9 janvier 1924 sur les côtes de l'Atlantique fut le fruit d'une dépression dont le centre assez creusé (730 mm ou 973 hPa, Tableau 1) était situé la veille, 8 janvier, au Sud de l'Irlande (Illustration 16). Des vents violents creusant une houle puissante soufflaient déjà sur la côte atlantique. A Quimper, par exemple, un vent violent de S.W est noté à minuit de la nuit du 8 au 9. Aux Sables d'Olonne, à la même heure, on signale un vent très violent d'W-S-W atteignant la vitesse de 25 m à la seconde (90km/h).

C'est entre 2 et 6 heures du matin du 9 janvier que le centre dépressionnaire se rapproche le plus des côtes françaises et de la Bretagne méridionale. C'est ce que confirment les valeurs de pression atmosphérique de Quimper et Belle-Ile :

Minima barométriques atteints le 9 janvier 1924 (entre 2 h et 6 h)									
	Brest	Quimper	Quiberon	Belle-Ile	St-Nazaire	La Rochelle	Bordeaux	Sables-d'Olonne	Croix de Vie
mm Mercure	730	724	732	723	730	733	739	730	728
HectoPascal	973	965	976	964	973	977	985	973	970

Tableau 1 : Minima barométriques du 9 janvier 1924

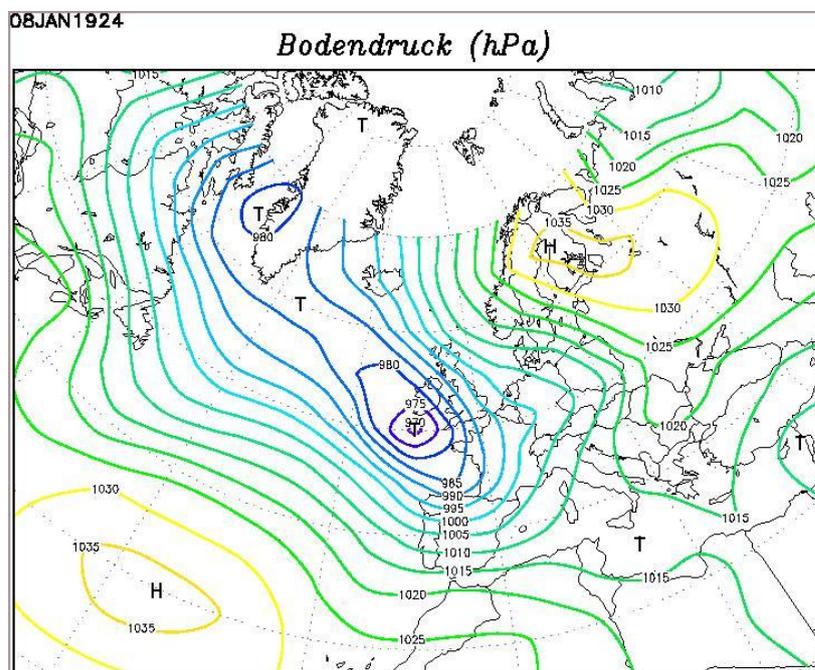


Illustration 16: Carte des isobares de la journée du 8 janvier 1924 ; centre dépressionnaire de 973 hPa localisé au sud de l'Irlande et évoluant vers la Bretagne (source : wetterzentrale.de)

2.2.2 TRI LA ROCHELLE – ÎLE DE RE

A **La Rochelle**, au village de Vaugouin (aujourd'hui, cité de La Rossignollette), plusieurs familles habitant de petites maisons en bois ont dû fuir devant la mer en furie. Au voisinage, une vingtaine de petites habitations abritant des pêcheurs d'huîtres et constituant le village de Port Neuf ont été entièrement détruites. (L'Ouest-Eclair, 10/01/1924)

2.2.3 TRI LITTORAL CHARENTAIS

A **Châtelailon**, une partie de la digue a été arrachée et de nombreuses villas de la plage sont endommagées. Le même phénomène est signalé à Fouras.

A **Royan**, la mer a envahi tout le quartier bas et a pénétré jusqu'à la place de l'église Notre-Dame ; sur le boulevard Botton, l'eau a atteint **près d'un mètre**. (La Croix, 11/01/1924). Plusieurs navires ont fait côte et se sont échoués sur la plage. (Illustration 17). La digue de Boulevard Garnier a été endommagée (Illustration 18).



Illustration 17 : Navires échoués sur la plage devant le Casino de Royan lors de la tempête du 9 janvier 1924 (cliché DR)



Illustration 18 : Dommages à la digue du Boulevard Garnier à Royan lors de la tempête du 9 janvier 1924 (cliché DR)

2.2.4 TRI ARCACHON

A **Arcachon**, le boulevard de la Plage a été entièrement submergé. Tout le territoire compris entre Gujan-Mestras et la Hume a été envahi par l'eau du Bassin. Par suite de la violence du vent, le niveau de l'eau a atteint une hauteur supérieure à **1m 50** à celle prévue (Journal des Débats, 11/01/1924). Les informations recueillies ont permis d'élaborer une esquisse de la carte de la submersion subie par les communes du Sud du bassin d'Arcachon en 1924 (Illustration 19 à Illustration 21). Les extensions de la submersion sont relativement contrainte sur Arcachon mais restent plus hypothétique sur les communes de la Hume et Gujan-Mestras.



Illustration 19 : Reconstitution cartographique de la submersion du 9 janvier 1924 à Arcachon (Gironde) ; la limite de l'emprise définie à terre reste hypothétique.

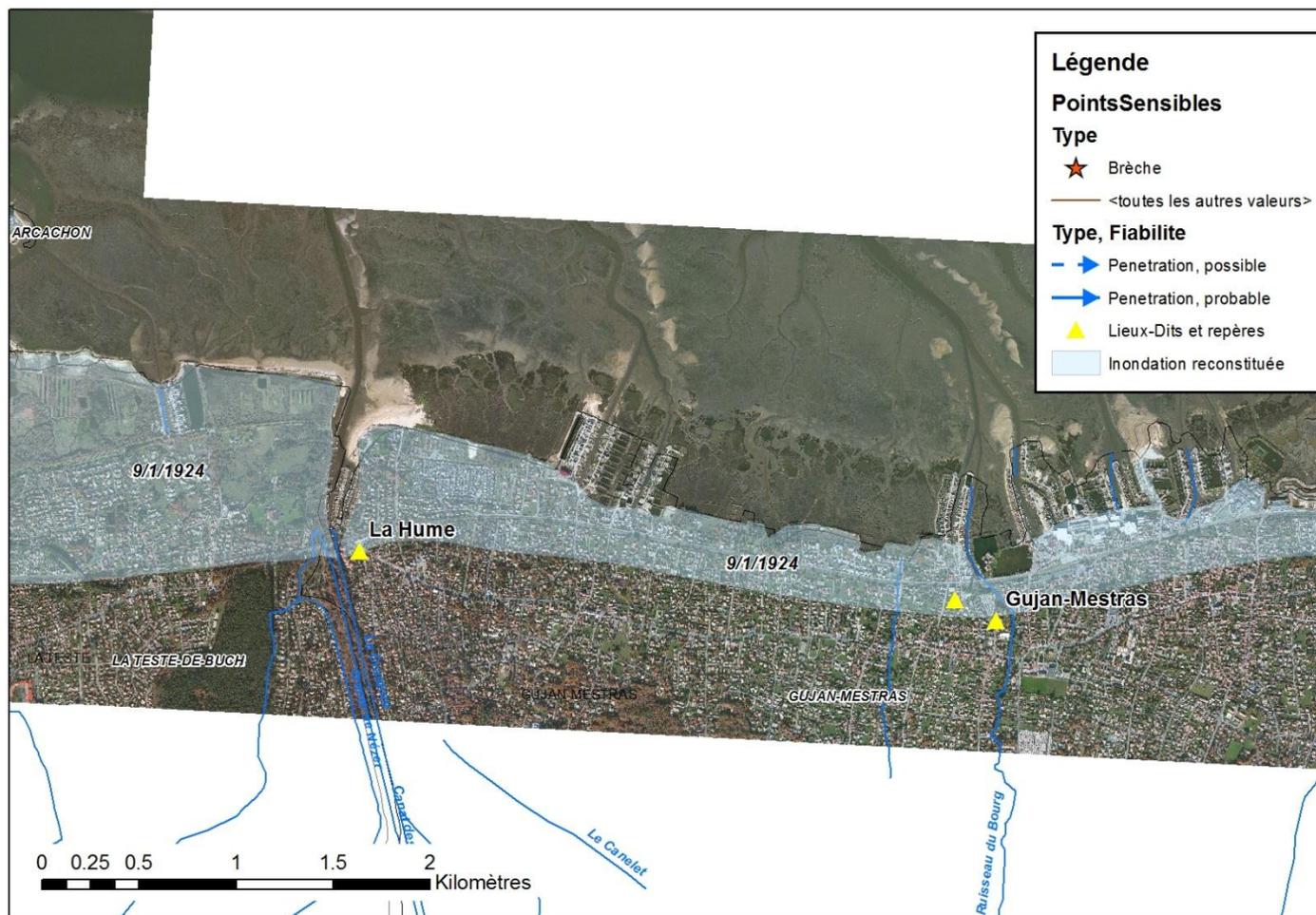


Illustration 20 : Reconstitution de la submersion marine à Gujan-Mestras (Gironde), le 9 Janvier 1924.

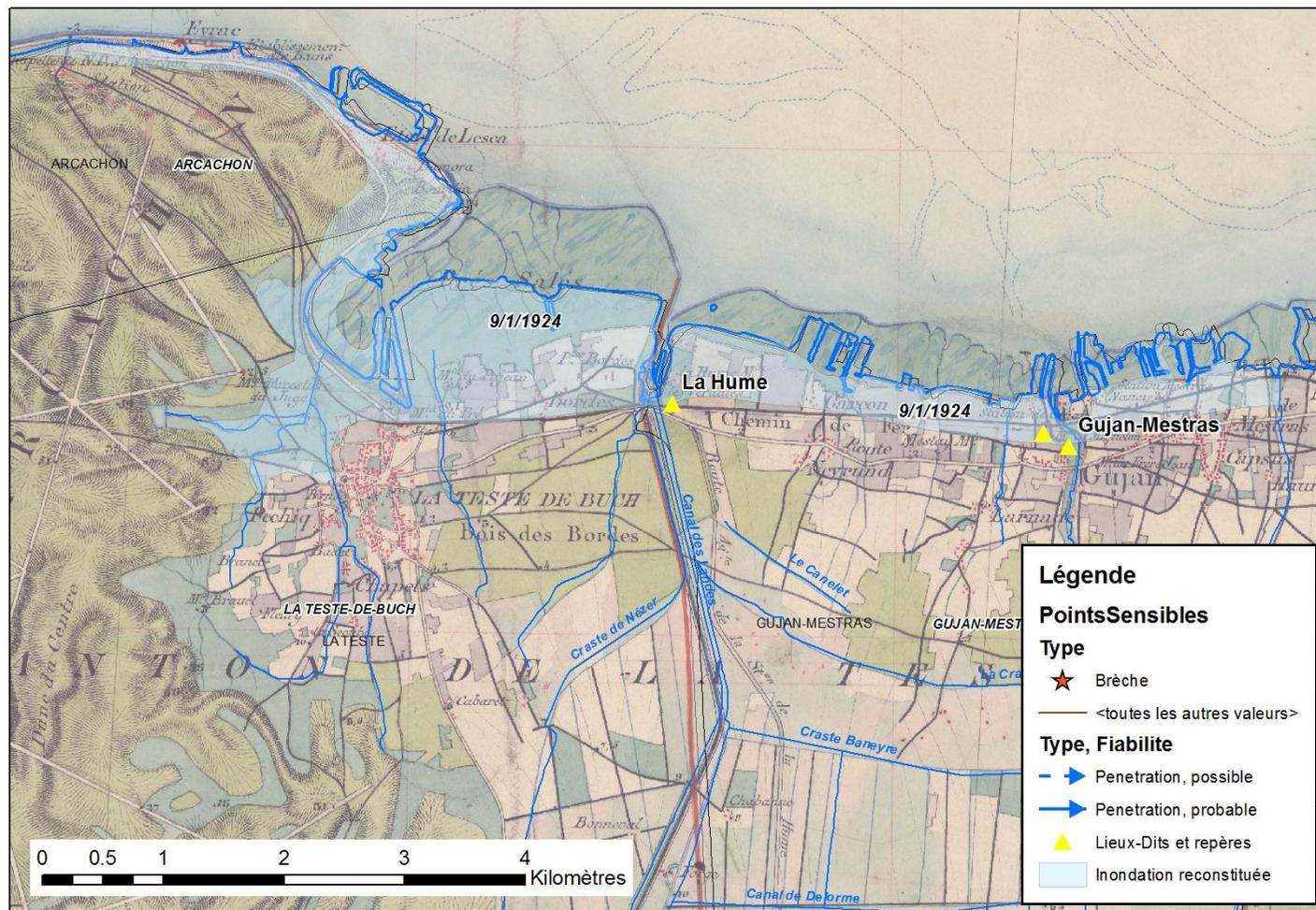


Illustration 21 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major (1866) de la submersion marine survenue à Gujan-Mestras (Gironde), le 9 Janvier 1924

2.2.5 TRI COTE BASQUE

A **Biarritz** et à **Bayonne**, la tempête a saccagé la côte. La force des vagues a été telle que sur une longueur de plusieurs centaines de mètres, de gros murs de soutènements et des parapets de la grande plage du port des pêcheurs, du Port-Vieux et de la Côte des Basques ont été arrachés.

2.2.6 TRI QUIMPER LITTORAL SUD FINISTERE

Bien que la côte atlantique dans son ensemble ait été le théâtre de nombreux dégâts et sinistres, c'est encore une fois la région de **Penmarch-Saint-Guérolé-Le Guilvinec** qui, le 9 janvier 1924, concentra de sérieux dommages, les effets de la submersion marine ayant été remarquables à cet endroit.

Rapportés par un journaliste de la Dépêche de Brest, ce dernier écrit : « *Voici Saint-Guérolé. Dès à première rue, à l'approche du restaurant Moguerou, il nous faut rouler dans l'eau jusqu'au-dessus des moyeux. Au pied de la haute façade d'une usine, il nous faut arrêter. Des barques défoncées, tordues, broyées forment une barricade. Elles ont été jetées là en pleine rue comme fétus, s'écrasant pêle-mêle sur les murailles après avoir roulé de roc en roc. Les ruelles, même, sont défoncées, ravinées, bouleversées tout au long du chemin que le sable a recouvert. Des blocs de roches, des galets se mêlent aux moellons des murailles effondrées.* » (La Dépêche de Brest, 10/01/1924).

En un instant la grande jetée de **Saint-Guérolé** a été submergée et l'eau s'est avancée avec force, détruisant les murs de clôture des propriétés privées, inondant les rez-de-chaussée de toutes les maisons et causant la panique parmi les habitants qui s'enfuirent épouvantés devant le flot dévastateur. La route entre l'ancien et le nouveau phare est défoncée. Tous les champs situés entre Penmarch, Saint-Pierre et Saint-Guérolé sont recouverts d'une nappe d'eau. Les usines de conserve sont inondées ; la flottille de pêche est presque entièrement perdue, des embarcations sont éparpillées sur les routes et dans les roches. Sur la route de Kérity à Saint-Guérolé, les chevaux ont de l'eau jusqu'au poitrail et au milieu des champs, transformés en lac, on voit des barques défoncées qui ont été amenées là par le flot. On ne voit partout que débris de bateaux, de casiers à homards, de meubles que l'on a voulu sauver en toute hâte et que l'on n'a pas eu le temps d'emporter, l'eau ayant monté à la vitesse d'un cheval au trot. (La Croix, 11/01/1924).

A **Kérity** et au **Guilvinec**, les digues ont cédé sous la poussée des flots. De nombreuses barques ont été détruites ; plusieurs d'entre elles ont été projetées dans les champs, jusqu'à deux et trois cents mètres de leur point d'attache. Près de la chapelle Notre-Dame de la Joie, des villages entiers sont immergés. Saint-Pierre, Léchiagat, Lesconil enregistrent des dommages matériels.

A **l'île Tudy**, le maire écrit au Préfet le 10 janvier : « *Les lames qui venaient se briser contre le mur (...) déferlaient sur l'île et la traversaient de part en part, endommageant notre digue, ravinant nos chemins et nos rues et remplissant d'eau une quarantaine de maisons. Des pierres, soulevées par la force de l'eau, sont éparpillées d'ici, de là, sur toute la surface de l'île...* ». (Collectif L'île Tudy de 1800 à nos jours, 2007).

2.2.7 TRI NOIRMOUTIER-SAINT-JEAN-DE-MONTS

A **Saint-Gilles-de-Vie**, des grosses vagues (hauteur de l'ordre de 5 à 7m) arrivent au rivage de 2 h à 7h30 du matin alors que la pleine mer était à 5h26 du matin. Elles provoquent une érosion du trait de côte et un recul dunaire d'au moins **4 à 6 m sur plus d'un Km pour des dunes de 6 à 7 m de hauteur**. L'attaque de la mer s'effectue par le haut des dunes et forme des encoches à +3m au-dessus de l'estran avec « falaisage » des dunes en pied. Les encoches formées sont de 5 à 10 m de large pour 10 à 20 m de profondeur dans l'axe EW. Une surcote de **1 m** est signalée à l'embouchure de la Vie tandis que le baromètre à Croix-de-Vie varie de 728 mm (970 hPa) à 3h du matin à 736 mm (981 hPa) à 7h du matin (Bull.Soc.Sci.Nat. Ouest Fr., 1924).

A **Saint-Jean-de-Monts** les dunes hautes de 3 à 4 m ont reculé d'environ **10 m** (Bull.Soc.Sci.Nat. Ouest Fr., 1924).

2.2.8 TRI LA ROCHELLE – ILE DE RE ET BAIE DE L'AIGUILLON

A **La Tranche** et à **l'Aiguillon**, des jetées et des protections en enrochements ont été endommagés.

2.2.9 HORS TRI

Brest, Camaret, Douarnenez, Audierne, Lorient, Arzon, La Turballe, Le Croisic, La Baule, Saint-Nazaire, tous ces lieux enregistrent des dégâts. Au Palais (Belle-Ile-en-Mer), les quais, les rues et les habitations avoisinant le port ont été inondés ; à Quiberon, certaines maisons de Port-Haliguen ont été inondées.

A **l'île de Sein** (Finistère), par une mer démontée, les maisons des quartiers les plus bas de l'île ont été envahies par les eaux, et les habitants ont dû les évacuer. Les terres labourables ont été en grande partie submergées. Les îliens n'avaient pas vu pareils dégâts depuis le raz de marée du 4 décembre 1896 (Le Finistère, 19/01/1924).

Dans le port d'**Ouessant** (Finistère), les quais ont été gravement endommagés ; à **Molène**, tous les terrains situés à l'ouest de l'île ont été ravagés par les vagues ; au **Conquet**, digues et cales ont été submergées. D'énormes blocs de rochers ont été enlevés par la mer et obstruent les chemins de côte jusqu'à la pointe Saint-Mathieu (La Dépêche de Brest, 11/01/1924).

Au **Pouldu** (Clohars-Carnouët, Finistère), la mer est montée jusqu'à la Poste auxiliaire et à la maison Cochennec, (actuelle Maison Marie Henry ; soit une pénétration de l'ordre de 140 m par rapport au rivage, Ndlr). Elle a atteint le premier étage de la villa des Mouettes située sur l'extrémité Est des rochers. Une partie de la dune côté Est de l'hôtel Marrec a été emportée (L'Echo de Bretagne, 11/01/1924).

Aux **Sables d'Olonne** (Vendée), la partie cimentée du Remblai (Boulevard du littoral, Ndlr) a été arrachée en de nombreux endroits. Sur le littoral vendéen, on rapporte que des dunes de sable non protégées ont reculé jusqu'à 8 m de leur ligne primitive.

A **l'île d'Yeu**, plus de 500 m² de maçonnerie ont été arrachés par la mer au musoir de la jetée N-W de Port-Joinville.

A **Soulac-sur-Mer** (Gironde), la poussée de la mer contre les dunes a eu pour conséquence de dégarnir les fondations de trois chalets bâtis au bord de la plage et qui sont gravement menacés.

A la **Pointe de Grave**, l'eau s'est étendue jusqu'à la voie ferrée.

A **Mimizan** (Landes), la voie du chemin de fer Mimizan-Bourg / Mimizan-les-Bains a été sectionnée sur 50 mètres et l'établissement de bains ainsi que la gare ont été envahis par l'eau.

2.2.10 SYNTHÈSE SUR LES SUBMERSIONS CONSECUTIVES A LA TEMPÊTE DU 9 JANVIER 1924

2.2.10.1 Synthèse générale

Cette forte tempête, déjà bien établie au large avant le 9 janvier, a affecté toute la côte de l'Atlantique et de la Manche. Nous devons noter ici la conjonction entre l'arrivée du centre dépressionnaire et la marée haute à fort coefficient (97).

Plusieurs TRI ont été fortement affectés par une submersion marine de grande ampleur : TRI : Quimper Finistère Sud, littoral vendéen et Charentais, Arcachon... ; (Illustration 19 à Illustration 21). A Penmarch par exemple, la mer a pénétré, profondément dans les terres (3 km) occasionnant des hauteurs de submersion métriques à pluri-métriques. Certaines zones hors TRI ont-elles aussi été touchées. Les dégâts ont concerné aussi bien les structures portuaires, le bâti, le réseau ferré que les digues. Des érosions notamment des côtes sableuses et des affouillements ont été constatés à maintes reprises. La synthèse des données sur la tempête de 1924 est présentée dans le Tableau 6 et le Tableau 7 en annexe.

2.2.10.2 Données de marée et de surcote lors de la tempête du 9 janvier 1924

A partir des informations contenues dans les documents historiques et du calcul des marées et hauteur d'eau de Pleine Mer (logiciel SHOMAR © SHOM), il est possible de fournir des indications sur les surcotes et les niveaux maximum survenus lors de cette tempête. Pour le 9 Janvier 1924 SHOMAR donne un coefficient de marée de 97 le matin et de 94 l'après-midi.

D'après M. Bresson (Annales de Géographie, 1924), le 9 janvier, « *la marée devait avoir pour coefficient 95, ayant atteint la veille le coefficient 100. Le niveau a en réalité dépassé les plus hautes mers d'équinoxe. A Penmarch, on prévoyait 4,4 m (les marées d'équinoxe atteignant 5 m. 50). Le 9 janvier entre 4 heures et 6 heures du matin, on note au flot et à l'étale de haute-mer un excédent de 1,9 m à 2,1 m, et l'on signale des vagues de 7 à 8 m.* »

Pour **Penmarch** (port de rattachement Le Guilvinec), la valeur de surcote donné par Bresson (1924) est de l'ordre de 2m pour une hauteur de pleine mer de 4,4m. Or, la pleine mer du matin était à 5h27 et à 17h49 l'après-midi, et les hauteurs correspondantes de 5,41m le matin et de 5,05 m l'après-midi (calculé par SHOMAR). La hauteur de pleine mer (PM) du matin calculé par SHOMAR (5,41 m) est de 1m supérieure à celle donnée par M. Bresson (1924). La différence de valeur d'évaluation de la Pleine Mer peut s'expliquer soit par une erreur de transcription de la hauteur de la PM (et dans ce cas la surcoté ne serait plus que de **1,1m** ; 6,5 m – 5,41m) soit par une modification du zéro hydrographique local et dans ce cas la valeur de surcote **de 2m** serait à conserver.

A **Belle-Ile** et à **Quiberon**, d'après les données historiques, le paroxysme atteint son plein effet à 5 h 30 avec un excédent vraisemblable de **2,3 m** sur les grandes marées d'équinoxe. A Belle-

Ile (Le Palais), la pleine mer du matin était à 5h23, chronologie en accord avec le témoignage précédent, la hauteur prédite à la PM est de 5,31 m (SHOMAR) ce qui donnerait un niveau d'eau de **7,61 m**.

