
**DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES
PAYS DE LA LOIRE**



**ÉTUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE
COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE**

**FASCICULE D : SYNTHÈSE SUR L'ÉROSION
ET LA SUBMERSION MARINE DU LITTORAL DE
LOIRE-ATLANTIQUE**

MARS 2012
N° 1711836R9



DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
 ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE -ATLANTIQUE

 AGENCE DE BORDEAUX IMMEUBLE LE RUBIS 10 rue Gutenberg - B.P. 30281 33697 MERIGNAC CEDEX Tél. : 05 56 13 85 82 Fax : 05 56 13 85 62	N° Affaire	1711836				Établi par	Véifié par	Date du contrôle
	Date	Mars 2012				Vincent MAZEIRAUD Valérie PALLUT	Vincent MAZEIRAUD	Mars 2012
	Indice	A	B			Sébastien LEDOUX		

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	B
CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	I
1. APPROCHE METHODOLOGIQUE GENERALE.....	1
1.1. METHODOLOGIE DE CONNAISSANCE DES MECANISMES D'EROSION MARINE.....	1
1.1.1. PLAGES.....	1
1.1.2. FALAISES VIVES.....	1
1.1.3. PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES DE PROTECTION DU LITTORAL.....	2
1.2. METHODOLOGIE DE CONNAISSANCE DES MECANISMES DE SUBMERSION MARINE.....	2
2. PRESENTATION GENERALE DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE.....	4
2.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.....	4
2.2. NIVEAUX DE LA MER.....	4
2.2.1. PLANIMETRIE ET ALTIMETRIE.....	4
2.2.2. MAREE THEORIQUE.....	5
2.2.3. NIVEAUX EXTREMES DE PLEINE MER.....	6
2.2.4. SURCOTES ET DECOTES.....	6
2.2.5. ELEVATION DU NIVEAU MOYEN DES MERS DUE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	7
2.3. MORPHOLOGIE COTIERE.....	8
2.4. BATHYMETRIE.....	9
2.5. GEOLOGIE.....	9
2.6. COUVERTURE SEDIMENTAIRE DES FONDS MARINS.....	10
2.7. COURANTS GENERAUX.....	11
2.8. VENTS.....	11
2.9. ETATS DE MER.....	12
2.9.1. AU LARGE.....	12
2.9.2. EN ZONE COTIERE.....	13
2.10. ZONES REGLEMENTEES ET PROTEGEES.....	14
2.10.1. ZPS ET SIC NATURA 2000.....	14
2.10.2. SITES INSCRITS ET SITES CLASSES.....	16
2.10.3. ZNIEFF.....	17
2.10.4. PARCS NATURELS.....	17
3. SYNTHESE DE L'EVENEMENT XYNTHIA DU 27 ET 28 FEVRIER 2010.....	18
3.1. CONDITIONS HYDROMETEOROLOGIQUES.....	18
3.1.1. PRESSION ATMOSPHERIQUE.....	18
3.1.2. VENTS.....	18

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

3.1.3.	MAREE ASTRONOMIQUE.....	20
3.1.4.	ETATS DE MER	20
3.2.	NIVEAUX D'EAU A LA COTE	23
3.2.1.	MESURES MAREGRAPHIQUES.....	23
3.2.2.	RELEVES DE LAISSES DE SUBMERSION.....	23
3.2.3.	COMPARAISON AUX NIVEAUX MARINS EXTREMES DE PLEINE MER (SHOM/CETMEF, 2008).....	24
3.3.	EFFETS DE LA TEMPETE XYNTHIA SUR LE LITTORAL DE LOIRE- ATLANTIQUE	26
3.3.1.	SUR LA SUBMERSION MARINE.....	26
3.3.2.	SUR LES OUVRAGES LITTORAUX (EPIS, PERRES, MURS, DIGUES)	26
3.3.3.	SUR L'EROSION DES PLAGES ET DES FALAISES.....	28
4.	DECOUPAGE EN UNITES SEDIMENTAIRES ET EN SOUS-SECTEURS D'ETUDE .	29
5.	USI – DE LA BAIE DE PONT-MAHE A LA POINTE DU CASTELLI	31
5.1.	DESCRIPTION GENERALE	31
5.2.	SYNTHESE DE L'EROSION MARINE	32
5.2.1.	PLAGES.....	32
5.2.2.	FALAISES VIVES	32
5.3.	SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE.....	33
6.	USII – DE LA POINTE DU CASTELLI A LA POINTE DE CHEMOULIN.....	35
6.1.	DESCRIPTION GENERALE	35
6.2.	SYNTHESE DE L'EROSION MARINE.....	36
6.2.1.	PLAGES.....	36
6.2.2.	FALAISES VIVES	37
6.3.	SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE.....	38
7.	USIII – DE LA POINTE DE CHEMOULIN AU PORT DE SAINT-NAZAIRE	39
7.1.	DESCRIPTION GENERALE	39
7.2.	SYNTHESE DE L'EROSION MARINE.....	39
7.2.1.	PLAGES.....	39
7.2.2.	FALAISES VIVES	40
7.3.	SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE.....	40
8.	USIV – DE SAINT-BREVIN-LES-PINS A LA POINTE DE SAINT-GILDAS	41
8.1.	DESCRIPTION GENERALE	41
8.2.	SYNTHESE DE L'EROSION MARINE.....	42
8.2.1.	PLAGES.....	42
8.2.2.	FALAISES VIVES	42
8.3.	SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE.....	43
9.	USV – DE LA POINTE SAINT-GILDAS A NOIRMOUTIER-EN-L'ILE	44
9.1.	DESCRIPTION GENERALE	44

9.2. SYNTHÈSE DE L'ÉROSION MARINE.....	45
9.2.1. PLAGES.....	45
9.2.2. FALAISES VIVES.....	45
9.3. SYNTHÈSE DE LA SUBMERSION MARINE.....	46
10. CHIFFRES CLES DES PHÉNOMÈNES D'ÉROSION ET DE SUBMERSION MARINE SUR LE LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE.....	47
10.1. ÉROSION MARINE.....	47
10.2. SUBMERSION MARINE.....	49
REFERENCES.....	50
FIGURES.....	52

oOo

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Correspondance entre le zéro hydrographique et le zéro IGN69 le long du littoral de la Loire-Atlantique (source : SHOM 2010)

Tableau 2.2 : Niveaux caractéristiques de la marée le long du littoral de Loire-Atlantique en mètre cote marine (source : SHOM 2010)

Tableau 2.3 : Niveaux caractéristiques de la marée le long du littoral de Loire-Atlantique en mètre IGN69 (source : SHOM 2010)

Tableau 2.4 : Régime extrême des houles au large (hauteurs et intervalles de confiance à 90%)

Tableau 2.5 : Régime extrême des houles en zone côtière (hauteurs et intervalle de confiance à 90%)

Tableau 2.6 : ZICO, ZPS et SIC sur le littoral de Loire-Atlantique (source DREAL)

Tableau 2.7 : Sites inscrits et sites classés présents sur la zone d'étude (source DREAL)

Tableau 3.1 : Niveaux prédits, mesurés et surcotes associés aux marégraphes de proximité (données fournies pour la pleine mer en cotes marines). (source : SHOM, 2010)

Tableau 10.1 : Pourcentage des zones en érosion, stable ou engraissement pour chacune des 5 unités sédimentaires du littoral de Loire-Atlantique

oOo

LISTE DES FIGURES

Figure 0.1 : Cellules hydrosédimentaires de la région des Pays de la Loire

Figure 2.1 : Localisation géographique

Figure 2.2 : Niveaux extrêmes de pleine-mer pour une période de retour à 100 ans

Figure 2.3 : Dynamique des surcotes à la pointe Saint-Gildas

Figure 2.4 : Elévation du niveau de la mer et évolution des taux de gaz à effet de serre

Figure 2.5 : Typologie du trait de côte

Figure 2.6 : Bathymétrie générale

Figure 2.7 : Sédimentologie des fonds

Figure 2.8 : Courants de marée d'après PREVIMER

Figure 2.9 : Courants de marée d'après B. TESSIER*

Figure 2.10 : Rose des vents au Talut

Figure 2.11 : Localisation des points de houle ANEMOC

Figure 2.12 : Distribution des hauteurs des états de mer du large

Figure 2.13 : Rose des houles du large

Figure 2.14 : Distribution des périodes des états de mer du large

Figure 2.15 : Graphiques des extrêmes des états de mer du large

Figure 2.16 : Distribution des hauteurs des états de mer en zone côtière

Figure 2.17 : Rose des houles en zone côtière

Figure 2.18 : Distribution des périodes des états de mer en zone côtière

Figure 2.19 : Graphiques des extrêmes des états de mer en zone côtière

Figure 2.20 : Localisation des ZPS et Sites d'Importance Communautaire (SIC) NATURA2000

Figure 2.21 : Localisation des sites inscrits et classés

Figure 2.22 : Localisation des inventaires naturels : ZNIEFF type I et de type II

Figure 3.1 : Mesures de la vitesse des vents (rafales en m/s) et de la pression atmosphérique (Hpa) a la station météorologique du lycée Valin à La Rochelle.

Figure 3.2 : Champs de vent moyen (km/h) observe entre le 28 février à 00h50 et le 28 février 18h50. (source : météociel)

Figure 3.3 : Marée astronomique (théorique) à Saint-Nazaire les 27 et 28 février 2010. Source : SHOM

Figure 3.4 : localisation de la bouée Oléron. (source : Pineau-Guillou et al., 2010)

Figure 3.5 : Paramètres d'états de mer mesurés à la bouée Oléron. (source : Pineau-Guillou et al., 2010)

Figure 3.6 : Evolution de la hauteur significative et de la hauteur maximale à la bouée île d'Yeu nord entre le 20/02/2010 et le 02/03/2010. Source : CETMEF, 2010.

Figure 3.7 : Surcotes de pleine mer au marégraphe de la pointe Saint-Gildas. Source : SHOM/CETMEF, 2008

Figure 3.8 : Niveaux extrêmes de pleine-mer pour une période de retour de 100 ans (en m IGN). (source : SHOM/CETMEF, 2008)

Figure 4.1 : Cellules hydrosédimentaires de la Loire-Atlantique

Figure 5.1 : Typologie du trait de côte de l'USI

Figure 5.2 : Découpage en sous-secteurs de l'USI

Figure 5.3 : Synthèse sur l'érosion marine de l'USI

Figure 5.4 : Submersion marine de l'USI-A – Période de retour 100 ans

Figure 5.5 : Submersion marine de l'USI-B – Période de retour 100 ans

Figure 6.1 : Typologie du trait de côte de l'USII

Figure 6.2 : Découpage en sous-secteurs de l'USII

Figure 6.3 : Synthèse sur l'érosion marine de l'USII

Figure 6.4 : Submersion marine de l'USII-C – Période de retour 100 ans

Figure 7.1 : Typologie du trait de côte de l'USIII

Figure 7.2 : Découpage en sous-secteurs de l'USIII

Figure 7.3 : Synthèse sur l'érosion marine de l'USIII

Figure 8.1 : Typologie du trait de côte de l'USIV

Figure 8.2 : Découpage en sous-secteurs de l'USIV

Figure 8.3 : Synthèse sur l'érosion marine de l'USIV

Figure 8.4 : Submersion marine de l'USIV – Période de retour 100 ans

Figure 9.1 : Typologie du trait de côte de l'USV

Figure 9.2 : Découpage en sous-secteurs de l'USV

Figure 9.3 : Synthèse sur l'érosion marine de l'USV

Figure 9.4 : Submersion marine de l'USV-B – Période de retour 100 ans

Figure 9.5 : Submersion marine de l'USV-C – Période de retour 100 ans

Figure 9.6 : Submersion marine de l'USV-D – Période de retour 100 ans

oOo

CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La convention triennale signée le 23 avril 2008 entre l'État, le Conseil Régional des Pays de la Loire et les Conseils Généraux de la Loire-Atlantique et de la Vendée, sur la gestion durable du trait de côte a permis de préciser la nécessité d'une étude destinée à :

- expliquer le fonctionnement hydrosédimentaire du littoral régional, caractériser les cellules sédimentaires, identifier pour chacune les aléas et les enjeux en prenant en compte des scénarios d'évolution climatique, et identifier les stocks de sédiments mobilisables pour des opérations de rechargement,
- réaliser un diagnostic des ouvrages existants en précisant leur état structurel présent, leur efficacité face aux houles actuelles et en prévision du climat de houles futur, et l'évaluation du coût annuel de leur entretien,
- développer un argumentaire susceptible d'orienter les maîtres d'ouvrages des interventions sur le trait de côte vers les techniques de protection les plus appropriées au regard des risques encourus.

Le littoral concerné comprend 11 cellules hydrosédimentaires élémentaires (cf. figure 0.1), mais une partie du littoral – la zone vendéenne – a déjà fait l'objet d'une étude spécifique (étude de DHI, 2007).

Les objectifs de la présente étude tels que définis dans le cahier des charges sont les suivants :

Phase « A » - Production de l'atlas « hydrosédimentologie et érosion marine » et de l'approche cartographique « aléa submersion marine » de la Loire-Atlantique

Il s'agira de:

- connaître l'évolution du trait de côte et les principaux processus qui la régissent ;
- connaître les stocks sédimentaires mobilisables et leur évolution ;
- déterminer, par secteur, les aléas d'érosion et de submersion, les enjeux et les solutions envisageables pour protéger les secteurs identifiés comme prioritaires dans le cadre de la présente étude.

Phase « B » – Étude détaillée des cellules n°1 à 5, 9, 10 et 11

Il s'agira de:

- analyser l'état des ouvrages existants de protection du littoral,
- analyser de manière détaillée les phénomènes d'érosion et de submersion identifiés en phase A pour les cellules n°1 à 5, 9, 10 et 11 (pour la partie de l'Anse du Maupas à la Baie de l'Aiguillon - Pertuis Breton) (cf. figure 0.1).

Les résultats de l'étude sont répartis en différents fascicules :

- **Fascicule A** : « Conditions générales » présentant une description générale du littoral et la méthodologie employée pour l'étude,
- **Fascicule B** : « Fiches d'inspection » dédié aux fiches d'observations terrain des plages, des falaises et des ouvrages littoraux,
- **Fascicule C** : « Synthèse de l'évènement Xynthia du 27 et 28 février 2010 en Loire-Atlantique » rapportant les éléments de connaissance de l'évènement,
- **Fascicules des unités sédimentaires I à V** : Rapports spécifiques à chaque unité sédimentaire détaillant le fonctionnement et l'évolution des côtes,
- **Fascicule D** : « Synthèse des réflexions de phase A » proposant une synthèse des fascicules A, B, C et I à V,
- **Fascicule E** : « Schéma directeur » définissant les solutions envisageables pour protéger le littoral des phénomènes d'érosion et de submersion marine.

Le présent rapport correspond au **fascicule D de synthèse des réflexions de phase A**.

oOo

1. APPROCHE METHODOLOGIQUE GENERALE

1.1. METHODOLOGIE DE CONNAISSANCE DES MECANISMES D'EROSION MARINE

Le littoral de Loire-Atlantique possède à la fois des zones de plages littorales et des côtes à falaises vives. Ce deux types de littoraux possèdent des mécanismes d'évolution différents, en raison notamment des différences de dureté des sols (sédiments meubles et mobiles pour les plages, roches dures pour les falaises). La connaissance des mécanismes d'érosion a donc nécessité la mise en œuvre d'une méthodologie spécifique à chaque type de littoral.

1.1.1. PLAGES

La connaissance des phénomènes d'érosion marine nécessite d'étudier les mécanismes évolutifs des plages qui sont donc liés pour majorité aux courants de déferlement de la houle en zone côtière. Les approches retenues dans le cadre de cette étude combinent différentes techniques qui peuvent être privilégiées les unes par rapport aux autres selon les situations rencontrées sur le littoral :

- l'approche historique visant à analyser l'évolution passée du trait de côte à partir des photographies aériennes disponibles. Pour le littoral de Loire-Atlantique, nous disposons des clichés aériens de 1977, 1999, 2000 et 2004,
- le retour des acteurs communaux sur les problèmes d'érosion rencontrés par le passé sur leurs littoraux à l'aide du questionnaire littoral,
- l'approche naturaliste qui, via l'observation directe du littoral, permet d'obtenir une vision de l'état actuel des plages. Une mission de reconnaissance complète du littoral de Loire-Atlantique a été réalisée en Février 2009 et consignée dans le fascicule B de la présente étude,
- l'approche modélisation numérique visant à apprécier la transformation des vagues entre le large et la côte sous l'effet des fonds, puis à pouvoir calculer précisément les courants de déferlement et les évolutions littorales associées.

1.1.2. FALAISES VIVES

L'approche consiste donc à compiler un panel relativement large d'information caractérisant un tronçon de falaise vive donné afin d'établir le taux dévolution possible en fonction des paramètres suivants :

1. les études de détail disponibles sur certaines zones de falaises vives du littoral (Piriac-sur-Mer, Préfailles, Pornic par exemple),
2. le degré d'exposition des falaises aux houles déferlantes,
3. la géologie (connaissance du type de roche),

4. l'évolution historique du trait de côte,
5. l'analyse des relevés des mouvements ponctuels,
6. les fiches d'observation du littoral et le questionnaire aux communes littorales.

1.1.3. PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES DE PROTECTION DU LITTORAL

L'effet des ouvrages (épis, brise-lames, perrés, digues, rechargements en sédiments, protection dunaire) est pris en considération dans l'évolution future du trait de côte. Cela revient donc à intégrer l'efficacité passée des ouvrages et à parier sur leur pérennité.

1.2. METHODOLOGIE DE CONNAISSANCE DES MECANISMES DE SUBMERSION MARINE

Les zones côtières sujettes à la submersion marine ont été identifiées en comparant les niveaux extrêmes de référence de la mer avec les niveaux altimétriques terrestres et en mettant l'ensemble en perspective des éventuelles informations fournies par les communes littorales suite au questionnaire traitant de cette problématique. De plus, il a été pris en compte les effets dynamiques à la côte (houle déferlante, accumulation d'eau sous l'effet du vent dans les traicts) pouvant venir déstabiliser un cordon dunaire ou franchir une digue à la mer.

Les niveaux extrêmes de référence de la mer sont extraits de l'étude SHOM/CETMEF de 2008 traitant de l'ensemble de la façade Manche et Atlantique. Cette étude donne les niveaux d'eau rattachés à des périodes de retour incluant à la fois le niveau déterministe de la marée astronomique et le niveau aléatoire des surcotes dépressionnaires.

Les sources de données altimétriques terrestres ont été soit :

- le LIDAR de 2010 sur l'ensemble de la zone littoral, la précision altimétrique de cette donnée est de l'ordre du centimètre,
- la BD ALTI de l'IGN. La précision altimétrique est d'un mètre pour cette donnée. La densité spatiale est d'un point tous les 25m.

La cartographie de la submersion marine a été réalisée pour les configurations suivantes :

- les niveaux statiques extrêmes de pleine de mer de période de retour 20, 50 et 100 ans,
- le niveau statique extrême de pleine mer de période de retour 100 ans sous l'hypothèse d'un niveau moyen de la mer surélevé de +0,59m (changement climatique à l'horizon 2100).

Conformément à la méthodologie employée pour l'étude des risques de submersion sur le littoral vendéen (Sogreah, 2000) et en accord avec la Maîtrise d'Ouvrage, il a été adopté la qualification suivante :

- submersion faible à moyenne si la hauteur d'eau est inférieure à 1,0m,
- submersion moyenne à forte si la hauteur d'eau est supérieure à 1,0m.

La cartographie obtenue permettra de donner une idée de l'emprise des zones submersibles.

En concertation avec le comité technique de l'étude, la prise en compte des ouvrages littoraux de protection contre les submersions marines (cordon dunaire, digues à la mer) s'est faite comme suit :

- pour les ouvrages naturels de type cordon dunaire, il sera défini si ce dernier peut être sujet à ouverture de brèches et ainsi laisser propager l'onde de marée. Il s'agira d'effectuer une analyse comparative des niveaux d'eau extrêmes prenant à la fois les contributions statiques et dynamiques avec les altimétries des crêtes des cordons dunaires,
- pour les ouvrages artificiels (dignes à la mer), il sera considéré que ces derniers n'offrent pas de garanties quant à la protection vis-à-vis de la submersion. Nous considérerons donc dans la présente réflexion que toute digue de mer même entretenue et dont la stabilité est suivie régulièrement en l'état actuel peut se rompre lors d'un événement extrême. Par contre, les digues secondaires (ou digues de retraites) situées à l'intérieur des terres seront considérées comme pouvant garder leur intégrité structurelle et ne pouvant être sujettes qu'à des ouvertures de brèches partielles. Elles seront « effacées » sur les cartographies prenant en compte les effets possibles du changement climatique.

oOo

2. PRESENTATION GENERALE DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

2.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Le littoral de Loire-Atlantique s'étend sur la façade maritime Ouest de la France, sur un linéaire d'environ 210 km depuis la pointe du Bile au Nord jusqu'au port du Collet au Sud. Il est bordé au Nord par le littoral Morbihannais et au Sud par le littoral Vendéen.

20 communes composent cette frange littorale et sont réparties comme suit du nord au sud (figure 2.1) : Assérac (1), Saint-Molf (2), Mesquer (3), Piriac-sur-Mer (4), La Turballe (5), Guérande (6), Le Croisic (7), Batz-sur-Mer (8), Le Pouliguen (9), La Baule Escoublac (10), Pornichet (11), Saint-Nazaire (12), Saint-Brévin-les-Pins (13), Saint-Michel-Chef-Chef (14), La Plaine-sur-Mer (15), Préfailles (16), Pornic (17), La Bernerie-en-Retz (18), Les Moutiers-en-Retz (19), Bourgneuf-en-Retz (20).

Par ailleurs, en raison de la continuité des processus sédimentaires, il est également inclus au littoral de Loire-Atlantique une partie du littoral vendéen comprenant le sud de la baie de Bourgneuf et la façade Est de l'île de Noirmoutier. Les communes littorales concernées sont les suivantes : Bouin (21), Beauvoir-sur-Mer (22), La Barre-de-Monts (23), Barbâtre (24), La Guérinière (25), L'Épine (26), Noirmoutier-en-l'Île (27).

2.2. NIVEAUX DE LA MER

2.2.1. PLANIMETRIE ET ALTIMETRIE

Les coordonnées planimétriques qui sont utilisées dans le cadre de cette étude sont rattachées à la projection plane Lambert II cartographique.

Les cotes altimétriques seront généralement exprimées en cotes terrestres rattachées au système IGN69 en raison d'une plus grande facilité d'interprétation au niveau des rendus cartographiques, en particulier lorsqu'il s'agira d'étudier le phénomène de submersion marine.

De manière ponctuelle (en particulier lors de la présentation des cartes bathymétriques), il pourra être fait référence aux cotes marines rattachées au zéro hydrographique (0 m CM). La correspondance entre le zéro hydrographique et le zéro IGN69 le long du littoral est indiquée dans le tableau suivant.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
 ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

TABLEAU 2.1 : CORRESPONDANCE ENTRE LE ZERO HYDROGRAPHIQUE ET LE ZERO IGN69 LE LONG DU LITTORAL DE LA LOIRE-ATLANTIQUE (SOURCE : SHOM 2010)

Nom du site	Cote du 0 m CM en m IGN69
Le Croisic	-2,860
Le Pouliguen	-2,917
Pornichet	-2,927
Saint-Nazaire	-3,159
Saint-Gildas	-3,078
Pornic	-3,199
Noirmoutier	-3,101
Fromentine	-2,813

2.2.2. MAREE THEORIQUE

Sur le littoral Atlantique, la marée est de type semi-diurne (période 12 h 25). L'onde de marée se propage du Sud vers le Nord sur toute la façade Atlantique et possède des caractéristiques différentes le long des côtes en raison de son interaction avec les fonds lors de sa propagation.

L'annuaire des marées du SHOM permet de connaître les hauteurs caractéristiques en plusieurs sites côtiers du littoral de Loire-Atlantique.

TABLEAU 2.2 : NIVEAUX CARACTERISTIQUES DE LA MAREE LE LONG DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE EN M CM (SOURCE : SHOM 2010)

	PHMA ¹ (120)	PMVE (95)	PMME (45)	NM	BMME (45)	BMVE (95)	PBMA (120)
Le Croisic	6,13	5,40	4,25	3,30	2,00	0,70	-0,03
Le Pouliguen	6,15	5,45	4,30	3,31	2,05	0,80	0,04
Pornichet	6,22	5,50	4,40	3,41	2,10	0,85	-0,01
Saint-Nazaire	6,59	5,85	4,65	3,57	2,20	0,85	-0,02
Saint-Gildas	6,32	5,55	4,40	3,43	2,00	0,75	0,05
Pornic	6,54	5,80	4,65	3,57	2,20	0,80	-0,02
Fromentine	6,01	5,25	4,20	3,20	1,95	1,00	0,44
L'Herbaudière	6,21	5,50	4,40	3,36	2,10	0,80	-0,02

¹ PHMA : plus haute mer astronomique ; PMVE : pleine mer moyenne de vives-eaux ; PMME : pleine mer moyenne de mortes-eaux ; NM : niveau moyen ; BMME : basse mer moyennes de mortes-eaux ; BMVE : basse mer moyenne de vives-eaux ; PBMA : plus basse mer astronomique.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
 ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

**TABLEAU 2.3 : NIVEAUX CARACTERISTIQUES DE LA MAREE LE LONG DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE EN METRE
 IGN69 (SOURCE : SHOM 2010)**

	PHMA (120)	PMVE (95)	PMME (45)	Niveau moyen	BMME (45)	BMVE (95)	PBMA (120)
Le Croisic	3,27	2,54	1,39	0,44	-0,86	-2,16	-2,89
Le Pouliguen	3,233	2,533	1,383	0,393	-0,867	-2,117	-2,877
Pornichet	3,293	2,573	1,473	0,483	-0,827	-2,077	-2,937
Saint-Nazaire	3,431	2,691	1,491	0,411	-0,959	-2,309	-3,179
Saint-Gildas	3,242	2,472	1,322	0,352	-1,078	-2,328	-3,028
Pornic	3,341	2,601	1,451	0,371	-0,999	-2,399	-3,219
Fromentine	3,197	2,437	1,387	0,387	-0,863	-1,813	-2,373
L'Herbaudière	3,109	2,399	1,299	0,259	-1,001	-2,301	-3,121

2.2.3. NIVEAUX EXTREMES DE PLEINE MER

L'étude SHOM/CETMEF (2008) propose une analyse exhaustive des niveaux extrêmes de pleine mer le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique et donne une cartographie de ces niveaux extrêmes pour différentes périodes de retour. Ces niveaux correspondent à la sommation du niveau déterministe du à la marée astronomique et du niveau aléatoire du aux surcotes dépressionnaires.

La carte localisée sur le littoral de Loire-Atlantique est donnée sur la figure 2.2. Il en ressort qu'il existe une variabilité spatiale le long des côtes de Loire-Atlantique des valeurs de niveaux de pleine mer extrême.

De manière pratique, les valeurs sont d'autant plus importantes que l'on se trouve dans des zones littorales en forme de goulets favorisant l'accumulation de l'eau au contraire de zones plus ouvertes. Par ailleurs, on peut généralement observer des valeurs plus importantes au sud qu'au nord. À titre d'exemple, les niveaux extrêmes pour une période de retour centennale sont approximativement compris entre 3,70 et 4,10 m IGN69 avec des niveaux plus importants vers Saint-Nazaire et le littoral de Saint-Brévin-les-Pins.

2.2.4. SURCOTES ET DECOTES

Le niveau de l'eau peut subir en raison des phénomènes atmosphériques spécifiques (variation de la pression barométrique, présence de vents) des surcotes et des décotes assez brusques et d'amplitudes pouvant être de quelques dizaines de centimètres à la côte.

De manière pratique, les variations de pression atmosphérique peuvent faire varier le niveau de la mer par effet de « baromètre inverse » à savoir que les dépressions font augmenter le niveau statique de la mer et inversement lors de la présence de régimes anticycloniques. Les

modifications du niveau moyen de la mer sont de l'ordre de 1cm par hPa de différence avec la pression atmosphérique de référence de 1013 hPa.

Les vents, suivant qu'ils soufflent de terre ou de mer, engendrent des dévotes ou surcotes qui peuvent être de l'ordre de quelques dizaines de centimètres aussi. Lors des tempêtes, les deux effets générateurs de surcotes (dépression, vent de mer) sont généralement combinés, ce qui entraîne des valeurs importantes.

L'étude SHOM/CETMEF de 2008 sur les niveaux extrêmes de pleines mers présente la dynamique des surcotes littorales sur la littoral de Loire-Atlantique. Même si la lecture des données depuis le graphique présenté en figure 2.3 n'est pas immédiate, nous pouvons observer les relations suivantes :

- surcote de période de retour annuelle (1 an) : entre 0,60m et 0,70m,
- surcote de période de retour décennale (10 ans) : de l'ordre de 0,90m,
- surcote de période de retour centennale (100 ans) : entre 1,10m et 1,20m.

Par ailleurs, le projet Discobole² a permis de déterminer par reconstitution numérique que la surcote maximale observée entre le 01/01/1979 et le 31/12/2003 a été de 1,35m.

À la côte, la houle déferlante génère une surélévation du niveau moyen de l'eau communément appelée effet de « set-up ».

2.2.5. ELEVATION DU NIVEAU MOYEN DES MERS DUE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le rapport émis en 2007 par le Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (rapport GIEC 2007) établit clairement que le niveau moyen de la mer est affecté par une remontée lente qui peut être principalement imputée au réchauffement climatique.

Les prédictions sur l'évolution du niveau moyen de la mer sont basées sur six scénarii d'évolution des concentrations en gaz à effet de serre et en aérosols dans l'atmosphère qui sont rattachés à des projets d'évolutions de notre société :

- scénario A1 : monde soumis à des changements économiques très rapides avec une diminution significative des différences de revenus de part le monde. Ce scénario est divisé en trois sous-scénarii dépendant des comportements vis-à-vis des ressources fossiles :
 - scénario A1T : pas d'utilisation des énergies fossiles,
 - scénario A1B : utilisation équilibrée entre les énergies fossiles et les autres sources d'énergie,
 - scénario A1F : utilisation intensive des énergies fossiles.
- scénario A2 : monde très hétérogène avec préservation des identités locales à l'échelle mondiale,
- scénario B1 : monde soumis à des changements économiques très rapides mais avec la mise en place d'une économie de services et d'information introduisant des technologies propres

² Le projet Discobole (Données pour le dimensionnement des Structures Côtières et des Ouvrages de BOrd de mer à Longue Echéance) vise à estimer l'évolution à long terme (100 ans) de certaines conséquences du changement climatique sur le climat maritime et côtier, afin d'améliorer le dimensionnement et la gestion à long terme des ouvrages d'eau (digues, brise-lames, etc.). Le projet a été mené à bien entre 2004 et 2006 par les départements LNHE et SPE d'EDF R&D, associés au CETMEF, à l'Université de Bretagne Occidentale, et au Laboratoire de Géographie Physique (CNRS).

- scénario B2 : monde où les solutions économiques, sociales et environnementales sont trouvées à l'échelle locale.

Selon ces scénarii, des prévisions sur l'augmentation du niveau moyen de la mer à horizon 2100 ont été calculées et sont données en figure 2.4. Elles montrent que le niveau moyen de la mer pourrait augmenter de +0,18 à +0,59m d'ici 2100. Par ailleurs, cette augmentation ne serait pas uniforme sur l'ensemble des régions et serait plus marquée dans l'hémisphère Nord que dans l'hémisphère Sud.

De manière pratique, le rapport GIEC 2007 tablait sur le scénario A1B comme étant le scénario le plus vraisemblable qui prévoit une élévation du niveau de la mer comprise entre +0,20 et +0,50m. Cependant, les mesures récentes des taux d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère montrent des taux supérieurs à ceux envisagés dans le scénario le plus pessimiste retenu en 2007 (scénario A1F). Ainsi, le taux d'augmentation des émissions de CO₂ n'a pas cessé de croître depuis 2000 passant de moins de +2,0% à +3,3% (figure 3.22).

En l'état actuel des connaissances et de la documentation officielle reconnue par un panel d'experts internationaux, il convient de rester sur les valeurs annoncées dans le rapport GIEC 2007 en attendant d'un nouveau rapport actualisé.