« A **Saint-Nazaire** : le marégraphe a marqué la cote de 6 m 20 alors que la marée ne devait pas dépasser 5 m 50 » (La Croix, 11/01/1924). A Saint-Nazaire, la surcote aurait d'après ce texte été de 0,7 m. Les hauteurs d'eau de Pleine Mer (PM) calculées avec SHOMAR donne respectivement 6,02 m et 5,66 m entre le matin et l'après-midi. Le texte historique utilise donc la hauteur de la marée du soir comme référence. Si l'on prend la valeur calculée, nous obtenons une valeur de surcote de 0,54 m.

Aux **Sables-d'Olonne**, d'après les sources historiques, la hauteur de la marée « normale » auraient été dépassée de 1,5 m ce qui ajouté aux 5,4 m de la Pleine Mer du matin donnerait une hauteur maximale du niveau d'eau de 6,9 m le matin et ajouté aux 5,02 m de la PM de l'après-midi donnerait une hauteur de 6,5 m.

Une synthèse des données sur les surcotes est fournie dans le Tableau 2. Les valeurs obtenues sont comprise entre 0,4m et 2,3m selon les localités

Localité	Hauteur marée calculée (matin / soir)	Surcote observée source historique (m)	Surcote calculée (m)	Hauteur mesurée (m)	Hauteur calculée (matin / soir ; m)	Surcote « validée » (m)
Penmarch	5,41 / 5,05	2,1	1,1	-	6,5 / 6,15	1,1 ou 2
Saint-Nazaire	6,02 / 5,66	-	0,2 / 0,54	6,2	- / 6,2	0,54
Sables-d'Olonne	5,4 / 5,02	1,5	-	-	6,9 / 6,5	1,5
Belle-Ile / Quiberon	5,31 / 4,94	2,3	-	-	7,61 / 7,24	2,3
Arcachon	4,53 / 4,2	1,5	-	-	6,0 / 5,7	1,5

Tableau 2 : Tableau des surcotes lors de la tempête du 9 janvier 1924

3 FAÇADE MARITIME MANCHE ET ATLANTIQUE

3.1 TEMPÊTE DU 22 OCTOBRE 1820

3.1.1 RESUME DES CARACTERISTIQUES

3.1.1.1 Présentation générale

La tempête du 22 octobre 1820 se caractérise par un vent très violent de secteur W affectant à la fois les côtes de l'Atlantique et de la Manche. En mer comme à l'approche des côtes, cet épisode venteux fut la cause de nombreux naufrages (Audoin V., 1832). En effet, alors qu'entre les années 1817 et 1828 la moyenne des sinistres maritimes s'établit à 88, cette valeur atteint 109 dans la seule année 1820.

Plus tôt dans cette même année 1820, une violente tempête avait déjà affecté les côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la Mer du Nord dans la nuit du 2 au 3 mars 1820.

La tempête du mois d'octobre 1820, débuta d'abord par un fort vent qui se mit à souffler dès le 15 octobre ; celui-ci devint extrêmement violent dans la journée du 22. Les coefficients de marée furent forts le matin et l'après-midi du 22 octobre 1820 : ils atteignent 109 (SHOMAR © SHOM).

Comme en témoignent de nombreux récits, la force du vent fut responsable d'une quantité infinie de naufrages et de dommages de toute nature le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique en particulier. De Bayonne à La Rochelle, de Brest à Roscoff, de Granville à Fécamp, partout il n'est question que de sinistres (Illustration 22).

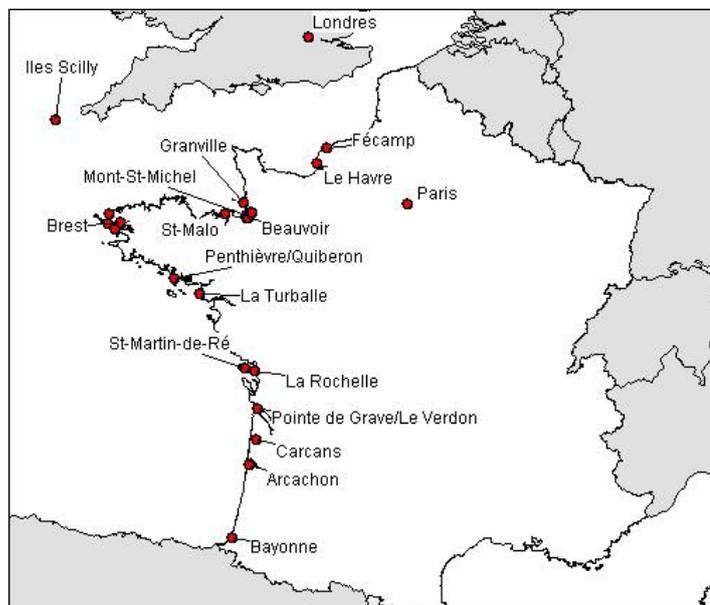


Illustration 22 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 22 octobre 1820 sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)

3.1.1.2 Données météorologiques de la tempête du 22 octobre 1820

De manière à identifier les conditions météorologiques responsables de la tempête du 22 octobre 1820, les relevés ci-dessous indiquent successivement pour Paris (Illustration 23, Illustration 24, Illustration 25 et Illustration 26) et Londres (Illustration 27) les conditions de pression atmosphérique et de direction du vent (Tableau 3).

Les relevés ci-dessous présentent les observations météorologiques faites à l'Observatoire de Paris pour les journées du 21 au 23 Octobre 1820 (d'après le Journal de Paris des 21, 22 et 23 octobre 1820).

OBSERVATIONS Météorologiques faites à l'Observatoire royal, le 21 Octobre 1820	ÉPOQUES DU JOUR.	THERMOMETRE		BAROMETRE		VENT.	ETAT DU CIEL.
		CENTIGRADE.	RÉAUM.	MÉTRIQUE.	ANCIEN.		
	A 8 h. 3/4 du mat.	5,1 au-dessus de 0	4° 9	35 mill., 26 1/2 p.	6 4/10	Q. S. O.	Nuageux.
	A midi.....	12 5 au-dessus de 0	10 0	48 mill., 28 1/2 p.	7 7/8	S. O.	Quelques éclaircies.
	A 3 h. du soir.....	12 5 au-dessus de 0	10 0	48 mill., 28 1/2 p.	8,00	Idem.	Nuageux.

Illustration 23 : Observations météorologiques à l'Observatoire de Paris pour la journée du 21 octobre 1820

OBSERVATIONS Météorologiques faites à l'Observatoire royal, le 22 Octobre 1820.	ÉPOQUES DU JOUR.	THERMOMETRE		BAROMETRE		VENT.	ETAT DU CIEL.
		CENTIGRADE.	RÉAUM.	MÉTRIQUE.	ANCIEN.		
	A 6 h. 3/4 du mat.	3,1 au-dessus de 0	2° 5	49 mill., 30 1/2 p.	8 2/10	S. S. O.	Légers nuages.
	A midi.....	9,8 au-dessus de 0	7° 8	44 mill., 27 p.	5,86	S. très-fort.	Couvert.
	A 3 h. du soir.....	8 8 au-dessus de 0	7° 0	37 mill., 27 p.	3,00	Idem.	Pluie abondante.

Illustration 24 : Observations météorologiques à l'Observatoire de Paris pour la journée du 22 octobre 1820

OBSERVATIONS Météorologiques faites à l'Observatoire royal, le 23 Octobre 1820.	ÉPOQUES DU JOUR.	THERMOMETRE		BAROMETRE		VENT.	ETAT DU CIEL.
		CENTIGRADE.	RÉAUM.	MÉTRIQUE.	ANCIEN.		
	A 6 h. 3/4 du mat.	7,8 au-dessus de 0	6° 6	38 mill., 27 p.	8 4/10	O. S. O.	Nuageux.
	A midi.....	11 5 au-dessus de 0	9° 2	42 mill., 28 1/2 p.	5,16	O. N. O.	Idem.
	A 3 h. du soir.....	11 3 au-dessus de 0	9° 0	43 mill., 30 1/2 p.	5,56	Ouest.	Idem.

Illustration 25 : Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Paris pour la journée du 23 octobre 1820

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES							FAITES A L'OBSERVATOIRE ROYAL DE PARIS.			
JOURS.	THERMOMÈTRE			BAROMÈTRE			HYGROMÈTRE A MIDI.	VENTS.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHERE.	
	EXTÉRIEUR, CENTIGRADE.			MÉTRIQUE.						
	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	A 9 HEUR.	A MIDI.	A 3 HEUR.				
1	+ 13,30	+ 8,00	+ 19,50	761,53	761,54	762,59			Couv., br., quelq. éclairc., pl. à 2 h., à 7 h. beau apr.	
2	+ 14,60	+ 6,75	+ 14,60	769,10	769,50	768,99			Id., très-nuageux, pl. à 3 h., nuageux après.	
3	+ 13,75	+ 6,75	+ 15,00	769,17	768,83	768,39			Lég. vap., id., beau ciel.	
4	+ 13,25	+ 5,75	+ 11,00	766,51	766,54	765,30			Id., quelq. nuag., id.	
5	+ 14,10	+ 6,00	+ 15,00	761,62	762,15	762,16			Nuageux, id., id.	
6	+ 17,80	+ 5,00	+ 15,00	761,52	760,95	760,50			Beau ciel, brouil., beau ciel, id.	
7	+ 17,25	+ 6,00	+ 15,75	760,52	759,20	758,52			Id., nuageux, id.	
8	+ 18,00	+ 7,25	+ 18,43	760,48	759,45	759,41			Brouillard épais, id., lég. vap.	
9	+ 12,25	+ 7,00	+ 12,40	760,95	760,39	759,78			Couv., brouillard, très-nuageux, couv., brouillard.	
10	+ 15,25	+ 7,00	+ 12,25	759,09	758,57	758,81			Id., nuageux, beau ciel.	
11	+ 14,25	+ 5,90	+ 12,00	759,77	759,55	755,54			Id., brouil., beau ciel, id.	
12	+ 13,40	+ 4,60	+ 14,10	757,15	757,17	757,29			Nuageux, brouil., très-nuageux, couv.	
13	+ 12,50	+ 7,50	+ 12,50	758,34	757,99	757,19			Id., brouil., couv., id.	
14	+ 15,50	+ 3,75	+ 12,30	752,54	750,04	747,74			Lég. nuages, ciel voilé, pl. abond.	
15	+ 19,00	+ 14,00	+ 18,00	741,09	739,94	743,26			Couv., et pl. à 9 h., pl. nuageux.	
16	+ 15,25	+ 9,50	+ 13,23	744,50	743,72	745,26			Nuageux, id., pl. par interv.	
17	+ 14,75	+ 9,25	+ 14,75	759,79	758,55	757,55			Couv., id., id.	
18	+ 15,00	+ 7,25	+ 15,30	754,80	754,27	754,17			Nuageux, couv., nuageux, pl. à 5 h.	
19	+ 12,75	+ 8,25	+ 14,00	742,84	744,14	744,68			Couv. pl. par interv., pl. dans la nuit.	
20	+ 13,10	+ 7,50	+ 12,10	757,20	759,15	758,11			Couv., nuageux, id.	
21	+ 12,50	+ 6,10	+ 12,00	744,11	745,56	746,90			Nuageux, quelq. éclaircies, id.	
22	+ 10,00	+ 5,00	+ 9,70	749,49	742,52	755,62			Lég. nuag., couv., pl. abond.	
23	+ 11,50	+ 7,75	+ 11,00	758,54	749,54	741,85			Très-nuageux, nuageux, couv., pl. depuis 11 h.	
24	+ 13,10	+ 8,25	+ 15,10	754,48	750,71	753,58			Pl., très-nuageux, forte averse, tonn., grêle.	
25	+ 11,25	+ 5,55	+ 11,00	756,71	758,65	759,69			Nuageux, couv., nuageux, quelq. g. d'eau.	
26	+ 10,00	+ 5,00	+ 9,70	747,84	745,50	742,10			Id. et lég. brouil., id. et brouil., pl. par int.	
27	+ 12,25	+ 8,50	+ 12,25	744,45	744,68	744,94			S-O fort. Nuageux, id., id.	
28	+ 11,00	+ 5,10	+ 10,10	750,24	754,68	754,42			Id., id., couv. par interv.	
29	+ 10,00	+ 6,25	+ 10,00	751,07	748,56	745,93			Couv., brouil., couv., pl. par interv.	
30	+ 8,75	+ 3,75	+ 8,50	742,55	739,82	750,75			Brouil. épais, id. et brouil., couv., brouil.	
31	+ 10,25	+ 7,00	+ 10,75	749,40	744,11	747,54			Couv., brouil., nuageux, pl. fine.	
Moy.	+ 13,47	+ 6,75	+ 14,72	751,12	751,17	749,62				

Illustration 26 : Tableau récapitulatif des observations météorologiques faites à Paris pour le mois d'octobre 1820 (d'après Journal de Médecine, 1821)

1820.	Wind.	By Clock.		Temp.		T. No. 2.	Evap.	Hygr. 2 & 6.	Rain. &c.	
		Max.	Min.	Max.	Min.					
10th mo. Oct. 1	NW	30-40	30-10	58°	41°	60°	40°	—	61	
2	NW	30-50	30-40	58	46	61	43	—	65	
3	NE	30-58	30-50	58	34	61	33	—	62	
4	NE	30-53	30-37	58	44			—	53	5
5	E	30-37	30-23	60	45			—	62	
6	E	30-23	30-18	61	40	64	43	56	61	
7	NE	30-18	30-13	62	40	63	42	—	72	
8	NE	30-22	30-17	60	40	60	39	—	57	
9	NE	30-23	30-12	53	43	53	45	—	58	
10	N	30-12	29-05	52	44	55	44	—	69	4
11	N	30-02	29-03	53	37	55	37	—	64	
12	N	30-02	30-00	54	25	55	28	—	58	
13	SW	30-00	29-80	52	38	55	40	40	78	2
14	SE	29-80	28-80	61	48	62	48	—	61	11
15	S	29-10	28-80	62	44	63	41	—	63	15
16	SW	29-10	28-68	52	44	55	44	—	61	21
17	SW	29-00	28-68	56	41	58	38	—	63	
18	W	29-25	29-00	54	41	58	39	—	68	3
19	NW	29-20	28-73	51	41	53	40	—	63	20
20	W	29-52	28-97	53	36	56	35	—	61	13
21	NW	29-52	28-52	54	34	54	31	55	70	2
22	SW	29-10	28-52	52	43	52	41	—	67	48
23	NW	29-10	28-52	54	43	55	41	—	66	9
24	SW	28-00	28-52	52	40	52	38	—	68	35
25	NW	29-37	28-87	52	37	53	33	—	72	
26	S	29-20	28-87	53	42	51	43	—	69	22
27	SW	29-48	29-10	54	39			—	68	5
28	NW	29-67	29-10	50	37	55	34	50	66	
29	S	29-60	29-10	48	37	50	33	—	60	15
30	SW	29-60	29-20	53	32	55	29	—	73	
31	SE	29-50	29-16	49	42	50	43	11	78	
		30-58	28-52	62	25			2-12		2-30

NOTES.—Tenth Mo. 1—8. Fine. 9, 10. Cloudy. 11, 12. Fine. 13. Hoar frost: cloudy. 14—16. Showery: a little hail: very tempestuous night, with frequent showers. 19. Cloudy. 20. Cloudy: a shower of hail at 2, p.m. 21. Foggy morning: cloudy day: stormy, wet night. 22. Stormy, with rain and sleet. 23—25. Cloudy. 27. Showers: cloudy. 28. Cloudy. 29. Rainy. 30. Fine. 31. Cloudy.

Illustration 27 : Tableau récapitulatif des observations météorologiques faites à Londres pour le mois d'octobre 1820 (d'après Howard, 1833)

Direction des vents dans la journée du 22 octobre 1820									
Heure	Paris	Londres (UK)	La Rochelle	Le Havre	Quiberon	St-Malo	Roscoff	Penzance (UK)	Granville
Le matin	Sud-sud-ouest	Sud-ouest	Ouest	Sud-Est	Sud-ouest		Sud-ouest	Ouest-sud-ouest	Sud-ouest
L'après-midi	Sud-sud-ouest "très fort"		Ouest-sud-ouest	Sud-ouest à Ouest		Nord-ouest	Ouest-nord-ouest	Nord-ouest	Nord-ouest

Tableau 3 : Relevé de la direction des vents le 22 Octobre 1820 (d'après sources historiques)

3.1.2 TRI LE HAVRE

Au **Havre**, on atteste ne pas se souvenir d'un temps aussi mauvais depuis trois semaines : « On dirait que la tempête est en permanence (...). Les nouvelles de la mer sont affreuses, on ne rencontre que des débris, que des bâtiments en détresse, d'autres entre deux eaux (Journal de Paris, 29/10/1820). » Au port, « la mer a enlevé les remblais en galets qui protègent jetée et digue ; on évalue leur quantité à 5000 m³ ». (Journal de Paris, 01/11/1820).

3.1.3 TRI SAINT-MALO BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL

Le Territoire à Risques Importants d'Inondation (TRI), désigné « St-Malo-Baie du Mont-Saint-Michel » inclut un certain nombre de communes du littoral (Illustration 28).

A **Saint-Malo**, on témoigne que le « *Dimanche 22, un ouragan terrible a éclaté ; que le vent N-O. a tellement gonflé la marée du soir que les lames ont causé des dégâts considérables* » (Le Constitutionnel, 31/10/1820). En particulier, des murs et parties de murailles des chaussées ont été endommagés (Bulletin de Commerce, 9 novembre 1820).

Lors de la tempête du 22 octobre 1820, la mer, poussée par un vent puissant, submergea des terres dans la baie du Mont-Saint-Michel. Voici à ce sujet ce que rapporte la presse : « *La tempête a causé les plus grands ravages dans la baie du Mont-Saint-Michel : la marée était si haute, la mer si furieuse qu'elle a surpassé toutes les digues des communes d'**Huisnes**, d'**Ardevon**, du **Mont-Saint-Michel** et de **Beauvoir**, etc. Les unes sont entièrement détruites, d'autres rompues. La généralité des terrains est submergée...* » (Journal de Paris, 04/11/1820)

Suivant une autre source, « *Le même ouragan s'est fait sentir au Mont-Saint-Michel de la manière la plus désolante. Les principales digues de la baie ont été rompues ; la mer est entrée de toutes parts dans les terrains enclos ; (...). Les pertes sont énormes et grand nombre de particuliers sont ruinés.* » (Journal de Rouen, 09/11/1820)

N.B. : les terrains de la commune du Mont-Saint-Michel dont il est fait état ici sont ceux qui forment une enclave sur le continent ; ils sont situés rive gauche du Couesnon.

« A Beauvoir, les digues qui garantissent le territoire de cette commune ont été enlevées et renversées sur tous les points. Les dommages sont évalués à plus de 300 000 francs », indique-t-on. (Journal général de médecine, 1821).

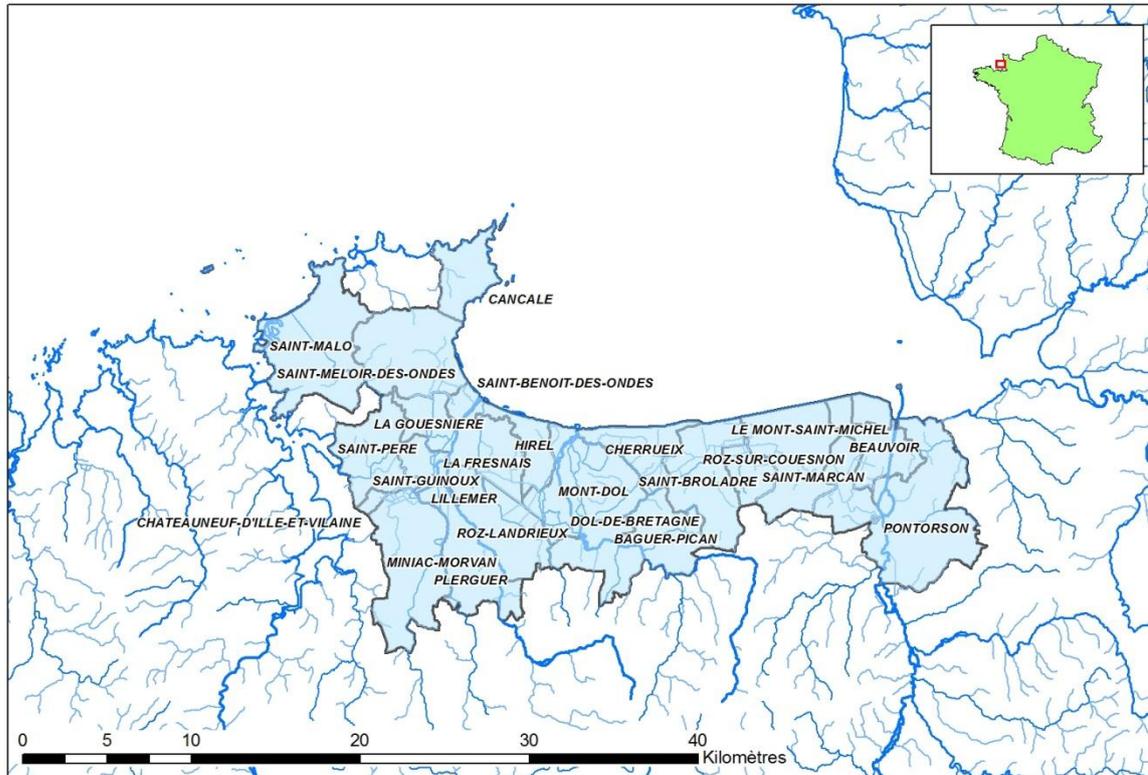


Illustration 28 : Les communes constituant le TRI « Saint-Malo-Baie du Mont-Saint-Michel »
Identification des communes inondées le 22 octobre 1820 : Beauvoir, Huisnes, Ardevon et Enclave du Mont-Saint-Michel

3.1.4 TRI LA ROCHELLE – ÎLE DE RÉ

Voici ce qu'on rapporte de **La Rochelle** (Charente-Maritime) : « Le 22, lendemain de la pleine lune, sur les trois heures du soir, une tempête effroyable, et telle qu'on ne se ressouvient pas d'en avoir jamais vu, a éclaté sur cet arrondissement, et y a répandu l'effroi. La mer a monté d'une hauteur effrayante, et a couvert quantité de terres dont la majeure partie était emblavée. Elle a entraîné avec elle le sel qui était sur les bosses. Le vent qui soufflait avec violence de la partie de O et O.S.O., a occasionné sur mer le naufrage de beaucoup de navires et la mort de plusieurs individus... (Bulletin de Commerce, 4 novembre 1820). »

A **Saint-Martin-de Ré**, on indique que « dans l'île, plusieurs digues ont été rompues et une infinité de marais salants ont été entièrement détruits. » (Journal des Débats, 30/10/1820)

3.1.5 HORS TRI

A **Granville** (Manche), la situation n'est pas meilleure : « *Une tempête des plus violentes s'est fait sentir à Granville. Depuis quelques jours, les vents soufflaient avec force du sud-ouest au nord-ouest, lorsque le 22, entre onze heures et midi, l'ouragan se déclara ; la mer était basse alors, et les toitures des maisons furent seules endommagées ; mais sur les quatre heures, le vent ayant passé subitement du sud-ouest au nord-ouest, souleva les vagues de la mer avec une telle violence, que le quai de Hérelle, récemment construit et qui avait coûté près de 16,000 Fr., fut emporté dans presque toute sa longueur. D'autres quais appartenant soit à des particuliers ou au gouvernement, ont été arrachés jusqu'aux fondations.* » (Ministère de l'Intérieur, Paris, 1822). Ces faits sont confirmés par l'Administration (Journal de Rouen, 09/11/1820). *L'eau a pénétré dans une grande quantité de maisons et de magasins. La rue Saint-Gand, un des quartiers les plus peuplés de la ville, est menacé de disparaître. Le peu de navires qui étaient dans le port ont été jetés les uns sur les autres.* »

De même apprend-t-on que trente-trois salines des communes de **Vains** et de **Marcey-les-Grèves** (Manche) ont été entièrement submergées (Journal de Paris, 29/10/1820). Ces salines sont situées le long du cours de la Sée, à l'ouest d'Avranches.

Plus à l'est, à **Fécamp** (Seine-Maritime), « *les estacades du port ont été brisées, des brèches se sont créées et des moellons de granit de la jetée en construction ont été enlevés* », indique-t-on (Frissard 1820).