Ces données ont récemment été confirmées par l'ONERC³ qui a produit un document de synthèse en février 2010. Ce document propose de retenir en France les valeurs suivantes (à partir de niveau moyen de la mer mesurée en 2000 comme référence) :

- Hypothèse optimiste : +40cm
- Hypothèse pessimiste : +60cm
- Hypothèse extrême : +100cm

Dans le cadre de la présente étude, **nous garderons la valeur de +0,60m à l'horizon 2100** correspondant à la fois à la limite haute du scénario le plus défavorable du rapport du GIEC de 2007 (scénario A1F) et à l'hypothèse pessimiste du rapport de synthèse de l'ONERC de 2010.

2.3. MORPHOLOGIE COTIERE

Le littoral de Loire-Atlantique peut être caractérisé par différents types de morphologie côtière :

- les plages (constituées de sables et/ou vases),
- les côtes de falaises vives⁴,
- les traicts (ou marais) de Pen-Bé et du Croisic,
- les zones artificialisées au Sud du port du Collet avec le réseau de digues littorales (département de la Vendée).

La campagne d'observation du littoral réalisée au cours de cette étude a permis de mettre en évidence ces différentes caractéristiques morphologiques sur l'ensemble du littoral (figure 2.5). La répartition en linéaire couvert sur le département de la Loire-Atlantique donne les informations suivantes :

³ ONERC : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique. <http://onerc.org/>

⁴ Les côtes à falaises vives correspondent aux zones où la falaise littorale est proche de la mer et régulièrement battue par les flots (littoral de la Plaine-sur-Mer par exemple). Les zones littorales où les falaises d'arrière plage ne sont que très rarement atteintes par la mer seront considérées comme des zones de plage et la falaise caractérisée de falaise morte (plages de Mesquer par exemple).

- les plages représentent 44% du littoral (environ 75km),
- les côtes de falaises vives sont réparties sur 37% du rivage (soit un linéaire de 63km),
- la façade maritime est ponctuée par des traicts. 16% de la côte est située en bordure de ces traicts qui constituent des lagunes et assurent la liaison des marais avec la mer,
- le littoral restant correspond aux zones portuaires (inférieur à 5km de côte – 3%).

2.4. BATHYMETRIE

La bathymétrie générale des fonds de la zone d'étude est présentée sur la figure 2.6. Les cotes bathymétriques sont exprimées en cotes marines et sont extraites des données du SHOM ainsi que de levés de détail de l'estuaire externe de la Loire fournis par le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire.

Les fonds compris entre la presqu'île de Quiberon et l'île de Noirmoutier ne sont pas très réguliers et peu profonds.

La bathymétrie se caractérise par la présence de nombreuses îles (Belle-Île en Mer, île d'Houat, île du Hoëdic, île Dunet, île de Noirmoutier), et hauts-fonds (plateau du Four, plateaux de la Blanche et de la Lambarde, les écueils entre la pointe de Penchâteau et le Grand Charpentier qui ferment la baie de La Baule, la Chaussée des Bœufs).

De manière globale, la pente des fonds est très faible (inférieure à 1%). À l'exception du secteur compris entre le rivage de Piriac-sur-Mer et du Pouliguen. Les petits fonds supérieurs à -10m CM occupent une superficie relativement importante, notamment au niveau de l'estuaire de la Loire et dans la baie de Bourgneuf.

Les fonds restent globalement supérieurs à -30m CM. Localement, l'isobathe -30m CM constitue une dépression (les bouquets) creusée par le chenal de la Loire.

L'isobathe -50m CM se situe selon une ligne orientée nord-ouest/sud-est, comprise entre Belle-Île-en-Mer et l'Île d'Yeu.

2.5. GEOLOGIE

On peut distinguer sur le littoral trois entités géologiques principales (source : cartes géologiques de BRGM et site web <http://infoterre.brgm.fr/>) :

- le substratum du socle armoricain, composé pour l'essentiel de gneiss, schistes et granites. Ils affleurent sur les côtes rocheuses modelées en falaises et prolongées de platiers irréguliers hérissés d'écueils (Piriac-sur-Mer, du Croisic au Pouliguen, Saint-Nazaire, de Préfailles à la Bernerie en Retz)
- de cordons littoraux récents correspondant aux plages et systèmes dunaires recouvrant le socle armoricain (Baies de Pont-Mahé, la Turballe, la Baule, de Saint-Brévin-les-Pins à Tharon et à Moutiers-en-Retz).
- les traicts, baies et marais, installés sur des zones effondrées : traict de Pen-Bé, du Croisic, baie de Bourgneuf.

2.6. COUVERTURE SEDIMENTAIRE DES FONDS MARINS

La zone d'étude est caractérisée par une assez grande diversité de faciès sédimentaires marins. Sur la base des cartographies sédimentaires générales établies par Vanney (1968), par Lesueur et Klingebiel (1986) et par le LCHF (1987), la localisation des principales formations sédimentaires est la suivante (figure 2.7) :

- Fonds rocheux couvrant environ la moitié de la zone d'étude peuvent être observés sur :
 - le vaste plateau des Boeufs, à l'ouest de Noirmoutier,
 - le plateau (ou banc) de Guérande, plus au nord,
 - une prolongation méridionale de ce dernier, au-delà de la dépression du Grand Trou, jusqu'à l'intérieur de la partie distale du chenal de navigation,
 - les hauts-fonds de la Banche et de la Lambarde, et ceux « fermant » la baie du Pouliguen (les Evens, Pierre Percée),
 - les prolongements sous-marins des pointes de Croisic, de Saint-Gildas, et de quelques portions littorales (Pornichet...),
 - quelques zones très peu profondes à l'intérieur de la baie de Bourgneuf.
- Les deux principaux dépôts de sédiments caillouteux et graveleux (médiane granulométrique > 2mm) se trouvent :
 - l'un en bordure septentrionale des roches du banc de Guérande,
 - l'autre au sud de Noirmoutier.

Deux autres petites zones existent : l'une dans la partie sud-ouest de la Grande Rade de la Loire au contact des fonds rocheux du sud du Grand Trou, l'autre dans le goulet de la Fromentine.

- Les sables grossiers à caillouteux (médiane granulométrique < 2 mm, mais fraction dominante > 0,5 mm) sont localisés dans :
 - le chenal du nord et les environs du plateau de la Banche,
 - l'embouchure de la Loire, en une bande joignant la pointe de Chémoulin et la pointe de Saint-Gildas,
 - le sud de la Grande rade de la Loire et l'entrée de la baie de Bourgneuf.
- Les sables fins (moins de 15 % d'éléments de taille > 2mm ; médiane < 2 mm, et fraction dominante comprise entre 0,05 et 0,5 mm) occupent :
 - quelques espaces littoraux (Traict du Croisic, baie du Pouliguen, abords de Fromentine) et/ou estuariens (littoral estuarien du pays du Retz, bancs de l'embouchure de la Loire),
 - l'entrée du Chenal du Nord jusqu'au niveau du Chatelier, et les environs du plateau de la Lambarde avec extension vers le sud-ouest jusqu'aux roches du banc de Guérande,
 - un assez grand secteur situé en bordure nord-est du plateau des Boeufs, dans la région distale du chenal de navigation,
 - deux petites zones, très localisées, dans l'entrée de la baie de Bourgneuf.
- Les sédiments vaseux forment des dépôts relativement importants :
 - au nord-ouest du Croisic, sur le secteur « Mor Bras »
 - aux abords et au-delà de la pointe du Croisic,
 - à l'embouchure de la Loire, dans le chenal de Mindin,
 - dans la baie de Bourgneuf et principalement dans les chenaux du centre et dans le fond de la baie,

- dans un long "couloir" s'étendant du nord-est vers le sud-ouest « les Bouquets », entre la zone septentrionale de la Grande Rade de la Loire (entre la Lambarde et la pointe de Saint-Gildas) et la fosse du Grand Trou.

2.7. COURANTS GENERAUX

Sur la frange côtière, les courants généraux de marée sont alternatifs et orientés vers l'est au flot et vers l'ouest au jusant. La circulation résiduelle de la marée apparaît très complexe sur le secteur d'étude contrainte par les îles, l'estuaire et les plateaux rocheux. Les courants sont relativement faibles et la circulation peut être de ce fait dominée par les effets du vent.

Malgré tout, les courants de marée peuvent localement être plus importants en raison de la présence d'embouchures (estuaire de la Loire) ou de phénomènes de remplissage/vidange des baies (baie de Bourgneuf, baie de Pont Mahé). La carte présentée en figure 2.8 montre la répartition des courants de marée en surface et au fond au maximum de flot pour un coefficient de 100 (le 18 mai 2007 à 3h) et par temps calme (carte extraite de PREVIMER⁵). Elle met en évidence que les vitesses les plus élevées sur le secteur côtier sont liées au remplissage de la Baie de Bourgneuf au moment du pic de flot, ainsi qu'au débit de la Loire. Des vitesses élevées sont également observées dans la baie de Pont-Mahé au nord du secteur d'étude.

Tessier (2006) a confirmé que les vitesses de courant liées à la marée sont généralement faibles sur le secteur (figure 2.9) permettant une stratification thermique estivale et des circulations liées au vent et aux gradients de densité, générés principalement par la Loire et la Vilaine.

2.8. VENTS

Le rôle du vent est multiple : il engendre des courants de surface et de l'agitation, génère des surcotes et des décotes marégraphiques, et est à l'origine du transport éolien des sédiments sur l'estran et dans les dunes.

Sur toute la côte Atlantique, les vents du secteur Ouest sont les plus fréquents et les plus forts.

Une vue générale est brièvement présentée à partir des données chiffrées des stations météorologiques du sémaphore du Talut (Belle-Île) représentatif du régime de vents au large. Les mesures ont été effectuées sur la période 1985-2004. Il s'agit de vents horaires à 10 m moyennés sur 10 minutes.

Le rose des vents (figure 2.10) issue des données au Talut indique la dominance des vents de secteur Sud-Ouest à Nord-Ouest (vents de mer) avec une direction complémentaire dominante d'Est à Nord-Est (vents de terre). Les vents les plus forts sont du secteur Sud-Ouest à Ouest en hiver et Ouest à Nord-Ouest au printemps et en Automne.

⁵ www.previmer.org. Système pré-opérationnel permettant d'obtenir des prévisions à court terme (48h) de l'environnement côtier (état de la mer, les courants, les niveaux de marée, la température) sur les trois façades métropolitaines Manche, Atlantique et Méditerranée. Projet coordonné par Ifremer en partenariat avec le Service Hydrographique de la Marine, Météo France, L'Institut de Recherche pour le Développement, l'Institut Universitaire Européen de la Mer et le Technopôle Brest Iroise.

2.9. ETATS DE MER

2.9.1. AU LARGE

2.9.1.1. DONNEES DISPONIBLES

Les états de mer au large ont été étudiés à partir des résultats de la base de données ANEMOC⁶ (Atlas Numérique d'Etats de Mer Océaniques et Côtiers) développée conjointement par EDF R&D LNHE et le CETMEF.

En ce qui concerne les données des états de mer du large, deux séries de données ont été étudiées aux points COAST_0345 et COAST_0152 localisés sur la figure 2.11.

2.9.1.2. REGIME MOYEN DES ETATS DE MER DU LARGE

L'étude du régime moyen permet d'établir les paramètres statistiques des conditions moyennes annuelles observables sur un site donné (houle dépassée 50% du temps en moyenne par exemple etc...).

La distribution statistique des hauteurs et période des états de mer du large issue de l'analyse des deux séries temporelles est présentée en figures 2.12, 2.13 et 2.14. Il s'agit d'indiquer les fréquences d'apparition par secteur de provenance des hauteurs de vagues et des périodes (en pourcentages). Ces figures montrent que :

- le secteur dominant de provenance des états de mer est le secteur Ouest qui correspond aussi au secteur ayant des hauteurs les plus fortes.
- les hauteurs des vagues sont inférieures à 2 m pendant plus de la moitié du temps (56 à 60%). Les états de mer supérieurs à 4 m représentent environ 10 % du temps.
- les états de mer ont une période de pic généralement comprise entre 7 et 15s.

2.9.1.3. REGIME EXTREME DES ETATS DE MER DU LARGE

L'analyse des états de mer extrêmes (dynamique des tempêtes) aux points COAST_345 et COAST_152 est basée sur l'utilisation de la méthode du renouvellement. Cette méthode consiste à identifier dans l'échantillon de travail un certain nombre de tempêtes au-dessus d'un seuil défini, de ne garder que le maximum de chacune de ces tempêtes puis d'ajuster une loi statistique à l'échantillon ainsi formé. La connaissance des paramètres de la loi statistique permet ensuite d'extrapoler à des valeurs ayant des périodes de retour importantes (ou des fréquences d'apparition très faibles).

⁶ <http://anemoc.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/> : base de données des conditions d'états de mer obtenues le long des côtes françaises Atlantique - Manche - Mer du Nord par simulation numérique rétrospective sur la période allant du 1er janvier 1979 au 31 août 2002, soit près de 24 ans. Les simulations ont été effectuées avec le logiciel de modélisation des états de mer TOMAWAC, développé par EDF R&D - LNHE avec le soutien du CETMEF.

Les résultats obtenus pour les deux points ANEMOC du large sont présentés sur les graphiques de la figure 2.15 et rappelés dans le tableau ci-après (ajustement sur une loi théorique de Weibull à 3 paramètres) :

TABLEAU 2.4 : REGIME EXTREME DES HOULES AU LARGE (HAUTEURS ET INTERVALLES DE CONFIANCE A 90%)

Période de retour	Hauteur significative (en m) au point COAST 345	Hauteur significative (en m) au point COAST 152
1 an	9,5 [9,0 – 9,9]	10,0 [9,5 – 10,5]
5 ans	11,5 [10,7 – 12,3]	12,3 [11,4 – 13,1]
10 ans	12,3 [11,4 – 13,3]	13,2 [12,2 – 14,2]
20 ans	13,1 [12,0 – 14,2]	14,1 [13,0 – 15,3]
50 ans	14,2 [12,9 – 15,5]	15,3 [13,9 – 16,7]
100 ans	15,0 [13,5 – 16,5]	16,2 [14,7 – 17,8]

2.9.2. EN ZONE COTIERE

2.9.2.1. DONNEES DISPONIBLES

Les états de mer en zone côtière (dans des profondeurs comprises entre -20,0m CM et -30,0m CM où les processus de réfraction ont modifié les propriétés de la houle du large) peuvent être étudiés à l'aide de quatre points extraits de la base de données ANEMOC : COAST_3521, COAST_2581, COAST_2601 et COAST_2627 (figure 2.13).

En chacun de ces différents points, il sera donné en suivant les caractéristiques des régimes moyens et extrêmes.

2.9.2.2. REGIME MOYEN DES ETATS DE MER EN ZONE COTIERE

Les statistiques des états de mer en zone côtière sont données pour les quatre points ANEMOC en figures 2.16 à 2.18.

Ces figures font ressortir :

- aux points COAST_3521 et COAST_2581 (bénéficiant de la protection de Belle-Île) :
 - une dominance des houles en provenance du Sud-Ouest,
 - près de 89% des états de mer sont inférieurs à 2,0m,
 - les houles dépassent rarement 3,0m, et proviennent des secteurs N225 et N247,5 respectivement pour les points COAST_3521 et COAST_2581.
- aux points COAST_2601 et COAST_2627 (plus ouverts sur les houles du large) :
 - les états de mer proviennent de l'Ouest,
 - les houles sont plus intenses : celles inférieures à 2,0m ne représentent plus que 74% du temps, et elles peuvent dépasser 4,0m.

2.9.2.3. REGIME EXTREME DES ETATS DE MER EN ZONE COTIERE

Les houles extrêmes pouvant être observées en zone côtière aux quatre points ANEMOC sont données en figure 2.19 et rappelées dans le tableau suivant :

TABEAU 2.5 : REGIME EXTREME DES HOULES EN ZONE COTIERE (HAUTEURS ET INTERVALLE DE CONFIANCE A 90%)

Période de retour	Hauteur significative en m au point COAST_3521	Hauteur significative en m au point COAST_2581	Hauteur significative en m au point COAST_2601	Hauteur significative en m au point COAST_2627
1	4,4 [4,2 – 4,6]	5,3 [5,1 – 5,6]	8,2 [7,8 – 8,6]	8,0 [7,6 – 8,4]
5	5,3 [4,9 – 5,6]	6,4 [6,0 – 6,9]	10,2 [9,4 – 11,0]	9,9 [9,1 – 10,7]
10	5,7 [5,2 – 6,1]	6,9 [6,4 – 7,4]	11,0 [10,1 – 12,0]	10,7 [9,7 – 11,7]
20	6,0 [5,5 – 6,6]	7,3 [6,7 – 7,9]	11,9 [10,7 – 13,0]	11,5 [10,3 – 12,6]
50	6,5 [5,9 – 7,1]	7,9 [7,2 – 8,6]	12,9 [11,6 – 14,3]	12,5 [11,1 – 13,8]
100	6,9 [6,2 – 7,6]	8,3 [7,5 – 9,2]	13,7 [12,2 – 15,3]	13,2 [11,7 – 14,7]

2.10. ZONES REGLEMENTEES ET PROTEGEES

Le littoral de Loire-Atlantique, considéré dans son sens le plus large en incluant la frange terrestre, bénéficie d'un dense réseau de zones réglementées et protégées vis-à-vis de l'environnement.

2.10.1. ZPS ET SIC NATURA 2000

La Directive Européenne Habitats, adoptée le 21 mai 1992, a pour objectif de « contribuer à assurer la biodiversité par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage sur le territoire européen ».

Pour ce faire, un réseau écologique européen cohérent dénommé Natura 2000 a été constitué. Il est composé de Zones de Protection Spéciale (ZPS) et de Zones Spéciales de Conservation (ZSC) :

- les ZPS ont été définies sur la base de l'inventaire des Zones d'Importance Communautaire des Oiseaux (ZICO) réalisées par le Muséum d'Histoire Naturelle et la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), dans le cadre de l'application de la Directive Européenne du 6 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- les ZSC ont fait l'objet de propositions à la Commission Européenne sous la désignation de pSIC (proposition de Sites d'Intérêt Communautaire).

La plupart font aujourd'hui l'objet d'un processus de concertation avec les acteurs locaux et institutionnels pour définir les principes de gestion de ces espaces et milieux et rédiger pour chacun un document d'objectif (DOCOB).

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
 ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

Les ZPS, ZICO et SIC présentes sur la zone d'étude sont localisées sur les figures 2.20 et récapitulés dans le tableau 2.6.

Trois propositions de sites NATURA2000 en mer au titre de la directive habitats sont actuellement en cours :

- le site FR5212014, au titre de la directive « Oiseaux », recouvre les deux pSIC des parties Nord et Sud de l'estuaire de la Loire ainsi que la baie de Bourgneuf et intègre l'espace estuarien les séparant :
 - pSIC FR5202011, qui couvre une partie de l'estuaire externe de la Loire, au nord du chenal de navigation d'accès au port de Nantes-Saint-Nazaire,
 - pSIC FR5202012, qui s'étend principalement au large de l'estuaire externe de la Loire, au sud du chenal de navigation d'accès au port de Nantes-Saint-Nazaire et en continuité de la zone d'estran de la baie de Bourgneuf,
- la pSIC FR5202010, sur le Plateau du Four,
- le site FR5210013 Mor Braz de la baie de la Vilaine au Croisic englobant l'île Dumet, le Plateau du Four et l'estran de la pointe du Croisic au Pouliguen.

TABLEAU 2.6 : ZICO, ZPS ET SIC SUR LE LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE (SOURCE DREAL)

Type	Code	Nom	Superficie	DOCOB
ZPS	FR5210049	Iles de la baie de la Baule	38,7 km ²	op.
ZPS	FR5212009	Marais Breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts	569,5 km ²	non-op mais validation pour octobre 2009
SIC	FR5200653	Marais Breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts	523 km ²	op.
ZICO	PL05	Baie de Bourgneuf et marais bretons	455,4 km ²	
ZICO	PL07	Marais salants de Noirmoutier	16,7 km ²	
SIC	FR5200621	Estuaire de la Loire	217 km ²	non-op.
ZPS	FR5210103	Estuaire de la Loire	201,4 km ²	non-op.
ZICO	PL03	Estuaire de la Loire	207,6 km ²	
ZPS	FR5212014	Estuaire de la Loire, baie de Bourgneuf	802 km ²	
ZPS	FR5210090	Marais salants de Guérande, traicts du Croisic, dunes et bois de Pen Bron, baies de St Goustan, du Castouillet, bois de Villeneuve	45,3 km ²	op.
SIC	FR5200627	Marais salants de Guérande, traicts du Croisic et dunes de Pen-Bron	37 km ²	op.
ZPS	5212007	Marais du Més, baies et dunes de Pont Mahé, étang du pont de Fer	66,1 km ²	op.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
 ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

SIC	FR5200626	Marais du Més, baies et dunes de Pont Mahé, étang du pont de Fer	20,8 km ²	op.
ZICO	PL01	Traicts et marais salants - Guérande	46,7 km ²	
ZPS	FR5210013	Mor Bras	403 km ²	
SIC	FR5202011	Estuaire Loire Nord	189 km ²	encore à l'étude non proposés
SIC	FR5202011	Estuaire Loire Sud	2500 km ²	
SIC	FR5202010	Plateau du Four	41 km ²	lancé

2.10.2. SITES INSCRITS ET SITES CLASSES

Les autres mesures de protections sont liées à des réglementations nationales de protection du patrimoine naturel, historique ou paysager.

La loi du 2 mai 1930 sur la protection des sites institue deux niveaux de protection dont l'utilisation est placée sous la responsabilité de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme (DAU) au Ministère de l'Equipement agissant également en ce qui concerne les sites naturels pour le compte du Ministère de l'Environnement :

Le Site Classé est une protection très forte qui donne lieu à enquête publique, à avis de la Commission Départementale et Supérieure des Sites et à décret en Conseil d'Etat. Tous les travaux susceptibles de modifier ou de détruire l'état ou l'aspect des lieux sont interdits sauf autorisation expresse du Ministre de l'Equipement ou du Ministre de l'Environnement. Les dossiers de demande de travaux sont préalablement soumis aux Commissions Départementales et Supérieures des Sites afin de préparer la décision du Ministre concerné.

Le Site Inscrit est une protection instituée par arrêté du Ministre compétent, eu égard à la nature du site, après avis de la Commission Départementale des Sites. La DAU assure la régularité de la procédure d'inscription du site. En Site Inscrit, les propriétaires sont tenus de déclarer à l'avance les projets de travaux à l'Architecte des Bâtiments de France qui dispose de 4 mois pour faire connaître son avis.

Les sites classés et inscrits sur le littoral de Loire-Atlantique sont présentés sur la figure 2.21 et récapitulés dans le tableau suivant.

TABLEAU 2.7 : SITES INSCRITS ET SITES CLASSES PRESENTS SUR LA ZONE D'ETUDE (SOURCE DREAL)

Sites inscrits et classés	Noms
4403	La grande côte de la presqu'île du Croisic
4436	Le site côtier de Pornichet à Saint-Marc
4450	La pointe Sud de la presqu'île de Penbron
4452	Les marais salants de Guérande
4453	L'estuaire de la Loire

8502	Le bois de la Chaize
8520	Le quartier de Banzeau et les marais salants qui l'entourent
8527	Le site de l'ancienne abbaye de la Blanche
8521	Le bois des Eloux et de la Mougendrie
8513	Le port du bec
8525	La plage de Luzeron de et les dunes
8512	Le passage de Gois

2.10.3. ZNIEFF

La figure 2.22 présente la cartographie des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Ces zones correspondent à des secteurs présentant de fortes richesses biologiques et un bon état de conservation. On distingue 2 types de ZNIEFF :

- les ZNIEFF de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique, et
- les ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Si ces inventaires sont des éléments majeurs de la politique de protection de la nature, ils ne représentent en aucun cas une contrainte réglementaire.

2.10.4. PARCS NATURELS

On citera pour mémoire, la présence à proximité de la zone d'étude, du Parc Naturel Régional de Brière (à proximité des marais de Guérande) qui abrite un écosystème typique des zones humides et des espèces faunistiques et floristiques associées. Ce site est d'une grande valeur patrimoniale tant du point de vue des habitats que des espèces.

oOo

3. SYNTHESE DE L'EVENEMENT XYNTHIA DU 27 ET 28 FEVRIER 2010

3.1. CONDITIONS HYDROMETEOROLOGIQUES

3.1.1. PRESSION ATMOSPHERIQUE

Le passage de la tempête Xynthia est marqué par une baisse importante et rapide de la pression atmosphérique. Les mesures de la station météorologique du lycée Valin à La Rochelle montrent une pression minimale proche de 975 hPa. La pression la plus basse a été mesurée vers 23h00 soit quelques heures avant le pic d'intensité des vents et des surcotes du plan d'eau maritime.

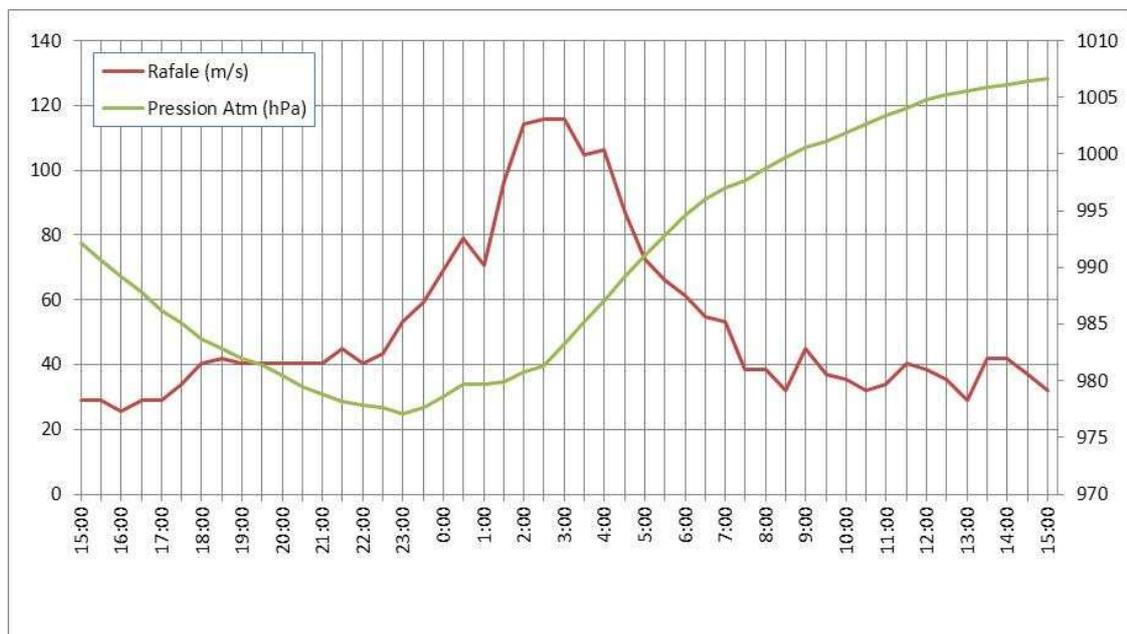


FIGURE 3.1 : MESURES DE LA VITESSE DES VENTS (RAFALES EN M/S) ET DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE (HPA) A LA STATION METEOROLOGIQUE DU LYCEE VALIN A LA ROCHELLE.

3.1.2. VENTS

La direction et la vitesse des vents moyens (en km/h) observé entre le 28 février à 00h50 et le 28 février 18h50 sont visualisables sur les figures ci-dessous. A l'approche des côtes, les

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS DE LA LOIRE
ETUDE RELATIVE A LA GESTION DURABLE DU TRAIT DE COTE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
SYNTHESE SUR L'EROSION ET LA SUBMERSION MARINE
DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

vents les plus forts ont été mesurés en Charente-Maritime et sur l'estuaire de la Gironde. En Loire-Atlantique, les vents moyens sont restés plus faibles.

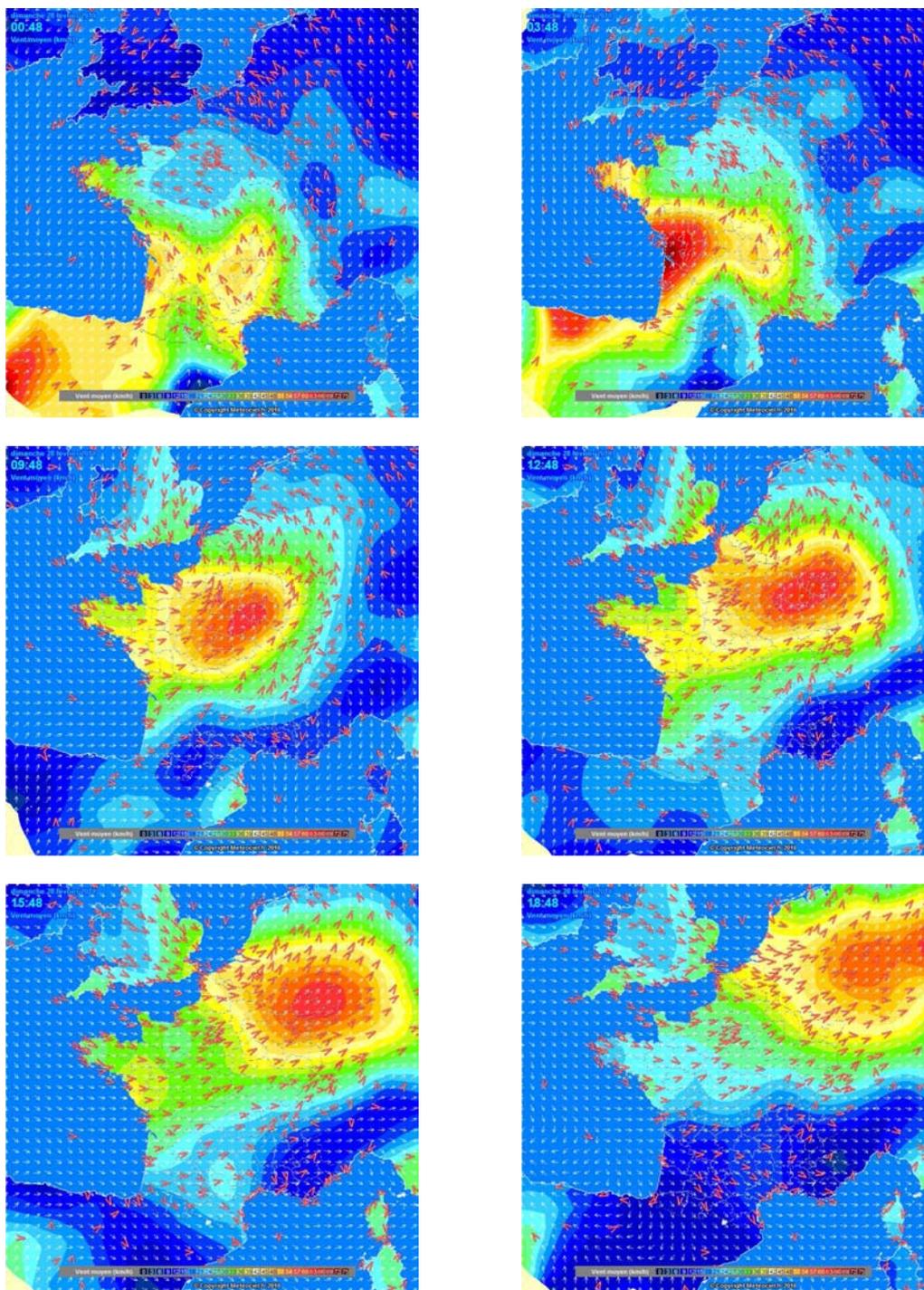


FIGURE 3.2 : CHAMPS DE VENT MOYEN (KM/H) OBSERVE ENTRE LE 28 FEVRIER A 00H50 ET LE 28 FEVRIER 18H50. (SOURCE: METEOCIEL)

3.1.3. MAREE ASTRONOMIQUE

Le passage de la tempête Xynthia a coïncidé avec la pleine mer d'une marée de vives-eaux de coefficient 102 (pour un maximum de 120 pour les plus hautes marées astronomiques).