« *On a appris que toutes les côtes de l'Angleterre étaient couvertes de navires naufragés* » rapporte-t-on du Havre. A la pointe occidentale de la Cornouaille britannique, un témoin oculaire indique que la tempête du 22 octobre 1820 fut épouvantable (*dreadful*) aux îles Scilly (Bulletin du Commerce, 1^{er} novembre 1820) ; que des maisons faillirent être inondées, qu'un navire de vingt tonnes fut mis en pièces à St-Mary's Harbour. De Yarmouth, Penzance et autres lieux de Cornwall, les *Nouvelles de mer* (Journal des Débats, 01/11/1820) ne sont consacrées qu'à la perte de navires sur les côtes britanniques.

A Carcans, Arcachon et à la Pointe de Grave (Gironde), à Quiberon (Morbihan), à La Turballe (Loire-Atlantique), à l'île Tudy, à Brest, à Camaret, au Conquet (Finistère), nombreux sont les récits de naufrages.

3.1.6 SYNTHÈSE SUR LES SUBMERSIONS CONSECUTIVES A LA TEMPÊTE DU 22 OCTOBRE 1820

La tempête du 22 octobre 1820 se caractérise par un vent très violent de secteur W affectant à la fois les côtes de l'Atlantique et de la Manche.

Cette tempête s'est produite alors que le coefficient de marée était important (109).

De nombreux TRI ont enregistré des dégâts et d'importantes submersions marines au cours de l'événement. Les TRI du Havre, de Saint-Malo, de la Rochelle-Ile-de-Ré ont été touchés. Des zones hors TRI ont-elles aussi été affectées avec des dégâts et des submersions à Granville, Fécamp, secteur d'Avranches etc.

Une recherche plus approfondie permettrait probablement de restituer plus finement les événements qui se sont produits et de compléter la liste des communes et des TRI qui ont été affectés. Les documents de cette époque sont moins précis et descriptifs que ceux de la fin du

XIX^{ème} siècle et du début du XX^{ème} siècle ce qui rend la « quantification » et la cartographie plus délicate.

La synthèse des données sur la tempête de 1820 est fournie dans le Tableau 8 en annexe.

3.2 TEMPETE DU 28 OCTOBRE 1909 (MANCHE)

3.2.1 RESUME DES CARACTERISTIQUES

3.2.1.1 Présentation générale

Qualifiée tantôt de « cyclone » tantôt d'ouragan dans les textes historiques, la tempête du 28 octobre 1909 a eu des effets destructeurs sur les côtes de la Manche. De Dunkerque à Saint-Brieuc, des vents violents de Nord à Nord-Est combinés à de fort coefficient de marée (103 et 108 le 28/10/1909) causèrent des dommages conséquents sur le littoral (Illustration 29), en particulier dans le Cotentin (Cherbourg, Barfleur), en Basse Normandie (Isigny, Grandcamp) et en Bretagne (marais de Dol, St-Malo).

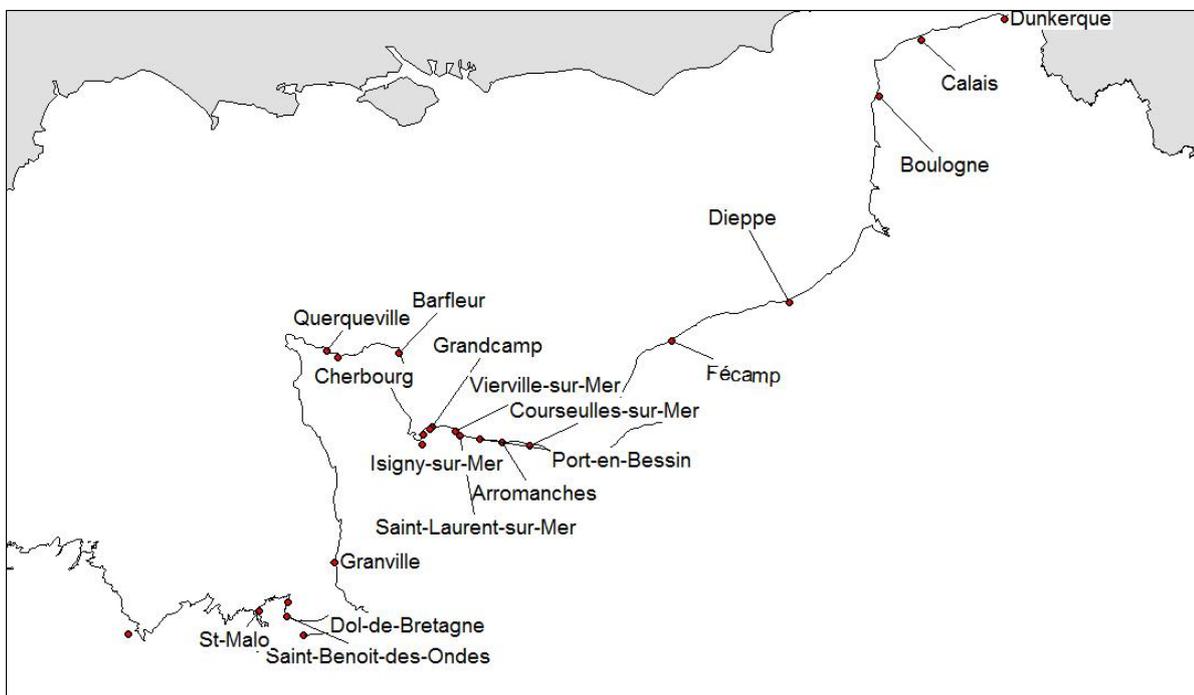


Illustration 29 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 28 octobre 1909 sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)

3.2.1.2 Données météorologiques de la tempête du 28 octobre 1909

Voici ce qu'indique le bulletin de l'Observatoire de Paris pour la journée du 28 octobre 1909 : « la situation atmosphérique reste troublée sur tout l'ouest de l'Europe par la dépression signalée depuis deux jours et dont le centre se tient ce matin près de Nantes (740 mm soit 986 hPa) ; des minima barométriques secondaires se trouvent sur les Pays-Bas (748 mm soit 997 hPa) et le golfe du Lion (750 mm soit 999 hPa). A Paris, nous avons 747,7 mm (996 hPa). Le vent a tourné au Nord-est sur nos côtes de la Manche ; il est très fort au Cotentin et à la pointe de la Bretagne. (...) Pluies : On a recueilli 32 mm d'eau à Cherbourg, 27 à Belle-Ile, 26 à Calais ... La mer est généralement grosse ou très houleuse. (La Croix, 29/10/1909).

Les cartes isobariques (Illustration 30 et Illustration 31) montrent clairement le déplacement du centre de la dépression du Golfe de Gascogne vers la Manche entre le 27 et le 28 Octobre 1909.

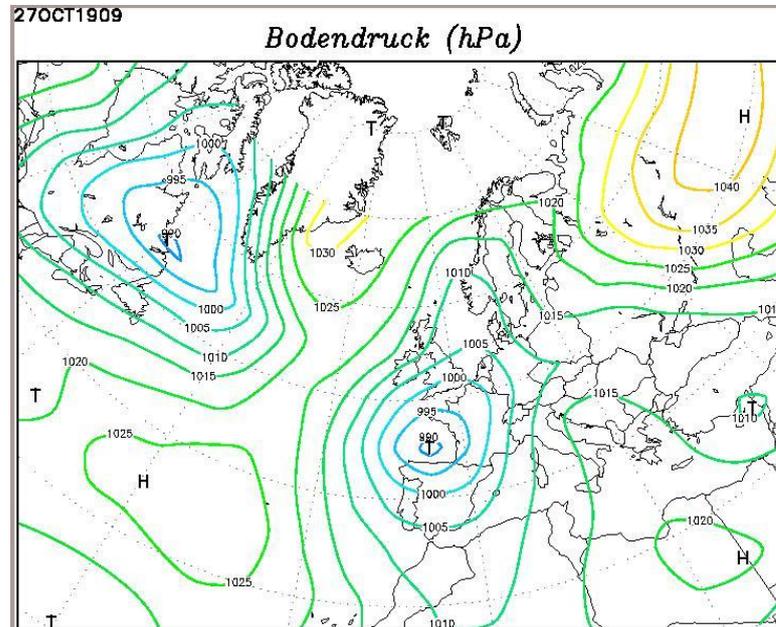


Illustration 30 : carte des isobares du 27 octobre 1909 (source : wetterzentrale.de)

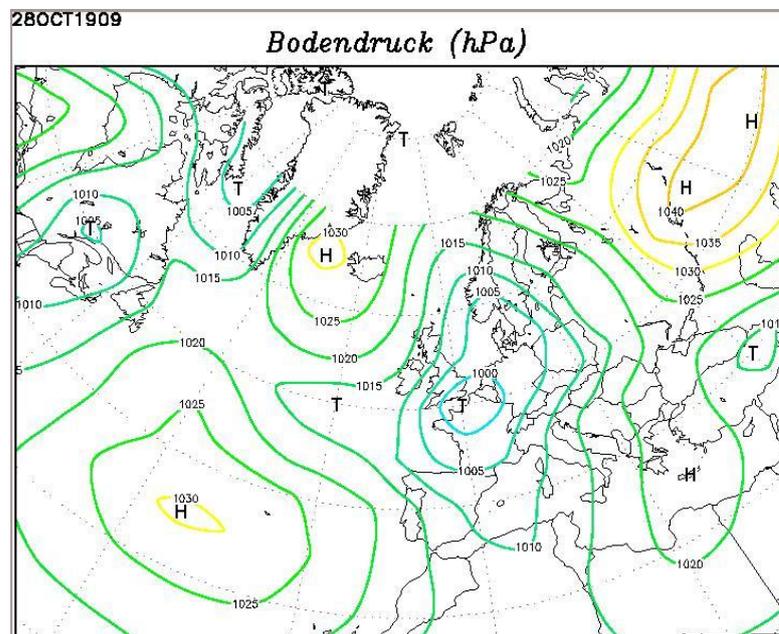


Illustration 31 : carte des isobares du 28 octobre 1909 (source : wetterzentrale.de)

3.2.2 TRI SAINT-MALO – BAIE DU MONT SAINT-MICHEL

A **Saint-Malo** (Ille-et-Vilaine), « Une tempête d'une violence inouïe s'est abattue sur Saint-Malo. Les vents soufflaient du nord-est, soulevant la mer par vagues énormes. Hier soir, pendant deux heures, au moment de la grande marée, la mer a causé de grands ravages. D'énormes vagues dont certaines atteignaient trente mètres de hauteur, déferlaient par-dessus les remparts, le casino et les hôtels, pour retomber en trombe sur la ville. La place Chateaubriand, pourtant abritée par les remparts et une rangée de maisons, fut transformée en un vaste lac. La mer débordant par les portes St-Thomas et St-Vincent, se répandait dans les rues avoisinantes, inondant toutes les caves. On notait par endroit une hauteur d'eau de cinquante centimètres. Mais c'est surtout sur le Sillon que les dégâts sont importants. (Journal de Rouen, 31/10/1909). « Le sillon était disparu sous une nappe d'eau sans cesse renouvelée et les flots se déversaient sur les quais en bassin et dans le bassin par les petites rues transversales » (L'Ouest-Eclair, 30/10/1909). Les caves ont été inondées. Un groupe de maisons en planches situées entre les rues des Poulieurs et du Progrès ont été éventrées par les lames (La Croix, 31/10/1909). Les escaliers descendant sur la grève ont été arrachés et transportés à une centaine de mètres. Des pierres énormes de la digue ont été déplacées (Le Petit Parisien, 30/10/1909).

Ces informations permettent de proposer une reconstitution cartographique de la submersion à Saint-Malo (Illustration 32 et Illustration 33). On y remarque notamment la submersion du quartier du sillon avec un écoulement du Nord vers le Sud qui a permis une remontée du plan d'eau du bassin portuaire puis une propagation de la submersion par l'arrière de la ville via les Portes St-Thomas et St-Vincent. Les zones périphériques du bassin ayant probablement été en partie inondées. Il est possible que la zone basse localisée à l'Est du bassin ait elle-aussi été inondée. Il faut noter que la configuration de la zone portuaire de Saint-Malo a évolué entre la date de la submersion et aujourd'hui, tout comme l'occupation du sol de la zone basse à l'Est du bassin (Illustration 33).

A **Dol-de-Bretagne** (Ille-et-Vilaine), la tempête a démoli en grande partie sur près de 30 km de la digue qui protège les marais ; la mer a envahi les polders, une grande partie du bétail a été noyé.

A **Saint-Benoit-des-Ondes**, la mer est entrée dans les maisons, certaines ont été complètement submergées (La Croix, 31/10/1909). Des ruptures de digues sont aussi signalées (L'Ouest-Eclair, 30/10/1909) entraînant l'inondation de vastes zones cultivées et de pâturages.

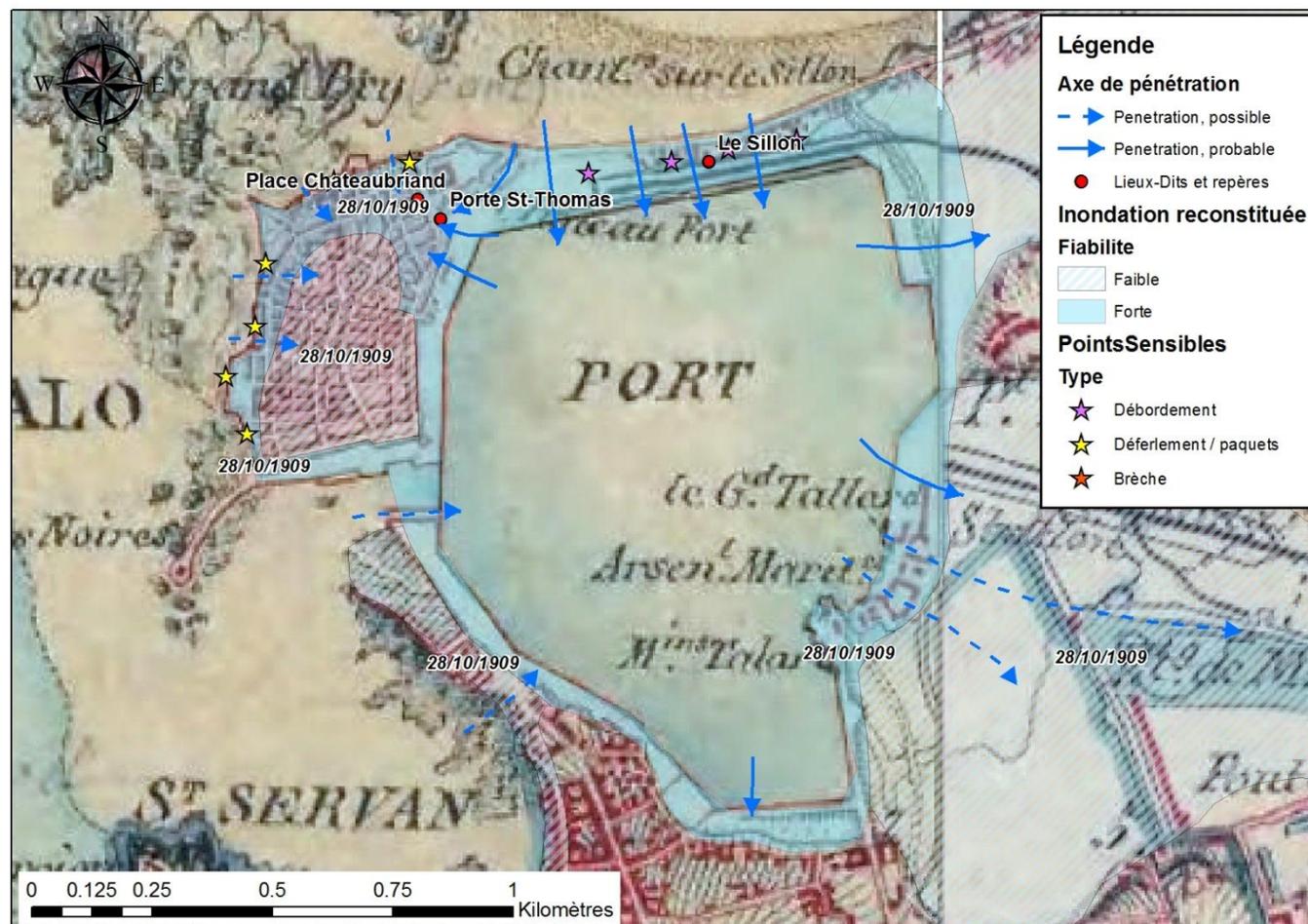


Illustration 32 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major de la submersion marine survenue à Saint-Malo le 28 octobre 1909

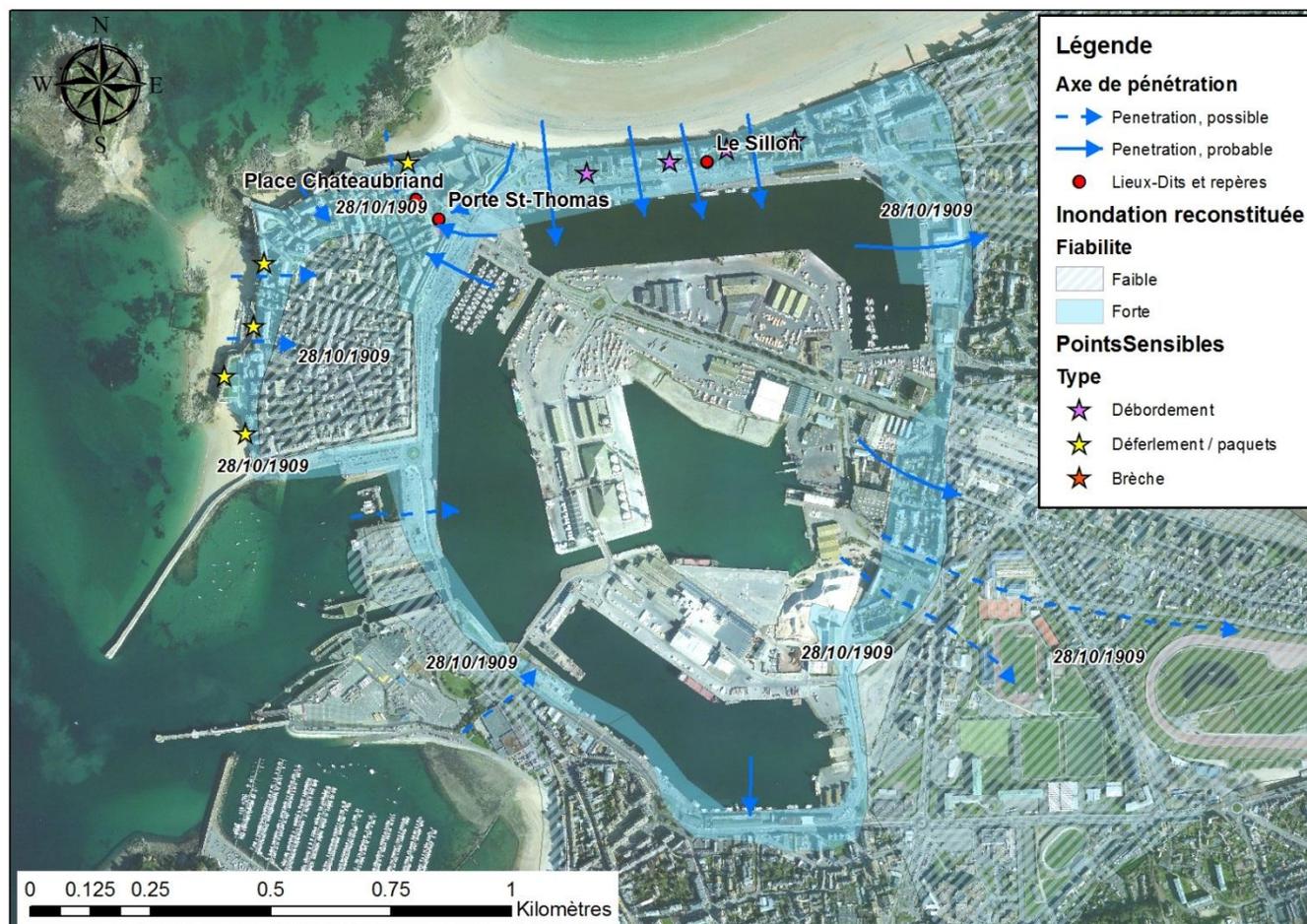


Illustration 33 : Reconstitution sur fond d'image satellite actuelle de la submersion marine survenue à Saint-Malo le 28 octobre 1909

3.2.3 TRI CHERBOURG-OCTEVILLE

« Ce n'est pas une tempête ordinaire qui, pendant 48 heures, a sévi sur Cherbourg et ses environs, c'est une véritable tornade » affirme *Cherbourg-Eclair*. Les forts vents et les très fortes pluies coïncidaient malheureusement avec la grande marée dont le coefficient était de 111. A l'heure de la pleine mer, ce fut un véritable désastre en ville, notamment dans les bas quartiers et dans les maisons riveraines de Trottebec et de la Divette. C'est surtout devant la terrasse du Casino et les habitations situées entre les rues du Rivage et de Tourville que la mer a causé le plus de dégâts (*Cherbourg-Eclair*, 29/10/1909). Par un vent violent du nord, et une pluie diluvienne, les prairies bordant le boulevard Maritime (Illustration 35) ont été envahies par la mer. Le glacis du boulevard Maritime est complètement détruit sur une longueur de cent mètres. La terrasse du Casino, récemment construite en pierres et en ciment a été démolie en partie. En ville, tout le quartier du Roule a été inondé par la crue de la Divette et du Trottebec. La place de la Divette a été complètement submergée (*Le Petit Parisien* 30/10/1909 ; *Journal de Rouen*, 31/10/1909).

Les informations recueillies ont permis de réaliser une esquisse cartographique des zones submergées (Illustration 37 et Illustration 38). L'importante évolution des aménagements côtiers et portuaires à Cherbourg et le développement urbain puis l'évolution du bâti urbain suite aux destructions lors de la seconde guerre mondiale ne facilite pas la spatialisation des informations. L'occurrence d'un événement semblable à celui de 1909 n'aurait de ce fait pas les mêmes conséquences s'il se produisait aujourd'hui. Certains quartiers en 1909 ont très clairement subi des inondations d'origine mixte (marine et fluviale) comme ceux proches du Trottebec et de la Divette ou le quartier du Roule.

A **Querqueville, Nacqueville, Urville, Landemer**, les villas de la côte (Illustration 36) ont été sérieusement éprouvées et ont subi d'importants dégâts (*Cherbourg-Eclair*, 30/10/1909) tandis qu'à Querqueville, l'eau a envahi les champs et a menacé la route nationale (*Le Petit Journal*, 31/10/1909).