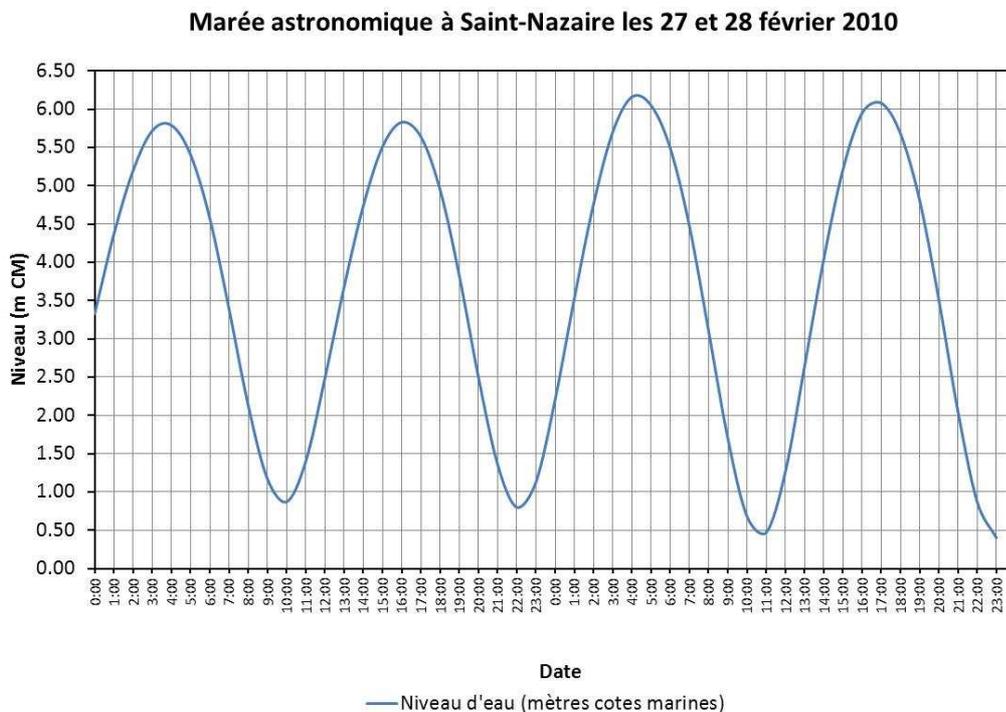


FIGURE 3.3 : MAREE ASTRONOMIQUE (THEORIQUE) A SAINT-NAZAIRE LES 27 ET 28 FEVRIER 2010. SOURCE : SHOM.

3.1.4. ETATS DE MER

Du sud vers le nord, 3 bouées houlographiques permettent d'avoir des informations sur les conditions de houle à proximité du littoral :

- Bouée houlographique au large de l'île d'Oléron (coordonnées 45°50,5'N ; 01°48,8'W). Gestion : SHOM,
- Bouée Plateau du Four n°04403. Coordonnées : 047°14,340'N ; 002°47,220'W. Profondeur : -30,0m. Gestion : CETMEF,
- Bouée Île d'Yeu Nord n°08504. Coordonnées 046°49,993'N ; 002°17,700'W. Profondeur : -14,0m. Gestion : CETMEF.

Les informations sont données en suivant.

Bouée Oléron :

L'événement est caractérisé par une évolution très rapide de la houle. En trois heures, la hauteur significative des vagues passe de moins de 3m à 7,5m. La direction et la période évoluent également très vite, passant respectivement du Sud au Ouest-Sud-Ouest et de 5s à 9s sur ces 3 heures. Le maximum d'énergie est atteint entre 03h00 et 06h00 UT avec des hauteurs significatives supérieures à 7 m et des périodes supérieures à 8 s.

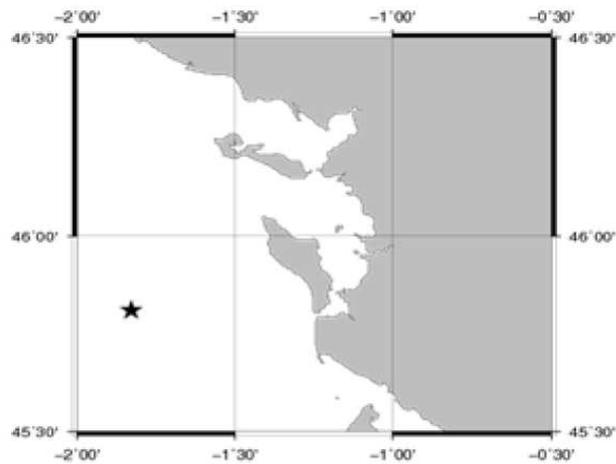


FIGURE 3.4 : LOCALISATION DE LA BOUEE OLERON. (SOURCE : PINEAU-GUILLOU ET AL., 2010)

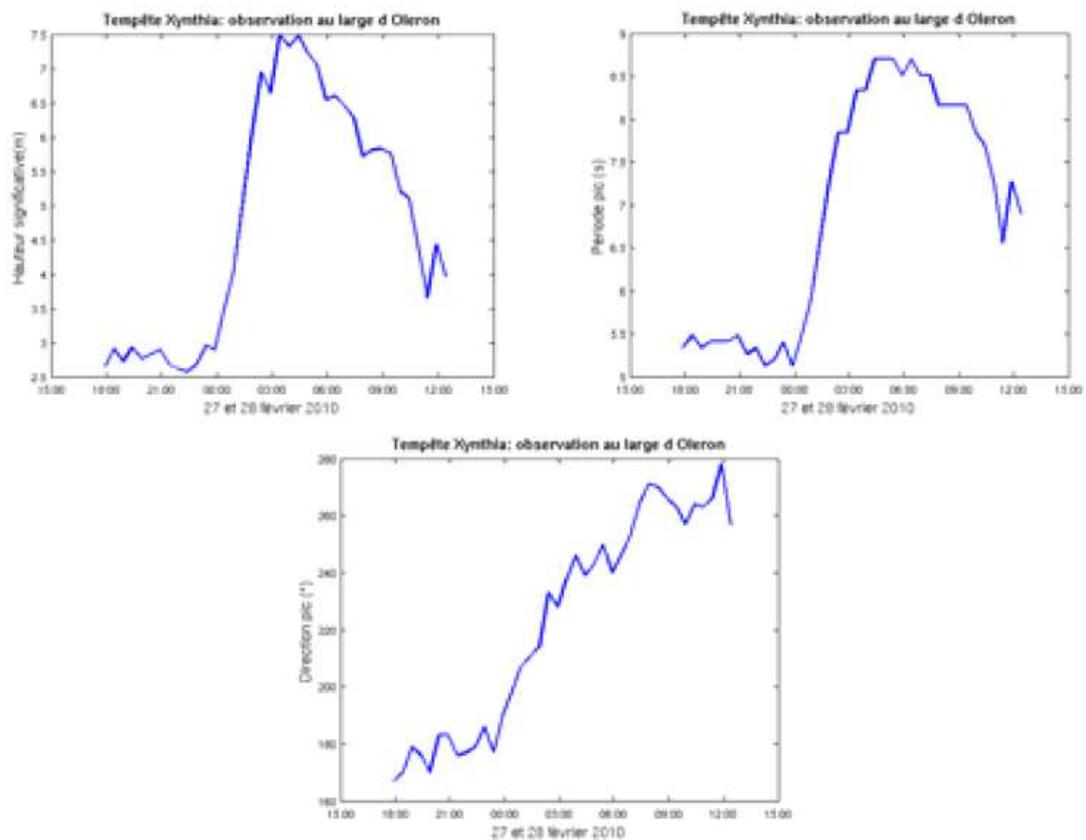


FIGURE 3.5 : PARAMETRES D'ETATS DE MER MESURES A LA BOUEE OLERON. (SOURCE : PINEAU-GUILLOU ET AL., 2010)

Bouée Plateau du Four :

Au niveau de la bouée du Plateau du Four, le pic de hauteur significative a atteint 4,1m le 28/02 à 02h30 du matin (communication courriel de Xavier Kergadallan du CETMEF le 05/09/2011).

Bouée Île d'Yeu Nord :

Au niveau de la bouée Île d'Yeu Nord, le CETMEF a produit un rapport d'analyse des données en Mars 2010. Le pic de hauteur significative a été mesuré à 3,6m le 28/02 à 04h00 du matin. A noter que la transmission radio entre la bouée et la terre a été interrompue le 28/02 entre 04h00 et 08h00 du matin ce qui peut laisser penser que la valeur donnée précédemment n'est pas la plus forte de la tempête.

Le graphe ci-dessous présente l'évolution de la hauteur significative et de la hauteur maximale mesurées à la bouée. On peut observer que forts états de mer ont aussi été mesurés les jours précédents la tempête Xynthia.

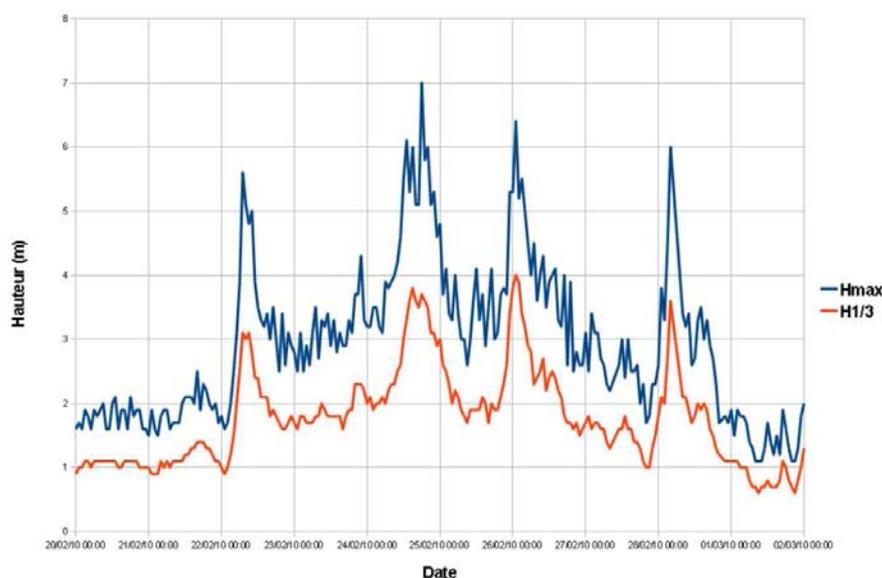


FIGURE 3.6 : EVOLUTION DE LA HAUTEUR SIGNIFICATIVE ET DE LA HAUTEUR MAXIMALE A LA BOUEE ÎLE D'YEU NORD ENTRE LE 20/02/2010 ET LE 02/03/2010. SOURCE : CETMEF, 2010.

Synthèse :

Les informations présentées plus haut montrent que les vagues ont été plus fortes au sud du littoral des Pays de la Loire vers la Charente-Maritime. Dans la zone de la Loire-Atlantique, les hauteurs significatives ont atteint des valeurs proches de 4,0m (en supérieur ou inférieur selon l'exposition des zones et hors baie de Bourgneuf). Ces valeurs ne sont pas exceptionnelles et restent inférieures aux estimations faites des hauteurs significatives de période de retour annuelles (comprises entre 5,0 et 8,0m. Sogreah, 2011 n°1711836R1).

3.2. NIVEAUX D'EAU A LA COTE

3.2.1. MESURES MAREGRAPHIQUES

Les niveaux marins atteints lors du passage de la tempête Xynthia dans la nuit du 27 au 28 février 2010 ont été enregistrés par les marégraphes du Réseau de rEFérence des observations MARégraphiques (REFMAR⁷).

Les surcotes de pleine mer (différence entre le niveau de pleine mer mesuré au marégraphe et le niveau théorique prévu à pleine mer) sont au minimum de 0,89m au port du Croesty pour atteindre plus de 1,5m à La Rochelle (la marégraphe des Sables d'Olonne a cessé de fonctionner pendant le pic de la tempête). Sur la Loire-Atlantique, le marégraphe de Saint-Nazaire fait apparaître une surcote de 1,16m.

TABEAU 3.1 : NIVEAUX PREDITS, MESURES ET SURCOTES ASSOCIES AUX MAREGRAPHES DE PROXIMITE (DONNEES FOURNIES POUR LA PLEINE MER EN COTES MARINES). (SOURCE : SHOM, 2010)

	Hauteur d'eau prédite de pleine mer (SHOM)	Hauteur d'eau à pleine mer mesurée au marégraphe	Surcote de pleine mer
Le Croesty	5,69m	6,58m (+3,73m IGN)	0,89m
Saint-Nazaire	6,18m	7,34m (+4,181m IGN)	1,16m
Sables d'Olonne	5,48m	non mesurée ⁸	non mesurée
La Rochelle	6,48m	8,01m (+4,506m IGN)	1,53m
Pointe de Grave	5,59m	6,57m (+3,739m IGN)	0,98m

3.2.2. RELEVES DE LAISSES DE SUBMERSION

Suite à la tempête Xynthia, des relevés de laisses de submersion ont été réalisées par la DDTM44. Au niveau de la Loire-Atlantique, nous disposons d'informations sur les quatre sites suivants :

- Traict de Pen-Bé : une cote repérée à +4,11m IGN,
- La Baule-Escoublac (en limite sud de l'étier du Pouliguen) : un ensemble de points relevés (15 points au total) entre les cotes +2,48m IGN et +2,97m IGN. De nombreux arrêtés de catastrophes naturelles sont présents sur cette zone particulière y compris de l'autre côté de l'étier du Pouliguen,
- Pornic (en fond de port) : cotes comprises entre +4,24m et +4,38m IGN,
- Les Moutiers-en-Retz (rives droite du port du Collet) : cotes comprises entre +3,51m et +3,55m IGN.

A ces informations s'ajoutent les relevés de catastrophes naturelles qui complètent la connaissance des zones touchées par les eaux.

⁷ REFMAR : <http://refmar.shom.fr/>

⁸ Le marégraphe des Sables d'Olonne a cessé de fonctionner durant le pic de la tempête.

3.2.3. COMPARAISON AUX NIVEAUX MARINS EXTREMES DE PLEINE MER (SHOM/CETMEF, 2008)

L'étude SHOM/CETMEF (2008) propose une analyse exhaustive des niveaux extrêmes de pleine mer le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique et donne une cartographie de ces niveaux extrêmes pour différentes périodes de retour. Ces niveaux correspondent à la sommation du niveau déterministe dû à la marée astronomique et du niveau aléatoire dû aux surcotes dépressionnaires. Cette étude est en cours d'actualisation par le SHOM et le CETMEF et devrait être publiée d'ici à la fin de l'année 2011.

Au niveau des surcotes, leur répartition est donnée au niveau de la pointe Saint-Gildas (cf. figure ci-dessous) :

- surcote de période de retour annuelle (1 an) : entre 0,60m et 0,70m,
- surcote de période de retour décennale (10 ans) : de l'ordre de 0,90m,
- surcote de période de retour centennale (100 ans) : entre 1,10m et 1,20m.

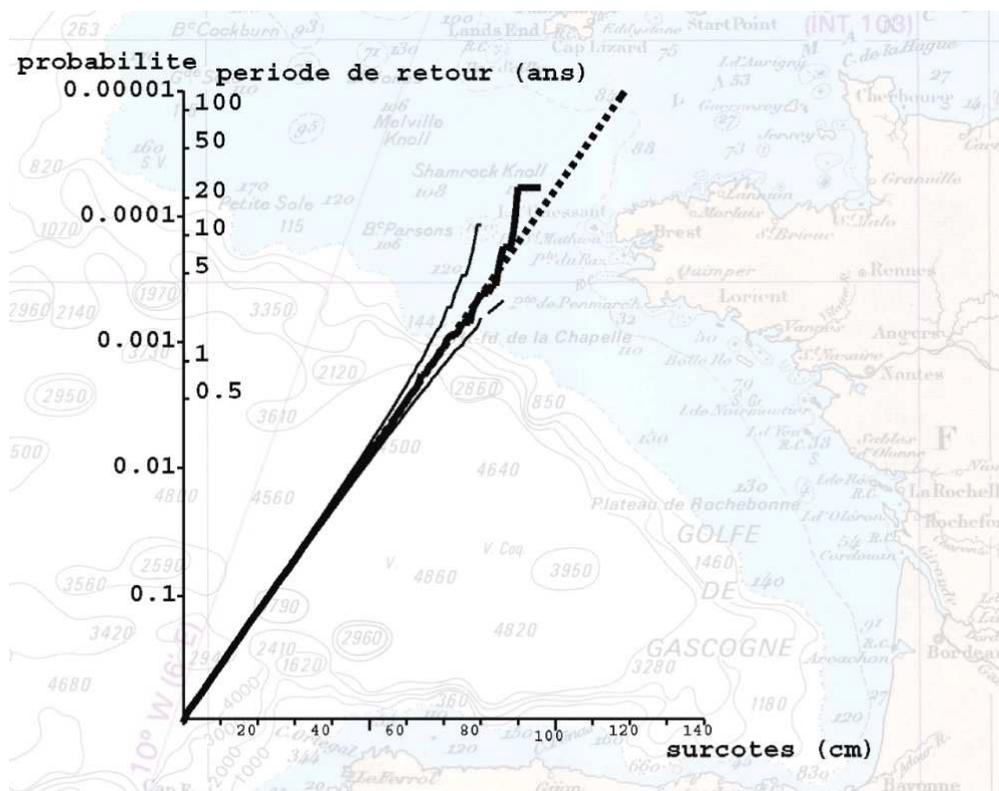


FIGURE 3.7 : SURCOTES DE PLEINE MER AU MAREGRAPHE DE LA POINTE SAINT-GILDAS. SOURCE : SHOM/CETMEF, 2008

Pour les niveaux de pleine mer extrême, le littoral de Loire-Atlantique est caractérisé par une grande variabilité spatiale. Pour une période de retour centennale, les valeurs sont approximativement comprises entre +3,70 et +4,10m IGN69 avec des niveaux plus importants vers Saint-Nazaire et sur le littoral de Saint-Brévin-les-Pins (cf. figure ci-dessous).

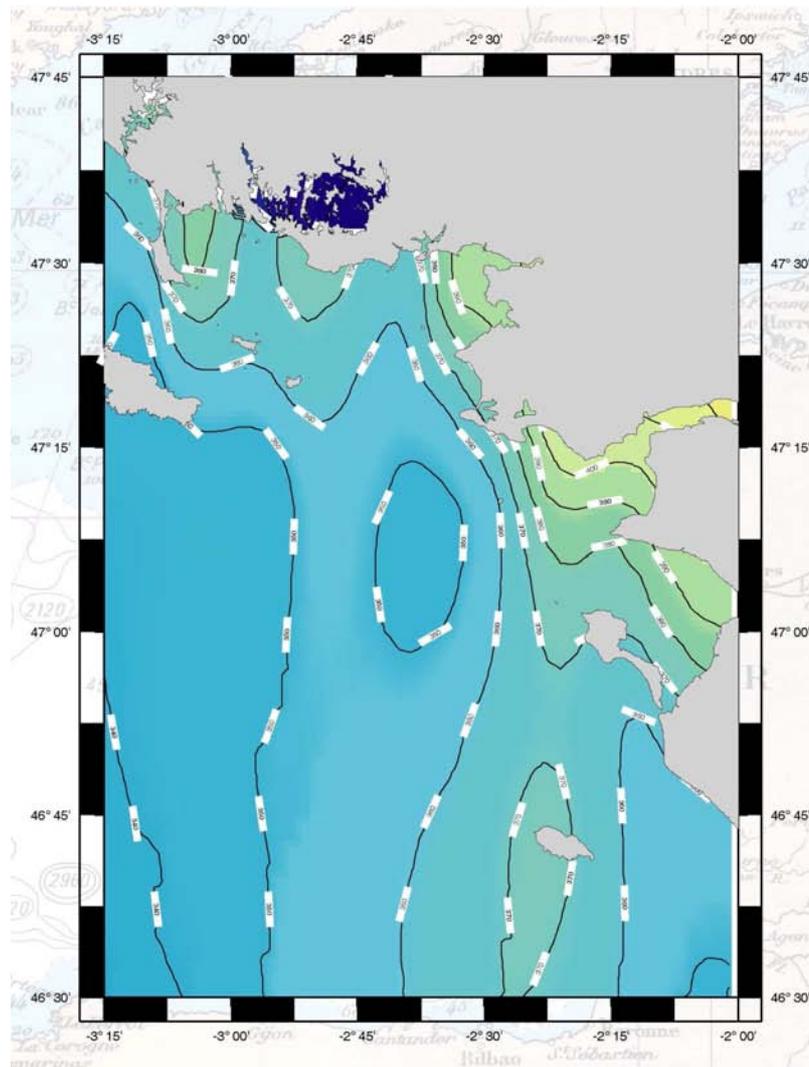


FIGURE 3.8 : NIVEAUX EXTREMES DE PLEINE-MER POUR UNE PERIODE DE RETOUR DE 100 ANS (EN M IGN). (SOURCE : SHOM/CETMEF, 2008)

Les niveaux extrêmes de pleine observés lors de la tempête Xynthia sur le littoral de Loire-Atlantique sont donc proches de niveaux centennaux calculés par le SHOM et le CETMEF. On peut donc qualifier la tempête Xynthia de centennale pour le littoral de Loire-Atlantique.

A noter quelques relevés de laisse de submersion peu compréhensibles au niveau de la zone de la Baule-Escoublac et du fond de la baie de Bourgneuf (Moutiers-en-Retz) qui sont bien plus bas que les niveaux centennaux théoriques.

3.3. EFFETS DE LA TEMPETE XYNTHIA SUR LE LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

Le CETE de l'Ouest est en charge de l'élaboration d'un document de retour d'expérience sur la tempête Xynthia en Loire-Atlantique et en Vendée. Les éléments qui suivent proviennent de ce travail. Ils ne constituent qu'une synthèse, les éléments complets peuvent être consultés sur les documents originaux.

Par ailleurs, au moment de la rédaction du présent document, les services du CETE de l'Ouest en charge du dossier était en phase de validation des données auprès des différentes communes littorales.

3.3.1. SUR LA SUBMERSION MARINE

Une cartographie des zones submergées a été mise au point et met en évidence les zones suivantes (hors estuaire de la Loire qui n'est pas inclut dans le périmètre de l'étude mais qui a aussi subit des phénomènes de submersion) :

- Le traict de Pen-Bé : en entrée de traict sur la partie sud (Merquel), nord de la baie de Pen Bé, ouest de la Pointe Noire, fond de traict (étier de la Barre), Pendhoe dans les marais salants,
- Le Croisic : le long du port du Croisic, quelques zones au nord de la pointe, deux zones locales au sud de la pointe
- Les marais de Guérande : l'ensemble des marais jouxtant le traict de Croisic,
- Le secteur du Pouliguen et de la Baule-Escoublac le long de l'étier du Pouliguen,
- Le sud de Saint-Brévin-les-Pins au nord de l'Hermitage,
- Le Croisic au niveau du port,
- La baie de Bourgneuf avec les communes des Moutiers-en-Retz, de Bouin, de Beauvoir-sur-Mer sur le continent et les communes de Barbâtre, de la Guérinière, de l'Epine et de Noirmoutier-en-l'Île sur l'île de Noirmoutier.

La visualisation de ces différentes zones est donnée sur les cartes fournies en annexe 1 établies par le CETE de l'Ouest.

3.3.2. SUR LES OUVRAGES LITTORAUX (EPIS, PERRES, MURS, DIGUES)

Le CETE de l'Ouest a réalisé certaines fiches de diagnostic des ouvrages mais aussi procédé à la cartographie des zones de brèches et de désordres.

Fiches de diagnostic des ouvrages :

Trois zones sont couvertes par les fiches diagnostic mises à disposition (du nord vers le sud) :

- Les digues à l'intérieur du traict de Pen-Bé : plusieurs digues ont bénéficié d'un diagnostic détaillé :
 - Digue du traict du Rostu (à l'ouest de l'île du Rostu). Les constatations ont mis en évidence des érosions de l'ouvrage côté mer et côté terre, des mouvements de terrain côté terre et des traces de surverse réparée,
 - Digue du traict du Rostu (à l'est de l'île du Rostu). Les constatations ont mis en évidence des érosions de l'ouvrage côté mer sur le perré et côté marais sur le talus terre, des mouvements de terrain côté terre et des traces de surverse réparée,
 - Digue de l'étier nord (au nord-ouest de l'étier de la barre). Les constatations ont mis en évidence des érosions de l'ouvrage côté étier ainsi que des mouvements de terrain (glissements, affaissements),
 - Digue de l'étier de la Barre (rive droite en fond de traict) à vocation de protection contre les submersions. Les constatations ont mis en évidence des érosions partielles avec localement des ruines de l'ouvrage,
 - Digue de l'étier de la Barre (sur la rive droite de l'étier dans la partie marais) : présence d'une brèche complète ainsi que des érosions, des glissements et des affaissements côté mer,
 - Digue de l'étier de la Barre (sur la rive gauche de l'étier dans la partie marais) à vocation de protection contre les submersions. Les constatations ont mis en évidence des érosions partielles avec localement des ruines de l'ouvrage.
- Les digues de Batz-sur-Mer et de Guérande : de nombreuses brèches ont été constatées ainsi que des « vaux » (affaissements et glissements du corps argileux de la digue),
- La digue (perré) des Moutiers-en-Retz : digue pour la protection contre la submersion avec en arrière de l'urbanisation et des zones humides. Les constatations ont mis en évidence des glissements et des affaissements côté mer.

Il n'existe pas de fiches sur les ouvrages de type épis que l'on retrouve fréquemment sur le littoral de Loire-Atlantique en particulier sur la zone au sud de l'estuaire de la Loire.

Cartographie des zones de brèches et de désordres :

Les zones de brèches sur les ouvrages et/ou de désordres plus spécifiques (affouillements, fissurations, ravinements, effondrements, vaux) ont été localisées par reconnaissances visuelles et traduites sous système d'information géographique SIG sur les secteurs suivants :

- Le traict de Pen-Bé,
- Le traict du Croisic et les marais de Guérande,
- Les zones poldérisées continentales de la baie de Bourgneuf,
- L'île de Noirmoutier.

La visualisation de ces différentes zones est donnée sur les cartes fournies en annexe 1 établies par le CETE de l'Ouest.

3.3.3. SUR L'EROSION DES PLAGES ET DES FALAISES

A notre connaissance, il n'existe pas de document exhaustif sur la réponse des plages et des falaises suite à la tempête Xynthia.

Sur la façade continentale de l'île de Noirmoutier, l'ONF a identifié des zones présentant des reculs du trait de côte suite à la tempête Xynthia. Ces secteurs peuvent être consultés sur les planches cartographiques en annexe 1 établies par le CETE de l'Ouest.

Sur le littoral de Loire-Atlantique, une telle mission de reconnaissance n'a pas été mise en œuvre. On peut cependant noter que les planches cartographiques données en annexe 1 mettent en évidence l'érosion de la plage au sud des Moutiers-en-Retz ayant conduit à l'ouverture de brèches dans le cordon dunaire.

oOo

4. DECOUPAGE EN UNITES SEDIMENTAIRES ET EN SOUS-SECTEURS D'ETUDE

Le littoral de la région des Pays de la Loire est divisé en 11 cellules hydrosédimentaires élémentaires homogènes (ou unité sédimentaire US) depuis la baie de Pont Mahé au Nord à celle de l'Aiguillon au Sud (figure 0.1).

La Loire-Atlantique possède historiquement 5 unités sédimentaires numérotées de 1 à 5. Du Nord au Sud, les unités sont les suivantes (figure 4.1) :

- unité sédimentaire n°1 (USI) : de la baie de Pont- Mahé à la pointe du Castelli,
- unité sédimentaire n°2 (USII) : de la pointe du Ca stelli à la pointe de Chémoulin,
- unité sédimentaire n°3 (USIII) : de la pointe de C hémoulin au pont de Saint-Nazaire,
- unité sédimentaire n°4 (USIV) : de la pointe de Mi ndin à la pointe Saint Gildas,
- unité sédimentaire n°5 (USV) : de la pointe Saint Gildas à la baie de Bourgneuf.

A noter que la partie Sud de l'unité sédimentaire n°5 appartient au département de la Vendée : communes de Bouin, de Beauvoir-sur-Mer, de la Barre-de-Monts, de Barbâtre, de la Guérinière, de l'Epine et de Noirmoutier-en-l'île.

Pour chacune de ces unités sédimentaires, il a été nécessaire de réaliser un découpage en sous-secteurs homogènes déterminés en fonction des spécificités morphologiques du littoral : présence d'un cap, présence de digues portuaires, orientation du trait de côte, littoral à falaise ou à dominance de plage, marais.... Ce sous-découpage a pour objectif de réduire le périmètre d'étude en zones pouvant être considérées et étudiées quasiment indépendamment les unes des autres.

Unité sédimentaire n°1 (USI) : de la baie de Pont-Mahé à la pointe du Castelli :

- USI-A : la baie de Pont-Mahé. Il s'agit d'une zone délimitée par la pointe du Bile et la pointe de Pen-Bé,
- USI-B : le traict de Pen-Bé,
- USI-C : le littoral de Mesquer caractérisé par la succession de plusieurs plages poches sableuses délimitées par des éperons rocheux naturels ou artificiels,
- USI-D : les falaises vives de Piriac-sur-Mer.

Unité sédimentaire n°2 (USII) : de la pointe du Cas telli à la pointe de Chémoulin :

- USII-A : de la pointe du Castelli au port de la Turballe. Il s'agit d'une zone à dominante de plages en présence de falaises d'arrière plage. Le port de la Turballe offre une segmentation artificielle nette du littoral,
- USII-B : les plages de Pen-Bron. Il s'agit de plages naturelles situées au Sud du port de la Turballe. La délimitation au Sud est naturelle avec l'entrée du traict du Croisic,
- USII-C : le traict du Croisic,
- USII-D : les falaises du Croisic, de Batz-sur-Mer et du Pouliguen (la côte sauvage),

- USII-E : la baie de la Baule-Escoublac délimitée à l'Ouest par la pointe de Penchâteau et à l'Est par le port de Pornichet,
- USII-F : les plages de Pornichet jusqu'à la pointe de Chémoulin.

Unité sédimentaire n°3 (USIII) : de la pointe de Chémoulin au pont de Saint-Nazaire :

- USIII-A : de la pointe de Chémoulin à la pointe de l'Eve. Il s'agit d'une zone à dominante de plages avec une orientation faisant face au Sud,
- USIII-B : les falaises de Petit Gavy et de Bellefontaine,
- USIII-C : les plages de Saint-Nazaire jusqu'au port.

Unité sédimentaire n°4 (USIV) : de la pointe de Min din à la pointe Saint Gildas :

- USIV-A : du pont de Saint-Nazaire à la pointe du Pointeau. Il s'agit d'un littoral de plages de sable,
- USIV-B : de la pointe du Pointeau à Tharon-Plage. Il s'agit d'une zone de plages proposant différentes sections successives ; Du Nord vers le Sud, on peut observer : li littoral de la pointe du Pointeau à l'Ermitage, de l'Ermitage à la Roussellerie, de la Roussellerie à Tharon-Plage,
- USIV-C : de l'extrémité Sud de Tharon-Plage au port de la Gravette. Il s'agit d'une zone à dominante de falaises,
- USIV-D : du port de la Gravette à la pointe Saint-Gildas. Il s'agit d'une zone délimitée au Nord par le port et au Sud par la pointe Saint-Gildas.

Unité sédimentaire n°5 (USV) : de la pointe Saint Gildas à la baie de Bourgneuf:

- USV-A : de la pointe Saint-Gildas à la plage de la Boutinardièrre (non incluse). Il s'agit d'une zone à dominante de falaises vives entrecoupées de petites plages poches possédant une orientation homogène du trait de côte,
- USV-B : de la plage de la Boutinardièrre au port du Collet,
- USV-C : du port du Collet à Fromentine (jusqu'à l'estacade). Il s'agit d'une zone de digues littorales de protection contre la submersion,
- USV-D : la façade intérieure (littoral Est) de l'île de Noirmoutier jusqu'à Noirmoutier-en-l'île.

oOo

5. USI – DE LA BAIE DE PONT-MAHE A LA POINTE DU CASTELLI

5.1. DESCRIPTION GENERALE

L'unité sédimentaire I (appelée USI) s'étend sur un linéaire de près de 18km depuis la pointe du Bile au Nord à la pointe du Castelli au Sud-Ouest. Il s'agit de l'unité sédimentaire située la plus au Nord du littoral de Loire-Atlantique. Elle couvre les communes du Pénestin, d'Assérac, de Saint-Molf, de Mesquer et de Piriac-sur-mer.