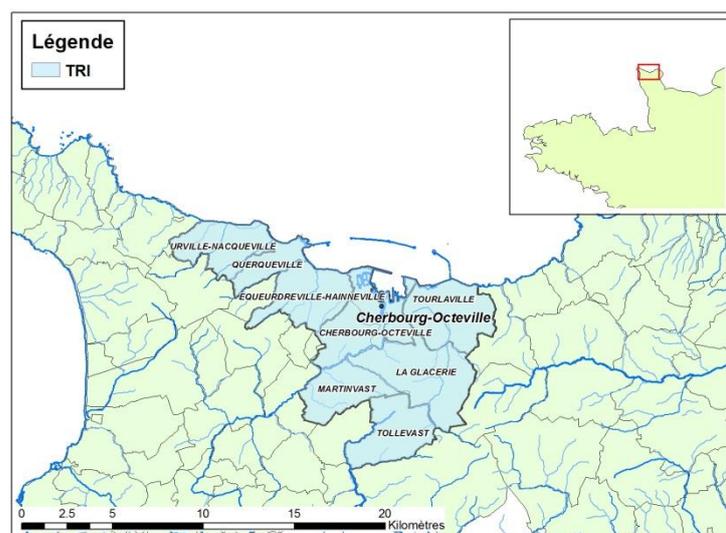


Illustration 34 : Carte et communes du TRI « Cherbourg-Octeville » (DGPR, 2012)

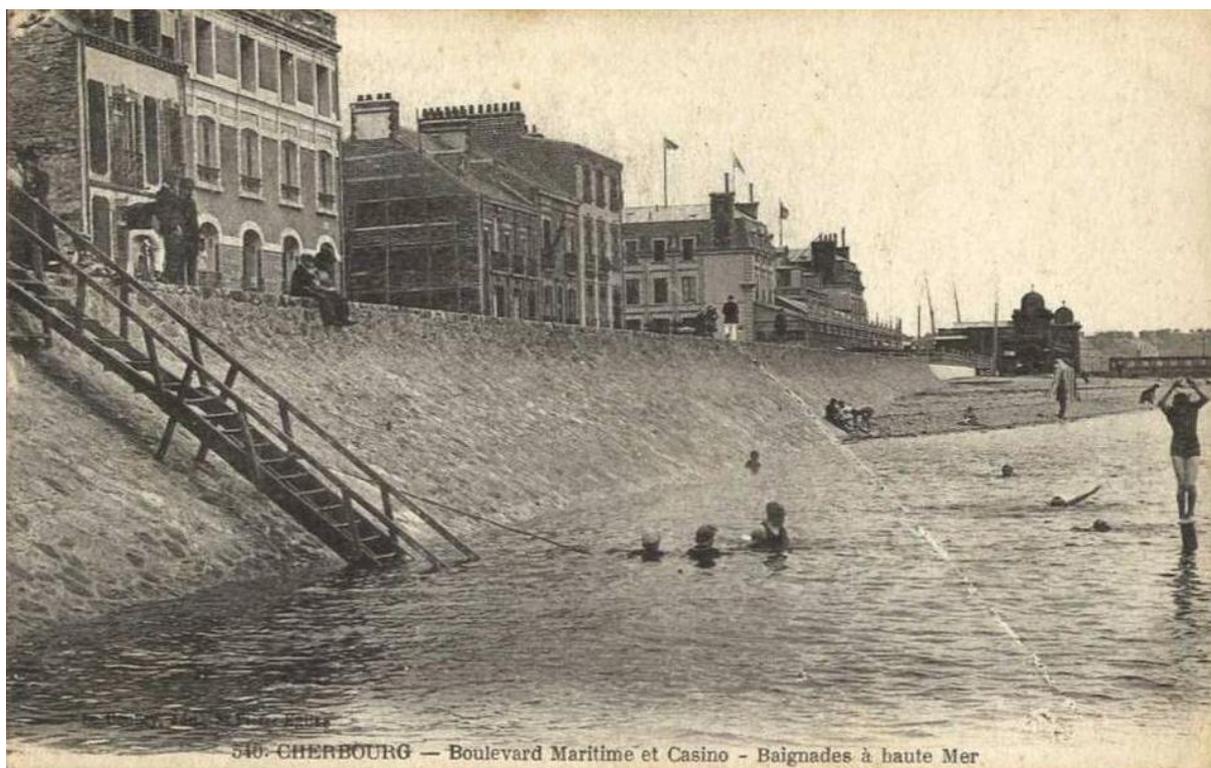


Illustration 35: Cherbourg, le Boulevard Maritime et le Casino (second plan, à droite) seront inondés lors de la tempête du 28 octobre 1909 (cliché DR)

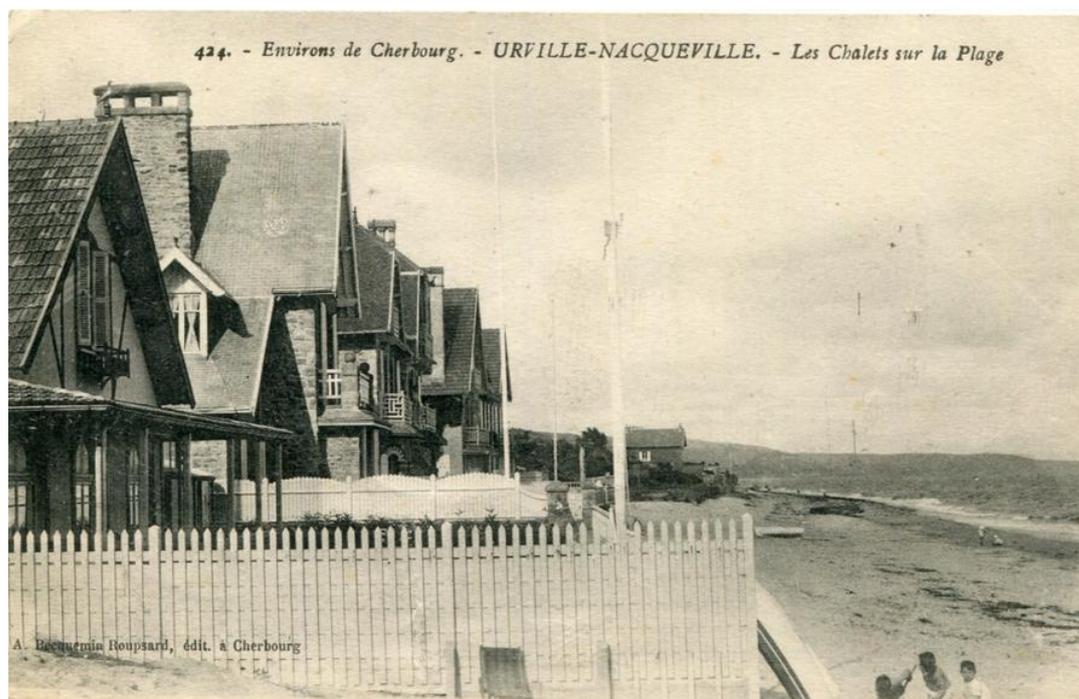


Illustration 36 : A 9 km à l'Ouest de Cherbourg, les villas de Urville-Nacqueville situées sur la plage seront endommagées par la tempête du 28 octobre 1909 (cliché DR)

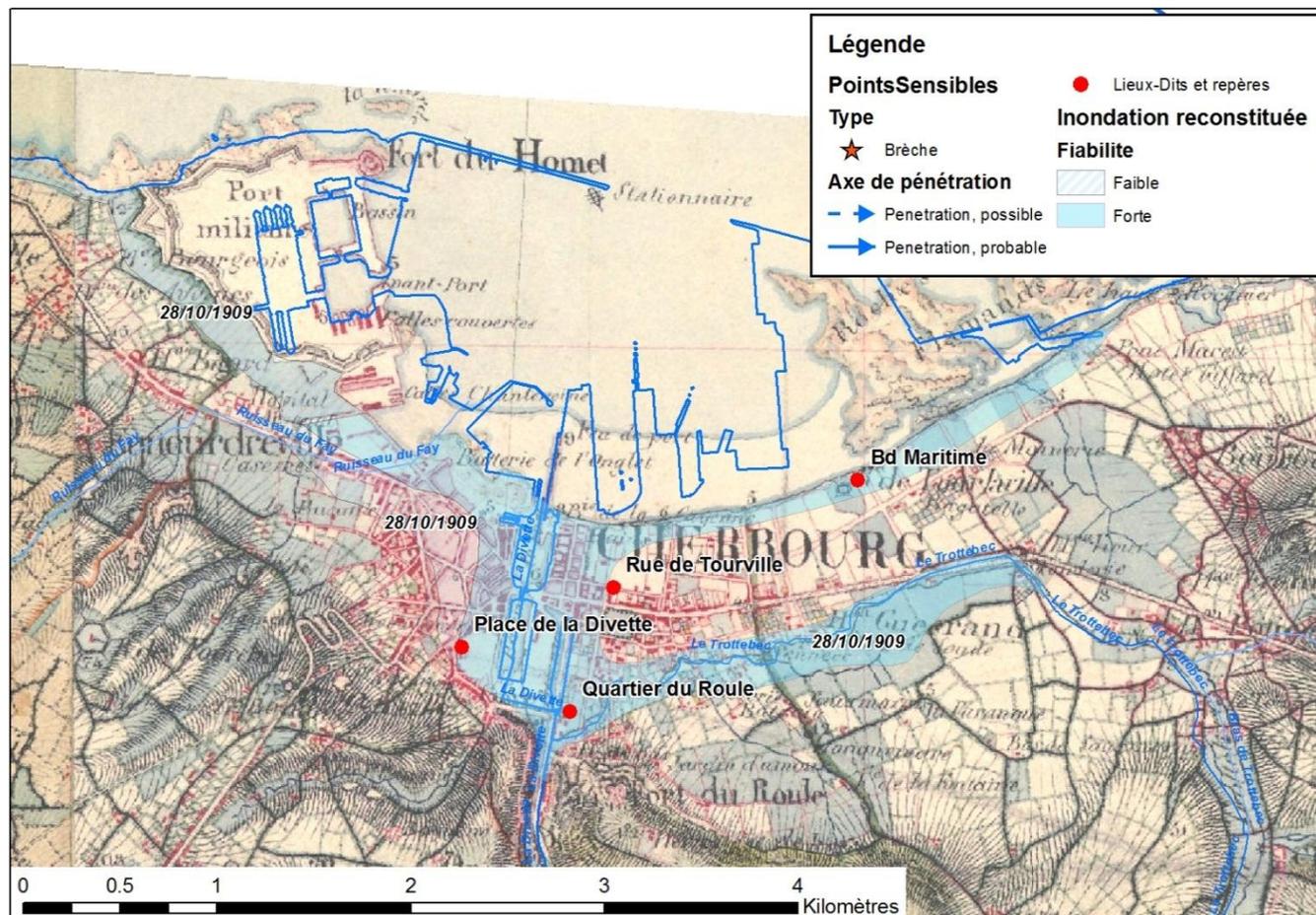


Illustration 37 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major de la submersion marine survenue à Cherbourg le 28 octobre 1909
A noter l'important développement des remblais portuaires (limite bleue) par rapport à la situation à la fin du XIXème. Les points de couleur rouge sont des repères de submersion

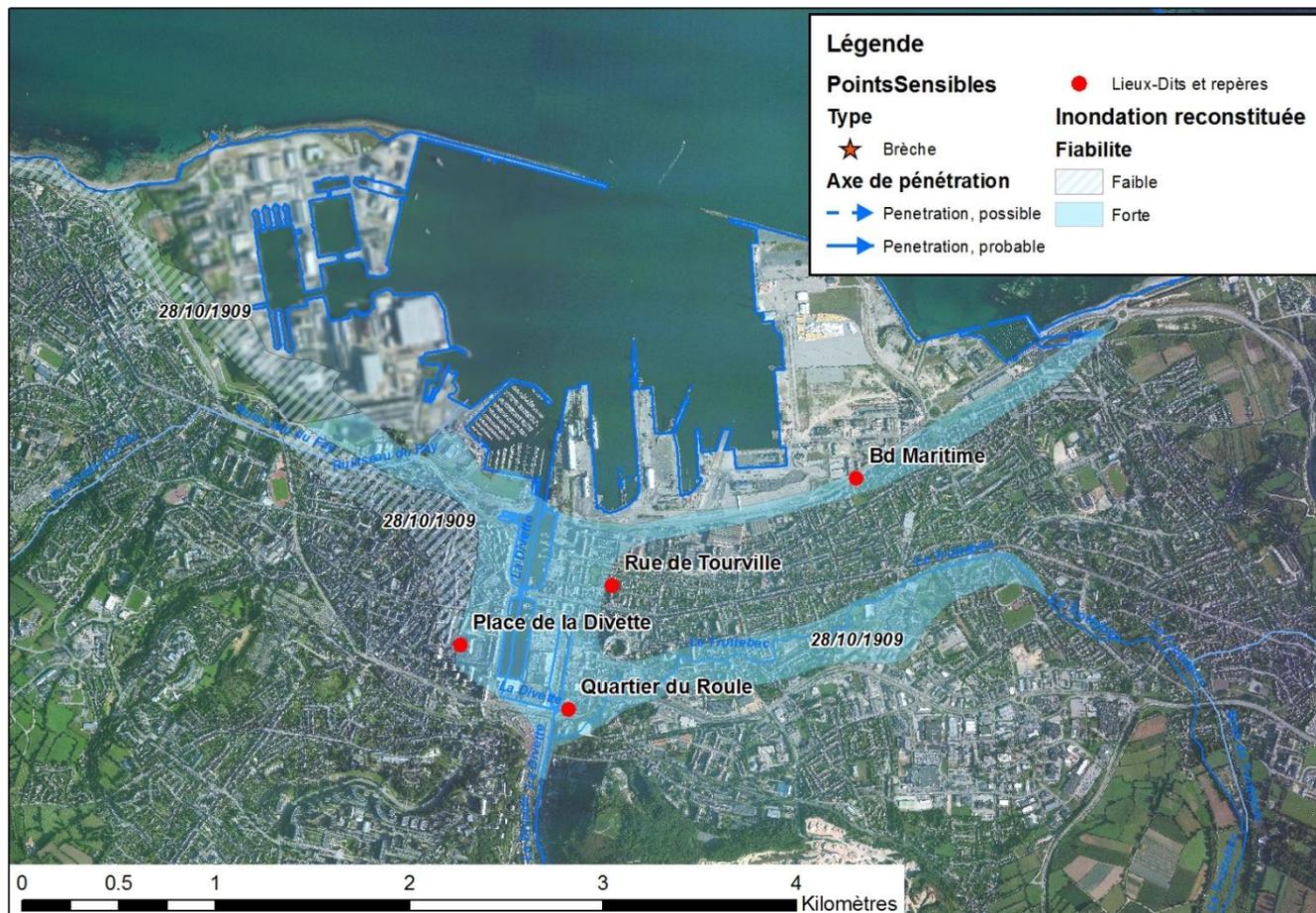


Illustration 38 : Reconstitution sur fond d'image satellite actuelle de la submersion marine survenue à Cherbourg le 28 octobre 1909

3.2.4 HORS TRI

3.2.4.1 Dans le Cotentin

A **Granville** (Manche), la jetée a été rasée par la violence des coups de mer ; elle était construite en granit. (La Croix, 31/10/1909).

A **Barfleur** (Manche), le déferlement des vagues a occasionné des dégâts importants dans la digue maçonnée (Illustration 39, Illustration 40, Illustration 41), créant une brèche importante (Illustration 42). Une submersion consécutive s'est propagée dans les terres sur plusieurs centaines de mètres (Illustration 39) en passant de part et d'autre de la voie de chemin de fer (aujourd'hui reconverte en route). Des dégâts sont à noter dans le bâti tout comme l'apport de débris divers (Illustration 40).

Les informations recueillies et notamment les cartes postales ont permis de fournir une cartographie de la submersion (Illustration 43). Les destructions de la digue par le déferlement des vagues ont permis la pénétration de la mer dans les zones basses situées en arrière. L'épaisseur, la hauteur, la qualité de construction de la digue (moellons maçonnés) comme la largeur de la brèche indiquent que l'énergie des vagues était très importante (Illustration 42). A noter également les érosions qui se sont produites de part et d'autres de la digue lors de la tempête.

Le niveau d'eau devait être important car la voie ferrée de l'époque a été submergée comme le prouve la présence d'eau de part et d'autre du remblai (Illustration 39) et n'a pu arrêter la propagation de l'eau. La surface d'inondation de la poche située au NW de Barfleur est de l'ordre de 15ha.

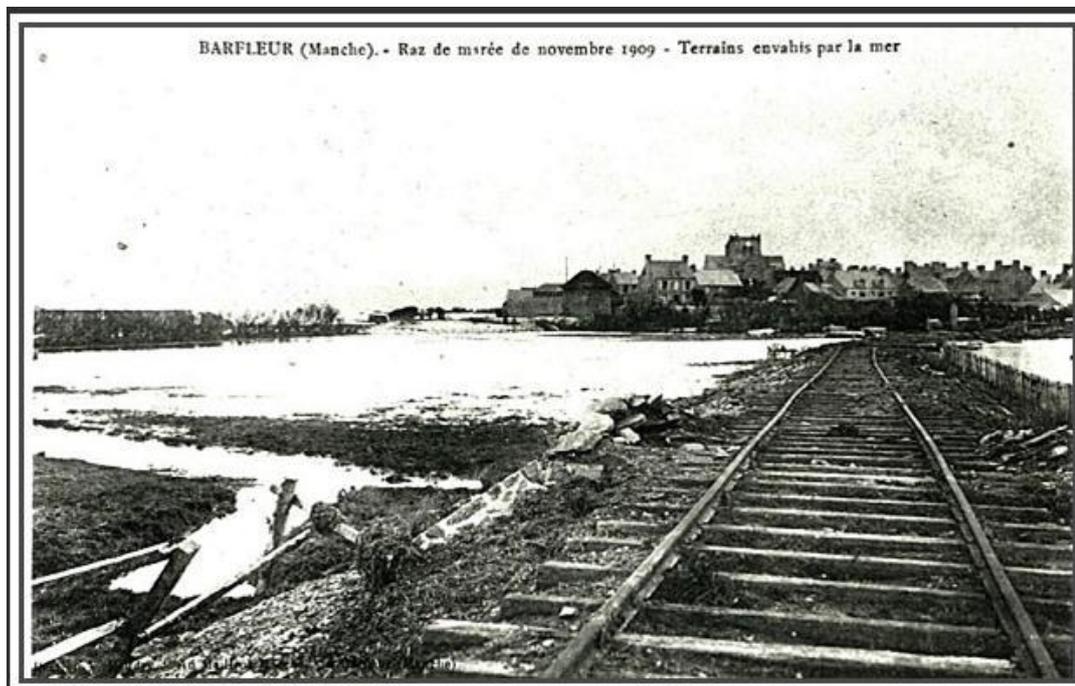


Illustration 39: Inondation de part et d'autre de la voie de chemin de fer à Barfleur suite à la tempête du 28 octobre 1909 ; sur la gauche, la digue éventrée. (cliché DR)



Illustration 40 : Barfleur (Manche) après la tempête du 28 octobre 1909. Au premier plan, la digue écroulée ; à gauche de la maison principale, un bateau échoué. (cliché DR)



Illustration 41 : Alentours du Moulin de Barfleur inondé lors de la submersion du 28/10/2009 (cliché DR)



Illustration 42 : Digue maçonnée de Barfleur avant 1909 (haut) et après la tempête du 28 octobre 1909 (cliché DR)

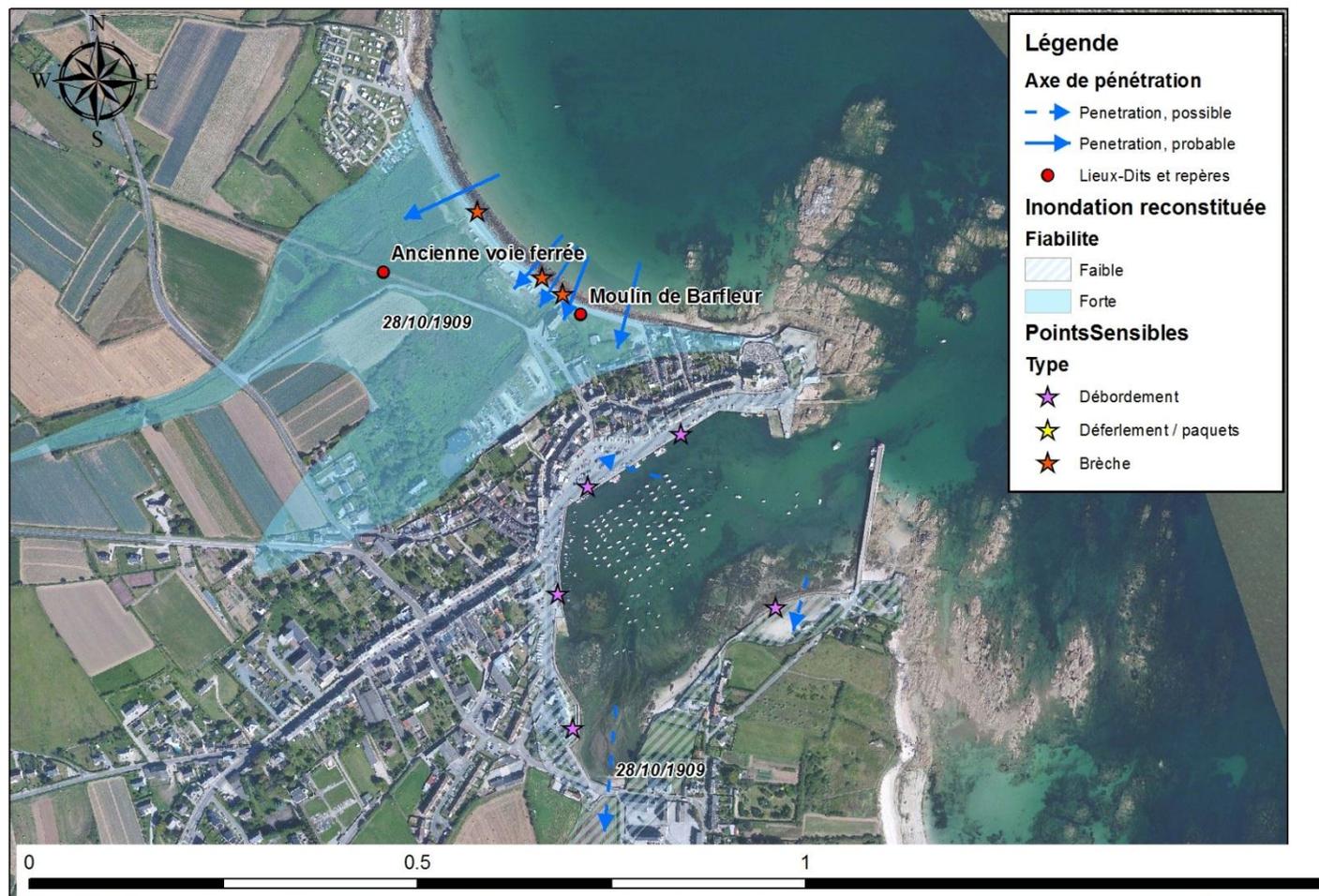


Illustration 43 : Reconstitution de la submersion marine survenue à Barfleur le 28 octobre 1909 sur fond d'image satellite actuelle

3.2.4.2 En Basse Normandie

« Sur le territoire des communes de **Géfosse, Fontenay et Maisy** (Calvados), la mer s'est avancée à l'intérieur des terres, ravageant toutes les prairies et noyant tous les bestiaux laissés au pacage. On ne peut évaluer le nombre de brebis qui ont péri. Mais il doit être élevé par suite de la rupture de la digue entre Grandcamp et Becqueville. Les marais ont été submergés. Le chemin côtier qui va de Vierville à Saint-Laurent-sur-Mer a été enlevé en plusieurs endroits sur des distances de 50 à 60 mètres. Partout s'étend une épaisse couche de galets d'au moins 25 centimètres ». (Le Courrier breton, 7/11/1909).

A **Grandcamp** (Calvados), les dégâts matériels sont considérables. Plus d'une trentaine de barques sur trente-huit que contenait le port ont été coulées. Une partie de la jetée a été emportée. Les villas ont été envahies par l'eau. Des dégâts importants sont aussi à noter sur les maisons en façade de mer, dégâts probablement dus au déferlement des vagues et à la projection d'objets et de bateaux sur ces structures. La mer est venue jusque dans les rues comme en témoigne la présence de bateaux (La Croix, 31/10/1909) (Illustration 45 à Illustration 49). Toute la contrée entre Grandcamp et Isigny, Maisy et Géfosse-Fontenay est sous l'eau sur une largeur de 1500 mètres (Le Petit Parisien, 30/10/1909). A Grandcamp, la mer s'est avancée jusqu'à 1600 mètres à l'intérieur des terres. Deux digues ont été complètement détruites (Le Matin, 30/10/1909).

Les informations recueillies ont permis de proposer une reconstitution cartographique de la submersion survenue le 28 octobre 1909. (Illustration 50 et Illustration 51). Cette cartographie, reportée sur la carte d'Etat-Major et sur une image satellite actuelle, montre d'Est en Ouest :

- Une poche d'inondation de grande surface (140 ha environ) entre le rivage et Criqueville dont la limite se situerait aux alentours de 1600 m du rivage ce qui est concordant avec les informations historiques. La pénétration de la mer s'y serait effectuée à la faveur de l'embouchure du Ruisseau de la Fontaine au lieu-dit Le Port du Havre sûrement à la suite d'une des ruptures de digue signalée dans les documents de l'époque,
- que dans la zone de Grandcamp la pénétration de la mer a été relativement faible mais que ce sont les déferlements des vagues contre les ouvrages et les maisons qui ont causé le plus de dégâts,
- que plus l'on s'éloigne de Grandcamp en direction de l'Ouest plus la pénétration de la mer dans les terres est importante et peut effectivement atteindre 1500m dans le cas d'une topographie favorable. Les surfaces de terres agricoles inondées ont dû être très importantes et représentent en moyenne 60 ha par kilomètre de côte affecté par la submersion.



Illustration 44 : Dégâts sur les villas en façade de mer et apport de galets lors de la submersion marine du 28 octobre 1909 à Grandcamp (Calvados, cliché DR).



Illustration 45: Grandcamp (Calvados), barques transportées dans une rue lors de la submersion marine du 28 octobre 1909 (cliché DR)



Illustration 46 : Dégâts dans la villa « Emeraude » à Grandcamp lors de la submersion du 28 octobre 1909 (cliché DR)



Illustration 47 : Dégâts dans la villa de front de mer « Stella Maris » à Grandcamp lors de la submersion du 28 octobre 1909 (cliché DR)



Illustration 48 : Destruction de murs de maisons d'habitation à Grandcamps lors de la submersion du 28 octobre 1909 (cliché DR)

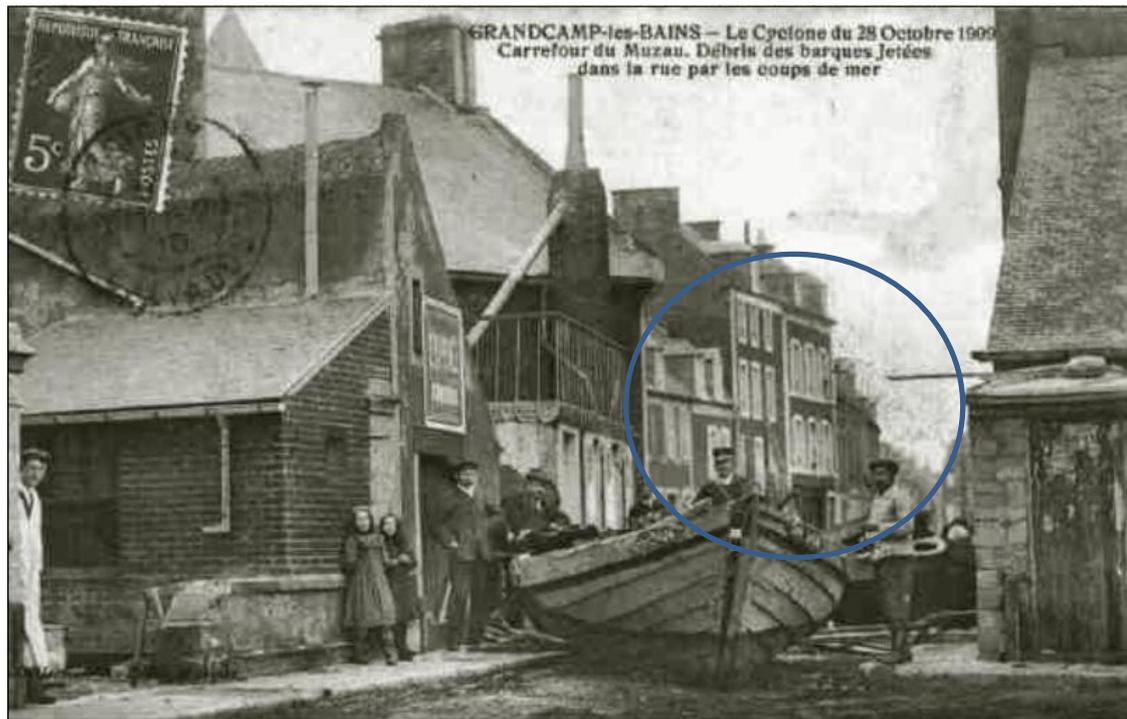


Illustration 49 : Grandcamp (Calvados): Carrefour des Muzau lors de la submersion marine du 28 octobre 1909 (photo du haut) et aujourd'hui (photo du bas, google streetview)

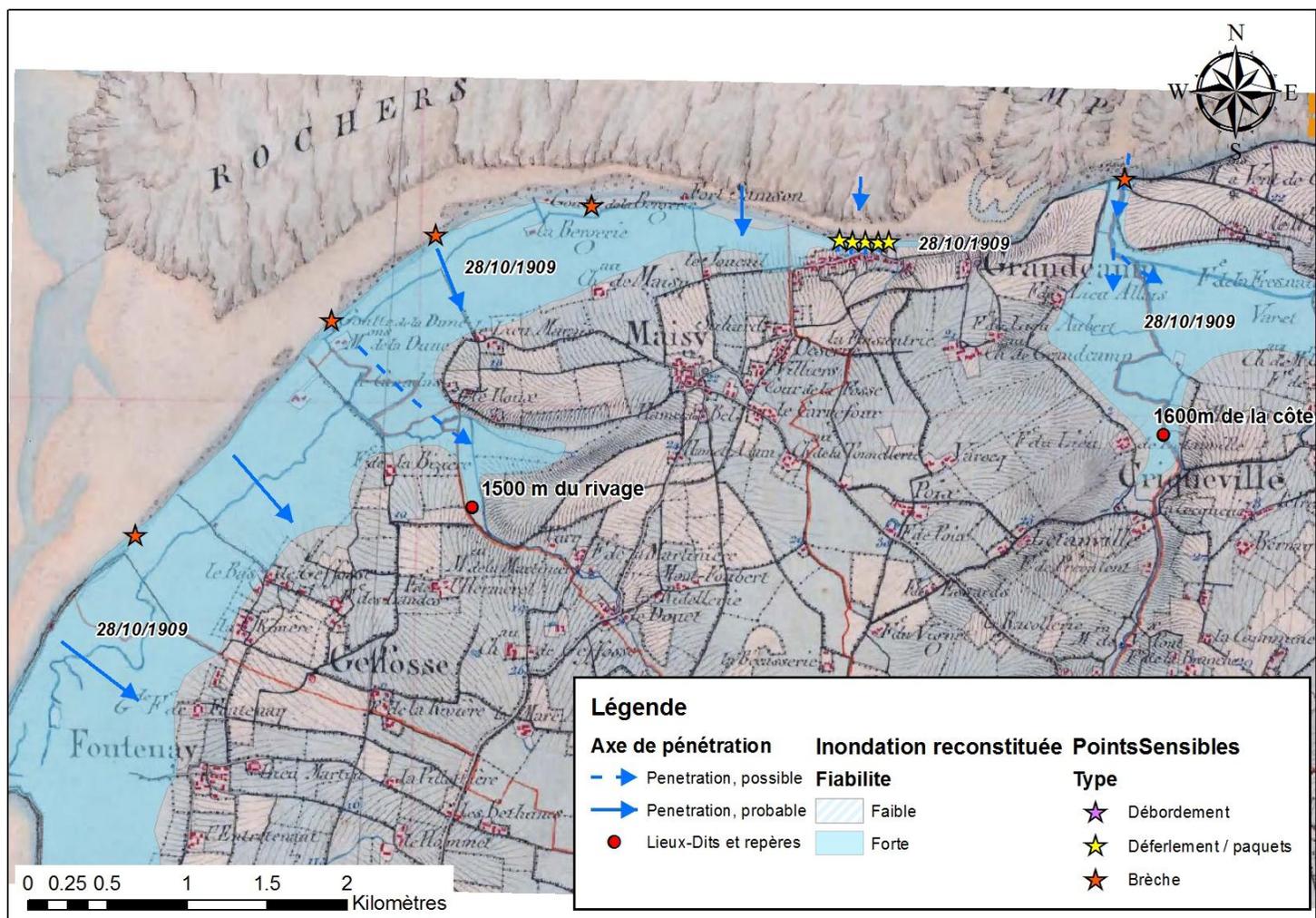


Illustration 50 : Reconstitution sur fond de carte d'Etat Major (1866) de la submersion du 28/10/1909, secteur de Grandcamp-Maisy (Calvados)

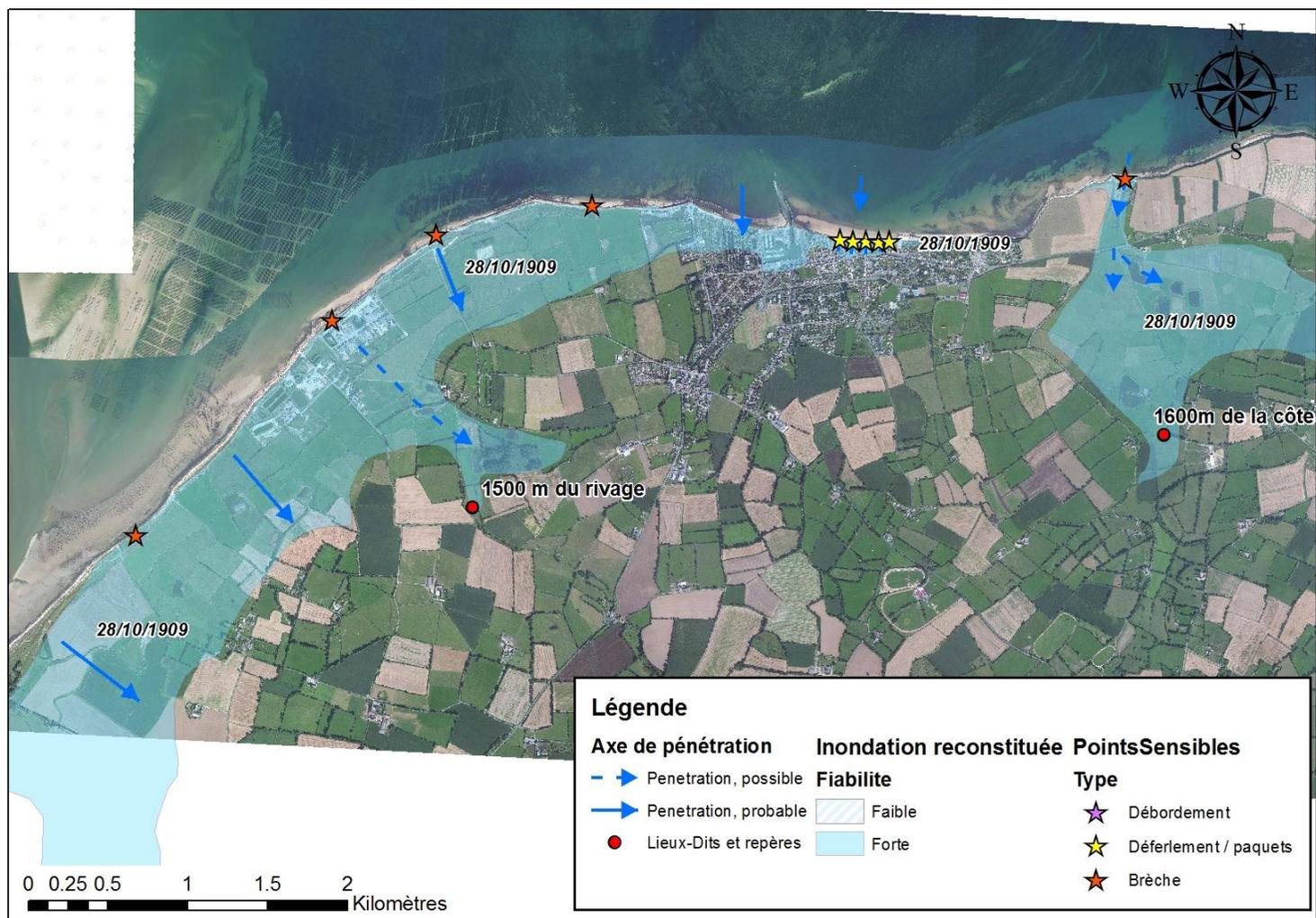


Illustration 51 : Reconstitution de la submersion du 28/10/1909 secteur de Grandcamp-Maisy (Calvados) sur fond d'image satellite

La comparaison entre la carte d'Etat-major et la carte topographique actuelle ou avec les images satellites récentes montre que le village de Grandcamp s'est considérablement développé depuis 1909 notamment au niveau du front de mer et en direction de l'Ouest. On peut penser que l'occurrence d'un événement de type 1909 aurait aujourd'hui des conséquences beaucoup plus importantes en terme de dégâts (Illustration 52).



Illustration 52 : Evolution de l'urbanisation de la commune de Grandcamp-Maisy entre la fin du XIXème et aujourd'hui

L'enveloppe bleue correspond à l'extension de la submersion d'octobre 1909

A **Carentan** (Manche), la digue de protection contre les marées, sous la poussée des eaux, a été rompue sur une longueur de deux mille cinq cents mètres et l'eau s'est répandue sur plus de soixante kilomètres carrés (Le Matin, 3/11/1909).

Dans le département du Calvados, à **Isigny**, « *...la tempête a fait rage. C'était grande marée de 111. Le vent soufflant de la côte, jeta des paquets de mer sur toute la largeur du quai ; la rue de Paris fut inondée, au point qu'on n'y pouvait passer à pied. Les bateaux amarrés dans le canal furent soulevés jusque sur le quai* » (Cherbourg-Eclair, 2/11/1909).

A la suite de la tempête, une crue de deux mètres cinquante s'est déclarée dans la **Vire** et les eaux ont débordé dans les prairies voisines. Il apparaît que sur ce secteur la phase de submersion marine et l'inondation fluviale n'ont pas été complètement synchrones.

A **Arromanches**, une partie de la digue a été arrachée.

A **Port-en-Bessin**, les maisons situées sur les quais ont été sérieusement endommagées (Journal de Rouen, 30/10/1909). Le parapet de la digue ouest constitué de blocs de granit de cinq à six tonnes chacun, a été enlevé sur une longueur de cent mètres.

3.2.5 SYNTHÈSE SUR LES SUBMERSIONS CONSECUTIVES A LA TEMPETE DU 28 OCTOBRE 1909

La tempête du 28 octobre 1909 a engendré de nombreux dégâts et des submersions marines parfois importantes sur la façade de la Manche (Tableau 9 en annexe). Elles se sont produites lors de forts coefficients de marée le matin (103) et l'après-midi (108).

Ces submersions ont concerné de façon significative les TRI de « Saint-Malo-Baie du Mont-Saint-Michel » et de « Cherbourg-Octeville » mais aussi d'autres secteurs hors TRI comme Barfleur ou Grandcamp-Maisy.

Les hauteurs de submersion ont été couramment de 1m et dans certains secteurs ont semble-t-il atteint au moins 1,5m. Les extensions de ces submersions sont bien évidemment variables en fonction du contexte topographique. Dans certains secteurs elles ont pu atteindre 1500 m par rapport à la côte (Géfosse, Grandcamp), (Illustration 51), de l'ordre de 300m à 600m comme à Barfleur et à Quercqueville ou être plus limitées mais impliquer des zones urbaines comme à Saint-Malo (Illustration 33) et à Cherbourg (Illustration 38).

Les destructions d'ouvrages côtiers ont elles aussi été très importantes : l'endommagement des jetées a été constaté dans pratiquement tous les ports concernés. Les destructions et dommages aux digues ont été aussi conséquents : plusieurs centaines de mètres à Cherbourg, Granville, Port-en-Bessin, plusieurs kilomètres voire dizaines de kilomètres à Dol et Carentan. En dehors des dégâts aux routes, ce sont surtout les dégâts aux bâtiments qui sont à souligner comme à Cherbourg, Grandcamp, Port-en-Bessin, Quercqueville et Saint-Malo. D'après les documents de l'époque, ces dégâts semblent résulter la plupart du temps du déferlement direct des vagues contre les murs ou bien de la projection d'objets et de bateaux contre des bâtiments (Illustration 44, Illustration 46, Illustration 48).

Les terres agricoles n'ont pas été épargnées non plus. Bon nombre d'entre elles, à cause de la destruction partielle ou totale des digues et levées, ont été envahies par la mer (Dol, Quercqueville, Gefosse, Fontenay,...). Le mobilier urbain n'a pas été épargné à Cherbourg, Granville et Grandcamp par exemple.

Ici, il faut souligner dans certains cas la conjonction, au moins partielle, entre l'épisode de submersion marine et des inondations fluviales (Cherbourg, Isigny).

Dans nombre de cas, des apports de sables et de galets ont été notés dans la frange proche du littoral, ces sédiments ayant pu atteindre des épaisseurs de plusieurs décimètres (Illustration 44); a contrario, dans certains autres secteurs, érosions et affouillements furent signalés (Saint-Malo).

Enfin, la comparaison entre cartes anciennes et cartes récentes montre que dans beaucoup de secteurs portuaires et urbains, la morphologie et les aménagements des littoraux ont sensiblement évolué. En effet, les zones portuaires d'importance ont généralement été largement modifiées et agrandies comme à Cherbourg (Illustration 37, Illustration 38) ou à Saint-Malo (Illustration 32 et Illustration 33). Bien que les ouvrages de protection contre la mer aient été pensés pour protéger ces espaces, il s'avère que bon nombre d'enjeux actuels se retrouvent actuellement dans des zones inondées en 1909.

La synthèse des données sur la tempête de 1909 est présentée dans le Tableau 9

4 FAÇADE MARITIME MEDITERRANEENNE

4.1 TEMPETE DU 31 OCTOBRE 1906

4.1.1 RESUME DES CARACTERISTIQUES

4.1.1.1 Présentation générale

« Une tempête dans la Baie des Anges. Mer démontée. Bains détruits. Nombreuses caves inondées... » : Telle est la manchette d'un journal azuréen (Le Petit Niçois, 01/11/1906) au lendemain de la violente tempête qui a soufflé dans la soirée du 31 octobre 1906 sur le littoral méditerranéen. Les impacts de cette tempête ont été essentiellement ressentis de Toulon à Menton (Illustration 53).

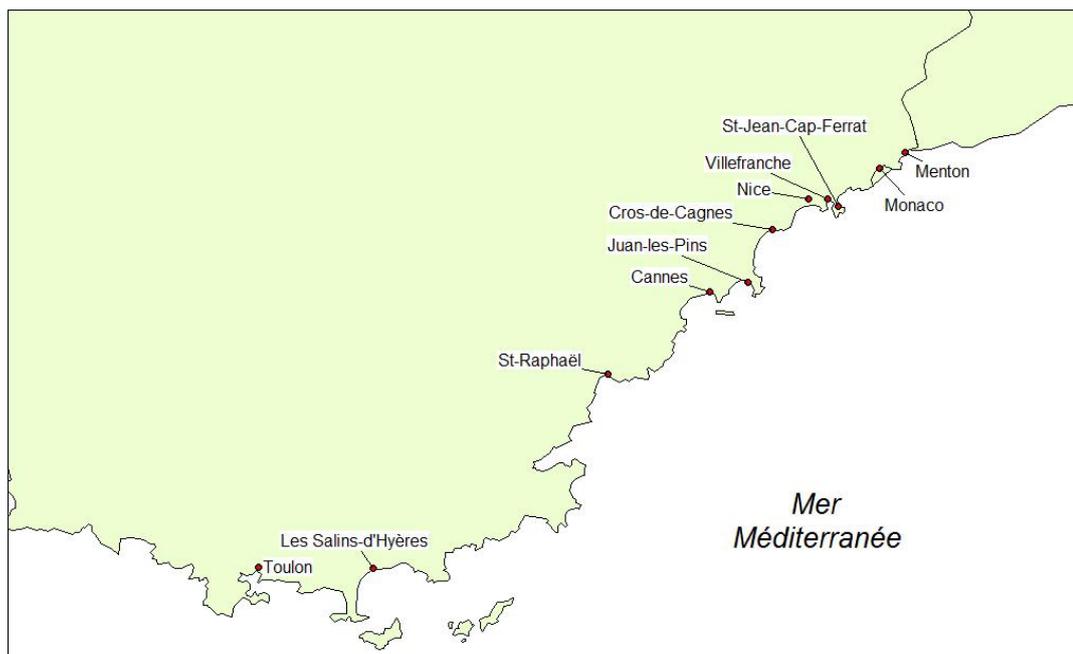


Illustration 53 : Localités où des dommages consécutifs à la tempête du 31 octobre 1906 en Méditerranée sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)

4.1.1.2 Données météorologiques de la tempête du 31 octobre 1906

Entre le 30 et le 31 octobre 1906, le centre dépressionnaire situé au Nord-Ouest de l'Europe va se déplacer vers le Sud-Est jusqu'à la Méditerranée (Illustration 54 et Illustration 55). La baisse barométrique atteindra dans cet espace de temps 14mm (soit près de 20 hPa) en Bretagne et 12 mm (soit 16 hPa) en Gascogne. Le 31 octobre, la pression atmosphérique atteint 743 mm (soit 990 hPa) à Marseille (baisse de 14 mm soit 18 hPa). A Nice aussi, la dépression est marquée par une baisse, elle atteint alors 746,5 mm (995 hPa) à 12h le 31 octobre.

Dans le même temps, des pluies conséquentes tombent dans le Midi : 81 mm à Marseille, 96 mm à Toulon, 91 mm à Sète, 39 mm à Nice.

La mer est houleuse et le vent soufflant de l'Ouest est qualifié de violent à Nice.

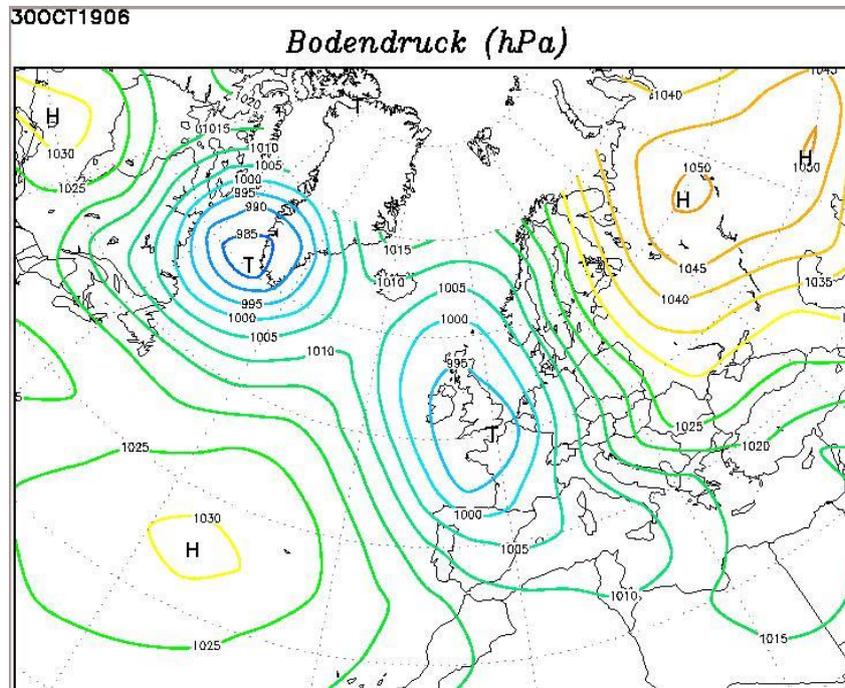


Illustration 54 : isobares du 30 octobre 1906 (source : wetterzentrale.de)

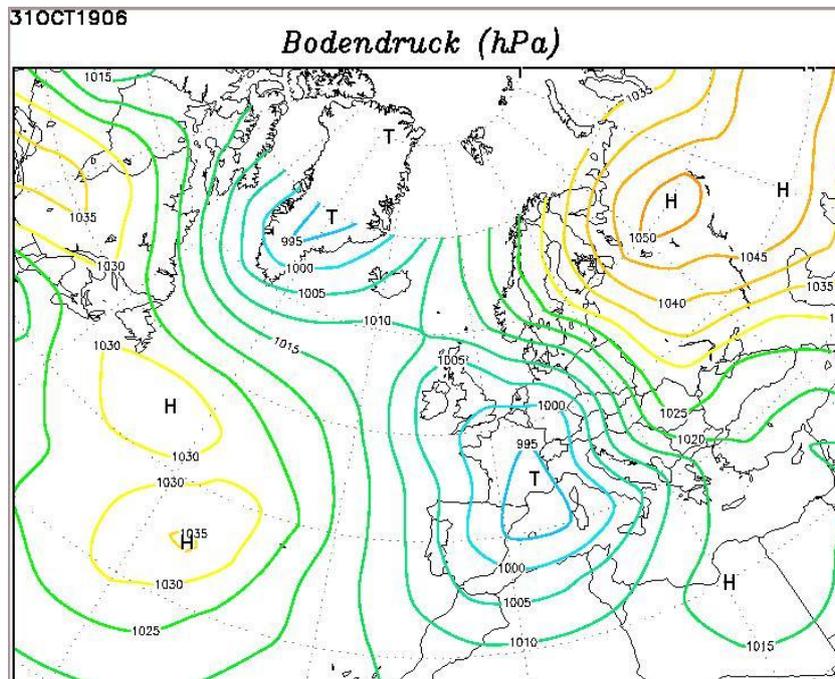


Illustration 55 : isobares du 31 octobre 1906 (source : wetterzentrale.de)

Plusieurs TRI de Méditerranée orientale ont été concernés par la tempête de 1906 (Illustration 56).