La morphologie du littoral de l'USI est quasiment également répartie entre les zones à dominante de plages (environ 56% en linéaire soit 9,6km) et les zones à dominante de falaises vives (environ 44% en linéaire soit 8,4km). Le littoral est interrompu par un marais maritime : le traict de Pen-Bé de 270 ha de superficie (figure 5.1).

Pour les besoins de l'étude hydrosédimentaire, l'USI a été découpée en quatre sous-secteurs homogènes (figure 5.2) :

- **USI-A : la baie de Pont-Mahé** : d'un linéaire de 5,9km, l'USI-A est composé majoritairement de plages (plage de la baie du Bile, plage de la baie du Palandrin, plage de la baie de Pont-Mahé sur un linéaire d'environ 4,0km) avec une zone de falaises au niveau de l'extrémité Sud (falaises vives de Pen-Bé sur un linéaire d'environ 1,9km),
- **USI-B : le traict de Pen-Bé** : il constitue l'estuaire de l'étier de Pont-d'Arm, situé entre la pointe de Pen-Bé au Nord et la pointe de Merquel au Sud. Il s'agit d'une zone de marais qui s'étend sur une superficie d'environ 270ha,
- **USI-C : le littoral de Mesquer** : zone de plages « poches » regroupant la plage de Sorloc, la baie du Cabonnais et la plage de Lanseria sur un linéaire d'environ 4,6km,
- **USI-D : les falaises vives de Piriac-sur-Mer** : d'un linéaire d'environ 7,5km, l'USI-D est composée des falaises vives au Nord du port de Piriac-sur-Mer et au niveau de la pointe de Castelli (linéaire de 6,5km environ) et de petites plages poches (lieux-dits « Port au Loup », « Port Esther », « baie de Bayadène », plage Saint-Michel) sur un linéaire d'environ 1,0km.

5.2. SYNTHESE DE L'EROSION MARINE

La carte de synthèse de l'érosion marine sur l'USI est donnée en figure 5.3.

5.2.1. PLAGES

Les plages de la baie de Pont-Mahé présentent des zones d'alternance de sédimentation et d'érosion. Les taux d'érosion s'élèvent entre -0,15m/an et -0,35m/an au maximum. Les points sensibles sont les suivants :

- au niveau de la plage du Bile, la zone sensible se situe au niveau de l'extrémité Est du perré en enrochements avec la proximité de la route littorale,
- au niveau de la plage du Palandrin, les érosions se manifesteront essentiellement sur l'attaque progressive du cordon dunaire en particulier au niveau des extrémités de la plage mais sans tout de même remettre en cause son intégrité physique,
- au niveau de la plage de Pont-Mahé, les érosions se manifesteront essentiellement au niveau de l'attaque du front dunaire. L'urbanisation de première ligne est située sur cette plage au droit d'une zone d'engraissement de la plage.

Les plages de Mesquer sont en quasi-équilibre statique entre les différents points durs présents aux extrémités des plages (pointe de la Croix, pointe de Beaulieu, pointe du Touru, pointe de Sorloc, pointe de Merquel). La tendance évolutive sera au recul limité dans le temps pouvant se traduire par une translation homogène du trait de côte vers l'intérieur des terres à des taux estimés de l'ordre de -0,10m/an. Les points sensibles sont les suivants :

- au niveau de la plage de Sorloc, la zone sensible est l'extrémité Sud de la plage au niveau du mur maçonné de protection de la route littorale. Les érosions sur cette zone pourront venir mettre en danger l'ouvrage.
- au niveau de la baie du Cabonnais, la zone sensible apparaît comme étant la zone Nord de la baie avec la présence d'un accès littoral à la plage et des maisons de première ligne au niveau de la pointe de Sorloc,
- au niveau de la plage de Lanséria, la zone sensible est l'extrémité Sud de la plage au niveau du perré en enrochements où les érosions de la plage pourront venir mettre en danger l'ouvrage.

La plage Saint-Michel au Sud-Ouest du port de Piriac-sur-Mer bénéficiera du point d'appui offert par la digue Ouest du port pour proposer une tendance à l'engraissement. L'extrémité Ouest de cette plage sera quant à elle sensible à l'érosion.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

5.2.2. FALAISES VIVES

Les falaises vives de Pen-Bé seront sujettes à des érosions continues dans le temps à des taux d'évolution estimés de l'ordre de -0,10m/an en moyenne sachant que des éboulements

localisés sont possibles. Cette zone reste malgré tout peu sensible à l'érosion en raison des faibles enjeux présents à l'exception du sentier littoral et de la route littorale au Sud.

Les falaises vives de Piriac-sur-Mer (à l'Est du port) seront sujettes à des érosions continues dans le temps à des taux d'évolution estimés de l'ordre de -0,10m/an en moyenne sachant que des éboulements localisés sont possibles. Plusieurs zones sensibles ont pu être identifiées (présence d'une urbanisation de première ligne, route littorale) : baie du Toulport, l'anse de Bayadène, littoral de Ramor, Porh-er-Ster, Port au Loup, littoral à l'Ouest de Port Kennet.

Les falaises vives de Piriac-sur-Mer (à l'Ouest du port) seront sujettes à des érosions continues dans le temps à des taux d'évolution estimés de l'ordre de -0,05m/an en moyenne en raison de la constitution granitique des roches sachant que des éboulements localisés sont possibles. La zone sensible reste l'urbanisation de première ligne du Chatousseau.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

5.3. SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE

Deux sous-secteurs d'étude sont sujets à des problématiques de submersion marine : l'USI-A de la baie de Pont-Mahé et l'USI-B du traict de Pen-Bé (figures 5.4 et 5.5 pour les conditions centennales).

Sur la baie de Pont-Mahé, les zones touchées sont les suivantes :

- la zone en arrière de la plage de Pont-Mahé, du fait de la communication avec la mer par l'étier. Les enjeux touchés sont essentiellement une zone naturelle de marais et localement quelques habitations,
- les terrains en arrière de la plage du Palandrin dans le cas d'une configuration hydraulique centennale à l'horizon 2100. Les enjeux touchés correspondent à des terrains naturels et une piste.

Sur le traict de Pen-Bé, la zone submersible s'étale selon un axe principal orienté Ouest-Est, allant jusqu'à la commune de Saint-Lyphard. Dans le détail, elle concerne les terrains suivants :

- la totalité des marais salants,
- les terrains bas situés en bordure de l'étier de Pont d'Arm et des cours d'eau secondaires majoritairement orientés perpendiculairement à l'étier de Pont d'Arm,
- la zone d'habitation aux environs de Quimiac avec une extension sur un évènement centennale à horizon 2100 où elle risque aussi d'atteindre la limite Ouest du bourg de Mesquer.

L'étendue des terrains pouvant être soumis à des phénomènes de submersion marine montre généralement peu de variations entre les différentes périodes de retour en raison du peu de différences au niveau de différents niveaux de référence.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Un arrêté de catastrophe naturelle a été pris pour des inondations de maisons individuelles littorales au nord de la baie de Pont-Mahé.

16 arrêtés de catastrophe naturelle (6 sur Assérac et 10 sur Mesquer) ont été pris tant pour des inondations que pour des désordres sur les systèmes de protection. 4 zones de submersion ont été relevées et cartographiées par le CETE de l'Ouest.

oOo

6. USII – DE LA POINTE DU CASTELLI A LA POINTE DE CHEMOULIN

6.1. DESCRIPTION GENERALE

L'unité sédimentaire II (appelée USII) s'étend sur un linéaire de près de 53km entre la pointe du Castelli et la pointe de Chémoulin. Les communes concernées sont Piriac-sur-mer, la Turballe, le Croisic, Batz-sur-Mer, le Pouliguen, la Baule-Escoubiac, Pornichet et Guérande.

La morphologie du littoral est quasiment également répartie entre les zones à dominante de plages (environ 59% en linéaire soit 29,8km) et les zones à dominante de falaises vives (environ 41% en linéaire soit 20,9km). Le littoral est interrompu par les marais salants de Guérande qui communiquent avec la mer depuis le traict du Croisic et l'étier du Pouliguen (qui débouche dans la baie de la Baule) (figure 5.1).

Pour les besoins de l'étude hydrosédimentaire, l'USII a été découpée en six sous-secteurs homogènes (figure 5.2) :

- **USII-A : de la pointe du Castelli au port de la Turballe** : d'un linéaire de 5,2km, ce sous-secteur est composé majoritairement de zones de plages (plage de Port-Lorac, plage du Petit-Lanroué, Port-Creux, anse de Lérat, Port Levéne) avec une zone de falaises vives au niveau de l'extrémité Nord (falaises vives de la Côte Populaire),
- **USII-B : les plages de Pen-Bron** : les plages de Pen-Bron s'étendent sur environ 5,3km entre le port de La Turballe au Nord et la pointe dite « de Pen-Bron » au Sud située au niveau du débouché du traict du Croisic. D'un point de vue morphologique, cette zone correspond au bras Ouest du double tombolo reliant le continent à la zone du Croisic (le bras Est étant représenté par la baie de la Baule-Escoublac),
- **USII-C : le traict du Croisic** : le traict du Croisic est une lagune se situant sur les terrains en arrière des communes de la Turballe et du Croisic et est relié à la mer à la fois par le débouché au niveau de l'extrémité Sud de la pointe de Pen-Bron et par l'étier du Pouliguen au niveau de la baie de la Baule. D'une superficie totale d'environ 700ha, une grande partie de la lagune est aménagée en marais salants (marais de Guérande),
- **USII-D : la côte sauvage (de la jetée du Tréhic à la pointe de Penchâteau)** : Cette zone s'étend sur 19,6km de linéaire et est dominée par les falaises vives (sur un linéaire côtier de 15,3km) mais présente aussi quelques zones de plages : l'une à l'Ouest immédiat de la jetée du Tréhic jusqu'à la pointe du Croisic sur un linéaire de 3,1km et l'autre au niveau de la baie de la Barrière sur un linéaire de 1,2km de long environ,
- **USII-E : la baie de la Baule-Escoublac** : la baie de la Baule-Escoublac, secteur de 9,3km de long, est délimitée à l'Ouest par la pointe de Penchâteau et à l'Est par la pointe du Bec au niveau du port de Pornichet. A l'Est immédiat de la pointe de Penchâteau, la configuration du littoral est plus proche du sous-secteur précédent (USII – D) avec la présence de falaises vives (très largement urbanisées et souvent

protégées par des ouvrages de type murs maçonnés) et d'étroits placages sableux en pied (linéaire de 1,6km environ). La baie, à proprement parler, est constituée d'un cordon littoral sableux bordé par un boulevard littoral lui-même protégé par un mur vertical maçonné (linéaire d'environ 7,7km),

- **USII-F : les plages de Pornichet** : les plages de Pornichet (plage Bonne-Source, plage Sainte-Marguerite, plage des Jaunais) sont comprises entre la pointe du Bec (frontière naturelle renforcée par les digues du port de Pornichet) et la pointe de Chémoulin. Elles s'étendent sur un linéaire d'environ 5,0km.

6.2. SYNTHESE DE L'EROSION MARINE

La carte de synthèse de l'érosion marine sur l'USI est donnée en figure 6.3.

6.2.1. PLAGES

Les plages situées entre la Côte Populaire (pointe du Castelli) et le port de la Turballe présentent des alternances de zones d'érosion et d'engraissement mais avec des intensités limitées en raison de leur situation contrainte à leurs extrémités par des éperons rocheux naturels. Les points sensibles identifiés sont situés essentiellement au Sud :

- au niveau de l'anse de Lérat avec la présence de la route littoral de proximité,
- au niveau de l'anse de Belmont avec la présence d'un nœud d'urbanisation littoral de première ligne,
- au Nord immédiat du port de la Turballe avec la présence de l'urbanisation littorale et le camping de la Falaise situé juste plus au Nord.

Les plages situées au Sud du port de la Turballe (plage de la flèche de Pen-Bron) jusqu'au débouché du traict du Croisic présentent un basculement généralisé depuis le centre vers le Nord et le Sud. Les plages Nord (au Sud du port de la Turballe) sont en engraissement grâce au point d'appui offert par le port. La zone centrale est en érosion avec des rythmes estimés de l'ordre de -0,40m/an. La zone Sud voit ses évolutions bloquées par la présence du perré longitudinal de protection. Les points sensibles identifiés sont les suivants :

- le cordon dunaire sur la zone centrale de la plage (réduction de la largeur de plage, attaques du front dunaire),
- l'ensemble de l'extrémité Sud de la flèche actuellement protégée par le perré longitudinal mais située en déséquilibre hydrosédimentaire.

Les plages situées entre la pointe du Croisic et la jetée du Tréhic sont soumises à un transit littoral orientées de l'Ouest vers l'Est estimé à 1000 à 4000 m³/an en moyenne. La jetée du Tréhic fait office de point de blocage pour les échanges Ouest/Est et permet de stabiliser voire permettre un engraissement de la plage. Les points sensibles identifiés sont essentiellement la route littorale de proximité au niveau de la baie de Castouillet.

La plage de la Barrière doit proposer un schéma de fonctionnement relativement similaire à celui des plages situées entre la Côte Populaire et le port de la Turballe avec des érosions privilégiées aux extrémités de la plage pour des engraissements en son centre. Les points sensibles identifiés reflètent cela avec les maisons de première ligne situées aux extrémités de la plage.

Les plages de la baie de la Baule-Escoublac présentent un déséquilibre statique qui tend à entraîner des érosions de la partie centrale de la plage vers les extrémités (l'extrémité Est au niveau du port de Pornichet étant celle recevant le plus d'apports sédimentaires en provenance du centre). Les points sensibles identifiés constituent le front de mer urbanisé central.

Les plages de Pornichet subissent directement le blocage des échanges sédimentaire en provenance du Nord par la présence des digues du port de Pornichet. Les érosions sont essentiellement localisées sur les parties Nord de chacune des plages :

- plage de Bonne-Source : au niveau de l'urbanisation de première ligne en l'absence de cordon dunaire,
- plage Sainte-Marguerite : au niveau des bâtiments de bord de mer situés en avancée sur l'alignement naturel du pied de dune,
- plage des Jaunais : attaques possible sur le front dunaire au Nord de la plage.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

6.2.2. FALAISES VIVES

Les falaises vives de la Côte Populaire seront sujettes à des érosions continues dans le temps à des taux d'évolution estimés de l'ordre de -0,10m/an en moyenne sachant que des éboulements localisés sont possibles. Les points sensibles identifiés sont essentiellement l'urbanisation de proximité située juste en retrait du sentier littoral.

Les falaises vives du Croisic au Pouliguen devront présenter des processus érosifs dans les intensités seront variables en fonction de la nature des roches (granite, gneiss) et des infiltrations terrestres. Les points sensibles identifiés sont les suivants avec essentiellement plus de risques au niveau de la commune de Batz-sur-Mer que du Croisic ou du Pouliguen :

- la route littorale de proximité entre la pointe de Croisic et la baie de Castouillet au Nord,
- la route littorale de proximité et le sentier littoral entre la pointe de Croisic et la pointe de Penchâteau,
- des maisons (ou poches d'urbanisation) situées entre la route ou le sentier littoral et le sommet de falaise vive.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

6.3. SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE

Sur l'USII, le secteur du traict du Croisic et des marais de Guérande est le seul soumis à la submersion marine (figure 6.4 pour la condition centennale). La pénétration des flux de marée se fait par-dessus les digues de protection de fond de traict, par les étiers d'alimentation des marais de Guérande ainsi que par l'étier du Pouliguen débouchant dans la baie de la Baule-Escoublac. Les terrains touchés par la submersion sont les suivants :

- la totalité des marais salants,
- la voie SNCF et plusieurs axes routiers (routes communales, départementales ou nationales),
- les terrains bas situés en bordure de l'étier du Pouliguen avec ces zones urbaines,
- quelques habitations à Batz-sur-Mer situées en bordure des marais.

L'emprise des terrains touchés est relativement identique selon les périodes de retour étudiées mais avec cependant des différences au niveau des hauteurs d'eau sur les terrains touchés. Avec les hypothèses de changement climatique, l'emprise est toutefois supérieure. L'analyse précise des emprises touchées nécessite des études numériques de détail.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

80 arrêtés de catastrophe naturelle (9 sur Batz-sur-Mer et 71 au Croisic) ont été pris essentiellement pour des inondations de maisons et de bâtiments divers. Au niveau de la zone urbanisée du Croisic, la zone de submersion relevée et cartographiée par le CETE de l'Ouest couvre une superficie de 16,3 ha. La submersion des marais de Guérande concerne l'ensemble de la zone du Nord au Sud pour une superficie relevée et cartographiée par le CETE de l'Ouest de 517 ha. La submersion a pu atteindre une distance de 2,0km au maximum en arrière du premier rideau de digues sans pour autant rejoindre les zones communales du Pouliguen et de la Baule-Escoublac.

1 arrêté de catastrophe naturelle a été pris pour une inondation d'une maison. La submersion du Croisic sur ce sous-secteur concerne essentiellement la zone située à l'Ouest immédiat de la jetée du Tréhic mais aussi au Sud immédiat de la pointe du Croisic et la baie de Jumel. L'ensemble de la zone relevée et cartographiée par le CETE de l'Ouest couvre une superficie 10,7 ha.

8 arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris pour des inondations de biens sur la bordure littorale de la baie de la Baule-Escoublac (3 au Pouliguen, 4 à la Baule-Escoublac et 1 à Pornichet). Les zones submergées les plus importantes se situent cependant plus à l'intérieur des terres sur les rives de l'étier du Pouliguen. L'ensemble de la zone relevée et cartographiée par le CETE de l'Ouest couvre une superficie 197 ha. Sur cette zone, 114 arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris (32 au Pouliguen, 3 à Guérande et 79 à la Baule-Escoublac).

oOo

7. USIII – DE LA POINTE DE CHEMOULIN AU PORT DE SAINT-NAZAIRE

7.1. DESCRIPTION GENERALE

L'unité sédimentaire III (appelée USIII) s'étend sur un linéaire de près de 11,5km allant de la pointe de Chémoulin au port de Saint-Nazaire. Cette unité est entièrement située sur la commune de Saint-Nazaire. Il s'agit de la plus petite de l'ensemble des unités du littoral de Loire-Atlantique.

La morphologie du littoral est préférentiellement représentée par les falaises vives (environ 66% en linéaire soit 6,4km) puis par les plages (environ 44% en linéaire soit 5,1km).

Pour les besoins de l'étude hydrosédimentaire, l'USIII a été découpée en trois sous-secteurs homogènes (figure 6.1) :

- **USIII-A : de la pointe de Chémoulin à la pointe de l'Eve** : ce sous-secteur, d'un linéaire de 3,2km, est composé majoritairement de zones de plages (plage des Gabourelles, plage de Saint-Marc, plage de la Courance) et est délimité par deux pointes rocheuses de Chémoulin et de l'Eve,
- **USIII-B : les falaises vives de Petit Gavy et de Bellefontaine** : ce sous-secteur s'étend depuis l'Est de la pointe de l'Eve jusqu'au phare de Ville-ès-Martin soit sur environ 5,1km. Des petites plages pochées sont tout de même observables notamment la plage de Port Charlotte, de Virechat, de Trébézy ou encore de Bonne Anse,
- **USIII-C : les plages de Saint-Nazaire jusqu'au port** : les plages de Saint-Nazaire s'étendent sur un linéaire de 3,2km et sont délimitées à l'Ouest par le phare de Ville-ès-Martin et à l'Est par le port de Saint-Nazaire. Il s'agit de plages urbaines, très étroites et reposant sur un vaste estran sablo-vasard.

7.2. SYNTHESE DE L'EROSION MARINE

La carte de synthèse de l'érosion marine sur l'USI est donnée en figure 7.3.

7.2.1. PLAGES

Les plages entre la pointe de Chémoulin et la pointe de l'Eve (plage des Gabourelles, plages de Saint-Marc, plage de la Courance) sont dans une situation érosive avec des taux moyens de recul établis de l'ordre de -0,10m/an. Compte tenu de la largeur des plages, il n'est pas identifié de points sensibles à l'érosion mais des diminutions des largeurs de plage sèche sont à attendre en particulier au niveau des plages des Gabourelles et des plages centrales de Saint-Marc.

Les plages de Saint-Nazaire (entre Ville-ès-Martin et le port) ne sont a priori pas soumises à l'érosion marine. On peut tout de même remarquer la proximité des aménagements de front de mer (en particulier la route littorale) et la faible largeur de la plage (en particulier au niveau de la partie centrale de la plage).

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

7.2.2. FALAISES VIVES

Les falaises vives situées entre la pointe de l'Eve et Ville-ès-Martin sont dans une situation érosive avec des taux moyens attendus de -0,15m/an en moyenne sachant que des éboulements ponctuels pourront survenir. Les points sensibles identifiés sont essentiellement des propriétés privés de bordure littorale situées en sommet de falaise. La zone à risque est plus importante au niveau de Ville-ès-Martin de par l'augmentation de la densité urbaine.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

7.3. SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE

L'altimétrie de l'ensemble de terrains littoraux assure une bonne protection contre la submersion marine.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des submersions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

Hors de la zone d'étude (à l'Est du port de Saint-Nazaire), une zone de submersion a cependant été constatée au niveau de l'enracinement du pont de Saint-Nazaire. Plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle y ont été pris.

oOo

8. USIV – DE SAINT-BREVIN-LES-PINS A LA POINTE DE SAINT-GILDAS

8.1. DESCRIPTION GENERALE

L'unité sédimentaire IV (appelée USIV) s'étend sur un linéaire de près de 22km depuis Saint-Brévin-les-Pins à la pointe de Saint-Gildas. Cette unité sédimentaire couvre les communes de Saint-Brévin-les-Pins, Saint-Michel-Chef-Chef, la Plaine-sur-Mer et Préfailles.

La morphologie du littoral (figure 6.4) est largement dominée par les plages (environ 83% en linéaire soit 18,0km environ), avec quelques zones à dominante de falaises vives (environ 17% en linéaire soit 4,0km environ).

Pour les besoins de l'étude hydrosédimentaire, l'USIV a été découpée en quatre sous-secteurs homogènes (figure 7.1) :

- **USIV-A : du pont de Saint-Nazaire à la pointe du Pointeau (Saint-Brévin-les-Pins) :** ce sous-secteur, d'un linéaire de 5,0km, est compris entre le pont de Saint-Nazaire au Nord et la pointe du Pointeau au Sud. Il est uniquement composé de zones de plages (plages intra-estuariennes entre le pont de Saint-Nazaire et le Nez de Chien, les plages du Mindin et de la Courance). A noter la présence au Sud de la flèche de la Courance,
- **USIV-B : de la pointe du Pointeau au Sud de Tharon-Plage :** ce sous-secteur, d'un linéaire de 10,3km, s'étend de la pointe du Pointeau jusqu'à Tharon-Plage et est constitué de plages dont une grande partie est bordée par un large cordon dunaire. Du Nord vers le Sud, on trouve successivement : les plages de Saint-Brévin-l'Océan, des Rochelets, de l'Ermitage, de la Roussellerie (sur la commune de Saint-Brévin-les-Pins) et de Gohaud, de la Source, du Redois et de Tharon-Plage (sur la commune de Saint-Michel-Chef-Chef),
- **USIV-C : de l'extrémité Sud de la plage de Tharon au port de la Gravette :** ce sous-secteur, d'un linéaire de 2,7km, est compris entre l'extrémité Sud de Tharon-Plage et le port de la Gravette. Il est presque également réparti entre les zones à dominante de falaises vives (falaises vives de Port Giraud pour 63% du linéaire total soit 1,7km) et celles à dominante de plages (plage du Ménigou pour 37% du linéaire total soit 1,0km),
- **USIV-D : du port de la Gravette à la pointe Saint-Gildas :** ce sous-secteur, d'un linéaire de 4,0km, est compris entre la digue du port de la Gravette et la pointe Saint-Gildas. La morphologie du littoral présente une dominante de falaises vives (falaises de l'EpINETTE et de la pointe Saint-Gildas – 75% en linéaire soit 3,0km) et possède un secteur de plage situé à l'Ouest immédiat de la digue du port de la Gravette (plage de la Tara – 25% en linéaire soit 1,0km).

8.2. SYNTHESE DE L'EROSION MARINE

La carte de synthèse de l'érosion marine sur l'USI est donnée en figure 8.3.

8.2.1. PLAGES

Les plages de Saint-Brévin-les-Pins (entre la pointe du Pointeau et le pont de Saint-Nazaire) ont des évolutions limitées grâce à la présence des épis de protection à l'exception du secteur Sud de la flèche de la Courance. Les points sensibles identifiés sur cette zone sont les suivants :

- certaines zones inter-épis au Nord où la plage est inexistante au droit des perrés longitudinaux de protection,
- la zone de la flèche de la Courance, qui selon les configurations morphologiques de cette dernière, peut venir exposer certaines parties du littoral.

Les plages de Saint-Brévin-l'Océan (entre la pointe du Pointeau et la limite communale de Saint-Brévin-les-Pins et de Saint-Michel-Chef-Chef) sont dans une situation de stabilité en appui sur la digue Sud du port du Pointeau. Les érosions se manifesteront au niveau du courant du Boivre de par sa divagation naturelle. Les points sensibles identifiés sont donc la zone du courant du Boivre avec des risques de disparition locale de la plage et d'attaques du front dunaire.

Les plages de Saint-Michel-Chef-Chef devraient montrer des zones de stabilité (plages de la Roussellerie), d'érosion au Nord du port de Comberge (taux de recul estimés entre -0,10m/an et -0,20m/an – les épis permettant de limiter les taux de recul), d'engraissement au Sud du port de Comberge (appui de la plage sur la digue Sud du port) et d'érosion au sud de Tharon-Plage. Les points sensibles identifiés sont les suivants :

- la route littorale au lieu-dit du « Redois »,
- le front de mer au Nord immédiat du port de Comberge,
- le front de mer de Tharon-Plage.

Les plages de la Plaine-sur-Mer de part et d'autre du port de la Gravette seront peu évolutives au cours du temps et bénéficieront de l'appui offert par la digue (recherche d'un équilibre statique). Un point sensible a été identifié à l'extrémité Ouest de la zone au niveau de la route littorale.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

8.2.2. FALAISES VIVES

Les falaises vives de Port Giraud sont dans une situation érosive (taux moyens de recul estimés à -0,10m/an en moyenne sachant que des éboulements peuvent survenir) et la proximité de l'urbanisation (régulièrement située en sommet de falaises) peut laisser craindre à des risques.

Les falaises de la pointe Saint-Gildas sont aussi dans une situation érosive (taux moyens de recul estimés à -0,15m/an en moyenne sachant que des éboulements peuvent survenir). Les points sensibles identifiés sont les quelques propriétés privées situées en bordure littorale.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

8.3. SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE

La zone pouvant être submergée est située au niveau du marais de la Giguénais sous l'hypothèse de la pénétration des flux de marée via le courant du Boivre. Les zones impactées restent des terrains de marais dénués de toute poche d'urbanisation même dans les conditions les plus sévères retenues dans le cadre de l'étude (figure 8.4 pour la condition centennale).

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des submersions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

oOo

9. USV – DE LA POINTE SAINT-GILDAS A NOIRMOUTIER-EN-L'ILE

9.1. DESCRIPTION GENERALE

L'unité sédimentaire V (appelée USV) s'étend sur environ 100km entre la pointe Saint-Gildas et Fromentine et comprend aussi la face orientale de l'île de Noirmoutier jusqu'à Noirmoutier-en-l'Île. Il s'agit de l'unité sédimentaire la plus importante en linéaire. Cette unité sédimentaire couvre les communes de Préfailles, Pornic, la Bernerie-en-Retz, les Moutiers-en-Retz, Bouin, Beauvoir-sur-Mer, la Barre-des-Monts, Barbâtre, la Guérinière, l'Epine, Noirmoutier en l'île.

La morphologie du littoral est répartie comme suit :

- des falaises vives (environ 24% en linéaire soit 24km),
- des plages (environ 24% en linéaire soit 24km),
- des marais protégés par des digues de protection contre la submersion (environ 52% en linéaire soit près de 51km).

Pour les besoins de l'étude hydrosédimentaire, l'USV a été découpée en quatre sous-secteurs homogènes (figure 8.1) :

- **USV-A : de la pointe Saint-Gildas à la plage de la Boutinardière** : appelé « Pays de Retz », ce littoral de 22,3km de long est constitué de falaises vives au droit desquelles il est possible de trouver quelques zones de plages pochés (plages essentiellement constituées de faibles placages sableux posés sur un socle rocheux) telles que les plages de Préfailles, de Port Meleu, de Port aux Goths, du Portmain ou encore du Porteau,
- **USV-B : de la plage de la Boutinardière au port du Collet** : ce sous-secteur d'un linéaire de 11,4km est un littoral à dominante sableuse composé du Nord au Sud de la plage de la Boutinardière bordée de falaises mortes, d'une zone de falaises vives au Nord de la Bernerie-en-Retz et d'une vaste plage en bordure des bourgs de la Bernerie-en-Retz et des Moutiers-en-Retz, longeant ensuite la zone naturelle du marais breton. Cette zone bénéficie d'un très important réseau d'ouvrages littoraux de type épis,
- **USV-C : du port du Collet au pont de Noirmoutier (Fromentine)** : il s'agit d'une vaste zone naturelle occupée sur l'arrière littoral de marais salants et polders (marais breton) et protégée par environ 23km de digues à la mer. Le rivage y est relativement rectiligne à l'exception des zones de débouchés des étiers et des ports ostréicoles,
- **USV-D : la façade intérieure (littoral Est) de l'île de Noirmoutier jusqu'à Noirmoutier-en-l'Île** : ce sous-secteur d'un linéaire d'environ 21km correspond à la façade orientale de l'île de Noirmoutier. Le littoral possède la même configuration que le sous-secteur précédent avec la présence de digues à la mer protégeant les terrains situés en arrière (marais salants et polders) et la présence quelques étiers littoraux (au niveau du port de Noirmoutier-en-l'Île par exemple).

9.2. SYNTHESE DE L'EROSION MARINE

La carte de synthèse de l'érosion marine sur l'USI est donnée en figure 9.3.

9.2.1. PLAGES

La plage de la Boutinardière devrait conserver son intégrité générale avec la présence assurée sur le long terme d'une plage sèche même s'il sera possible d'observer des phénomènes d'érosion. Nous n'avons pas mis en évidence de points sensibles à l'érosion sur cette zone à l'exception de quelques propriétés privées situées en sommet des falaises de la Patorie.

La Grande Plage de la Bernerie-en-Retz bénéficie de l'appui contre la digue Nord du port de la Bernerie et devrait elle aussi conserver son intégrité au cours du temps même si des phénomènes d'érosion pourront être ponctuellement observés. Nous n'avons pas mis en évidence de points sensibles à l'érosion sur cette zone.

Les plages de la Bernerie-en-Retz et des Moutiers-en-Retz sont dans une dynamique érosive (estimée entre -0,15m/an et -0,10m/an) qui s'est stabilisée grâce à la présence des épis de protection. Cependant, certaines zones sont toujours sensibles à l'érosion en particulier au Sud immédiat du port de la Bernerie et localement plus au Sud.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Des érosions du cordon dunaire ont été observées pendant la tempête entraînant la formation de brèches et la pénétration des flux marins. Le relevé du CETE de l'Ouest mentionne une zone particulièrement touchée au Nord immédiat du port du Collet.

9.2.2. FALAISES VIVES

Les falaises vives de Préfailles présentent des faciès érosifs et il a pu être établi un recul moyen de l'ordre de -0,05m/an sachant que des éboulements ponctuels pourront survenir. Les points sensibles identifiés sont essentiellement la route littorale mais aussi quelques propriétés privées situées entre la route et le sommet de la falaise.

Les falaises vives de Pornic présentent aussi des faciès érosifs mais avec des reculs estimés moindres que précédemment (taux de recul de l'ordre de -0,05m/an) essentiellement en raison des modifications de la nature des roches et de la plus faible exposition à la houle. Cependant, les points sensibles identifiés sont plus nombreux en raison de la densification de l'urbanisation littorale.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Aucun élément n'a été porté à connaissance concernant des désordres majeurs sur le littoral de ce sous-secteur suite à des érosions imputables à la tempête Xynthia (source : CETE de l'Ouest).

9.3. SYNTHESE DE LA SUBMERSION MARINE

Sur la partie continentale, la zone pouvant être touchée par le phénomène de submersion marine peut s'étendre jusqu'en limite d'urbanisation des Moutiers, de Prigny et de Bourgneuf-en-Retz au Nord et sur une très grande surface du marais breton depuis Beauvoir-sur-Mer au Sud à Machecoul à l'Est (figures 9.4 et 9.5 pour la condition centennale).

Sur l'île de Noirmoutier, la zone pouvant être touchée par le phénomène de submersion marine se trouve en bordure littorale en arrière immédiat des digues de protection à la mer (essentiellement de terrains de marais). Les bordures orientales des zones urbanisées de Barbâtre, la Guérinière, l'Epine et Noirmoutier-en-l'île font aussi parties des espaces impactés (figure 9.6 pour la condition centennale).

La pénétration des flux de marée pourra se faire au travers de brèches dans le cordon dunaire et les digues de retraite intérieure ainsi que par les étiers côtiers et des brèches dans le système des digues côtières de protection.

Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :

Un épisode de submersion est survenu au niveau du port de Pornic. La superficie des zones touchées telles que relevées et cartographiées par le CETE de l'Ouest est de 4,0 ha. 52 arrêtés de catastrophe naturelle ont été pris.

Au sud de la baie de Bourgneuf, l'ensemble de la première bande littorale en arrière des digues de première ligne a été submergé. La profondeur de pénétration de la submersion est de 400 à 900m et est essentiellement dépendante du réseau de digues de protection. L'ensemble de la zone relevée et cartographiée par le CETE de l'Ouest couvre une superficie 1983 ha (y compris la zone située au niveau du port du Collet).

Sur la face continentale de l'île de Noirmoutier, de nombreuses zones en arrière immédiat des digues littorales de protection ont été submergées. Au total, la zone relevée et cartographiée par le CETE de l'Ouest couvre une superficie 334,3 ha répartis comme suit : Barbâtre : 102 ha ; Guérinière : 94,6 ha ; L'Epine : 42,6 ha ; Noirmoutier-en-l'île : 95,1 ha. Une brèche au niveau de la digue de première ligne située au Nord immédiat du passage de Gois a aussi été observée.

oOo

10. CHIFFRES CLES DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE SUR LE LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

10.1. EROSION MARINE

Les cartes de synthèse 5.3, 6.3, 7.3, 8.3 et 9.3 permettent de visualiser la situation du littoral de Loire-Atlantique vis-à-vis du phénomène d'érosion marine et présente les zones d'érosion, de stabilité et d'engraissement, les estimations des intensités et directions des transits littoraux, l'estimation de la profondeur de fermeture et les taux d'évolution ponctuels moyens annuels..

De manière générale, on peut observer les points suivants à l'échelle de l'ensemble du littoral de Loire-Atlantique :

- 56% du littoral (soit un linéaire d'environ 115km) est identifié comme étant exposé à des phénomènes d'érosion dans les années à venir,
- 33% du littoral (soit un linéaire d'environ 70km) est considéré comme stable,
- 11% du littoral (soit un linéaire d'environ 25km) est identifié comme pouvant s'engraisser dans les années à venir.

Ces valeurs montrent que le littoral de Loire-Atlantique est légèrement plus exposé que le reste du littoral français à l'érosion marine si l'on compare aux données générales sur le rivage français fournies par le programme européen Corine Erosion côtière (Coordination des Informations sur l'Environnement) : 24% des côtes en recul, 45% stables et 11% en engraissement (les 20% restants étant exclus de la nomenclature ou non répertoriés). Ce constat peut cependant être relativisé étant donné que l'ensemble des littoraux à falaises a été considéré comme sujet à l'érosion de manière préventive.

A l'échelle de chacune des 5 unités sédimentaires, le détail des zones littorales en érosion, stables ou en engraissement est donné dans le tableau suivant :

TABLEAU 10.1 : POURCENTAGE DES ZONES EN EROSION, STABLE OU ENGRAISSEMENT POUR CHACUNE DES 5 UNITES SEDIMENTAIRES DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE

	USI	USII	USIII	USIV	USV
Erosion	14,6%	31,0%	8,5%	16,2%	29,6%
Stabilité	0,0%	3,6%	3,6%	12,6%	80,1%
Engraissement	17,5%	66,1%	4,6%	11,9%	0,0%

Les transits littoraux restent inférieurs à 35 000 m³/an en moyenne sont généralement de l'ordre de quelques milliers de m³. La zone de plages ouvertes identifiées comme la plus active se trouve au niveau du littoral de Pornichet.

Différents points de divergence des courants de dérive littorale ont pu aussi être identifiés. Il s'agit généralement des pointes rocheuses (pointe de Castelli, pointe du Croisic, pointe Saint-Gildas). A ce titre, on peut remarquer que l'unité sédimentaire 2 allant de la pointe de Castelli à la pointe de Chémoulin mériterait d'un point de vue strictement sédimentaire d'être séparée en deux cellules distinctes : l'une partant de la pointe de Castelli à la pointe du Croisic ; la seconde partant de la pointe du Croisic à la pointe de Chémoulin.

Les profondeurs de fermeture sont variables le long du littoral variant de quelques mètres pour les zones les moins exposées (-2,0 à -3,0m CM pour la baie de Bourgneuf) à plusieurs mètres pour les zones les plus exposées (-20,0m CM au droit du littoral du Croisic et de Batz-sur-Mer).

Les taux d'évolution des plages littorales à l'érosion sont généralement faibles et de l'ordre de quelques dizaines de centimètres par an de recul essentiellement en raison du caractère confiné des plages littorales. La zone identifiée comme ayant des taux d'érosion les plus forts est située au centre de la flèche sédimentaire de Pen-Bron avec des taux de -0,40m/an en moyenne. Au niveau des falaises vives, les taux d'érosion sont généralement compris entre -0,05m/an et -0,15m/an en moyenne et dépendent essentiellement de la nature de la roche mais aussi de l'ensemble des actions continentales et maritimes. Les zones de falaises vives identifiées comme les plus sensibles à l'érosion sont situées au niveau de Saint-Nazaire (falaises vives de Petit Gavy) et au sud du port de Pornic.

En termes d'enjeux littoraux potentiellement soumis à l'érosion marine, il est possible d'identifier les entités suivantes (le détail est consultable dans les fascicules se rapportant à chaque unité sédimentaire) :

- les plages, les cordons dunaires, les falaises vives,
- des accès littoraux (route, sentier littoral),
- des propriétés privées de proximité au rivage,
- des campings littoraux...

Les effets possibles du changement climatique sur les phénomènes d'érosion marine sont à ce jour impossibles à prendre en compte en raison du manque d'informations sur les évolutions du régime des états de mer (fréquence, intensité, direction). L'augmentation des tempêtes pourraient cependant augmenter les vitesses d'érosion mentionnées plus haut et modifier ainsi les perspectives évolutives établies dans le cadre de la présente étude.

10.2. SUBMERSION MARINE

Les territoires identifiés comme étant potentiellement soumis au phénomène de submersion marine sur le littoral de Loire-Atlantique sont donnés en suivant :

Unité sédimentaire USI : 2 zones identifiées :

- les marais en arrière de la plage de Pont-Mahé situés de part et d'autre de l'étier de Pont-Mahé,
- les terrains littoraux de Kérandré en arrière immédiat de la plage du Palandrin.

Unité sédimentaire USII : 2 zones identifiées :

- le traict du Croisic, les marais de Guérande, des zones urbanisées du Pouliguen et de la Baule-Escoublac (de part et d'autre de l'étier du Pouliguen), l'arrière littoral de Batz-sur-Mer,
- les terrains littoraux de la baie de Goustan et de la baie de Castouillet.

Unité sédimentaire USIII : pas de zones identifiées.

Unité sédimentaire USIV : 1 zone identifiée :

- le marais de la Giguennais en arrière du débouché du courant du Boivre.

Unité sédimentaire USV : 2 zones identifiées :

- sur la partie continentale, jusqu'en limite d'urbanisation des Moutiers-en-Retz, de Prigny et de Bourgneuf-en-Retz au Nord et sur une très grande surface du marais breton depuis Beauvoir-sur-Mer au Sud à Machecoul à l'Est,
- sur l'île de Noirmoutier, la bordure littorale en arrière immédiat des digues de protection à la mer (essentiellement de terrains de marais) et les bordures orientales des zones urbanisées de Barbâtre, la Guérinière, l'Epine et Noirmoutier-en-l'île.

La définition précise des zones impactées par une onde de tempête pourra être appréhendée à l'aide d'une modélisation mathématique de détail combinant à la fois une analyse précise des aléas (marée + dynamique des surcotes), une connaissance précise de l'état des digues et des cordons dunaires et une connaissance précise de l'altimétrie des terrains de la frange côtière de Loire-Atlantique.

oOo

REFERENCES

OUVRAGES ET ETUDES

CETE DE L'OUEST, 2012. La tempête Xynthia. Submersions et dégradations.

CETMEF, 2010. Analyse des données de houle. Ile d'Yeu Nord. Mesures du 21/06/2005 au 01/02/2010. Tempête du 21/02/2010 au 02/03/2010. Mars 2010.

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), 2010. Prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en vue de l'estimation des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possibles. Février 2010.

PINEAU-GUILLOU et al., 2010. Caractérisation des niveaux marins et modélisation des surcotes pendant la tempête Xynthia. XIèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil. Les Sables d'Olonne, 22-25 juin 2010.

SHOM/CETMEF, 2008. Les niveaux marins extrêmes le long des côtes de France et leur évolution. Juin 2008.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule A. Conditions Générales. Rapport n°1711836R1 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule C. Synthèse de l'évènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 sur le littoral de Loire-Atlantique. Rapport n°1711836R3 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule USI. De la baie de Pont-Mahé à la pointe du Castelli. Rapport n°1711836R4 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule USII. De la pointe du Castelli à la pointe de Chémoulin. Rapport n°1711836R5 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule USIII. De la pointe de Chémoulin au port de Saint-Nazaire. Rapport n°1711836R6 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule USIV. De Saint-Brévin-Les-Pins à la pointe de Saint-Gildas. Rapport n°1711836R7 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SOGREAH, 2012. Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire. Fascicule USV. De la pointe Saint-Gildas à Noirmoutier-en-l'Île. Rapport n°1711836R8 établi pour le compte de la DREAL Pays de Loire en Mars 2012.

SITES INTERNET

- IFEN, Observatoire du littoral : <http://www.littoral.ifen.fr/Cartographie.6.0.html>
- DREAL Pays de Loire : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/>
- BRGM, InfoTerre : <http://infoterre.brgm.fr/>

oOo

FIGURES



Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Unités sédimentaires du littoral Pays de la Loire

Affaire N : 1711836

Figure N° : 0-1

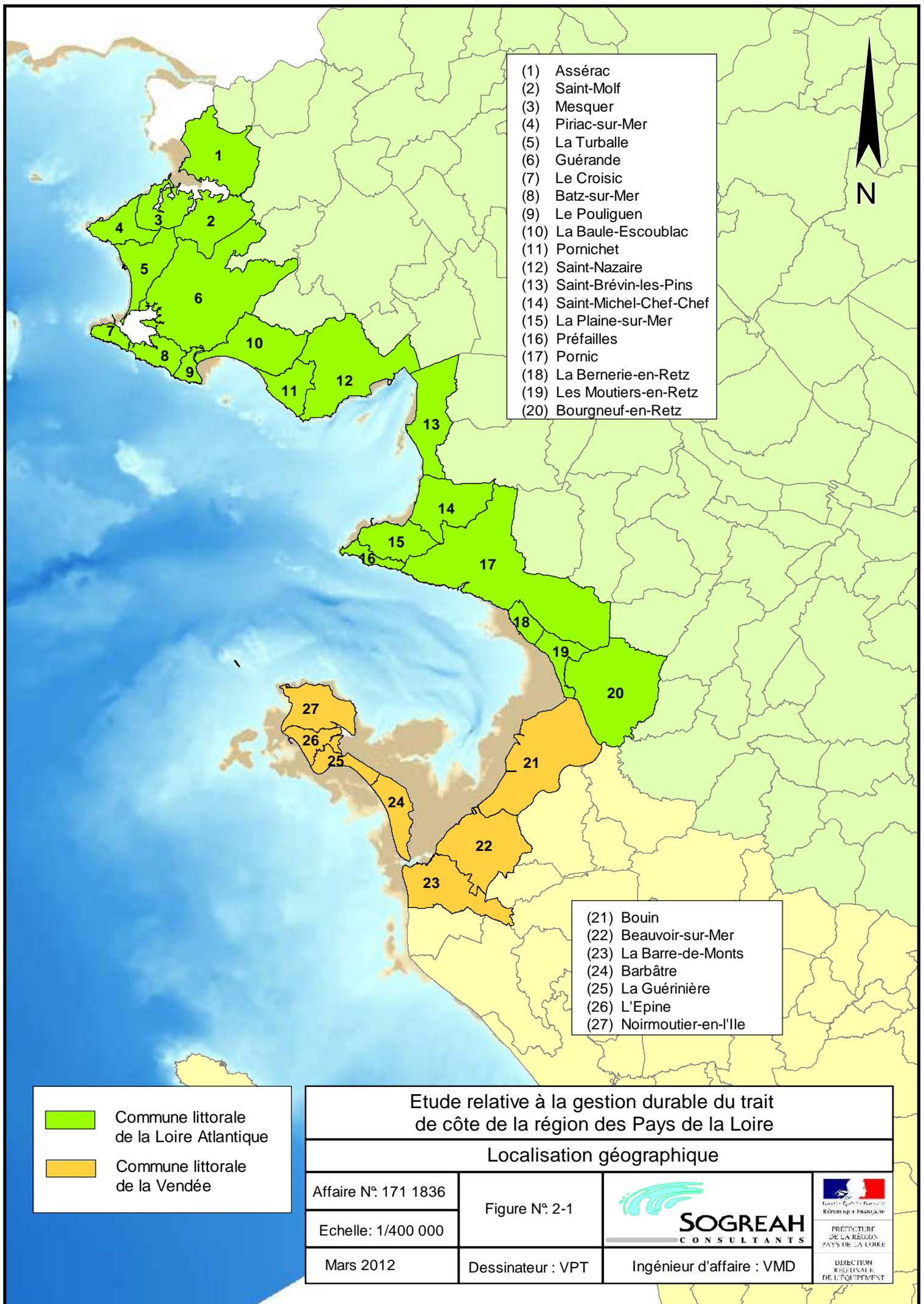
Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD





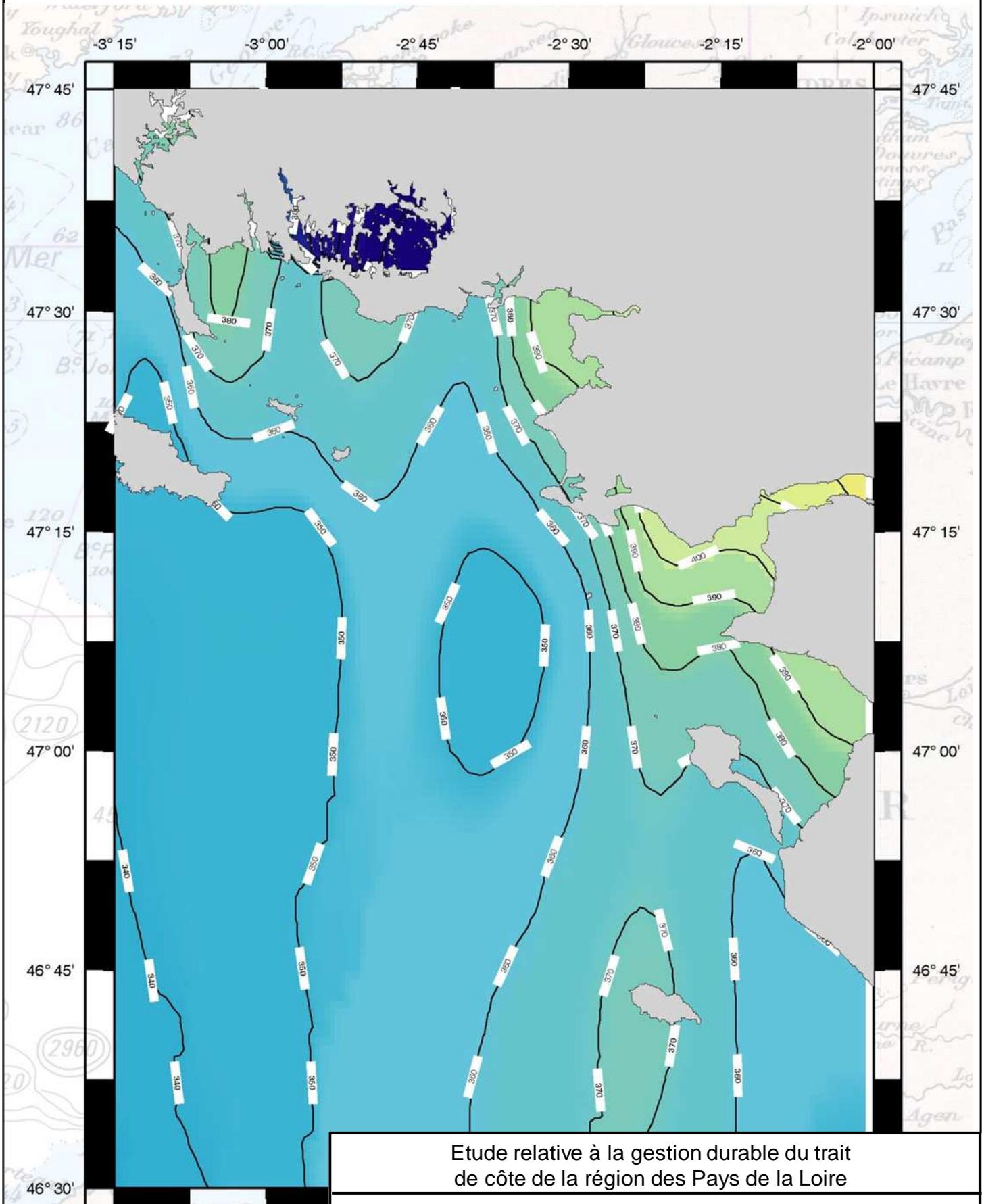
- (1) Assérac
- (2) Saint-Molf
- (3) Mesquer
- (4) Piriac-sur-Mer
- (5) La Turballe
- (6) Guérande
- (7) Le Croisic
- (8) Batz-sur-Mer
- (9) Le Pouliguen
- (10) La Baule-Escoublac
- (11) Pornichet
- (12) Saint-Nazaire
- (13) Saint-Brévin-les-Pins
- (14) Saint-Michel-Chef-Chef
- (15) La Plaine-sur-Mer
- (16) Préfailles
- (17) Pornic
- (18) La Bernerie-en-Retz
- (19) Les Moutiers-en-Retz
- (20) Bourgneuf-en-Retz

- (21) Bouin
- (22) Beauvoir-sur-Mer
- (23) La Barre-de-Monts
- (24) Barbâtre
- (25) La Guéinière
- (26) L'Epine
- (27) Noirmoutier-en-l'Île

Commune littorale de la Loire Atlantique
 Commune littorale de la Vendée

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Localisation géographique			
Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 2-1		 <small>REPUBLIQUE FRANÇAISE</small> PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT
Echelle: 1/400 000	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	
Mars 2012			

Source : SHOM/CETMEF, 2008



Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Niveaux extrêmes de pleine-mer pour une période de retour de 100 ans

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2.2

Mars 2012

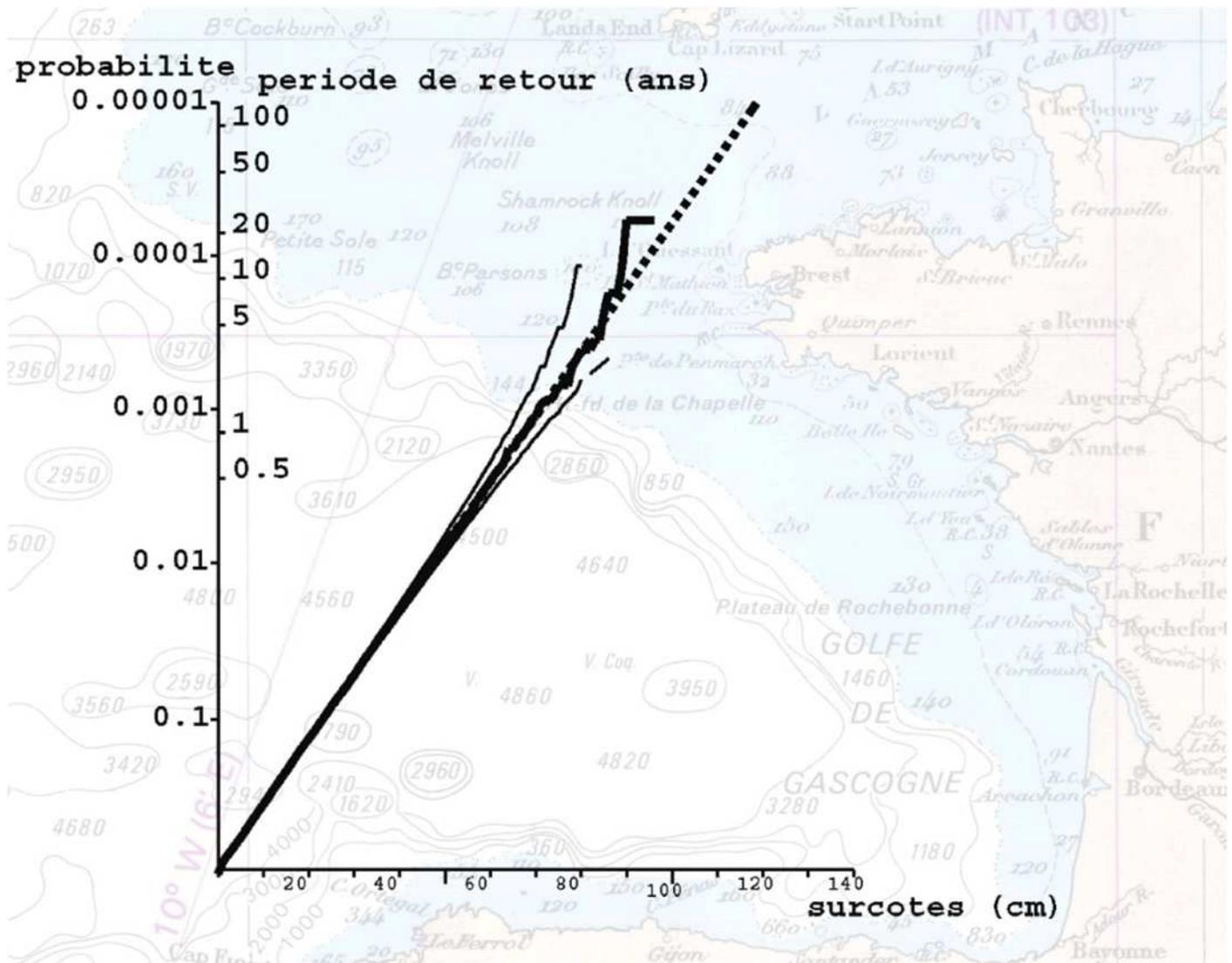
Dessinateur : VPT



PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Ingénieur d'affaire : VMD



Source : SHOM/CETMEF, 2008

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Dynamique des surcotes à la Pointe Saint-Gildas

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2.3

Mars 2012

Dessinateur : VPT


SOGREAH
CONSULTANTS

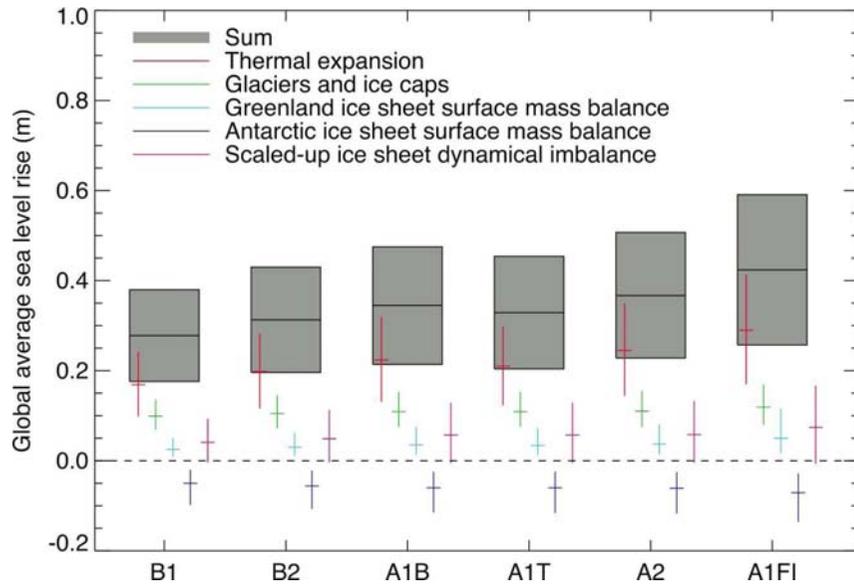
Ingénieur d'affaire : VMD



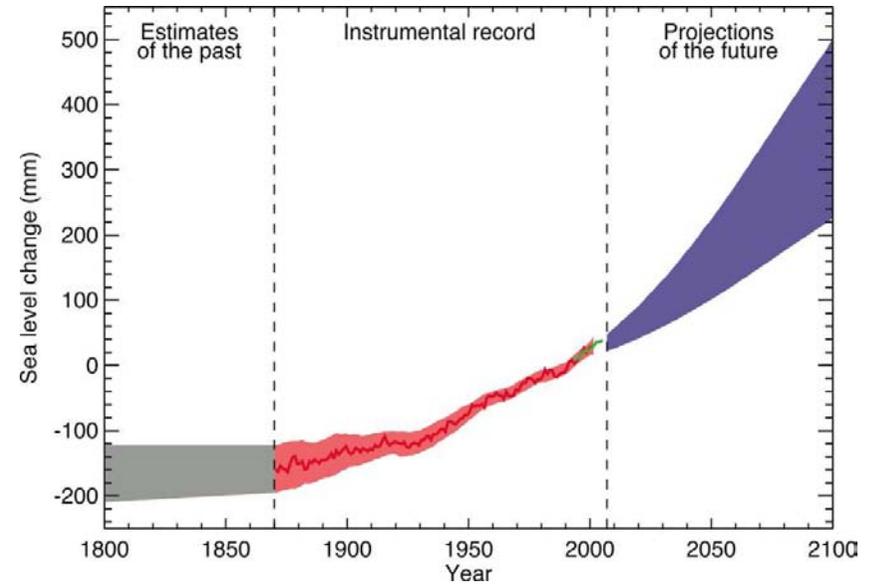
PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT

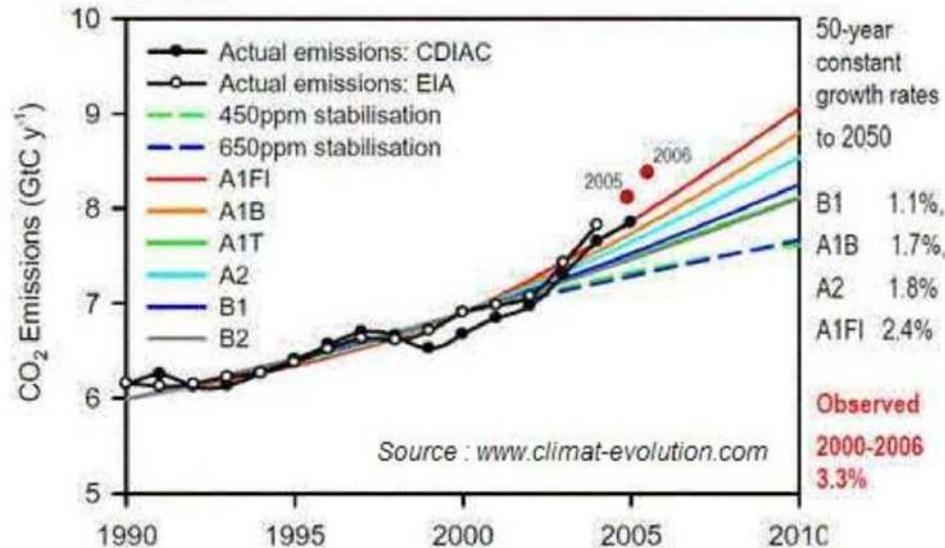
Estimations de l'élévation du niveau de la mer en fonction des différents scénarii d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère



Estimations de l'élévation du niveau de la mer pour le scénario A1B



Evolution des taux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (en relation avec les taux des différents scénarii du GIEC 2007)



Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Elévation du niveau de la mer et évolution des taux de gaz à effet de serre

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2.4

Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD



Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Typologie du trait de côte

Affaire N° 171 1836

Figure N° 2-5

Echelle: 1/250 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT



SOGREAH
CONSULTANTS



PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT



-  Plages littorales
-  Côtes à falaises vives
-  Dignes à la mer

Etude relative à la gestion durable du trait de côte dans la région des Pays de la Loire