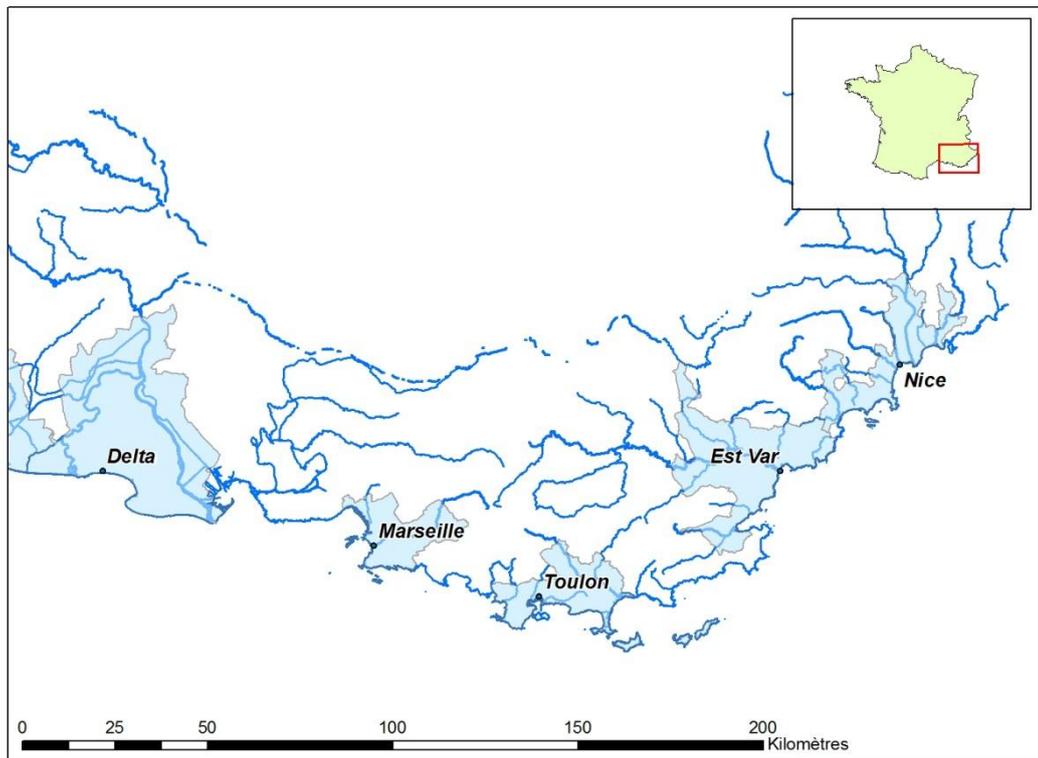


Illustration 56 : localisation des différents TRI des départements des Bouches du Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes (DGPR, 2012).

4.1.2 TRI EST-VAR

A Saint-Raphaël, « la mer en furie a détruit la jetée et la contre-jetée du port. Le pont de la rivière a été emporté ; les vagues allaient à plus de 150 mètres dans les terres, menaçant d’engloutir les maisons d’habitation. Les plus anciens du pays disent ne jamais avoir vu pareille catastrophe. » (Le Petit Niçois, 02/11/1906).

4.1.3 TRI TOULON

A **Toulon** et dans les environs, « l’ouragan s’est manifesté sous la forme d’un véritable raz-de-marée qui a emporté nombre d’embarcations. On évalue à cent le nombre de barques réduites en miette dans le port du Mourillon ». (Journal des Débats, 03/11/1906).

Aux **Salins d’Hyères**, « douze maisons d’habitation ont été renversées... ; une centaine de personnes sont sans abri. Les établissements de la société des Salins d’Hyères ont eu beaucoup à souffrir. La marée a pénétré profondément dans les terres et a causé de très importants dégâts ». (Journal des Débats, 03/11/1906)

4.1.4 TRI NICE

A **Cannes**, « sous l'impulsion d'un vent furieux et d'une mer démontée, la ville a été littéralement inondée ; les jardins de la Croisette, le boulevard du Midi, les établissements de bains ont été la proie des flots, les vagues, d'une hauteur démesurée s'abattant avec rage, brisant et démolissant tout ». (Le Petit Niçois, 01/11/1906).

A **Juan-les-Pins**, les dégâts ont été grands. « A 1 kilomètre de la gare de Juan dans la direction du Golfe, la mer a renversé le mur qui protégeait la voie ferrée et a fait une profonde excavation de telle sorte que la voie sur Nice se trouve actuellement suspendue. » (Petit Niçois, 02/11/1906). Cet endommagement s'est étendu sur environ 200m entre le Golfe-Juan et Juan-les-Pins.

A **Cros-de-Cagnes**, « les galets ont tout envahi, tout recouvert : la grève, maintenant va jusqu'aux maisons contre lesquelles elle appuie un épaulement de gravier qui vient à hauteur du genou... » (soit environ 50 cm de dépôt de gravier, Ndlr). La mer a violenté le rivage et violé les maisons. Presque tous les rez-de-chaussée ont été envahis... » (Le Petit Niçois, 02/11/1906). Le déferlement des vagues s'est effectué contre les murs et parapets des maisons de première ligne (Illustration 57). La promenade a été affectée par des ravinements et des dépôts de débris divers (Le Matin, 02/11/1906).

Les photographies des figures suivantes (Illustration 57 et Illustration 58) permettent de voir que toute la plage et le haut de plage du début du XXème siècle a été depuis remblayé. Il constitue actuellement la voirie et la promenade de l'avenue des Orangers.

A **Nice**, la mer a non seulement envahi la Promenade des Anglais, mais elle a pénétré aussi dans les rues parallèles, **jusqu'à 200 mètres**, causant dommages et inondations. « *Dans la région toute entière, des pertes considérables sont à enregistrer, sachant que rarement les éléments ont été déchainés avec autant de violence* » rapportent les journaux locaux.

Un redoublement de l'effet des vagues à 8h du soir causa l'inondation des rez-de-chaussée et des caves des habitations. Le déferlement des vagues jusqu'aux premiers étages a pu dans certains cas aboutir à la destruction partielle de balcons. Parallèlement, l'apport important de graviers, sables et divers débris a pu atteindre 1,5m sur la Promenade des Anglais. (*Pour info Pleine Mer à 18h47 SHOMAR*).



Illustration 57 : A Cros-de-Cagnes, lors de la tempête du 31 octobre 1906, « les galets ont tout envahi, tout recouvert : la grève, maintenant va jusqu'aux maisons contre lesquelles elle appuie un épaulement de gravier qui vient à hauteur du genou ... » (cliché DR)



Illustration 58 : Cros-de-Cagnes en 2013 – A noter les évolutions des aménagements entre le début du XXème siècle et aujourd'hui

Toujours à Nice, l'inondation a atteint le Jardin Public. Les balustrades qui ceignent les petits parterres de fleurs, parallèlement aux trottoirs de la Promenade, ont été arrachées sur une étendue de plusieurs mètres. Des plantes vertes et autres débris ont été emportées jusqu'à la

rue Maccarani en passant par la rue Halévy. Des nappes de sables, des monticules de gravier couvrent les trottoirs et la chaussée. A l'angle de la rue Meyerbeer, des blocs de bois, des planches, des tas de bouchons se sont accumulés, barrant le passage. En l'espace d'une demi-heure, la mer a complètement disloqué l'établissement en bois les Bains de la Plage situés à l'Est du boulevard Gambetta. La hauteur des vagues au niveau du littoral est estimée entre 4 et 5 m (Le Petit Niçois). Finissant par s'effondrer sous les coups de boutoir de la mer en furie, des caissons de plantes furent transportés jusqu'à la rue de France. Du passage des Beaumettes au Pont-Magnan, la moitié des bancs ont été arrachés. Des blocs de béton déchaussés ont été transportés au milieu de la Promenade. Des becs de gaz ont été brisés sur leurs fûts, des balustrades en fer ont été arrachées. La rue de France fut entièrement submergée. Au carrefour des rues Halévy et Maccarani, nous entrions dans l'eau, dit un témoin. Toutes les artères étaient converties en canaux ; les trottoirs avaient complètement disparu. Au Pont-Magnan, la mer n'a pu arriver jusqu'à la rue de France mais à Ste-Hélène, on plonge de nouveau dans l'eau d'après les témoignages. Plus loin, la mer alla inonder la Cité du Parc, puis, pénétrant par les arcades (Illustration 61 et Illustration 62), inonda le quartier de la Poissonnerie en le transformant en lagune et y laissant flotter des barques. L'eau pénétra jusqu'aux rues St-François de Paule, de la Terrasse, le cours Saleya, la rue Saint-Suaire. Jusque dans les rues adjacentes du Quai du Midi, rue Sulzer, rue Henri-Ernst, Rue Vanloo, on trouve des barques échouées contre les maisons ou au milieu de la chaussée. D'autres sont ballottées dans la Cité du Parc où, en certains endroits, l'eau mesure jusqu'à 1 mètre et demi de profondeur.

Des Bains Georges aux Bains Lambert, la mer a recouvert la chaussée d'une couche de sable de plus de 20 cm atteignant parfois 1,5m d'épaisseur. Cette partie de la promenade a été balayée par les vagues de 7h à 9h, lesquelles atteignirent les murs des villas à plus de trente mètres de la position ordinaire du rivage (Le Petit Niçois, 1/11/1906).

Les informations recueillies dans les textes et les témoignages permettent d'ébaucher une cartographie de la submersion marine à Nice (Illustration 59 et Illustration 60) ; la pénétration de la submersion en centre-ville a été de l'ordre de 200m par rapport au trait de côte actuel. Les photographies (Illustration 61 et Illustration 62) montrent que les aménagements actuels sont quasi-identiques à ceux de 1906 et que l'occurrence d'une tempête comparable aurait des effets probablement proches. Les dégâts sur le mobilier et les aménagements urbains (murs de soutènement, bancs, becs de gaz, poteaux, rambardes, balustrades, escaliers, chaussées...) ont été très importants.



Illustration 59 : Reconstitution cartographique de la submersion marine du 31 octobre 1906 à Nice sur fond d'image satellite actuelle— Les points rouges représentent les localisations des informations recueillies dans les textes historiques



*Illustration 60 : Visualisation 3D de la zone de submersion à Nice le 21 Octobre 1906.
Les épingles jaunes indiquent des repères mentionnés par les documents historiques*



Illustration 61 : Nice. Pendant la tempête du 31 octobre 1906, la mer alla inonder la Cité du Parc, puis, pénétrant par les arcades (premier plan sur la gauche), inonda le quartier de la Poissonnerie en le transformant en lagune, laissant y flotter des barques. (cliché DR)

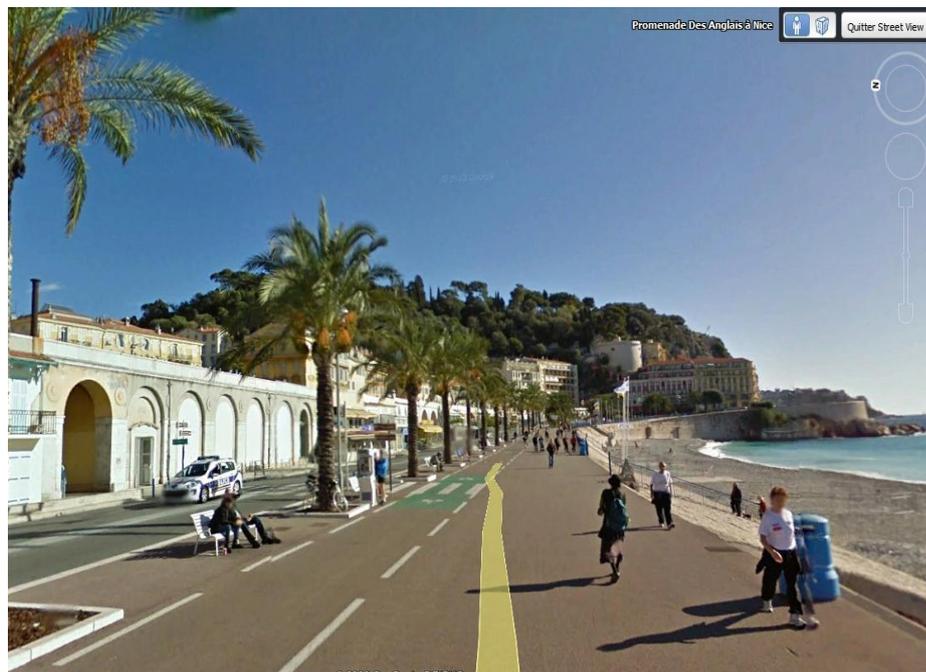


Illustration 62 : Nice 2009: même localisation que la photo précédente
Les aménagements côtiers sont identiques à ceux du début du XXeme siècle (cliché © GoogleEarth)

4.1.5 HORS TRI

A Villefranche-sur-Mer, dès 16 heures, « la mer avait envahi les quais qui étaient devenus impraticables. Par moments, les coups de mer étaient si formidables que l'eau envahissait les

maisons du quai et s'élevait jusqu'à la hauteur du premier étage » (Le Petit Niçois, 02/11/1906). Les quais sont envahis par l'eau tandis que les vagues déferlent sur les maisons situées en première ligne.

A **Saint-Jean-sur-Mer**, au flanc même du cap Ferrat, dans la baie des Fosses, la carrière de pierres qui sert à alimenter en blocs artificiels l'agrandissement du port de la Principauté de Monaco, a été entièrement dévastée (estacades effondrées, chalands brisés..).

A **Monaco**, au quartier de la Condamine, sur la place de Font-Vieille, les vagues hautes de 4 à 5 m sont venues buter jusqu'à la maison du Domaine, laquelle a été complètement envahie par l'eau.

A **Menton**, la Promenade du Midi a été fortement endommagée en divers endroits : balustrades, parapets et chaussées ont été détériorés.

Enfin à la frontière italienne, aux **Rochers Rouges**, la nouvelle terrasse a été emportée ; au port, la plupart des embarcations ont subi des avaries.

4.1.6 SYNTHÈSE SUR LES SUBMERSIONS CONSECUTIVES A LA TEMPÊTE DU 31 OCTOBRE 1906

La tempête du 31 octobre 1906 qui a sévi sur la façade méditerranéenne a été responsable de submersions importantes affectant plusieurs TRI, notamment Est-Var, Nice et Toulon. Ces submersions ont concerné d'une part des zones urbaines telles que Cannes, Nice, Menton, Monaco ou Villefranche-sur-Mer mais aussi des zones plus rurales comme Hyères (Tableau 10 en annexe).

Les distances de pénétration de la mer ont été variables mais ont fréquemment atteint plusieurs centaines de mètres parfois sur des linéaires de plusieurs kilomètres comme à Nice.

Les hauteurs de submersion ont fréquemment été de plusieurs décimètres et ont localement pu atteindre 1,5m (Nice).

Les dégâts sur ouvrages portuaires et côtiers ont été couramment observés tandis que les dégâts sur le bâti ont souvent touché les établissements de Bains, ceux des Salins et parfois même détruit des habitations (Hyères).

Les ouvrages et le mobilier urbains ont beaucoup souffert que ce soient des perrés, des promenades, des murets, des bancs... ou des becs de gaz. Les chaussées urbaines n'ont pas été en reste et ont souvent subi soit des forts affouillements soit à l'inverse des apports importants de sédiments (de plusieurs décimètres à 1,5m localement).

Les vagues occasionnées par cette tempête (hauteur de 4 à 5m près du rivage) ont fréquemment déferlées sur la première ligne d'habitations de bord de mer parfois à une distance d'une cinquantaine de mètres du rivage. Parfois, le déferlement a pu atteindre le premier étage de ces maisons.

La destruction d'un mur de protection de la voie ferrée de Juan-les-Pins sur plus de 200m et l'endommagement de cette même voie entre Cannes et Cannes-la-Bocca révèlent aussi l'intensité de cette submersion.

La synthèse des données sur la tempête de 1906 est présentée dans le Tableau 10 en annexe.

4.2 TEMPETE DU 21 MARS 1928

4.2.1 RESUME DES CARACTERISTIQUES

4.2.1.1 Présentation générale

« *La tempête fait rage en Méditerranée* » peut-on lire dans un journal du Midi (Midi Socialiste, 22/03/1928). D'après le Bulletin de l'Office national météorologique, cette tempête est due à « *une vaste zone dépressionnaire couvrant le nord-ouest, l'ouest et le sud-ouest de l'Europe, et s'étendant jusqu'à la Méditerranée occidentale.* »

De fait, cette importante tempête a affecté aussi bien la côte atlantique que méditerranéenne même si cette dernière semble en avoir payé le plus lourd tribut. Bien que nous nous soyons davantage focalisés sur la Méditerranée du fait de l'importance des impacts sur ses côtes (Illustration 63), nous signalerons dans les paragraphes suivants les principaux faits sur les côtes de l'Atlantique.

Sur la côte méditerranéenne, de très fortes pluies se sont produites au cours de cette tempête qui a été responsable de crues et d'inondations fluviales sur tous les cours d'eau.

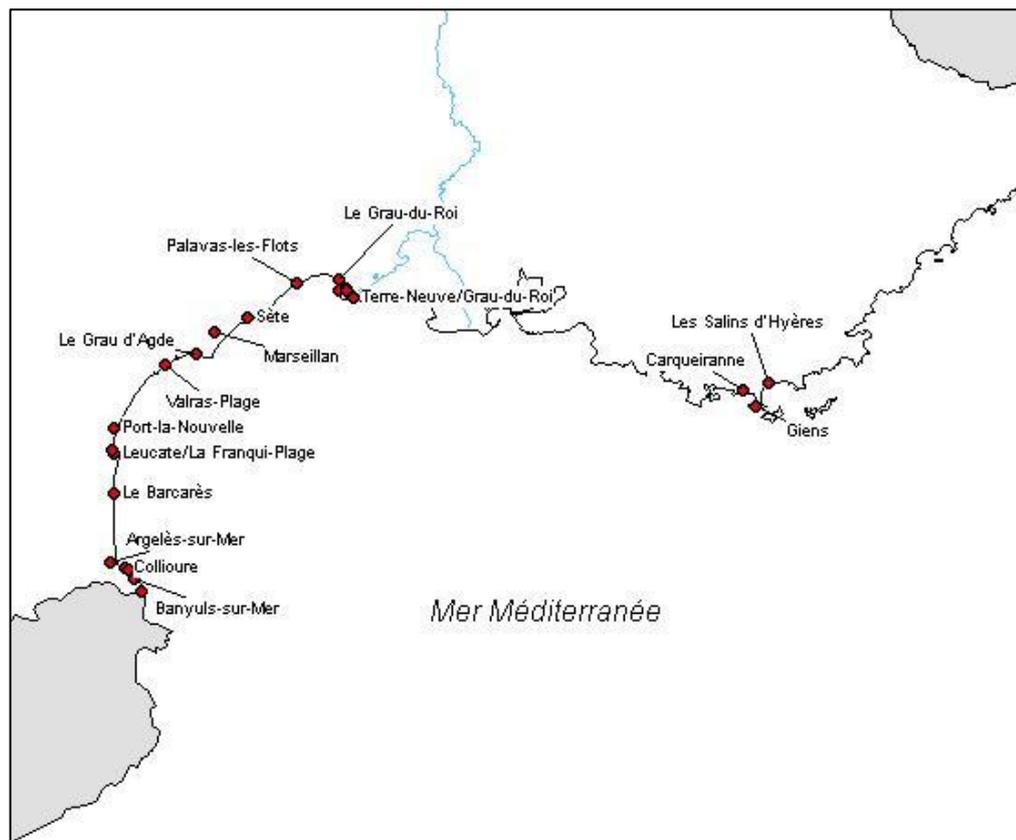


Illustration 63 : Localités de la côte méditerranéenne où des dommages consécutifs à la tempête du 21 mars 1928 sont signalés dans les textes historiques (d'après BRGM)

4.2.1.2 Données météorologiques de la tempête du 21 mars 1928

Le 21 mars 1928 à 7 heures du matin, « un minimum voisin de 981 hPa est noté au sud-ouest de l'Islande et un minimum secondaire de 990 hPa sur la Bretagne » est-il indiqué (La Croix, 22/03/1928). A Paris, la pression atteint 1000 hPa et « les perturbations s'avancent du sud-ouest au nord-est en longeant le bord oriental de la zone dépressionnaire ». Les relevés de vitesse et de direction des vents réalisés le matin du 21 mars sont compris entre 3 m/s et 20 m/s (Tableau 4 ; La Croix, 22/03/1928).

Localité	Direction de vent	Vitesse du vent
Le Havre	Est-sud-est	15 m/s
Ouessant	Ouest-nord-ouest	5 m/s
Rochefort	Sud	7 m/s
Bayonne	Ouest	3 m/s
Sète	Sud-est	20 m/s
Perpignan	Sud-est	NC
Antibes	Nord-nord-est	9 m/s

Tableau 4 : Vitesses et directions des vents relevés lors de la tempête du 21 Mars 1928

L'illustration 64 et l'illustration 65 présentent les cartes isobariques de pression atmosphérique pour les journées du 21 et du 22 mars 1928 (source : wetterzentrale.de).

Le centre dépressionnaire y figure au S-W de l'Islande dans la journée du 21 mars 1928 en même temps qu'il indique une pression de 975 hPa ; son évolution dans la journée du 22 montre une légère hausse de pression (+ 10 – à 985 hPa) et son déplacement en direction du Sud-Est, le faisant se rapprocher des côtes de l'Europe occidentale et de la Bretagne en particulier. Ces conditions ont été propices à la formation d'une forte houle responsable d'inondation et de submersions marines tant sur les côtes de l'Atlantique que sur celles de la Méditerranée.

Pour la ville de Sète (Hérault), les relevés indiquent à 9 h du matin :

- Le 20 mars 1928 une pression atmosphérique de 760 mm (soit 1013 hPa) avec un vent d'Est-Sud-Est assez fort à fort ;
- Le 21 mars 1928 une pression atmosphérique de 750 mm (soit 999 hPa) avec un vent du Sud-Est très violent et une mer démontée ;
- Le 22 mars 1928 une pression atmosphérique de 755 mm (soit 1006 hPa) avec un vent du Sud-Est faible.

Ces conditions donnèrent lieu à une journée pluvieuse dans le Midi. En effet, en l'espace de 24 heures, il fut respectivement noté les valeurs de pluie suivantes : Montpellier : 52mm. Carcassonne : 40mm. Narbonne : 20mm. Ces conditions de forte pluviométrie ont été responsable de la crue d'un certain nombre de rivières, telles l'Orb, l'Hérault, le Vidourle, etc.