Bathymétrie générale

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 2-6

Echelle: 1/400 000

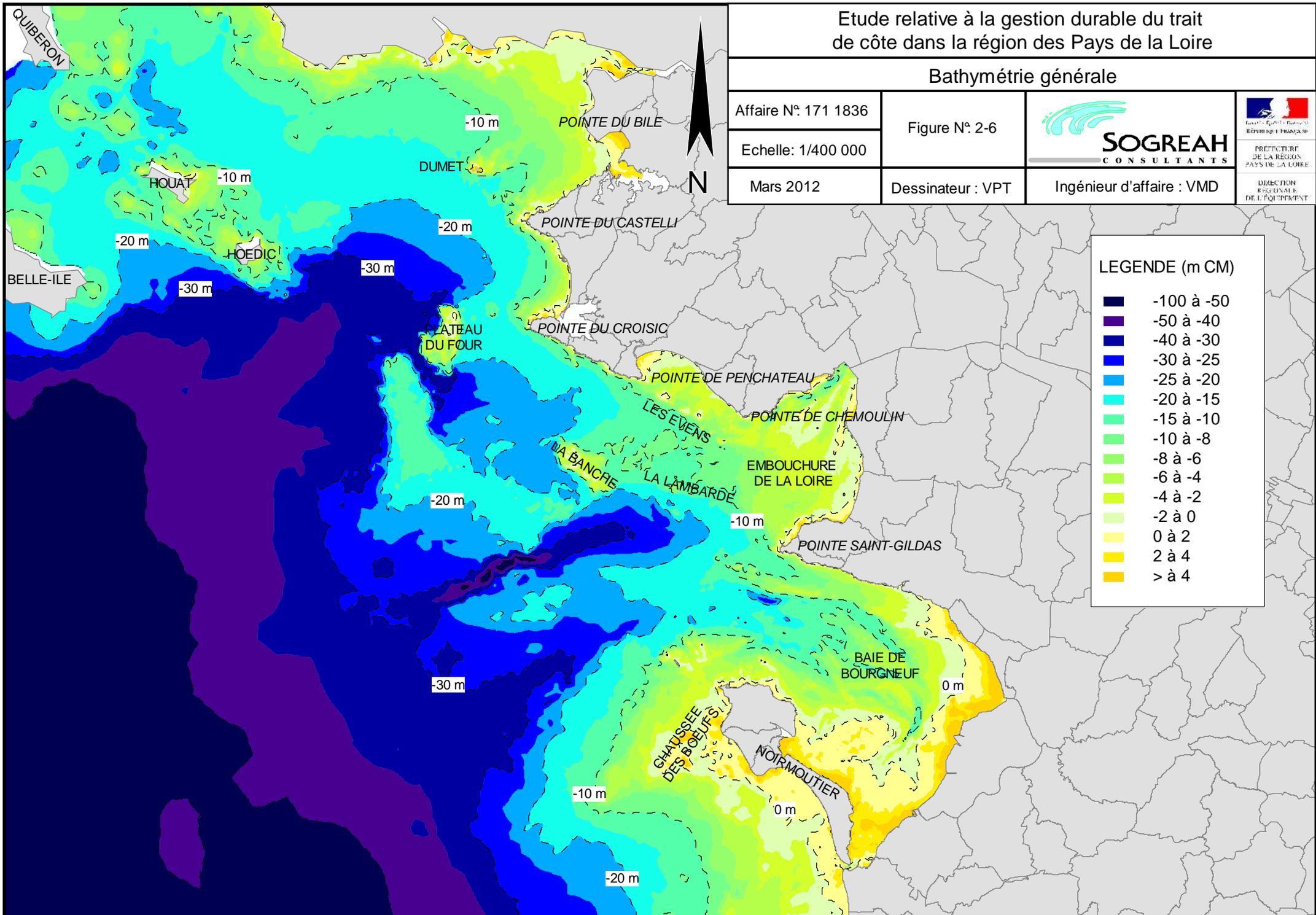
Mars 2012

Dessinateur : VPT



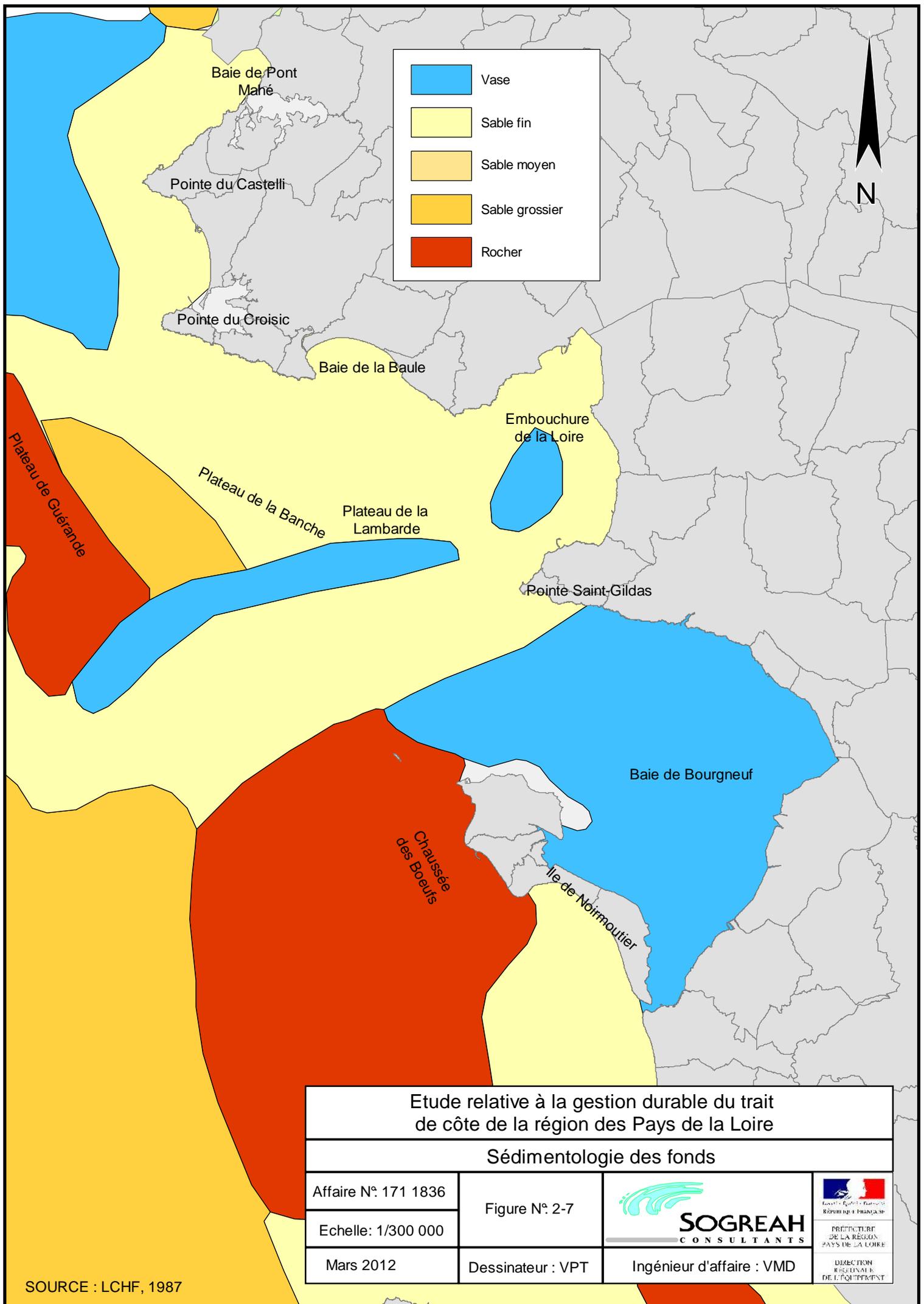
PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



LEGENDE (m CM)

- 100 à -50
- 50 à -40
- 40 à -30
- 30 à -25
- 25 à -20
- 20 à -15
- 15 à -10
- 10 à -8
- 8 à -6
- 6 à -4
- 4 à -2
- 2 à 0
- 0 à 2
- 2 à 4
- > à 4



Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Sédimentologie des fonds

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 2-7

Echelle: 1/300 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

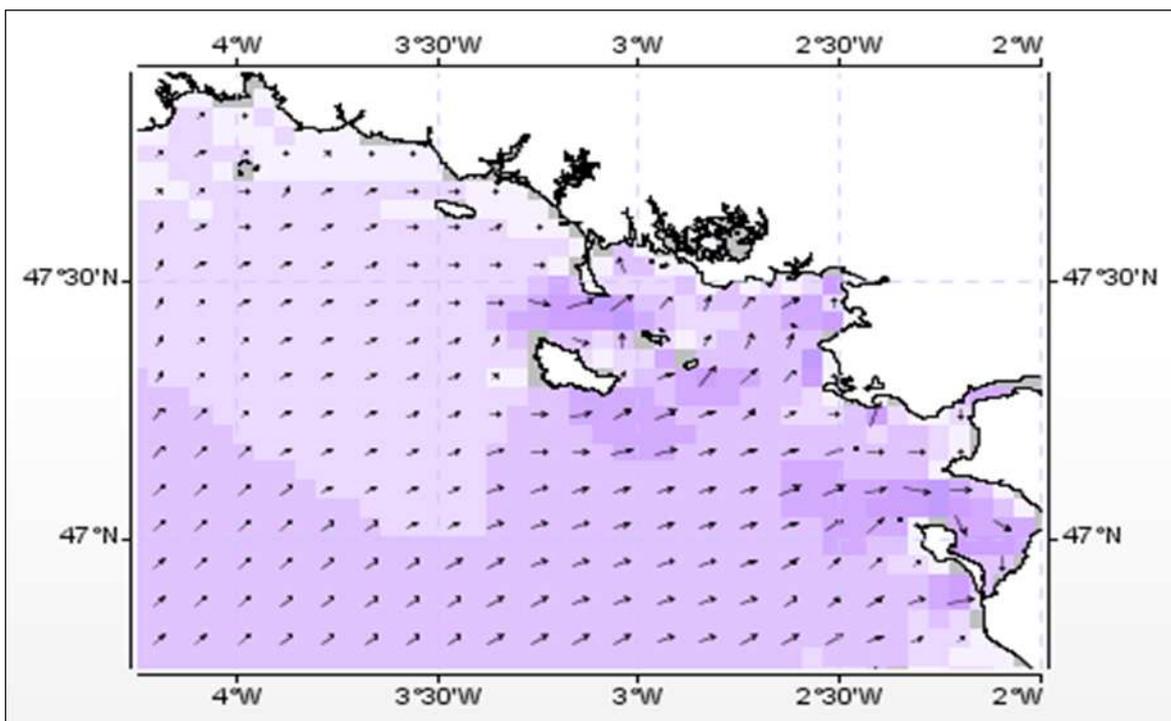
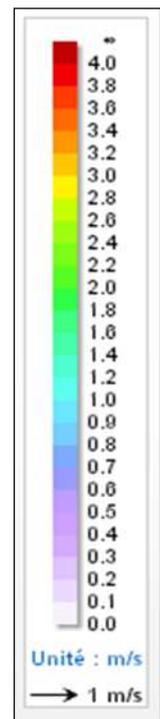
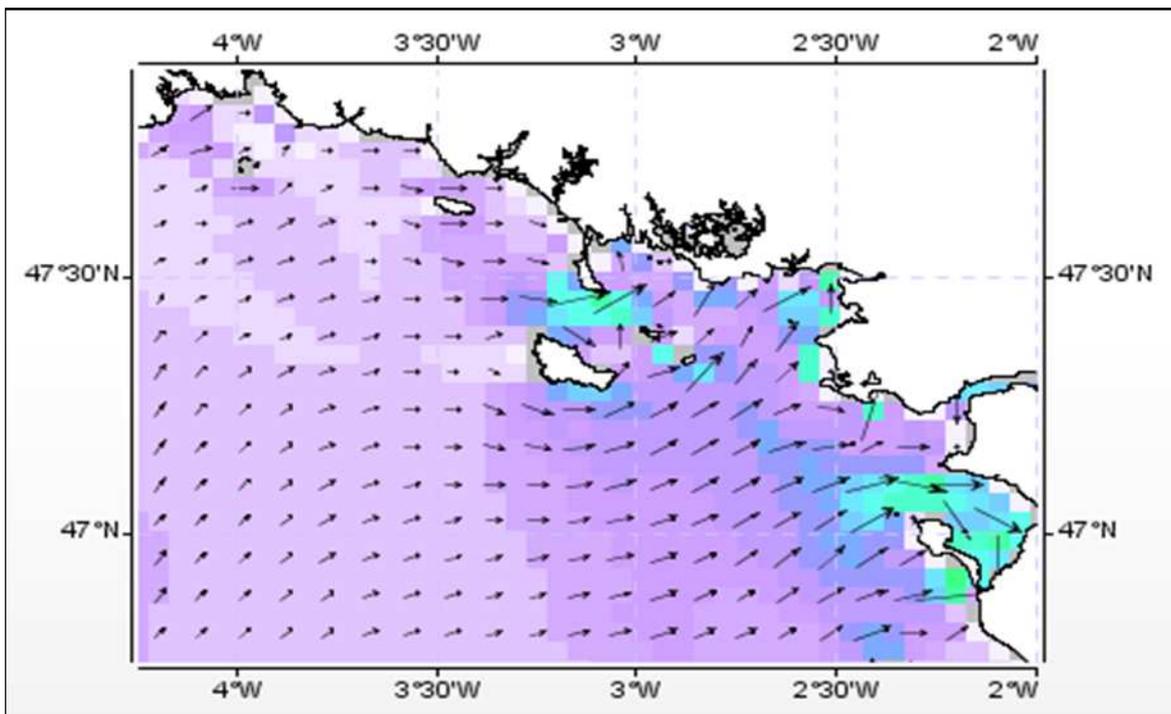


Ingénieur d'affaire : VMD



PREFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT



Courants de marée instantanés (PM -3h, coeff. 100)
PREVIMER, 2007. Surface (en haut) et fond (en bas)

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Courants de marée d'après PREVIMER

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-8


SOGREAH
CONSULTANTS



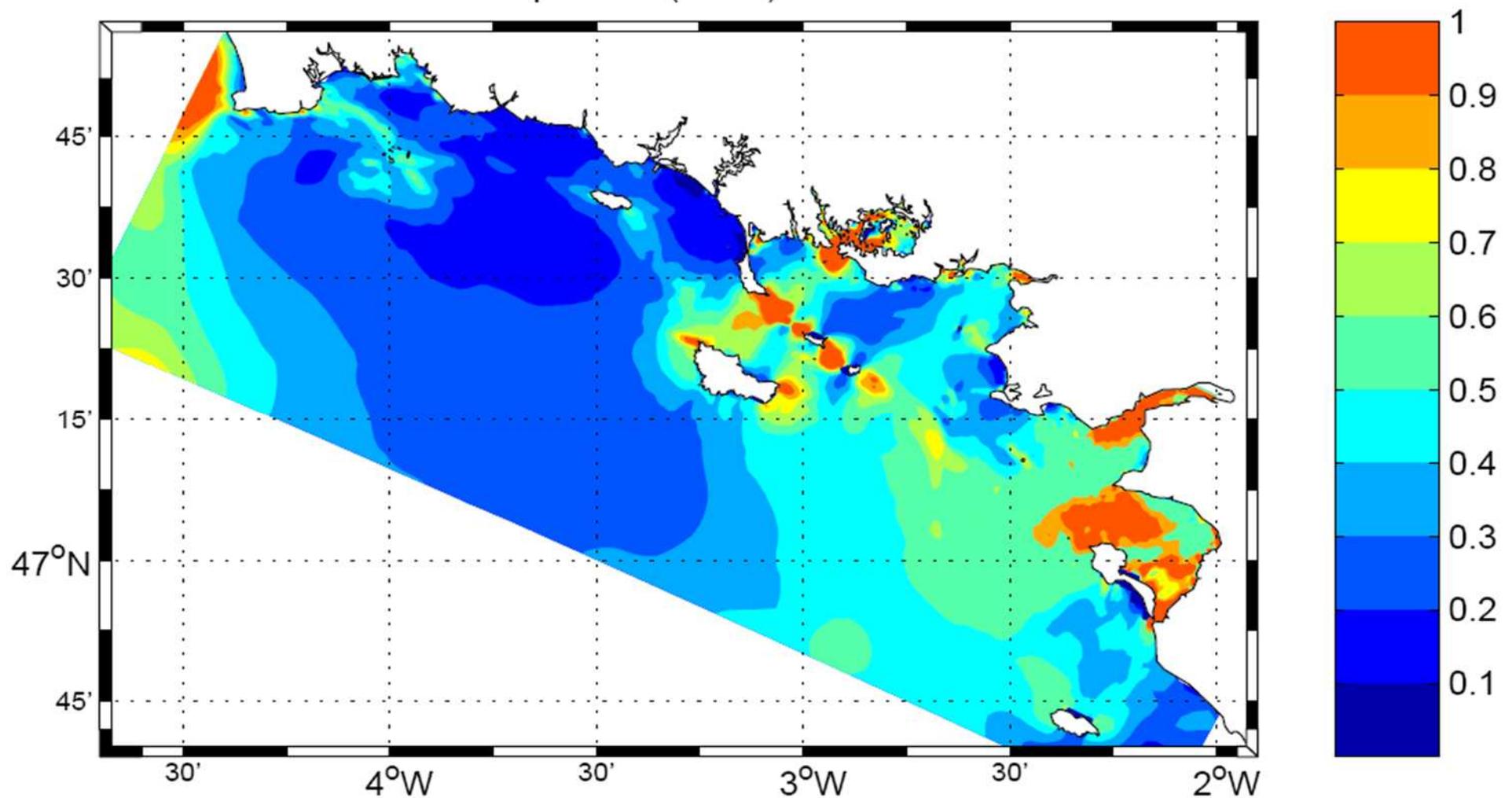
PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT



Courants de marée maximaux en vive eau (coef.100) – TESSIER, 2006
(moyennés sur la verticale – exprimés en m/s)

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Courants de marée d'après B. TESSIER

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-9

Mars 2012

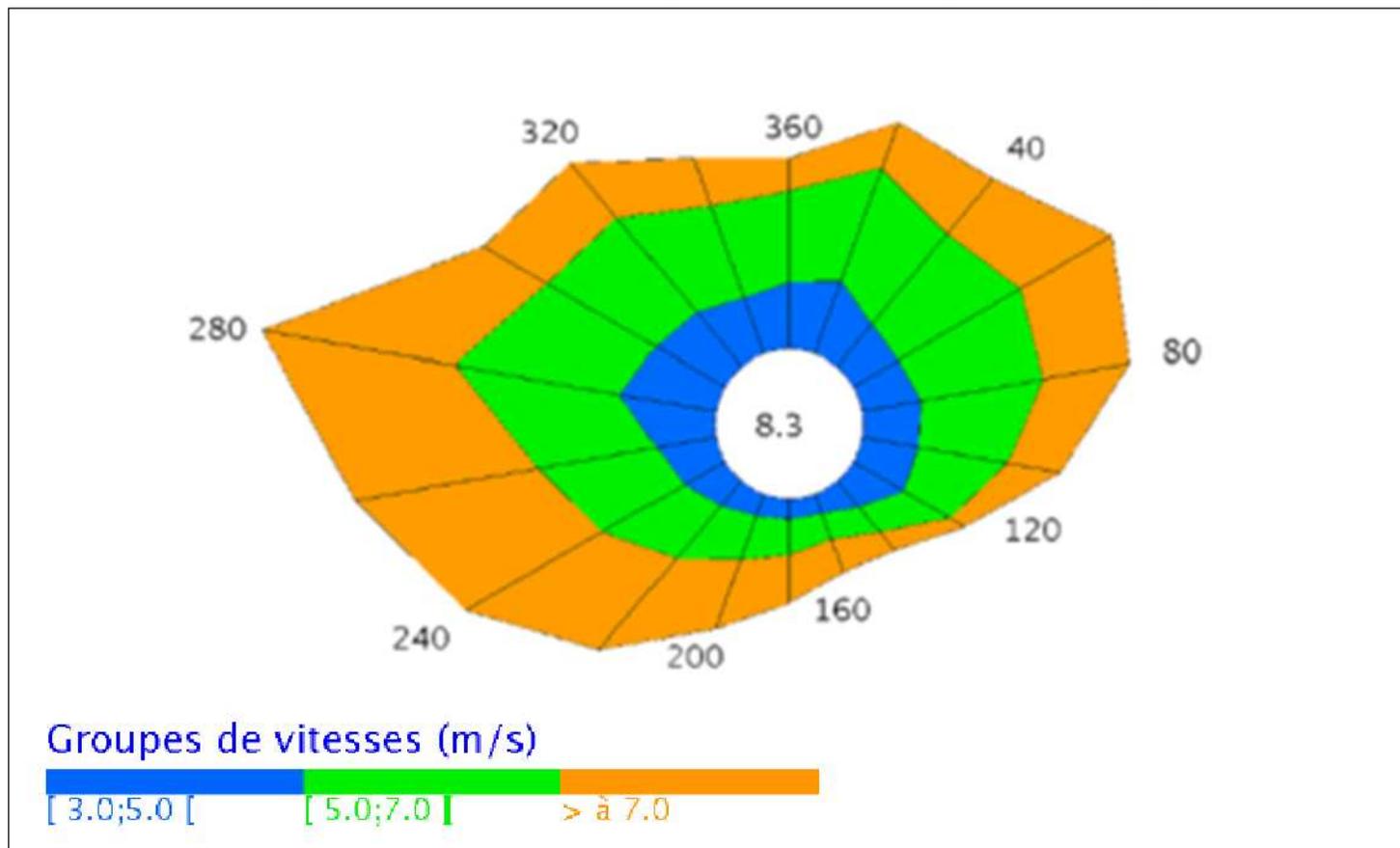
Dessinateur : VPT


SOGREAH
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



Rose des vents au Talut sur la période 1985/2004 (Météo France)



Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Rose des vents au Talut

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-10

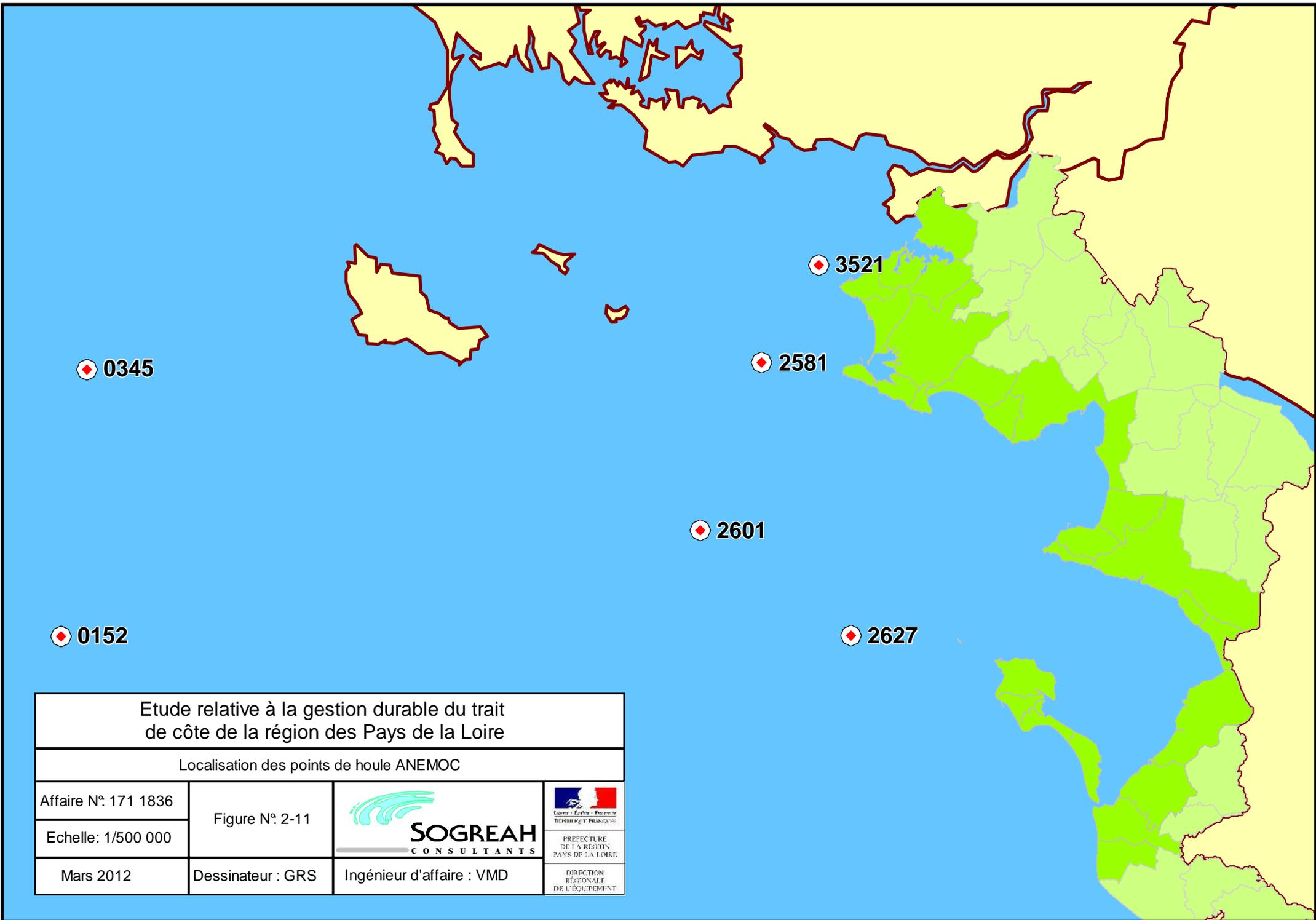
 SOGREAH
CONSULTANTS



Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD



Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Localisation des points de houle ANEMOC

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 2-11		 <small>COLORE • ÉQUALITÉ • FRANCHISE</small> REPUBLICA • FRANCORUM
Echelle: 1/500 000			
Mars 2012	Dessinateur : GRS	Ingénieur d'affaire : VMD	DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

POINT ANEMOC COAST_0345 (profondeur : -101,9 m CM)

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	0.02	0.03	0.17	0.76	1.15	0.08	0.02	2.38
0.5 - 1.0	0.21	0.25	0.24	0.23	0.19	0.09	0.12	0.12	0.13	0.13	0.36	1.46	5.18	7.67	0.76	0.32	17.45
1.0 - 1.5	0.22	0.22	0.21	0.18	0.15	0.17	0.17	0.10	0.14	0.20	0.56	1.92	8.15	8.80	0.73	0.30	22.22
1.5 - 2.0	0.09	0.09	0.05	0.03	0.06	0.07	0.07	0.08	0.11	0.20	0.53	1.91	8.05	5.32	0.34	0.11	17.10
2.0 - 2.5	0.04	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.06	0.04	0.09	0.40	1.89	6.27	2.92	0.15	0.06	12.01
2.5 - 3.0	0.01		0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.31	1.60	5.37	1.31	0.08	0.02	8.86
3.0 - 3.5	0.00					0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.23	1.38	3.69	0.66	0.04	0.01	6.09
3.5 - 4.0								0.00	0.01	0.02	0.15	1.26	2.28	0.34	0.02	0.01	4.09
4.0 - 4.5								0.00	0.01	0.02	0.10	0.99	1.56	0.23	0.01	0.00	2.92
4.5 - 5.0								0.00	0.00	0.01	0.09	0.84	0.98	0.14	0.00		2.08
5.0 - 5.5								0.00		0.01	0.06	0.66	0.65	0.06			1.45
5.5 - 6.0									0.00	0.04	0.46	0.46	0.50	0.03			1.02
> 6.0									0.00	0.09	1.18	1.03	0.04				2.33
Total	0.59	0.60	0.52	0.46	0.43	0.36	0.39	0.43	0.52	0.81	2.95	15.73	44.47	28.67	2.22	0.85	100.00

POINT ANEMOC COAST_0152 (profondeur : -119,2 m CM)

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5	0.02	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.09	0.40	0.66	0.19	0.02	1.52
0.5 - 1.0	0.26	0.23	0.23	0.21	0.17	0.12	0.12	0.08	0.07	0.09	0.24	1.03	3.62	6.72	1.26	0.39	14.86
1.0 - 1.5	0.27	0.26	0.30	0.28	0.23	0.22	0.15	0.10	0.12	0.15	0.44	1.61	5.88	9.82	1.55	0.43	21.80
1.5 - 2.0	0.14	0.13	0.13	0.11	0.15	0.09	0.10	0.09	0.08	0.18	0.43	1.57	6.24	7.24	0.72	0.22	17.61
2.0 - 2.5	0.09	0.04	0.02	0.02	0.08	0.05	0.06	0.05	0.04	0.10	0.34	1.55	5.06	4.61	0.35	0.12	12.61
2.5 - 3.0	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.02	0.04	0.04	0.07	0.26	1.23	4.51	2.97	0.17	0.05	9.43
3.0 - 3.5	0.01		0.00	0.01	0.00		0.01	0.01	0.02	0.03	0.17	1.09	3.35	1.68	0.11	0.01	6.51
3.5 - 4.0	0.00				0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.11	0.99	2.32	0.91	0.07	0.01	4.46
4.0 - 4.5								0.00	0.01	0.01	0.08	0.81	1.65	0.53	0.05	0.01	3.15
4.5 - 5.0								0.00	0.00	0.01	0.07	0.70	1.21	0.34	0.03	0.00	2.37
5.0 - 5.5								0.00	0.00	0.01	0.05	0.53	0.80	0.20	0.01		1.60
5.5 - 6.0									0.00	0.03	0.45	0.58	0.58	0.14	0.00		1.19
> 6.0											0.05	1.18	1.47	0.18			2.88
Total	0.81	0.69	0.72	0.65	0.66	0.51	0.48	0.41	0.42	0.69	2.29	12.82	37.09	35.98	4.51	1.27	100.00

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Distribution des hauteurs des états de mer du large

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-12

Mars 2012

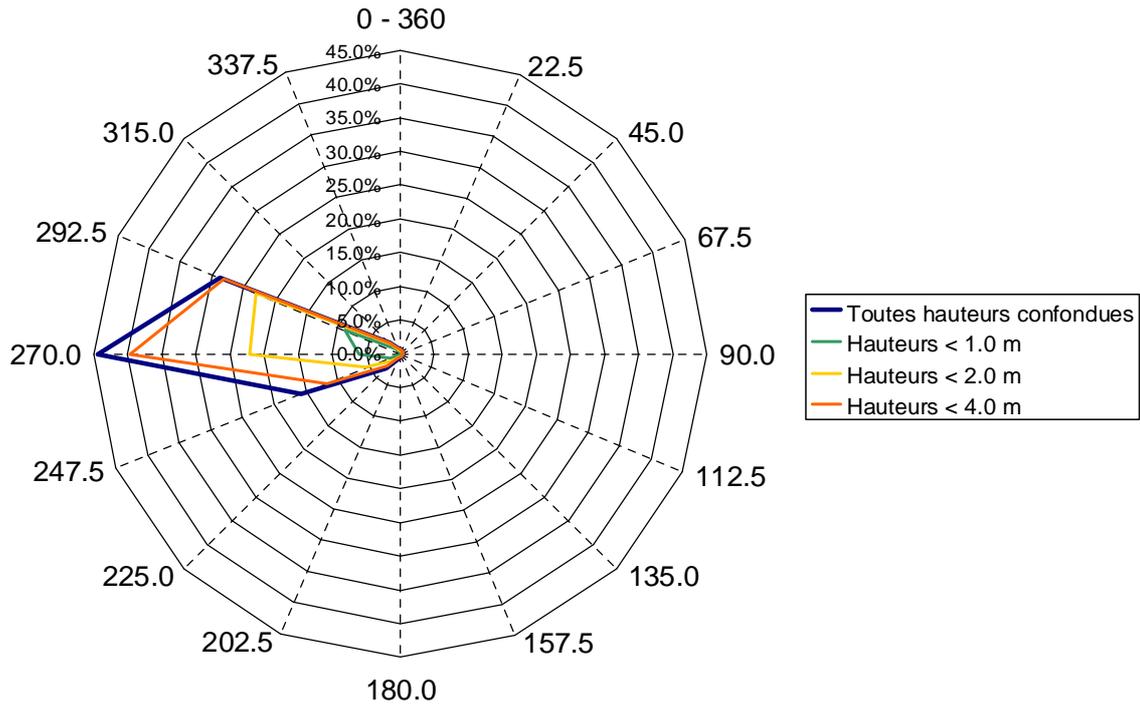
Dessinateur : VPT



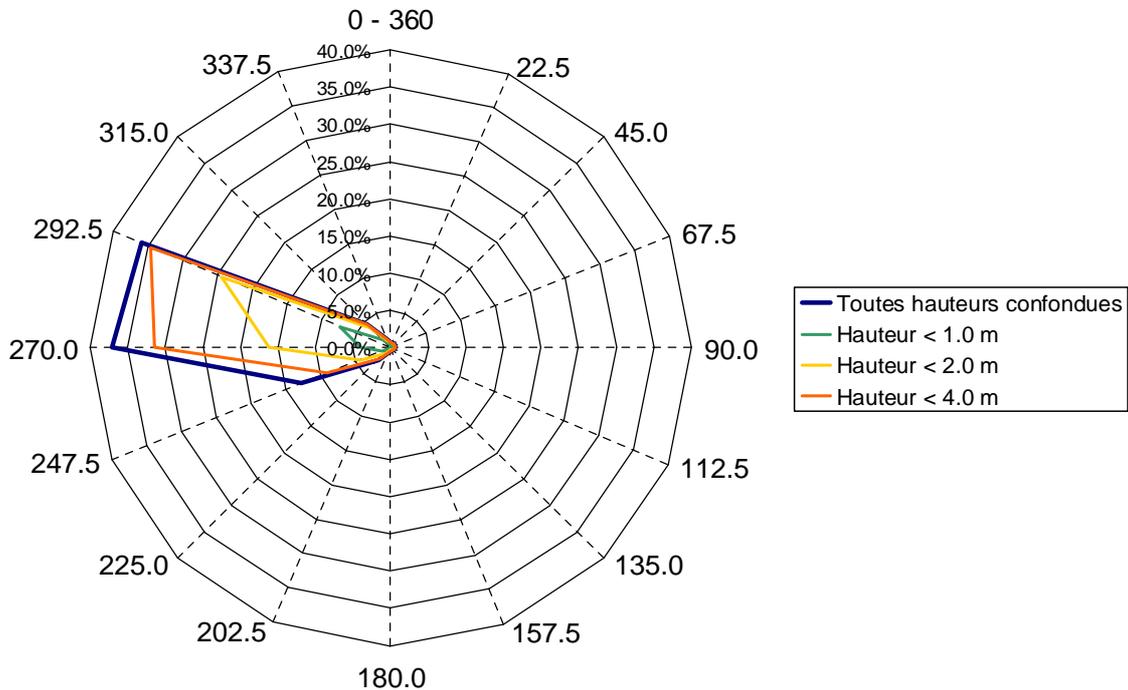
Ingénieur d'affaire : VMD



POINT ANEMOC COAST_0345 (profondeur : -101,9 m CM)



POINT ANEMOC COAST_0152 (profondeur : -119,2 m CM)



Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Roses des houles du large

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-13

Mars 2012

Dessinateur : VPT


SOGREAH
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD


République Française
PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE
DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT

POINT ANEMOC COAST_0345 (profondeur : -101,9 m CM)

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degres Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Tp (s) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0 - 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3 - 5	0.27	0.41	0.41	0.36	0.21	0.09	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.09	0.07	0.19	2.30
5 - 7	0.17	0.11	0.06	0.06	0.15	0.17	0.22	0.13	0.12	0.11	0.29	0.64	0.71	0.91	0.32	0.19	4.37
7 - 9	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.07	0.13	0.13	0.22	0.65	2.63	6.17	7.32	0.61	0.15	18.28
9 - 11	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.09	0.14	0.23	0.93	4.08	11.67	10.43	0.70	0.18	28.65
11 - 13	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.11	0.17	0.71	4.48	13.72	6.44	0.38	0.11	26.25
13 - 15	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.05	0.28	2.94	9.93	3.06	0.13	0.01	16.47
15 - 17	0.00						0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.74	2.12	0.42	0.00	0.00	3.37
17 - 19							0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.16	0.10				0.27
19 - 21								0.00	0.00	0.00		0.02	0.01				0.04
> 21																	0.00
Total	0.59	0.60	0.52	0.46	0.43	0.36	0.39	0.43	0.52	0.81	2.95	15.73	44.47	28.67	2.22	0.85	100.00

POINT ANEMOC COAST_0152 (profondeur : -119,2 m CM)

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degres Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Tp (s) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0 - 3	0.00	0.00	0.00				0.00									0.00	0.01
3 - 5	0.26	0.36	0.44	0.37	0.22	0.10	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.03	0.04	0.10	0.14	2.21
5 - 7	0.27	0.21	0.19	0.20	0.33	0.29	0.22	0.11	0.10	0.10	0.24	0.57	0.64	0.85	0.60	0.35	5.27
7 - 9	0.12	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.09	0.14	0.11	0.20	0.51	2.23	4.91	7.42	1.35	0.30	17.60
9 - 11	0.10	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.10	0.11	0.19	0.73	3.36	9.33	11.70	1.44	0.28	27.59
11 - 13	0.06	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.14	0.52	3.44	11.41	9.73	0.74	0.18	26.45
13 - 15	0.00		0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.04	0.21	2.22	8.42	5.69	0.27	0.03	16.95
15 - 17							0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.72	1.95	0.55	0.01	3.28
17 - 19							0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.18	0.35	0.00			0.54
19 - 21							0.00	0.00	0.00			0.04	0.05				0.09
> 21																	0.00
Total	0.81	0.69	0.72	0.65	0.66	0.51	0.48	0.41	0.42	0.69	2.29	12.82	37.09	35.98	4.51	1.27	100.00

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Distribution des périodes des états de mer du large

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-14

Mars 2012

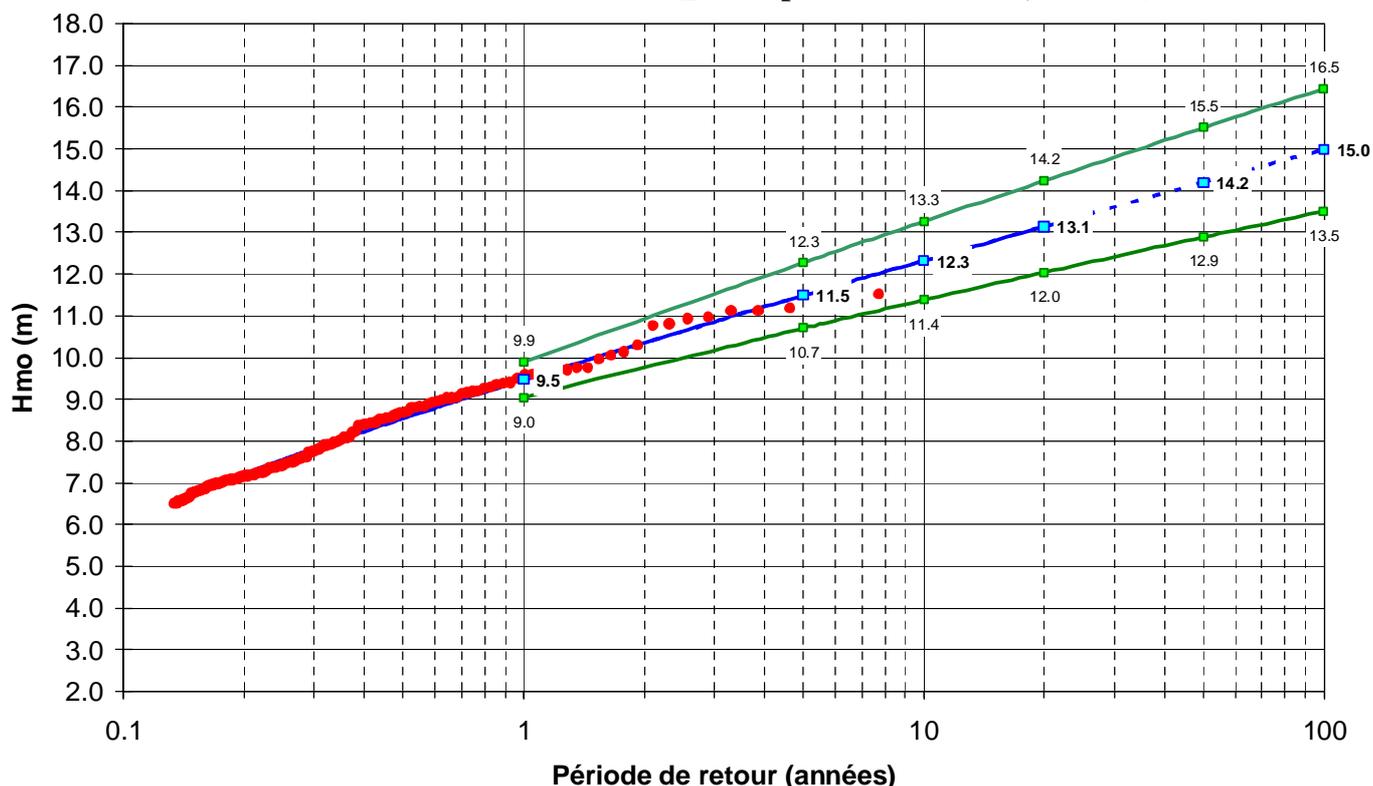
Dessinateur : VPT



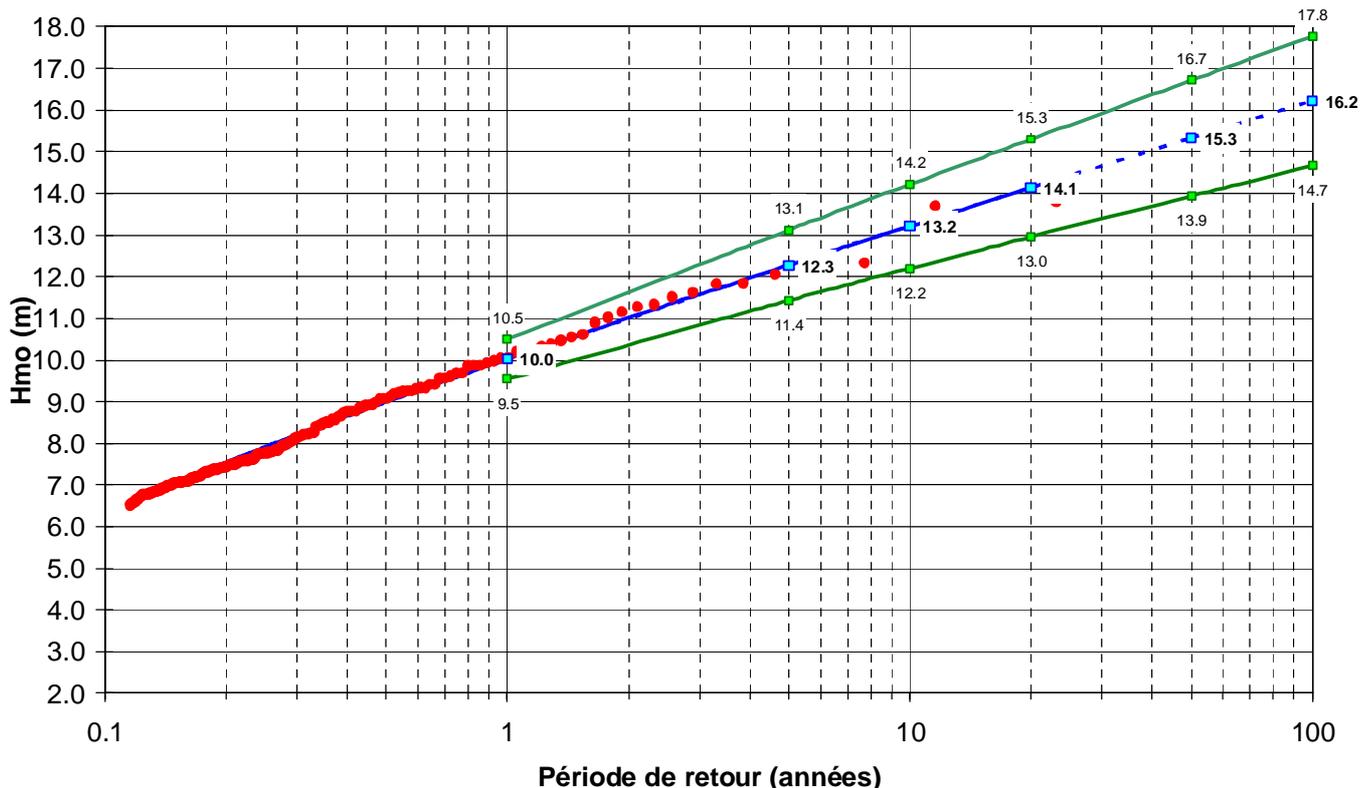
Ingénieur d'affaire : VMD



POINT ANEMOC COAST_0345 (profondeur : -101,9 m CM)



POINT ANEMOC COAST_0152 (profondeur : -119,2 m CM)



- Données brutes
- Interpolation
- Intervalle de confiance 90%

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Graphiques des extrêmes des états de mer du large			
Affaire N : 1711836	Figure N°: 2-15		 PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

POINT ANEMOC COAST_3521 (profondeur : -17 m CM)

		Directions moyennes des houles (degres Nord)																
Secteurs →		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	Total	
0.0 - 0.5	0.04	0.01	0.01						0.57	1.19	3.98	19.22	0.87	0.02	0.01	0.01	25.92	
0.5 - 1.0	0.09	0.04	0.00						0.13	1.02	7.43	22.93	0.63	0.04	0.06	0.07	32.44	
1.0 - 1.5									0.06	0.76	9.68	8.61	0.21	0.00			19.31	
1.5 - 2.0									0.01	0.30	7.11	3.48	0.06				10.95	
2.0 - 2.5									0.00	0.11	4.01	1.61					5.73	
2.5 - 3.0									0.04	0.24	2.14	0.89					3.07	
3.0 - 3.5									0.01	0.13	0.39						1.53	
3.5 - 4.0									0.00	0.55	0.12						0.67	
4.0 - 4.5										0.20	0.01						0.21	
4.5 - 5.0										0.10	0.01						0.11	
5.0 - 5.5										0.04							0.04	
5.5 - 6.0										0.01							0.01	
> 6.0																	0.00	
Total	0.13	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	3.43	36.37	57.27	1.76	0.06	0.07	0.08	100.00	

POINT ANEMOC COAST_2581 (profondeur : -29,7 m CM)

		Directions moyennes des houles (degres Nord)																
Secteurs →		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	Total	
0.0 - 0.5	0.06	0.07	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.05	0.26	0.38	0.92	6.37	20.03	0.36	0.04	0.03	28.63	
0.5 - 1.0	0.13	0.08	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.21	0.48	1.64	16.59	13.06	0.29	0.13	0.09	32.78	
1.0 - 1.5	0.01							0.01	0.10	0.43	1.71	12.64	2.23	0.12	0.03	0.02	17.31	
1.5 - 2.0								0.00	0.05	0.26	1.36	6.99	0.73	0.04	0.01	0.01	9.44	
2.0 - 2.5								0.02	0.08	0.86	3.96	0.45	0.01				5.38	
2.5 - 3.0								0.01	0.03	0.45	2.27	0.18					2.94	
3.0 - 3.5								0.00	0.02	0.26	1.36	0.08					1.72	
3.5 - 4.0									0.01	0.11	0.80	0.01					0.92	
4.0 - 4.5									0.00	0.05	0.42	0.00					0.47	
4.5 - 5.0										0.02	0.20	0.00					0.23	
5.0 - 5.5										0.01	0.08						0.09	
5.5 - 6.0										0.00	0.05						0.05	
> 6.0											0.05						0.05	
Total	0.20	0.14	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.09	0.65	1.68	7.39	51.79	36.76	0.82	0.21	0.15	100.00	

POINT ANEMOC COAST_2601 (profondeur : -29,3 m CM)

		Directions moyennes des houles (degres Nord)																
Secteurs →		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	Total	
0.0 - 0.5	0.03	0.03	0.04	0.06	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.11	0.26	1.31	7.37	1.51	0.07	0.04	11.00	
0.5 - 1.0	0.22	0.22	0.17	0.13	0.11	0.07	0.06	0.11	0.18	0.16	0.55	3.54	21.29	0.93	0.21	0.20	28.14	
1.0 - 1.5	0.07	0.04	0.01	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.10	0.22	0.64	4.20	15.42	0.51	0.10	0.05	21.46	
1.5 - 2.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05	0.15	0.55	4.00	8.65	0.19	0.03	0.02	13.68	
2.0 - 2.5	0.00							0.01	0.03	0.09	0.38	3.48	5.11	0.09	0.01	0.01	9.22	
2.5 - 3.0								0.00	0.01	0.03	0.22	2.58	2.60	0.04	0.00		5.48	
3.0 - 3.5								0.00	0.01	0.02	0.13	2.14	1.31	0.02			3.63	
3.5 - 4.0								0.00	0.00	0.01	0.10	1.71	0.71	0.00			2.53	
4.0 - 4.5									0.00	0.06	1.15	0.43					1.65	
4.5 - 5.0									0.00	0.02	0.79	0.25					1.06	
5.0 - 5.5									0.00	0.01	0.57	0.16					0.73	
5.5 - 6.0										0.00	0.41	0.08					0.49	
> 6.0										0.01	0.81	0.10					0.92	
Total	0.34	0.30	0.22	0.19	0.16	0.11	0.11	0.22	0.45	0.79	2.92	26.69	63.46	3.30	0.43	0.32	100.00	

POINT ANEMOC COAST_2627 (profondeur : -28,9 m CM)

		Directions moyennes des houles (degres Nord)																
Secteurs →		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	Total	
0.0 - 0.5	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.03	0.06	0.10	0.31	1.43	7.61	1.26	0.07	0.03	11.02	
0.5 - 1.0	0.19	0.19	0.13	0.08	0.08	0.04	0.05	0.04	0.10	0.16	0.45	3.95	21.41	0.78	0.17	0.18	28.00	
1.0 - 1.5	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.07	0.16	0.65	4.76	15.26	0.48	0.08	0.07	21.62	
1.5 - 2.0	0.01	0.00						0.01	0.02	0.10	0.51	4.66	8.31	0.17	0.03	0.01	13.84	
2.0 - 2.5								0.02	0.06	0.32	4.26	4.52	0.08	0.02	0.00		9.27	
2.5 - 3.0								0.00	0.01	0.02	0.18	3.22	2.02	0.03	0.00		5.48	
3.0 - 3.5								0.00	0.01	0.12	2.51	0.97	0.01				3.62	
3.5 - 4.0									0.00	0.10	1.94	0.50					2.54	
4.0 - 4.5									0.00	0.03	1.27	0.26					1.56	
4.5 - 5.0									0.00	0.01	0.91	0.13					1.05	
5.0 - 5.5										0.00	0.64	0.07					0.71	
5.5 - 6.0										0.00	0.41	0.02					0.43	
> 6.0										0.00	0.83	0.02					0.86	
Total	0.27	0.23	0.17	0.10	0.09	0.06	0.06	0.10	0.27	0.61	2.69	30.78	61.11	2.81	0.37	0.29	100.00	

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Distribution des hauteurs des états de mer en zone côtière

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-16

Mars 2012

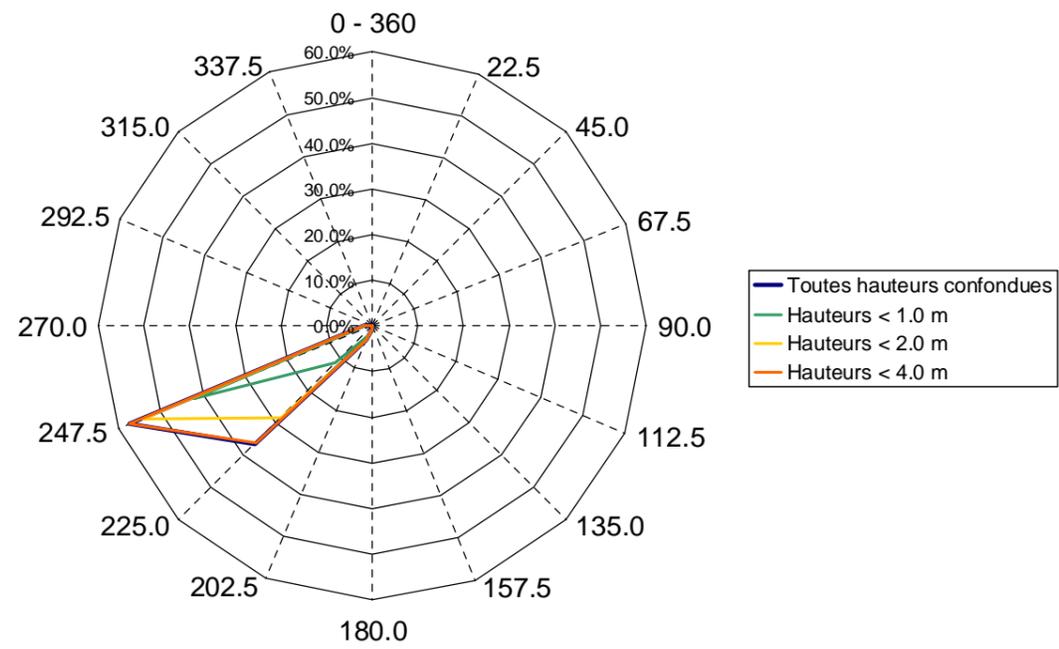
Dessinateur : VPT

 SOGREAH CONSULTANTS

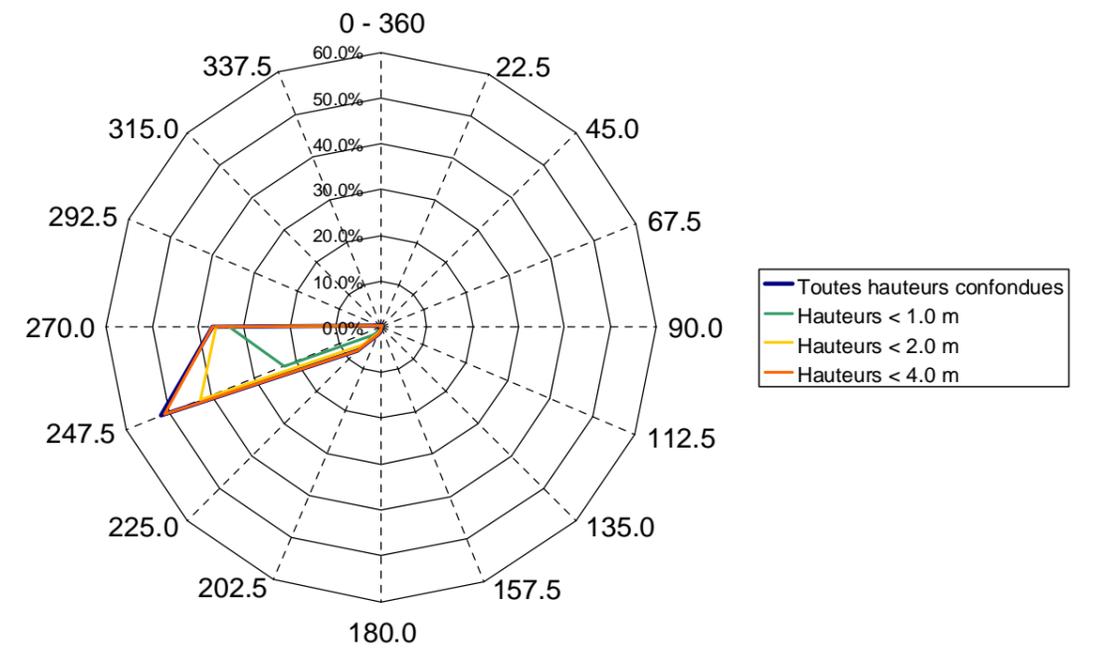
Ingénieur d'affaire : VMD



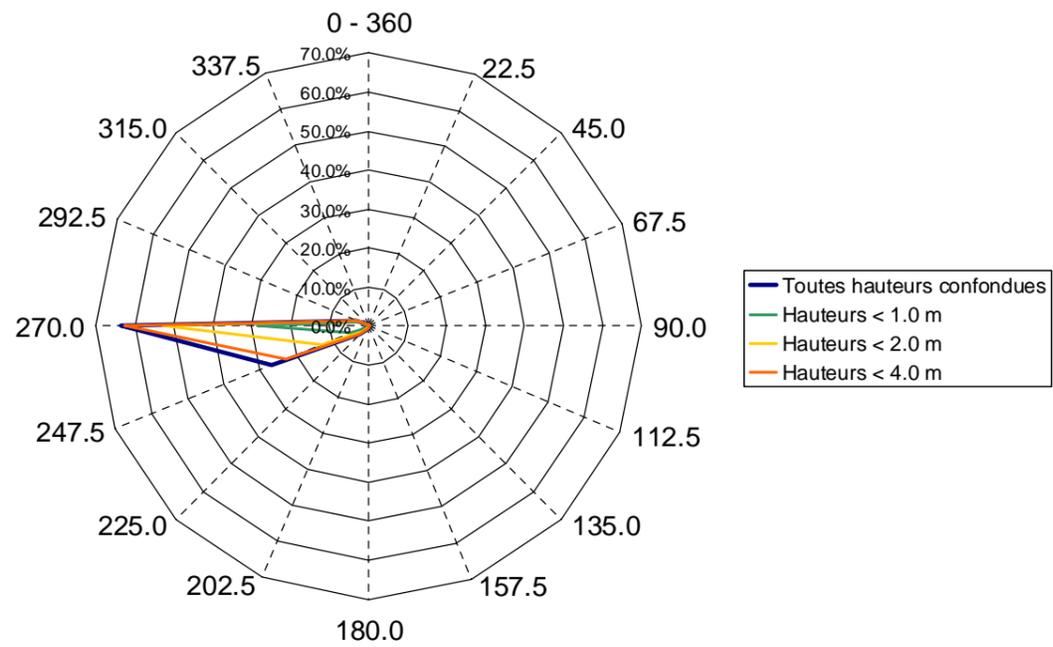
POINT ANEMOC COAST_3521 (profondeur : -17 m CM)



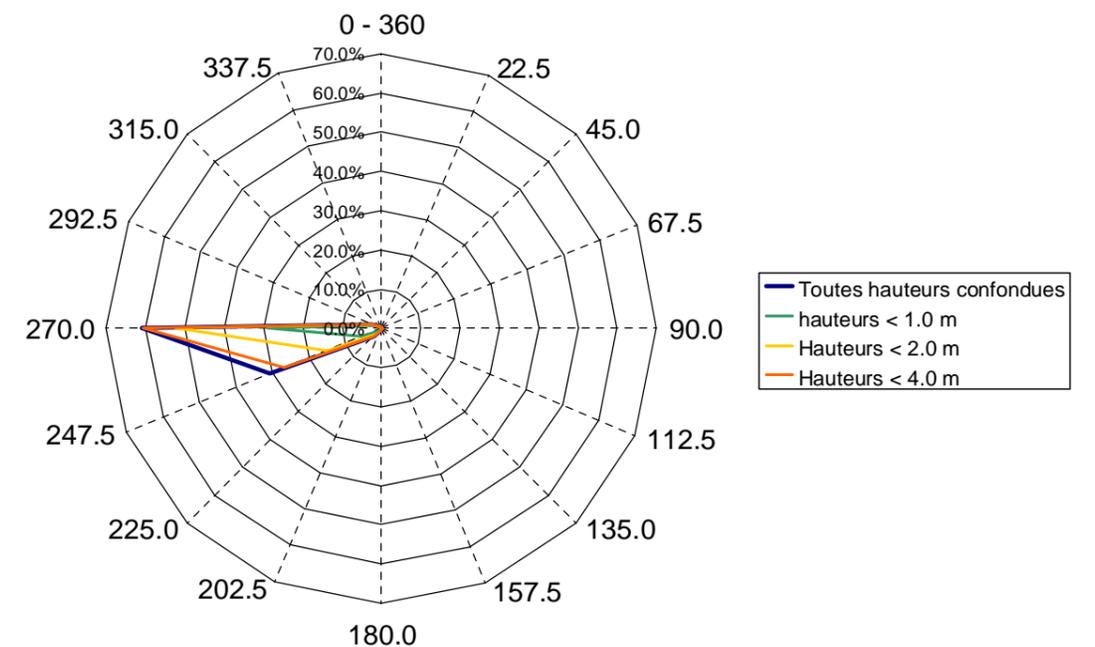
POINT ANEMOC COAST_2581 (profondeur : -29,7 m CM)



POINT ANEMOC COAST_2601 (profondeur : -29,3 m CM)



POINT ANEMOC COAST_2627 (profondeur : -28,9 m CM)



Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Roses des houles en zone côtière

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-17



Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

POINT ANEMOC COAST_3521 (profondeur : -17 m CM)

Directions moyennes des houles (degres Nord)																	
Secteurs →	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
0 - 3	0.03	0.02	0.01						0.00	0.00	0.00	0.01	0.01		0.00	0.00	0.09
3 - 5	0.09	0.03							0.22	0.26	0.35	0.53	0.34	0.01	0.02	0.06	1.93
5 - 7		0.00							0.44	1.31	2.83	2.03	0.52	0.01	0.01	0.00	7.15
7 - 9	0.00								0.08	0.93	4.88	3.82	0.36	0.01	0.01	0.00	10.09
9 - 11									0.01	0.44	7.78	11.01	0.32	0.02	0.00	0.00	19.59
11 - 13									0.01	0.33	9.22	16.52	0.11	0.00	0.01	0.00	26.22
13 - 15									0.00	0.10	7.05	15.91	0.07	0.01	0.01	0.00	23.16
15 - 17									0.00	0.04	2.72	6.27	0.03	0.00			9.06
17 - 19										0.02	1.12	0.96					2.11
19 - 21										0.00	0.40	0.19					0.60
> 21											0.01	0.00					0.02
Total	0.13	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	3.43	36.37	57.27	1.76	0.06	0.07	0.08	100.00

POINT ANEMOC COAST_2581 (profondeur : -29,7 m CM)

Directions moyennes des houles (degres Nord)																	
Secteurs →	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
0 - 3	0.05	0.07	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.22
3 - 5	0.13	0.07	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.04	0.11	0.13	0.29	0.48	0.73	0.26	0.07	0.09	2.45
5 - 7	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.38	0.72	1.62	4.08	2.59	0.25	0.04	0.01	9.76
7 - 9	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.49	2.18	10.85	10.30	0.11	0.02	0.01	24.08
9 - 11	0.00		0.00			0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	1.79	12.13	11.24	0.09	0.02	0.02	25.49
11 - 13	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.99	11.41	6.33	0.06	0.03	0.01	18.95
13 - 15				0.00	0.00		0.00	0.00	0.01	0.03	0.41	8.66	4.21	0.04	0.02	0.00	13.37
15 - 17									0.00	0.01	0.08	3.09	1.32	0.02	0.00		4.52
17 - 19			0.00							0.01	0.04	0.84	0.03	0.00			0.91
19 - 21											0.00	0.24	0.00				0.24
> 21												0.01					0.01
Total	0.20	0.14	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.09	0.65	1.68	7.39	51.79	36.76	0.82	0.21	0.15	100.00

POINT ANEMOC COAST_2601 (profondeur : -29,3 m CM)

Directions moyennes des houles (degres Nord)																	
Secteurs →	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
0 - 3	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.00							0.00	0.00	0.00	0.01	0.17
3 - 5	0.22	0.21	0.15	0.11	0.11	0.06	0.05	0.03	0.04	0.04	0.08	0.10	0.16	0.14	0.10	0.15	1.76
5 - 7	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.11	0.20	0.22	0.48	1.42	1.66	0.50	0.08	0.05	4.87
7 - 9	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.11	0.24	0.70	5.04	13.38	1.41	0.06	0.03	21.06
9 - 11	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.17	0.78	6.29	17.48	0.78	0.05	0.03	25.71
11 - 13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.10	0.60	6.24	15.21	0.29	0.07	0.03	22.64
13 - 15	0.00				0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.22	4.75	11.39	0.14	0.06	0.01	16.62
15 - 17						0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	1.85	3.63	0.03	0.00		5.58
17 - 19		0.00					0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.73	0.50	0.00			1.26
19 - 21											0.00	0.26	0.06				0.33
> 21												0.01	0.00				0.01
Total	0.34	0.30	0.22	0.19	0.16	0.11	0.11	0.22	0.45	0.79	2.92	26.69	63.46	3.30	0.43	0.32	100.00

POINT ANEMOC COAST_2627 (profondeur : -28,9 m CM)

Directions moyennes des houles (degres Nord)																	
Secteurs →	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
0 - 3	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.13
3 - 5	0.18	0.18	0.11	0.04	0.04	0.01	0.03	0.04	0.02	0.03	0.08	0.12	0.18	0.15	0.09	0.14	1.44
5 - 7	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.14	0.21	0.46	1.43	1.78	0.59	0.09	0.05	4.85
7 - 9	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05	0.16	0.63	4.86	13.29	1.21	0.05	0.03	20.35
9 - 11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.10	0.68	6.54	17.66	0.52	0.04	0.03	25.67
11 - 13	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.08	0.55	7.31	14.93	0.22	0.05	0.03	23.22
13 - 15	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.23	6.11	10.24	0.11	0.04	0.02	16.79
15 - 17			0.00					0.00	0.00	0.01	0.05	2.79	2.75	0.02	0.00		5.62
17 - 19							0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	1.19	0.27	0.00		0.00	1.49
19 - 21											0.00	0.41	0.01				0.43
> 21												0.01					0.01
Total	0.27	0.23	0.17	0.10	0.09	0.06	0.06	0.10	0.27	0.61	2.69	30.78	61.11	2.81	0.37	0.29	100.00

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Distribution des périodes des états de mer en zone côtière