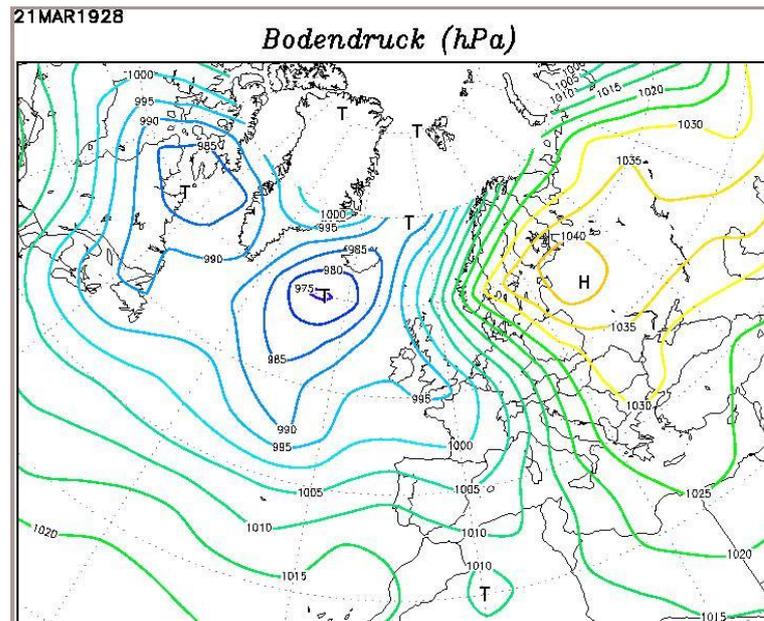


Illustration 64 : isobares du 21 mars 1928 (source : wetterzentrale.de)

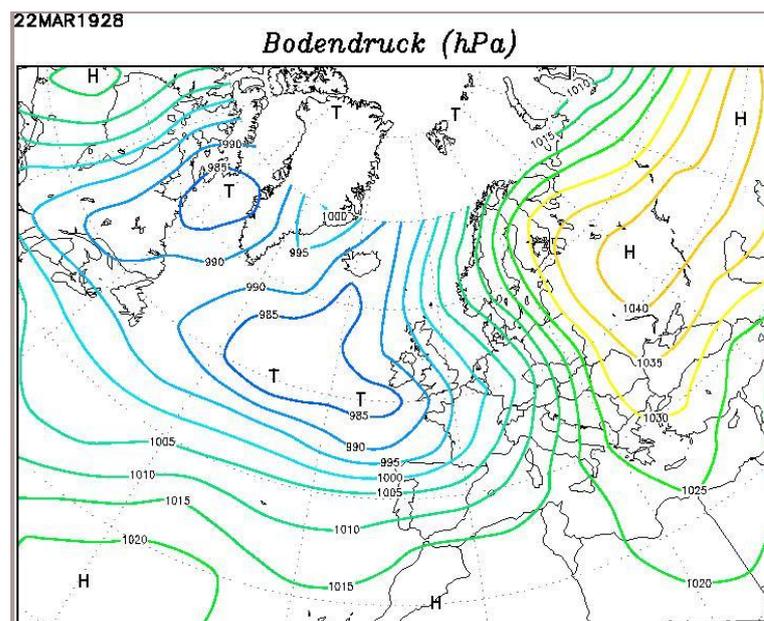


Illustration 65 : isobares du 22 mars 1928 (source : wetterzentrale.de)

4.2.2 TRI MEDITERRANEE OCCIDENTALE

Les Territoires à Risque Important d'Inondation (TRI) situés sur la façade de la Méditerranée occidentale comportent plusieurs secteurs comme l'indique la carte ci-dessous (Illustration 66). Parmi ceux-ci, certaines communes ont subi des inondations et submersions provoquées par la tempête du 21 mars 1928.

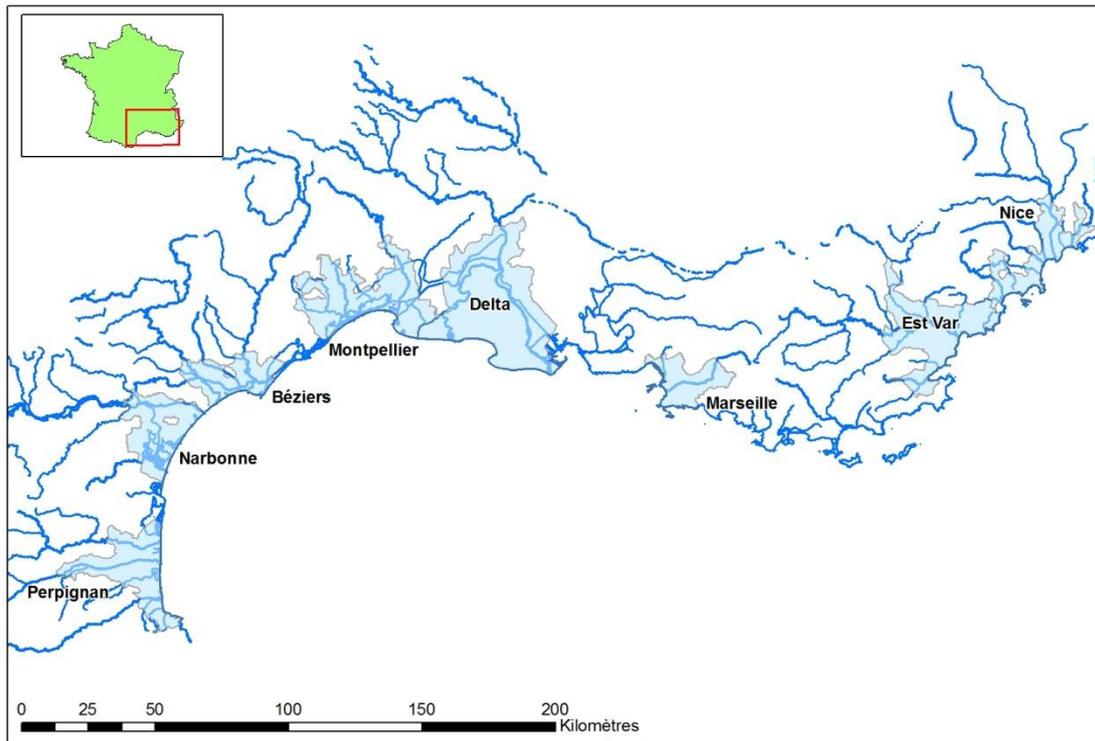


Illustration 66 : Localisation de différents TRI de la Méditerranée (DGPR, 2012).

4.2.3 TRI PERPIGNAN

Plusieurs communes du TRI Perpignan ont été affectées lors de la tempête du 21 mars 1928. Il s'agit dans le département des Pyrénées-Orientales des communes de Banyuls, Cerbère, Barcarès, Argelès-sur-Mer, Collioure, Port-Vendres.

A **Banyuls**, la mer a envahi les immeubles localisés en arrière de la plage. A **Cerbère**, les vagues d'une « grosseur extraordinaire » furent responsables d'une submersion qui dépassa la route nationale 114 et atteignit la place de la Mairie, détruisant le parapet de la route internationale sur une cinquantaine de mètres.

Au **Barcarès**, les vagues, déferlant avec fureur sur la plage, envahirent les rues du village (Illustration 67), et la plupart des maisons jusqu'à la gare furent inondées (la gare n'existe plus et a été remplacée par un bureau de poste situé à 330 m de distance du pied de dune actuel ; des barques de pêche sont même venues s'échouer contre les maisons.

A **Argelès-sur-Mer**, la route de bord mer a été inondée tandis qu'à **Collioure**, les vagues vinrent se briser contre les maisons du Port d'Avail (Illustration 68).

Enfin, à **Port-Vendres**, 55 tonnes de maçonnerie de la jetée furent renversées.



Illustration 67 : Le Barcarès (Pyrénées-Orientales). Le 21 mars 1928, les vagues, déferlèrent avec fureur sur la plage et envahirent les rues du village et la plupart des maisons jusqu'à la gare. (cliché DR)



Vers 1900. Collioure (Pyrénées-Orientales). La plage et le port d'Avail.

Illustration 68 : Le port d'Avail à Collioure (cliché DR)

4.2.4 TRI NARBONNE

Des dégâts et des inondations ont été signalés dans le département de l'Aude sur les communes de Port-la-Nouvelle et de Leucate.

A **Port-la-Nouvelle**, les dégâts de la tempête furent considérables dans la moitié des habitations de la commune ; certaines ont été inondées par plus d'un mètre d'eau. Les vignes des plages ont beaucoup souffert, ayant été recouvertes pendant plusieurs heures par l'eau de mer.

A **Leucate**, la mer, poussée par le vent, a envahi les côtes de La Franqui-Plage et a submergé les vignes de la côte du Barcarès, notamment les tènements des Coussoules, de Mourret et de La Corrège (Illustration 69).

A **Gruissan**, « le village a été littéralement inondé : les habitants ont été forcés pendant cette furie de la mer de grimper aux premiers étages de leurs maisons. Les digues protectrices des salines St-Martin, construites formidablement n'ont pu résister à la force des flots et elles se sont rompues en plusieurs endroits. Les dégâts sont considérables. » (L'Eclair, 23/03/1928)

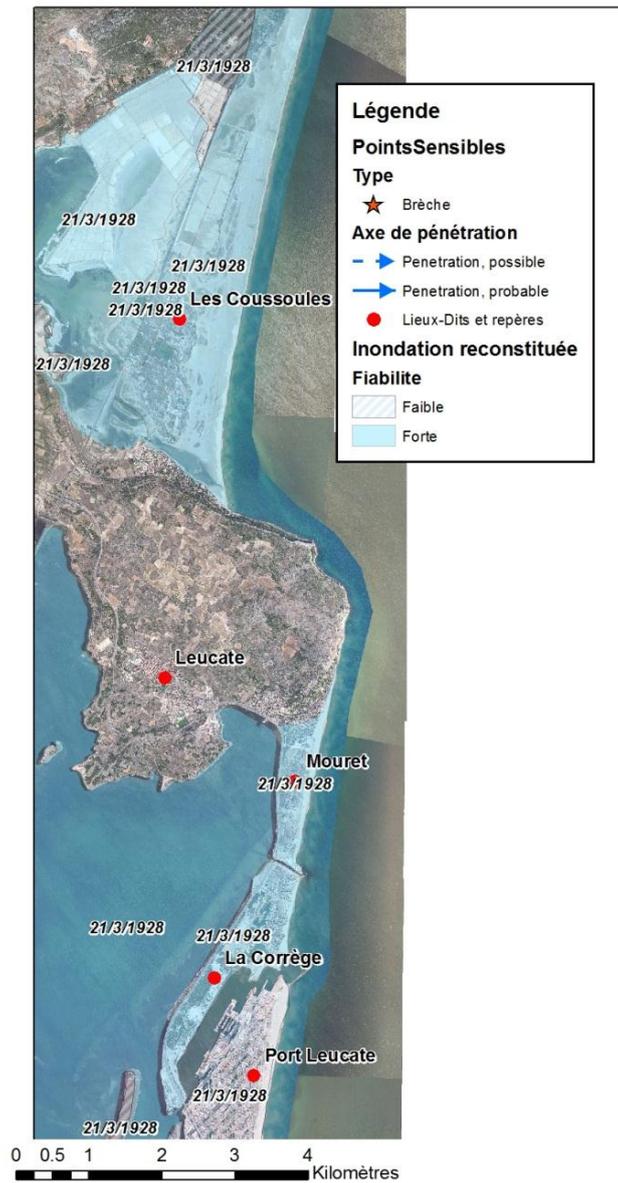


Illustration 69 : Reconstitution cartographique des zones submergées dans la région de Leucate (Pyrénées-Orientales) lors de la tempête du 21 Mars 1928

4.2.5 TRI BEZIERS

Dans le département de l'Hérault, les communes de Valras-Plage, du Grau-d'Agde et de Marseillan ont été affectées de submersion au cours de cette tempête.

A **Valras-Plage**, un « *raz de marée* » s'est produit entre les embouchures de l'Aude et de l'Orb. La submersion a inondé le village et dépassé les villas (Illustration 70). L'eau est arrivée jusqu'à l'Hôtel de France. Les tramways ne pouvaient plus circuler. Les habitants ont dû déménager précipitamment et abandonner les rez-de-chaussée. « *De nombreuses villas ont été endommagées car l'eau est arrivée jusque dans les vignes derrière le casino. Devant l'hôtel de l'Epoque, les vagues déferlaient comme en pleine mer. Dans la rue Française, tous les magasins ont été envahis par les eaux, qui sont arrivées à 5 m 80 au-dessus du sol.* » (L'Eclair, 22/03/1928). La rue Française fut recouverte d'une épaisse couche de débris.

A **Sérignan**, le 23 mars, la route vers Valras était encore sous 30 centimètres d'eau sur plusieurs centaines de mètres.

Au **Grau d'Agde**, « *la mer crevant une digue, a inondé toutes les terres sur une grande profondeur, pouvant aller à certains endroits à 1 kilomètre. Les quais du Grau ont été inondés, chose qu'on n'avait jamais vu.* » (L'Eclair, 23/03/1928).

Enfin, à **Marseillan**, les vignobles bordant la mer ont plus particulièrement souffert : certains ont été envahis par les eaux salées.



Illustration 70 : Valras-Plage (Hérault). Le 21 mars 1928, un raz de marée s'est produit entre les embouchures de l'Orb (premier plan) et de l'Aude (second plan à droite). « La mer s'est épanchée, dépassant les villas et inondant le village. » (cliché DR)

4.2.6 TRI SETE

La commune de **Sète** semble avoir été relativement épargnée par cette tempête ; les témoignages indiquent toutefois que le niveau de la mer s'est élevé jusqu'à la bordure des quais.

4.2.7 TRI MONTPELLIER

A **Palavas-les-Flots**, la pointe de la jetée a été emportée et la route reliant Montpellier fut coupée en divers endroits tant la hauteur d'eau qui l'a submergée était élevée. Le lendemain 22 mars, la route était encore submergée par 20 cm d'eau.

Au **Grau-du-Roi** (Illustration 71 et Illustration 72), « *la mer rendue très houleuse par un vent d'Est épouvantable a envahi les rues de la localité et l'eau a traversé dans les souillères et dans l'étang du Levant, occasionnant pas mal de dégâts* ».



Illustration 71 : Photographie aérienne du village du Grau-du-Roi en 1937 (© Géoportail)



Illustration 72 : Photographie aérienne oblique du Grau-du-Roi (début XXème siècle, cliché DR)

« Après l'Espiguette, la mer a envahi le Rhône mort, et par ce dernier, les eaux salées ont pénétré dans les campagnes de Figuerasse, Terre-Neuve, Rhuys-Blas et St-Roman (Illustration 73); la chaussée bordant les campagnes et sur laquelle est établie la voie Decauville les desservant a été emportée sur plusieurs kilomètres et est recouverte par 40 centimètres d'eau. On prétend que l'eau salée n'a pas séjournée très longtemps dans les vignobles, mais il n'en résulte pas moins que les dégâts sont importants et que les conséquences de cette inondation seront nuisibles à la récolte future. » (Le Petit Méridional, 24/03/1928).

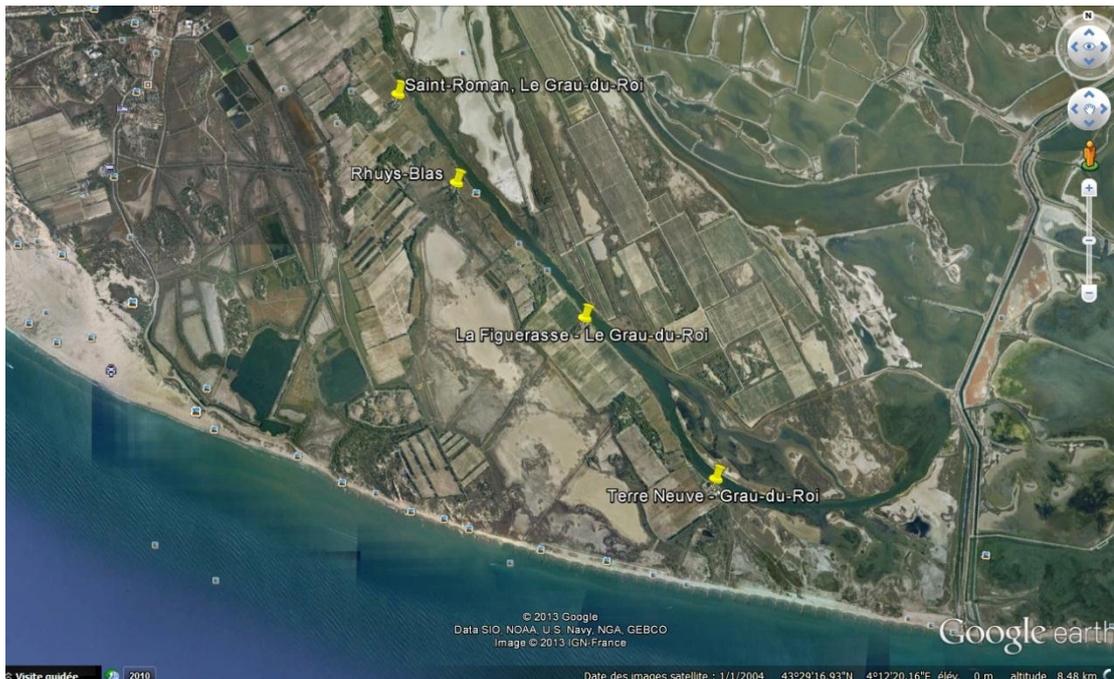


Illustration 73 : Environs du Grau-du-Roi (Hérault) : Localisation des lieux-dits (épingles jaunes) affectés par la submersion qui s'est propagée par le Rhône-mort lors de la tempête du 21 Mars 1928 (fond d'image © GoogleEarth)

4.2.8 HORS TRI

Des submersions et des dégâts sur des maisons de pêcheurs sont signalés dans les secteurs des Salins d'Hyères, à Carqueiranne et à Giens.

4.2.9 ATLANTIQUE

Dégâts et submersions se sont produites sur les TRI Quimper-Littoral Sud-Finistère, Saint-Nazaire-Presqu'île de Guérande, Baie de l'Aiguillon ; cette tempête s'est produite alors que le coefficient de marée était fort (101) (© SHOMAR).

La presse nationale (La Croix, 26/03/1928, Le Matin, 23/03/1928, L'Intransigeant, 25/03/1928, Le Journal des Débats, 25/03/1928) décrit des dommages conséquents, en particulier :

- Aux îles de Sein, Molène et Ouessant ;
- A Lorient « A l'Armor et à Lorient-plage la hauteur de la mer prévue à 5,4 m a dépassé 6 m » (La Croix 24/03/1928) La pleine mer était à 15h40 avec un coefficient de 101 (© SHOMAR).

- **TRI Quimper-Littoral Sud-Finistère** : des dégâts sont signalés à Concarneau tandis qu'à Léchiagat (Le Guilvinec, Finistère), « *la mer a rompu une digue sur une trentaine de mètres et a pénétré sur environ 1 kilomètre dans les terres.* »
- **TRI Saint-Nazaire-Presqu'île de Guérande** : des dégâts sont à déplorer à la Turballe et à Guérande avec notamment des destructions de digues et l'inondation des marais salants.
- **TRI Baie de l'Aiguillon** : Les Sables-d'Olonne, l'Aiguillon-sur-Mer et la Faute-sur-Mer (Vendée) où « *la mer a envahi plusieurs centaines d'hectares...* ».

4.2.10 SYNTHÈSE SUR LES SUBMERSIONS CONSECUTIVES A LA TEMPÊTE DU 21 MARS 1928

La tempête du 21 mars 1928 a affecté significativement la façade méditerranéenne, la plupart des TRI méditerranéens ont été touchés : Perpignan, Narbonne, Béziers, Sète, Montpellier. Des zones hors TRI ont aussi été touchées tel que le secteur de Hyères, Gien et Carqueiranne (Tableau 11 en annexe).

De nombreux villages et villes ont subi des submersions dont l'extension est variable. Certaines submersions ont concerné une grande partie ou la totalité de la zone urbanisée comme à Collioure, Grau-du-Roi, Gruissan, La Nouvelle, Le Barcarès, Palavas ou Valras. Les distances d'inondation furent parfois importantes de l'ordre de plusieurs centaines de mètres (200m à Collioure, 330m au Barcarès et même 1km environ au Grau-d'Agde). Les hauteurs de submersion ont pu atteindre 1m dans certaines localités (Gruissan, La Nouvelle) et parfois atteindre 1,80m (Valras) obligeant les habitants à se réfugier aux premiers étages quand ils existaient.

Les destructions et les dégâts sur les ouvrages portuaires furent fréquents (môles et jetées de Palavas, Port-Vendres) ainsi que sur les ouvrages côtiers avec création de brèches et des destructions au moins partielles des ouvrages (Grau d'Agde, Marseillan).

Des dégâts et destructions partielles de routes se sont produits en plusieurs localités comme à Argelès-sur-Mer, à Cerbère ou à Valras, tandis que les bâtiments ont subi parfois d'importants dégâts pouvant aller jusqu'à des effondrements de maisons (La Nouvelle, Hyères, Leucate, Valras).

La submersion a engendré de nombreux dégâts agricoles notamment sur les communes du Grau-d'Agde, de Leucate ou de Marseillan où les vignes ont été détruites et les sols ravinés ; les salines furent aussi endommagées, notamment à Gruissan et à Hyères.

Des apports parfois importants de sédiments (graviers et galets) associés à des débris de diverse nature ont été rapportés (Palavas, Valras).

Enfin, les fortes pluies qui se sont produites au cours de la tempête ont généré des crues et des inondations de tous les cours d'eau de la région Languedoc-Roussillon. Ces inondations fluviales ont été conjointes avec les effets de la submersion marine, occasionnant des inondations mixtes sur les zones basses côtières.

Bien qu'à l'origine cette tempête fût sélectionnée pour ses manifestations sur la façade méditerranéenne, il est apparu au cours du présent travail qu'elle avait aussi affecté la côte atlantique. Elle s'est produite lors d'un fort coefficient de marée (101), ce qui a favorisé les submersions.

Localement, la mer a ainsi pu pénétrer profondément dans les terres comme à Léchiagat (TRI Quimper-Sud-Finistère) où elle s'est enfoncée de 1km. De même qu'en Méditerranée, des marais salants ont aussi été submergés comme à Guérande, Batz et le Croisic. A l'Aiguillon-

sur-Mer, la submersion a affecté des surfaces de plusieurs centaines d'hectares dégradant fortement les terres agricoles. Les digues subirent aussi des éventrements et des brèches qui ont favorisé la pénétration des eaux.

La synthèse des données sur la tempête de 1928 est présentée dans le Tableau 11 en annexe.

5 CONCLUSIONS

Le travail réalisé sur les conséquences et impacts de six tempêtes survenues en Manche, Atlantique et Méditerranée démontre qu'à travers l'analyse des documents historiques il est possible de qualifier leurs effets, voire dans certains cas de les quantifier.

Pour chaque tempête, nous avons pu établir le bilan suivant (Illustration 74) :

- des dégâts côtiers sur un minimum de 11 communes et un maximum de 33 communes,
- des submersions marines sur un minimum de 7 communes et un maximum de 33 communes
- enfin le nombre de TRI concernés varie d'un minimum de 2 à un maximum de 7.

Les submersions générées par ces tempêtes ont eu des ampleurs et des extensions variables. Pour certaines, la pénétration de la mer s'est effectuée jusqu'à plusieurs kilomètres du rivage, dans ce cas les surfaces impactées sont parfois immenses (1909, 1924). Sur les façades à marées, nous avons constaté que les submersions se sont produites systématiquement lors d'une période de fort coefficient de la marée compris entre 95 et 108.

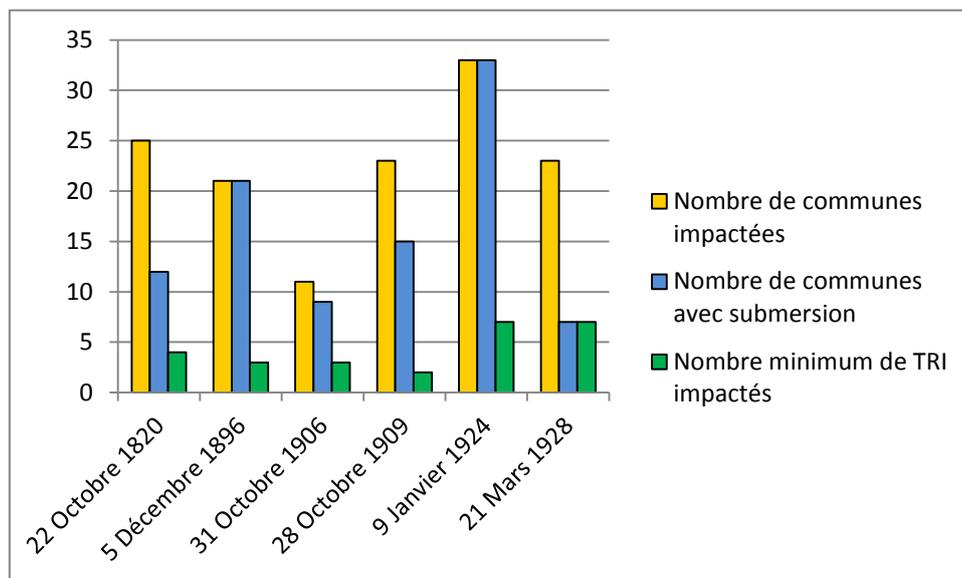


Illustration 74 : Nombre de communes impactées ou submergées et nombre de TRI impactés pour chaque événement étudié

En fonction des dates auxquelles se sont produits ces événements et des enjeux affectés, les documents sont d'une précision et d'une richesse variable. Ainsi, à titre d'exemple, les submersions et impacts de la tempête du 22 Octobre 1820 ont été visiblement importants, étendus et ont concerné un nombre notable de sites. Il n'en reste pas moins que les documents actuellement en notre possession ne permettent pas encore d'en préciser toute l'ampleur. Dans cet exemple, il nous paraît évident qu'il serait nécessaire de poursuivre les recherches documentaires afin d'affiner la connaissance des impacts de cette tempête et de ses submersions induites. Par contre pour certains événements ayant affecté des zones urbaines, peuplées, avec de forts enjeux, les documents d'époque nous permettent généralement de mieux cerner les phénomènes et d'en donner au moins partiellement une restitution cartographique (Nice 1906).

Les analyses que nous avons réalisées montrent que les dégâts induits sont parfois très importants notamment dans les zones péri-urbaines ou urbaines. Il faut noter à ce propos qu'en fonction des sites, l'évolution dans le temps des structures côtières (murets, perrés, digues et remblais) et de la densité des enjeux présents dans les zones exposées sont très variables. Ainsi certains sites ont peu évolué entre la date de la submersion et la période actuelle (Nice par exemple) alors que pour d'autres, la configuration du littoral a été très fortement modifiée comme à Cherbourg, Saint-Malo, Ile Tudy, Cros-de-Cagne etc. De plus certains territoires qui, aux dates des submersions, étaient à vocation agricole sont actuellement devenus résidentiels (Penmarch, Grandcamp-Maisy,...).

Les cartes de submersions historiques qui sont proposées dans cette étude, bien que présentant certaines incertitudes (limites et hauteurs de submersion) donnent néanmoins une image réaliste et plausible de l'ampleur des événements passés. La cartographie de ces submersions, surimposée à l'occupation actuelle du sol suggère que la répétition l'occurrence de tels événements dans le contexte d'aujourd'hui pourrait avoir des conséquences humaines et économiques bien supérieures à celles qui ont prévalu à l'époque.

C'est pourquoi, la poursuite de la recherche rétrospective sur ce type d'événements à l'échelle de la Métropole associée à une analyse conduisant à leur caractérisation physique et à la réalisation d'une base de données à l'échelle nationale et accessible via internet présenterait de l'intérêt.

Ces travaux permettraient notamment :

- pour chaque événement historique de mieux prendre en compte l'emprise spatiale et le nombre de sites et de communes impactés,
- de disposer pour chaque site d'un recensement exhaustif des submersions historiques (au-delà du XIXème et XXème siècle),
- de mieux cerner pour chaque site la fréquence des submersions et sa vulnérabilité à cet aléa
- d'identifier des submersions marines de grande période de retour encore inconnue à ce jour.

En plus d'une meilleure connaissance de l'aléa, pareils résultats seraient utiles dans les démarches visant à sensibiliser les populations et les élus à l'aléa submersion marine (développement d'une culture du risque).

6 SOURCES

6.1 PUBLICATIONS, RAPPORTS ET OUVRAGES

Audoin V. (1832) - : Recherches sur les naufrages qui ont eu lieu sur les côtes de France, et particulièrement sur celles de la Manche et de l'Océan, in *Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral de la France*, t. 1, Paris, 1832.

Bresson M. (1924) - *Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France*, Série 4, T. 4, Nantes, 1924 (Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr)

Garcin M. coll. Lambert J., Vinchon C. (2011) – Contribution au recensement des submersions marines historiques liées aux tempêtes sur le littoral français métropolitain – Exploitation des fiches. BRGM/ RP-60531-FR, 27 p., 4 fig.

Howard L. (1833) - The climate of London deduced from meteorological observations, vol. 3, London, 1833.

Lambert J. (2011) – Contribution au recensement des submersions marines historiques liées aux tempêtes sur le littoral français métropolitain BRGM/RP 59597, 137 pp., 1 CD-ROM

Collectif (2007) - L'île Tudy de 1800 à nos jours, L'île aux Idées, Pont-l'Abbé, 284 pp.

Mascart E. (1898) - Observations, *Annales du Bureau Central Météorologique de France*, Vol. 2, Paris, 1898.

Frissard (1820) - Vue du Port de Fécamp pendant la tempête du 23-10-1820, coll. Bib. Nat. France, GED 2952.

Woodley George (1822) - View of the present state of the Scilly Islands, London, 1822.

6.2 PRESSE ET ARCHIVES (SELECTION)

Cherbourg-Eclair, 2 Novembre 1909

Cherbourg-Eclair, 29 Octobre 1909

Cherbourg-Eclair, 30 Octobre 1909

L'Eclair, 22 mars 1928

L'Eclair, 23 mars 1928

L'Intransigeant, 25 mars 1928

La Croix du 22 mars 1928

La Croix, 26 mars 1928

La Croix, 29 Octobre 1909

La Croix, 31 Octobre 1909

Le Bulletin du Commerce, 4 novembre 1820

Le Bulletin du Commerce, 9 novembre 1820

Le Bulletin du Commerce, 9 novembre 1820

Le Bulletin du Commerce, 1^{er} novembre 1820

Le Constitutionnel, 31 octobre 1820

Le Courrier breton, 7 Novembre 1909

Le Journal de Paris, 1^{er} novembre 1820

Le Journal de Paris, 29 octobre 1820

Le Journal de Paris, 29 octobre 1820

Le Journal de Paris, 4 novembre 1820

Le Journal de Rouen, 30 Octobre 1909

Le Journal de Rouen, 31 Octobre 1909

Le Journal de Rouen, 9 novembre 1820

Le Journal de Rouen, 9 novembre 1820

Le Journal des Débats, 03 novembre 1906

Le Journal des Débats, 1^{er} novembre 1820

Le Journal des Débats, 25 mars 1928

Le Journal des Débats, 30 octobre 1820

Le Journal général de médecine, T. 74, Paris, 1821

Le Matin 02 novembre 1906

Le Matin, 23 mars 1928

Le Matin, 3 Octobre 1909

Le Matin, 30 Octobre 1909

Le Midi Socialiste, 22 mars 1928

Le Ministère de l'Intérieur. Analyse des procès-verbaux des Conseils Généraux de départements. Département de la Manche, Session de 1821, Paris, 1822

Le Petit Journal, 31 Octobre 1909

Le Petit Méridional, 24 mars 1928

Le Petit Niçois du 1^{er} novembre 1906

Le Petit Niçois, 02 novembre 1906

Le Petit Parisien, 30 Octobre 1909

6.3 INTERNET

<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsslpeur.html>

<http://archives.manche.fr> (Archive de la Manche)

<http://www.geoportail.gouv.fr>

<http://www.brgm.fr>

<http://Earth.google.com>

<http://www.google.fr> (GoogleMap)

<http://www.ign.fr>

<http://www.shom.fr>

7 ANNEXE 1

Commune	Inondation	Distance inondation	H max sub(m)	Dégâts Ouvrage côtiers	Dégât routes	Dégât bâti	Dégât ouvrage urbain	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Heure PM (TU)	Coef marée	Commentaires
Audierne										15:47	95	Nombreux dégâts sur les navires
Biarritz				Dégâts		Dégâts cloison des bains de Port Vieux	Escaliers, kiosques de l'établissement des bains du Port Vieux détruits			15:43	95	
Camaret	Inondation du bureau de la marine									16:07	95	
Chatelaillon	Digue au 3/4 détruite			Digues détruite au 3/4						16:08	95	
Concarneau	Eau couvrant entièrement les quais			30 m de digue détruite						15:53	95	
Gâvres	Locaux de la défense fixe inondés										95	
Guérande	Marais salants envahis par la mer									15:55	95	
Guilvinec	Mer envahissant les maisons bordant le port			Digue détruite		Endommagement par projection de bloc				16:05	95	
Ile de Sein	Ile entièrement submergée	300 m				Dégâts sur rdc maison		Toutes les terres labourables submergées	Apports de sables et vases	16:09	95	
Ile Tudy	Toutes les maisons envahies par l'eau			Digue du port détruite sur 60 m						15:53	95	
La Rochelle	Promenade du mail inondée complètement									16:08	95	
L'Aiguillon-sur-Mer	Surverse sur toute la digue de l'Aiguillon			Dégâts sur la digue	Dégât sur chemin de la digue, voie ferrée			Sur 40 ha de terres agricoles			95	
Le Conquet		30 m		Parapet de jetée détruit sur 60 m, quai détruit						16:17	95	Projection de blocs de 200-250kg à 20m
Le Verdon	Plaine inondée (Pte Gavre)			Dégâts importants sur la digue						16:33	95	
Les Sables-d'Olonne				Brèche de 30 m dans la digue (du Fort à la jetée de la Chaume), dégâts sur les cales						16:06	95	
Lorient	Maisons de la côte d'Alger entièrement inondées (scorff)									16:05	95	Conjonction crue du Scorff
Morgat	Mer envahissant les maisons					Endommagement par projection de bloc			Projection de blocs	16:07	95	
Moutiers-en-Retz	Marais salants envahis par la mer										95	
Penmarch	Une partie de la commune inondée	3 km	2 m	Dégâts sur les môles		Portes enfoncées, murs effondrés		150 ha envahi entre St Guénolé et Kerity	2 brèches dans dunes	16:05	95	
Pouliguen	Marais salants envahis par la mer									15:57	95	
Saint-Jean-de-Luz				Dégâts			Dégâts			15:43	95	

Tableau 5 : Synthèse des données pour la submersion du 5 Décembre 1896

Submersions marines historiques

Commune	Heure début	Heure fin	Inondation	Distance inondation	H max sub(m)	Surcote / niv Prédit	Surcote en mètres	Baromètre min	Dégâts Ouvrage côtiers	Dégât routes	Dégât bâti	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Heure PM (TU)	Coef marée	Commentaires
Arcachon			Inondation sur 12 km environ de part et d'autre de la voie ferrée, inondation de RdC de maison (Gujan, Mestras, La Teste, Arcachon, Bd de la Plage)			1.5m	1.5							6:00	97	
Biarritz			Inondation RdC 1er rang, dégât						Murs de soutènement et parapets détruits Port des pêcheurs, Port-Vieux et Côte des Basques				Apport de sables	5:11	97	Transports de débris sur plusieurs centaines de m
Camaret	5	6	Inondation du sillon et des quais						Brèche de 10m dans le mur du sillon					5:44	97	
Chatellaillon			Rues inondées						Digues coupée, parapets détruits		Endommagement de villas de la plage, terrasses enlevées			5:28	97	
Fouras									Dégâts sur la digue		Endommagements de villas			5:28	97	
Fouras			Dégâts énormes						Destruction de wharf					5:28	97	Affaissement dans la falaise
Ile de Sein			Inondation des maisons des quartiers bas									Terres labourables en grande partie submergées		5:39	97	
Ile Tudy			Ile inondée de part en part, quarantaine de maisons inondées	160 m					Digues endommagées	Ravinement des chemins et routes			Projection de blocs sur toute l'île	5:23	97	
Kerity			Route Kerity à St Guénolé, H eau à hauteur de poitrail de cheval	> 300m	0,8 m				Digues détruites					5:23	97	
La Rochelle			Inondation du quartier de Vaugouin (La Rossignollette) Destructions de maisons ostreicoles (Port-Neuf)								Destructions de maisons ostreicoles (Port-Neuf)			5:28	97	
La Rochelle			Inondation du quai Dupérré						Jetée du mail La Pallice endommagée					5:28	97	Projection de débris
La Tranche-sur-Mer									Jetées et protections en enrochements endommagées					5:28	97	
La Trinité-sur-Mer			Inondation de maison et du Boulevard des américains											5:30	97	
L'Aiguillon-sur-Mer									Jetées et protections en enrochements endommagées					5:28	97	
Le Conquet			Digues et cales submergées											5:48	97	Projections de blocs sur les chemins côtiers
Le Palais			Quais et rues bordant le port inondés											5:23	97	

Tableau 6 : Synthèse des données pour la submersion du 9 Janvier 1924 (première partie)

Commune	Heure début	Heure fin	Inondation	Distance inondation	H max sub(m)	Surcote / niv Prédit	Surcote en mètres	Baromètre min	Dégâts Ouvrage côtiers	Dégât routes	Dégât bâti	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Heure PM (TU)	Coef marée	Commentaires
Le Pouldu			Inondation maison jusqu'à la Maison Cochenec, atteignant le premier étage	140 m	2,5 m								Dune emportée, brèche	5:23	97	
Lechiagat									Dommages sur les digues					5:23	97	
Les Sables-d'Olonne			Inondation des villas en bord de remblai						Destruction du remblai et la partie cimentée				8 m de recul des dunes signalé sur la côte vendéenne	5:26	97	
Lesconil			Champs inondés						Dommages sur les digues					5:24	97	
Lorient						0.6 m	0.6	745 mm						5:28	97	
Mimizan			Etablissement des bains et gare envahis par l'eau							Destruction de la voie ferrée sur 50 m				5:27	97	
Molène			Terrain ouest ravagés par les vagues											5:57	97	
Ouessant									Quais gravement endommagés					5:55	97	
Penmarch			Champs inondés									Champs recouverts		5:23	97	
Pointe de Grave			Inondation jusqu'à la voie de chemin de fer											6:01	97	
Port-Haliguen			Maisons inondées											5:27	97	
Royan			Quartier bas inondé jusqu'à la place de l'Eglise Notre-Dame, 1m d'eau Bd Botton	250 m	1 m				Digue Bd Garnier endommagée					5:53	97	
Saint-Gilles-Croix-de-Vie	2	7h30	Grosses vagues de 5 à 7m arrivent au rivage			1		728mm (970 hPa)					Recul des dunes de 4 à 6 m sur plus d'un Km	5:26	97	
Saint-Guénolé	2	4	Inondation des RdC des maisons, inondation des champs entre Saint-Pierre-Penmarchet Saint-Guénolé		1.2 à 1.5 m				Destruction de digues, quais détruits sur 20m	Routes défoncées et ravinées	Dégâts sur usines et maisons, destruction de murs de clôtures		Apport de sable dans les rues	5:23	97	Projection de galets
Saint-Jean-de-Monts													Recul des dunes de 10 m	5:26	97	
Saint-Nazaire	3h30	6h30				0.7 m	0.7		Plusieurs centaines de m de digues détruite	Endommagement de route pavée et de voie de chemin de fer				5:09	97	Transport de bloc de granite de 500kg à + de 100m
Soulac-sur-Mer											Dégarnissage de fondations de chalets de plage		Recul des dunes	6:01	97	

Tableau 7 : Synthèse des données pour la submersion du 9 Janvier 1924 (seconde partie)

Commune	Heure début	Heure fin	Inondation	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Heure PM (TU)	Coef marée	Commentaires
Mont-Saint-Michel			Généralité des terrains submergés			18:32	109	
Huisnes-sur-Mer			Généralité des terrains submergés	Terres inondées		18:32	109	
Saint-Martin-de-Ré			Marais salants entièrement détruits			18:56	109	
La Rochelle	15		Submersion de grandes surfaces de terres cultivées	Terres cultivées submergées		15:56	109	
Fécamp						22:59	109	
Marcey-les-Grèves			Salines entièrement submergées			18:32	109	
Vains			Salines entièrement submergées			18:32	109	
Granville	11	17	Inondation d'une grande quantité de maisons et de magasins, quartier Saint Gand menacé			18:41	109	
Le Havre			Inondation de terre en arrière de brèches		Brèches dans terrain naturel	22:10	109	
Saint-Malo						18:37	109	"Dégâts considérables"

Tableau 8 : Synthèse des données pour la submersion du 22 Octobre 1820

Commune	Durée inondation	Inondation	Distance inondation	H max sub(m)	Secteur de tempête	Dégâts Ouvrage côtiers	Dégât routes	Dégât bâti	Dégât ouvrage urbain	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Heure PM (TU)	Coef marée	Commentaires
Arromanches						Partie de la digue arrachée								
Barfleur		Inondations et dégâts importants	Évaluée entre 300 et 500 m			Digue maçonnerie partiellement détruite		Destruction de murets				20:19	108	
Cancale	2j											17:41	108	Plusieurs effondrements de falaise
Carentan		60 km2 de terre submergées				Destruction de la digue de protection des marées sur 2500m						20:25	108	
Cherbourg	2j	Place Napoléon transformée en grève, inondation des champs aux Flamands, bas quartier inondée		1.5m		Jetée Collignon endommagée sur + de 100m, Effondrement de mur, parapets		Endommagements de la terrasse du casino, dégâts sur les villa de la côte	Glacis du Bd maritime détruit sur 100m	Inondation des champs à Quercquville	Apport de sables	19:24	108	Inondation quartier du Roule (conjonction crue de la Divette et du Trottebec)
Dol		Polders et marais envahis par la mer				Digue en partie détruite sur 30 km						17:41	108	
Gefosse-Fontenay		Importante submersion jusqu'à 1500 m du rivage	1500 m			Rupture de digue	Chemins littoraux détruits par brèche de 60m			Terres submergées	Apport de galets généralisé pouvant atteindre 25 cm	20:25	108	
Grandcamp	2j	Nombreuses maisons envahies par la mer, habitants réfugiés sur les toits, pénétration de 1600 m dans les terres	1600 m	1.5m ??		Digues détruites		Très fort endommagement sur maisons	Dommages		Important apport de galets sur la franche côtière	20:25	108	Projections de débris et de bateaux sur les maisons
Granville	2j					Jetée arasée par la tempête, destruction de parapets			Destruction de mobiliers urbains			17:50	108	Projections de blocs arrachés
Isigny-sur-Mer	2j	Partie de la ville inondée (vers 21h30), rue de Paris inondée, bateaux sur les quais										20:09	108	20 km de la vallée de l'Aure inondée, Vire en crue : conjonction fortes pluies, fort coef et tempête
Port-en-Bessin		Inondation du bord de mer				Parapet de la digue Ouest endommagé		Endommagement de maisons sur les quais				20:15	108	
Querqueville		Villas de la côte endommagées						Endommagement de maisons				19:24	108	Querqueville => Inondation menaçant la RN (soit +/-600 m de pénétration)
Saint-benoit-des-ondes	2j	Maisons complètement submergées										17:41	108	
Saint-Malo	2j	Centre de Saint-Malo et quartier du Sillon inondés, RdC et caves		> 1m	NE		Fort endommagement des chaussées	Endommagement de maisons			Affouillements, forte érosion de la plage Bon Secours	17:45	108	Plusieurs points d'entrée (remparts et portes de St-Malo), sillon recouvert par la submersion
Urville-Nacqueville		Villas de la côte endommagées						Endommagement de maisons				19:14	108	

Tableau 9 : Synthèse des données pour la submersion du 28 Octobre 1909

Commune	Inondation	Dist. Inond.	H max sub(m)	Baromètre moyen	Baromètre min	Dégâts Ouvrage côtiers	Dégât routes	Dégât bâti	Dégât ouvrage urbain	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Commentaires
Cannes	Jardins de la Croisette et Bd du Midi inondés							Etablissement des bains endommagés				Dégât sur voie ferrée entre Cannes-la-Bocca et Cannes
Cros-de-Cagnes	Inondation des RdC maisons de première ligne	50 m									Ravinement et apports de graviers et galets jusqu'à 50 cm d'épaisseur	Déferlement des vagues sur les maisons de première ligne
Hyères	Pénétration profonde de la mer au niveau des salins	"Importante"						12 maisons détruites aux salins d'Hyère, dégâts sur les établissements des salins				Une centaine de sans-abri
Juan-les-Pins								Destruction du mur de protection de la voie ferrée				Dégâts sur 200m de la voie ferrée entre Golfe-Juan et Juan-les-Pins
Menton	Inondation de la promenade du Midi						Dégât sur la Chaussée de la Promenade du Midi		Dégâts		Apport de débris divers	
Monaco	Inondation et déferlement de vagues dans le Quartier de la Condamine et sur la Place Font-Vieille											
Nice	Inondation des RdC des maisons de première ligne et suivantes	200 m	1,5m	759mm à 12h00	747 mm à 17h00	Dégâts sur maçonnerie promenade (sur plusieurs centaines de m)		Destructions des bâtiments des Bains	Très importants dégâts, parapets et mobilier urbain détruit		Jusqu'à 1,5 m d'apport de graviers et sable; trottoirs et chaussées recouverts	Déferlement jusqu'au premier étage des maisons de première ligne; hauteur de vagues entre 4m et 5m au littoral; transport de blocs de béton
Saint-Raphaël		150 m				Dégât sur la jetée et la contre-jetée, pont détruit						
Villefranche-sur-Mer	Quais et RdC maisons de première ligne inondés, déferlement sur la première ligne jusqu'au premier étage											

Tableau 10 : Synthèse des données pour la submersion du 31 Octobre 1906

Commune	Inondation	Dist. inondation	H max sub(m)	Surcote / niv Prédit	Secteur de tempête	Dégâts Ouvrage côtiers	Dégât routes	Dégât bâti	Dégât ouvrage urbain	Dégât agricole	Apport sédimentaire/érosion	Heure PM (TU)	Coef marée	Commentaires
Argelès-sur-Mer	Inondation de la route de la corniche													
Banyuls-sur-Mer	Inondation des RdC des immeubles en arrière de la plage													
Batz	Submersion des marais salants					Eventrement de digues et talus				Dégâts dans les marais salants		15:34	101	
Cerbère							Destruction de la route nationale							
Collioure	Inondation du village jusqu'à la Place de la Mairie	200 m												
Grau-d'Agdes	Rupture de digue, inondation très importante des terres en arrière, quai du Grau inondés	jusqu'à 1 km				Endommagements sur la digue Richelieu				Inondations et dégât sur les vignes (parfois arrachées)				
Grau-du-Roi	Rue du village inondée													
Gruissan	Inondation du village		> 1 m ?			Ruptures des digues des Salines de Saint-Martin				Dégâts dans les salines de Saint-Martin				Début de la submersion à 7 h du matin. Habitants réfugiés aux premiers étages
Guérande	Submersion des marais salants					Eventrement de digues et de talus				Dégâts dans les marais salants		15:34	101	
Hyères	Inondation des salins							Plusieurs maisons effondrées		Forts dégâts dans les salins				
La Nouvelle	Inondation de la moitié des maisons, vignes littorales inondées		1 m					Dégât considérables pour la moitié des maisons						Début de la submersion vers 7h30 du matin
L'Aiguillon-sur-Mer	Inondation de centaines d'hectares de terres labourées					Rupture de digues				Submersion de terres agricoles		15:42	101	
Le Barcarès	Inondation d'une grande partie du village jusqu'à la gare	de l'ordre de 330 m												
Le Croisic	Submersion des marais salants					Eventrement de digues et talus				Dégâts dans les marais salants		15:34	101	
Lechiagat	Inondation pénétrante de 1km suite à rupture de digue	1 km				Dégât sur digue (destruction partielle)						15:40	101	
Leucate	Vignes submergées notamment aux Coussoules							Abris vigneron emportés		Vignes submergées				
Lorient				Supérieure à 60 cm								15:42	101	
Marseillan	Inondation des vignes de bord de mer					Rupture de digues du Grau								Vagues de l'étang déferlants sur l'arrière port
Palavas	Route de Montpellier coupée (>20cm d'eau), Inondation du village, Institut Marin St-Pierre entouré d'eau, déferlement sur les quais du canal					Extrémité de la jetée rive droite détruit				Galets et blocs recouvrant les quais du canal				
Port-Vendres					SE	Endommagement d'un môle par les vagues								
Valras	Inondation du village		1.8m	5m80 au dessus du sol			Endommagement de la route vers la mer, ravinement des chemins	Cabannes détruites, clotures renversées			Apports de graviers de rechargement sur les routes, débris épais dans certaines rues			Habitants fuyant les rez-de-chaussées

Tableau 11 : Synthèse des données pour la submersion du 21 Mars 1928



Centre scientifique et technique
Service Direction des Risques et de la Prévention
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34
www.brgm.fr