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-18

Mars 2012

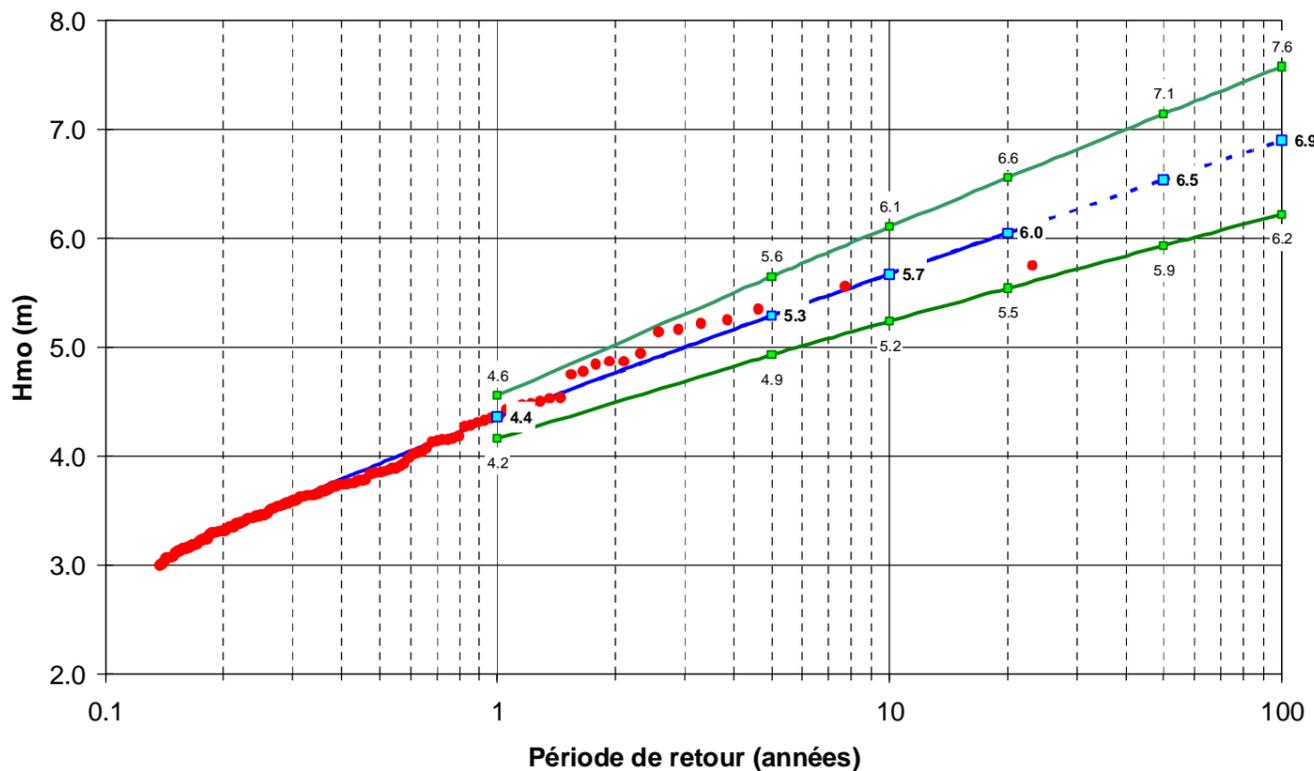
Dessinateur : VPT



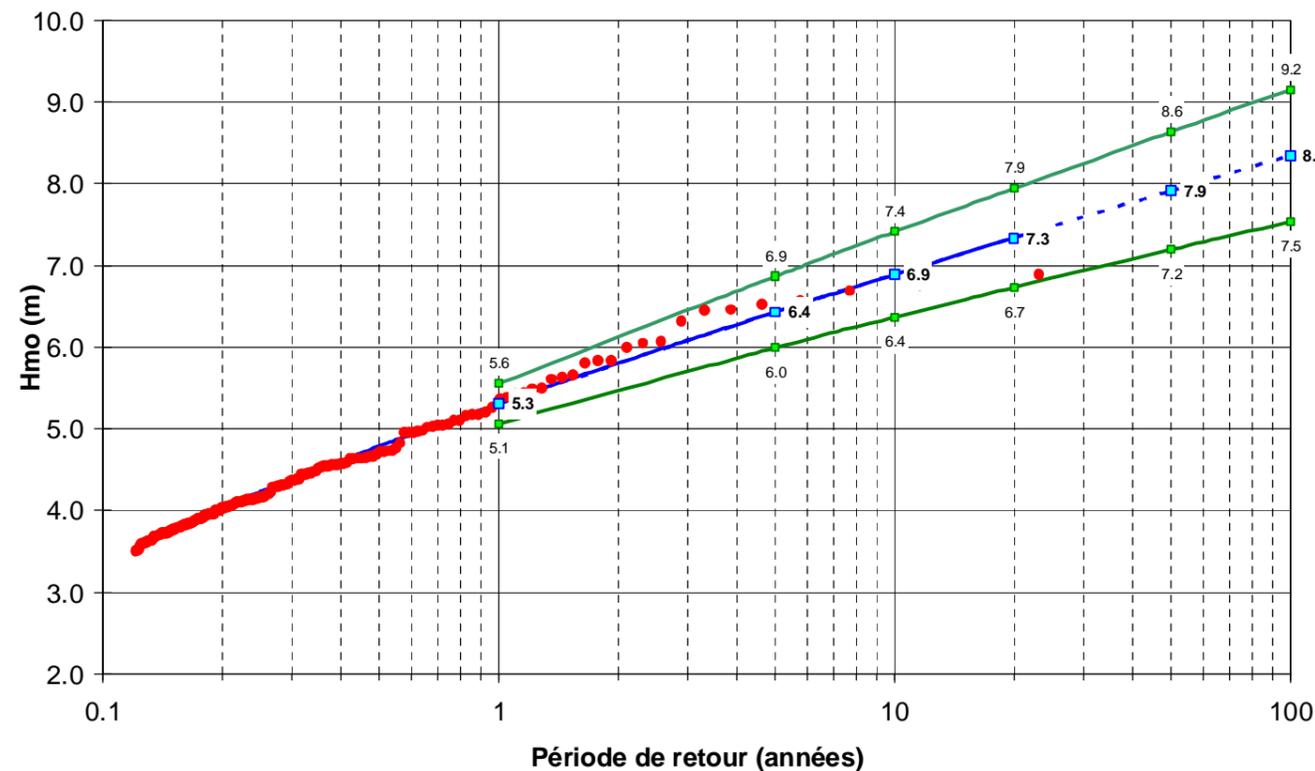
Ingénieur d'affaire : VMD



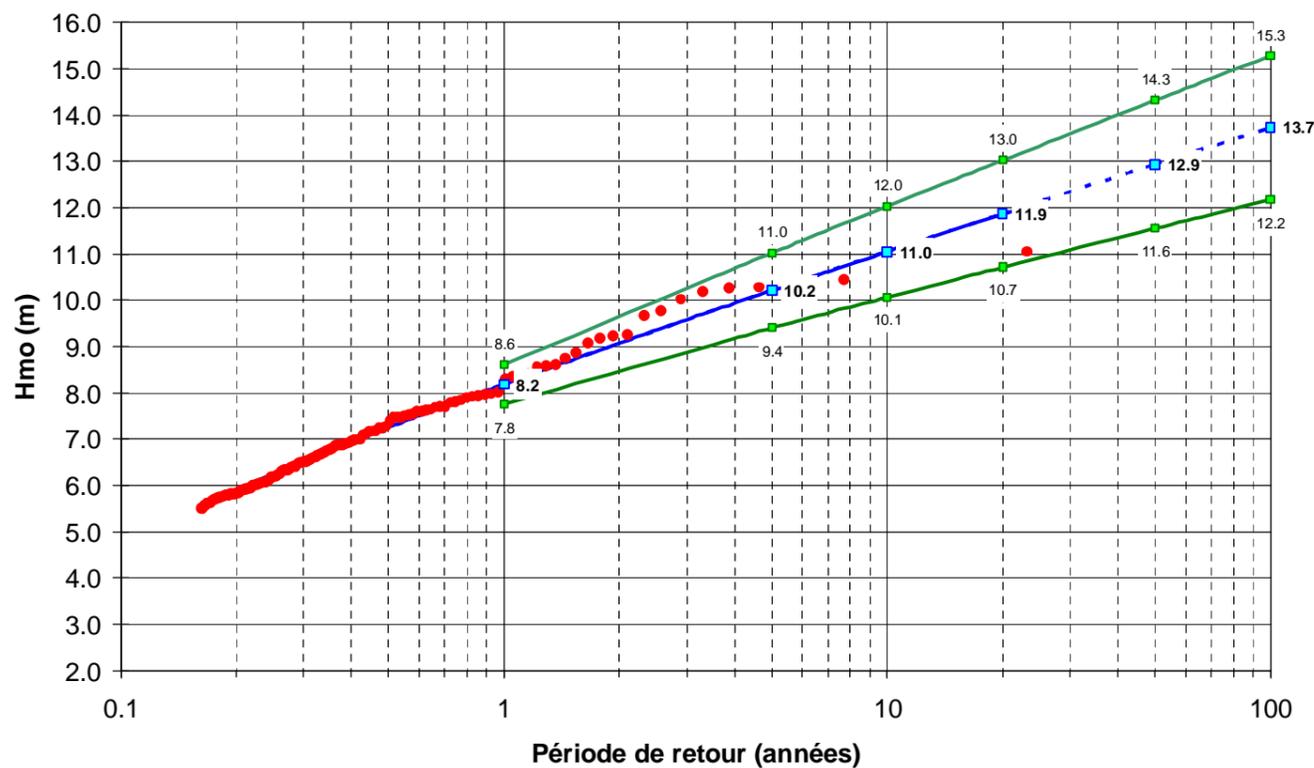
POINT ANEMOC COAST_3521 (profondeur : -17 m CM)



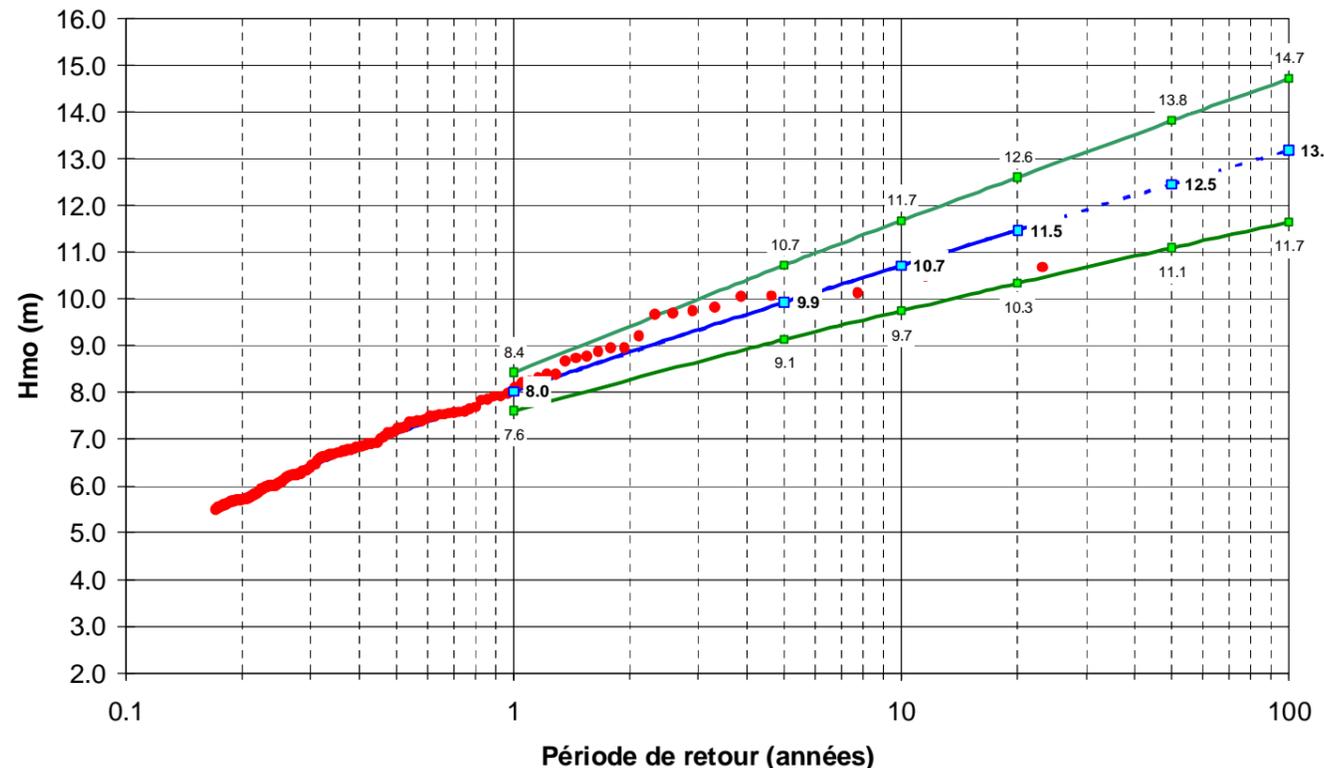
POINT ANEMOC COAST_2581 (profondeur : -29,7 m CM)



POINT ANEMOC COAST_2601 (profondeur : -29,3 m CM)



POINT ANEMOC COAST_2627 (profondeur : -28,9 m CM)



Période de retour (années)

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Graphiques des extrêmes des états de mer en zone côtière

Affaire N : 1711836

Figure N° : 2-19

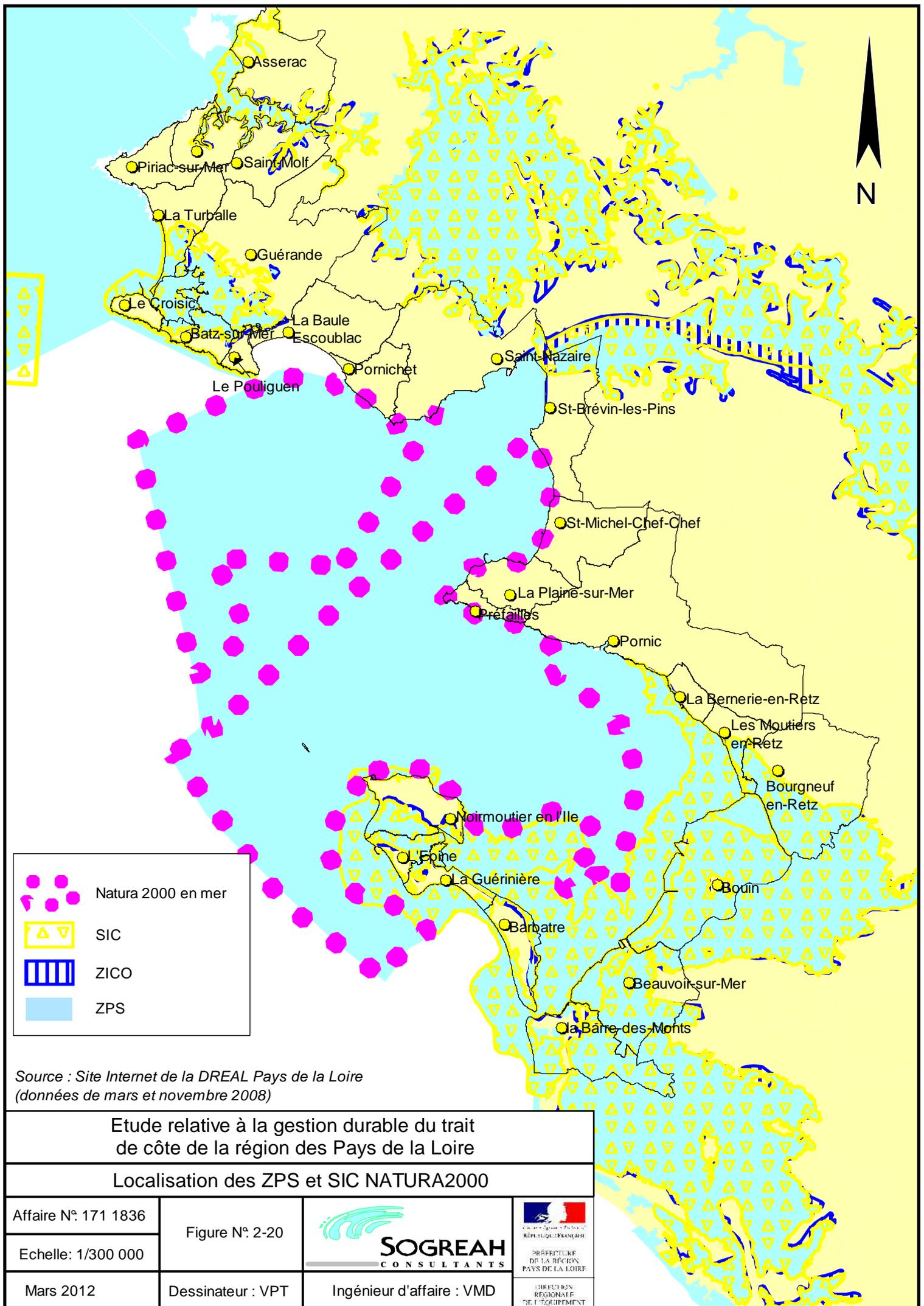
Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD





Source : Site Internet de la DREAL Pays de la Loire
(données de mars et novembre 2008)

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Localisation des ZPS et SIC NATURA2000

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 2-20

Echelle: 1/300 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

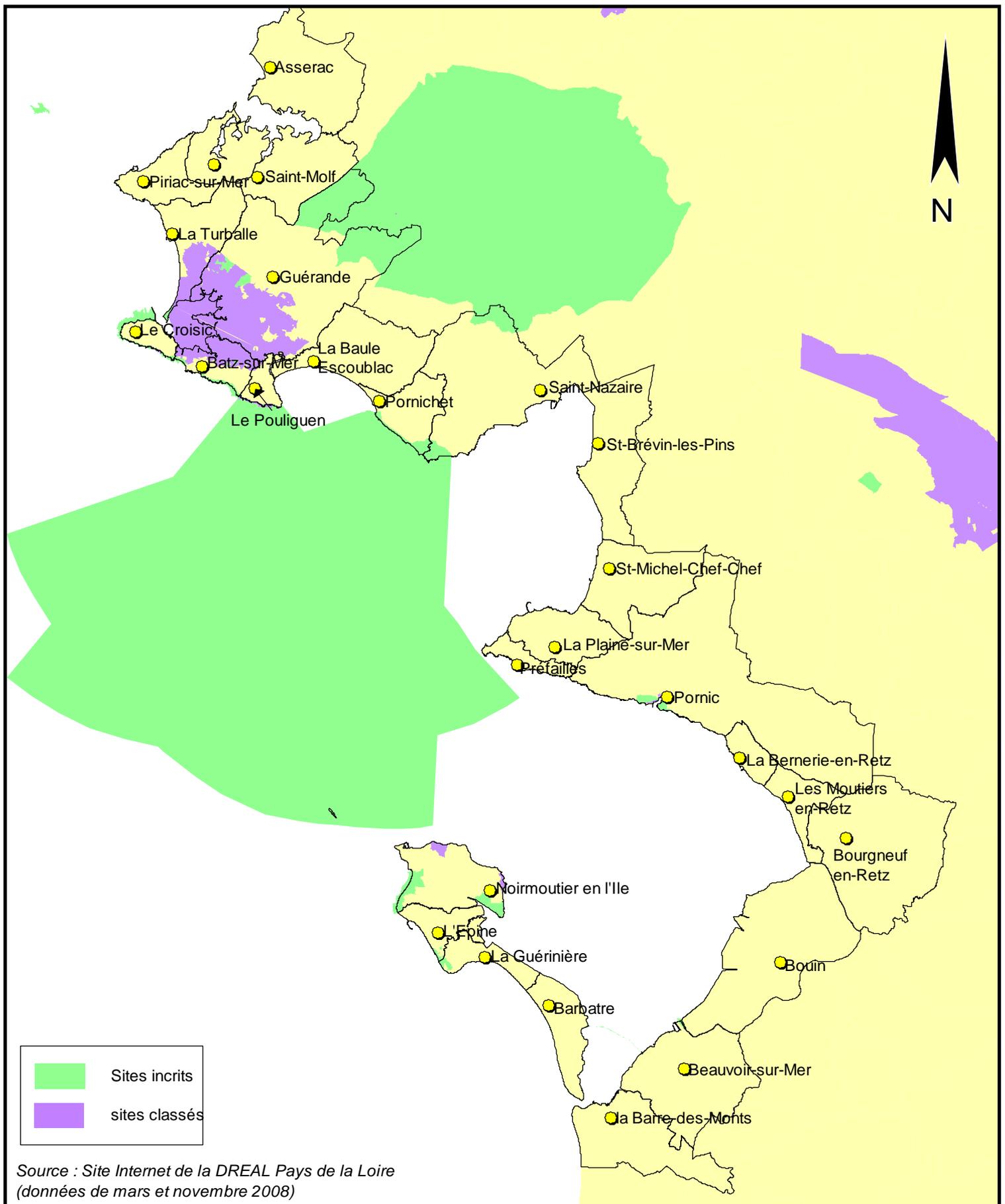


Ingénieur d'affaire : VMD



PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT



Source : Site Internet de la DREAL Pays de la Loire
(données de mars et novembre 2008)

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Localisation des sites inscrits et sites classés

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 2-21

Echelle: 1/300 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

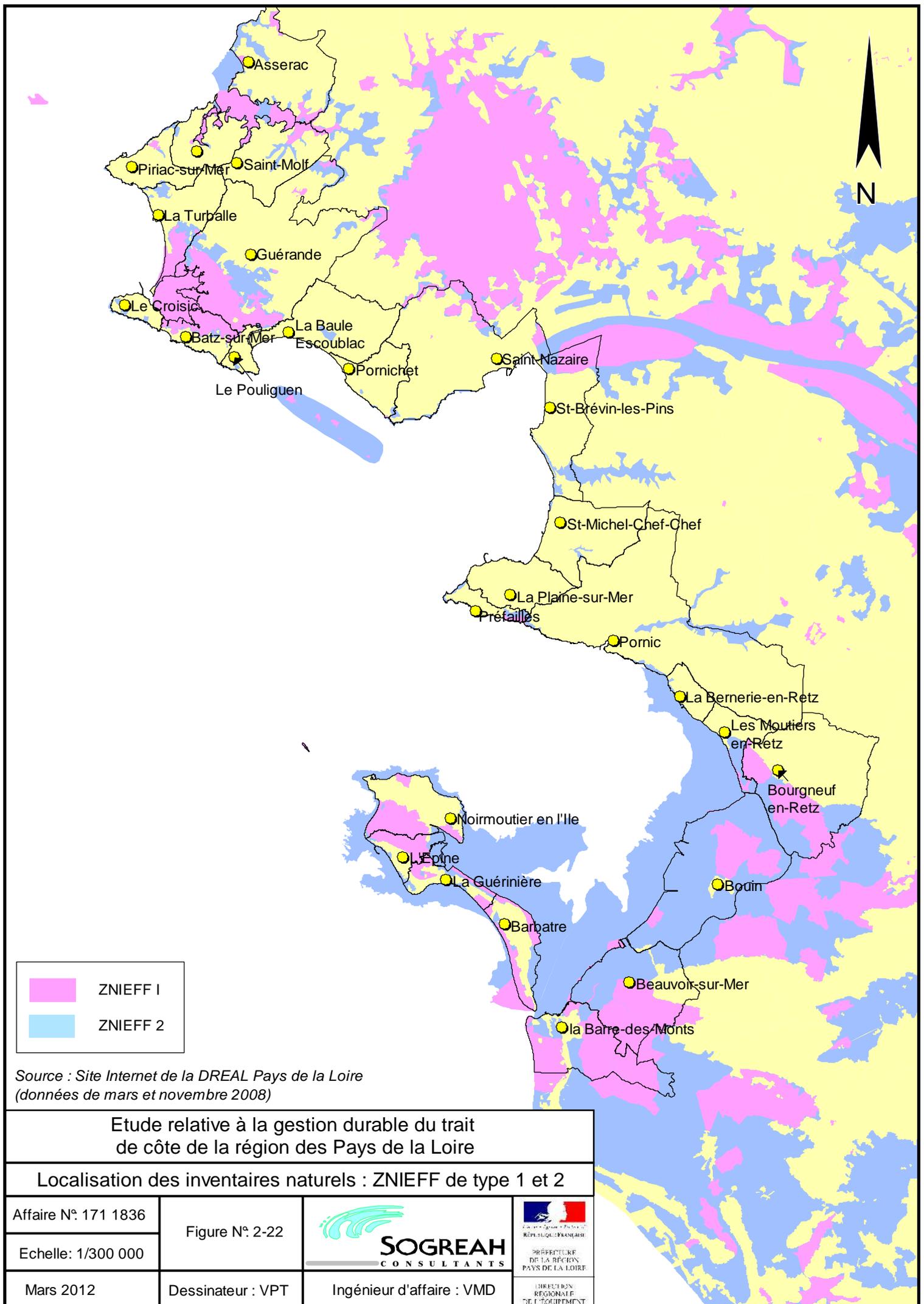


Ingénieur d'affaire : VMD



PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



Source : Site Internet de la DREAL Pays de la Loire
(données de mars et novembre 2008)

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Localisation des inventaires naturels : ZNIEFF de type 1 et 2

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 2-22

Echelle: 1/300 000

Mars 2012

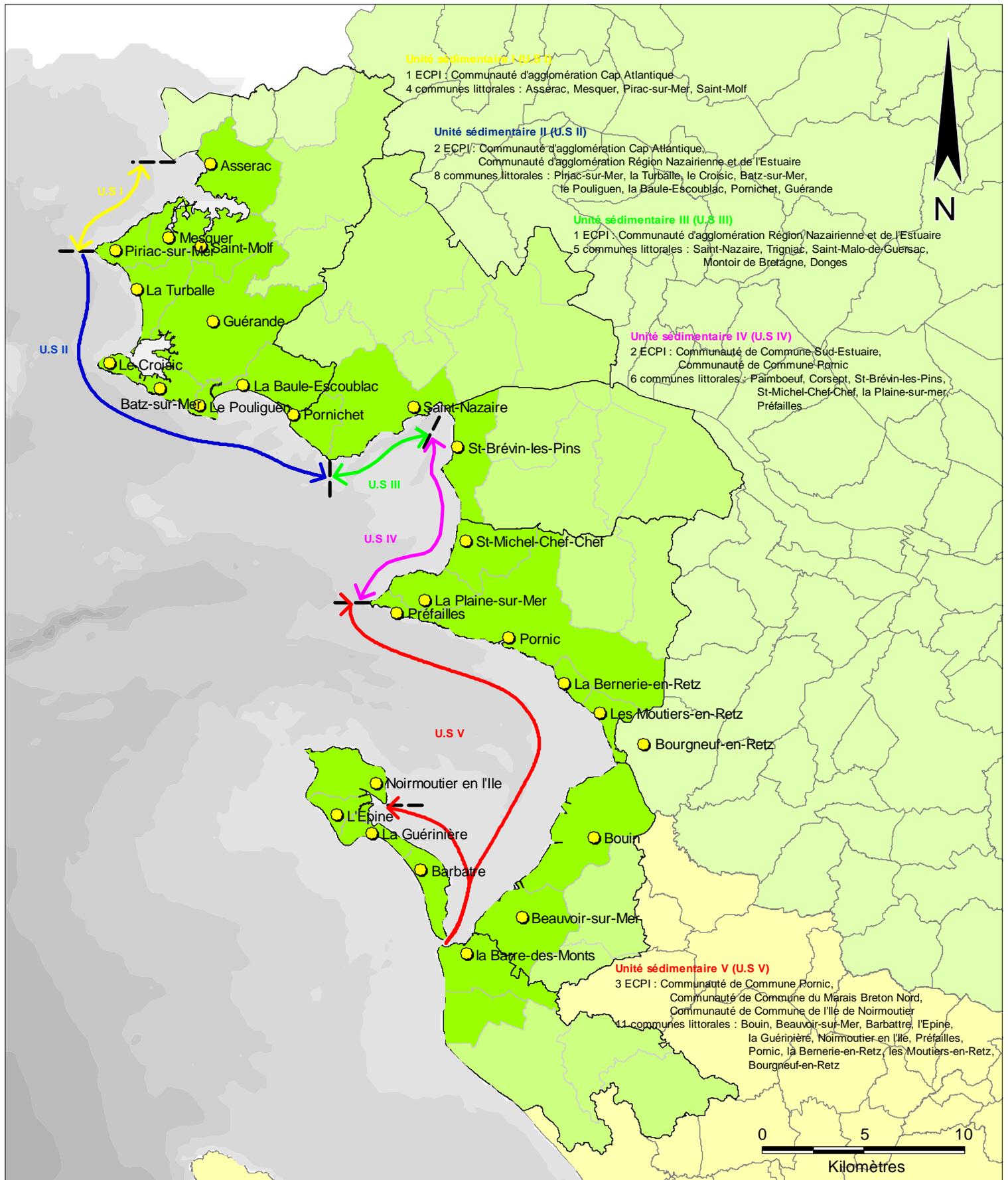
Dessinateur : VPT



PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

LIBREUR
RÉGIONAL
DE L'ÉQUIPEMENT

Ingénieur d'affaire : VMD

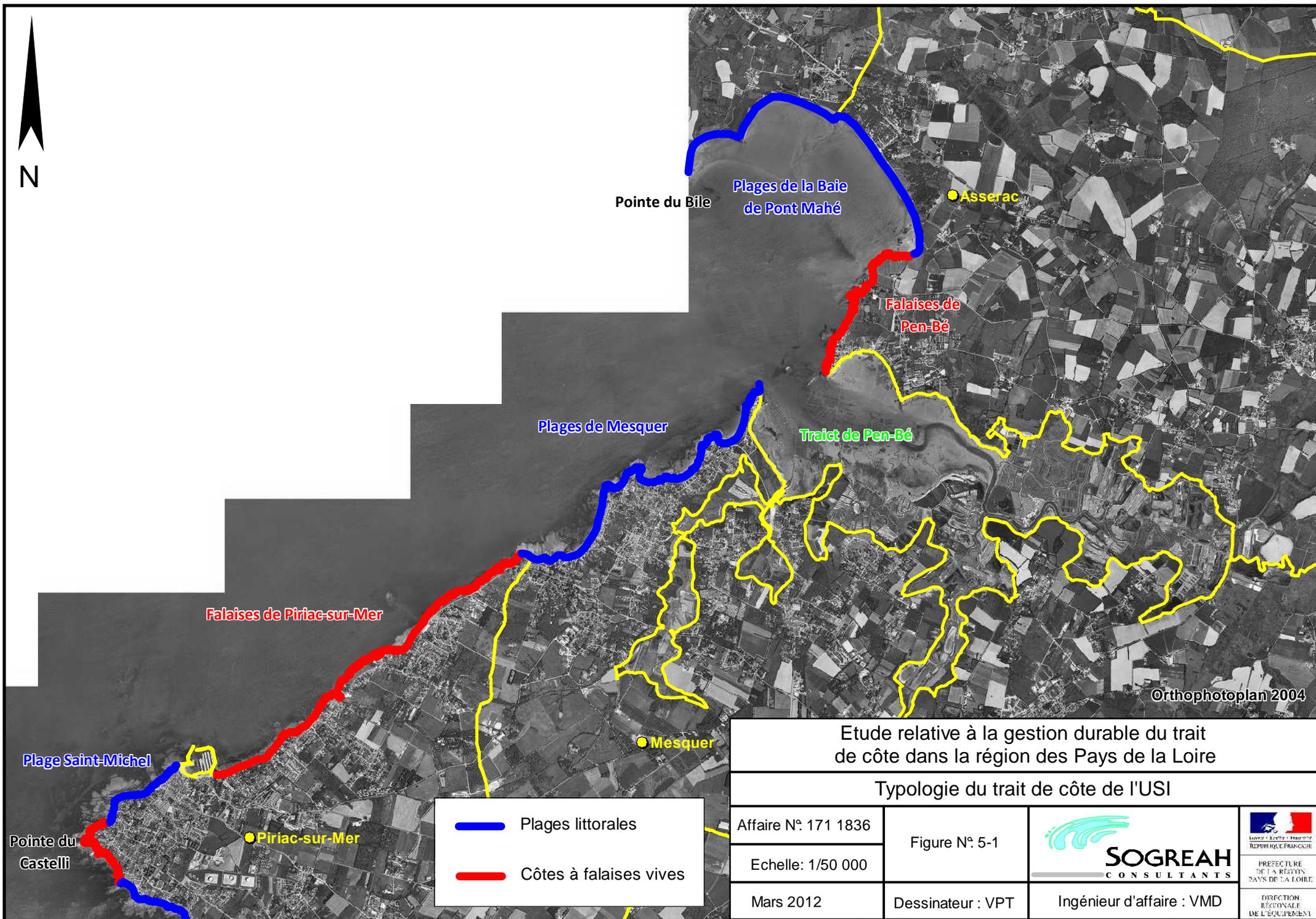


Unité sédimentaire (U.S)
 Limite entre deux U.S
 Limite entre EPCI
 Commune littoral EPCI
 Commune EPCI

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Unités sédimentaires 1 à 5 de la Loire Atlantique

Affaire N°: 171 1836	Figure N° 4-1		 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT
Echelle: 1/400 000			
Mars 2012	Dessinateur : EGN	Ingénieur d'affaire : VMD	



Orthophotoplan 2004

Etude relative à la gestion durable du trait de côte dans la région des Pays de la Loire

Typologie du trait de côte de l'USI

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 5-1		 PREFECTURE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
Echelle: 1/50 000	Dessinateur : VPT		
Mars 2012	Ingénieur d'affaire : VMD		

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Découpage en sous-secteurs de l'US I

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 5-2



PREFECTURE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/35 000

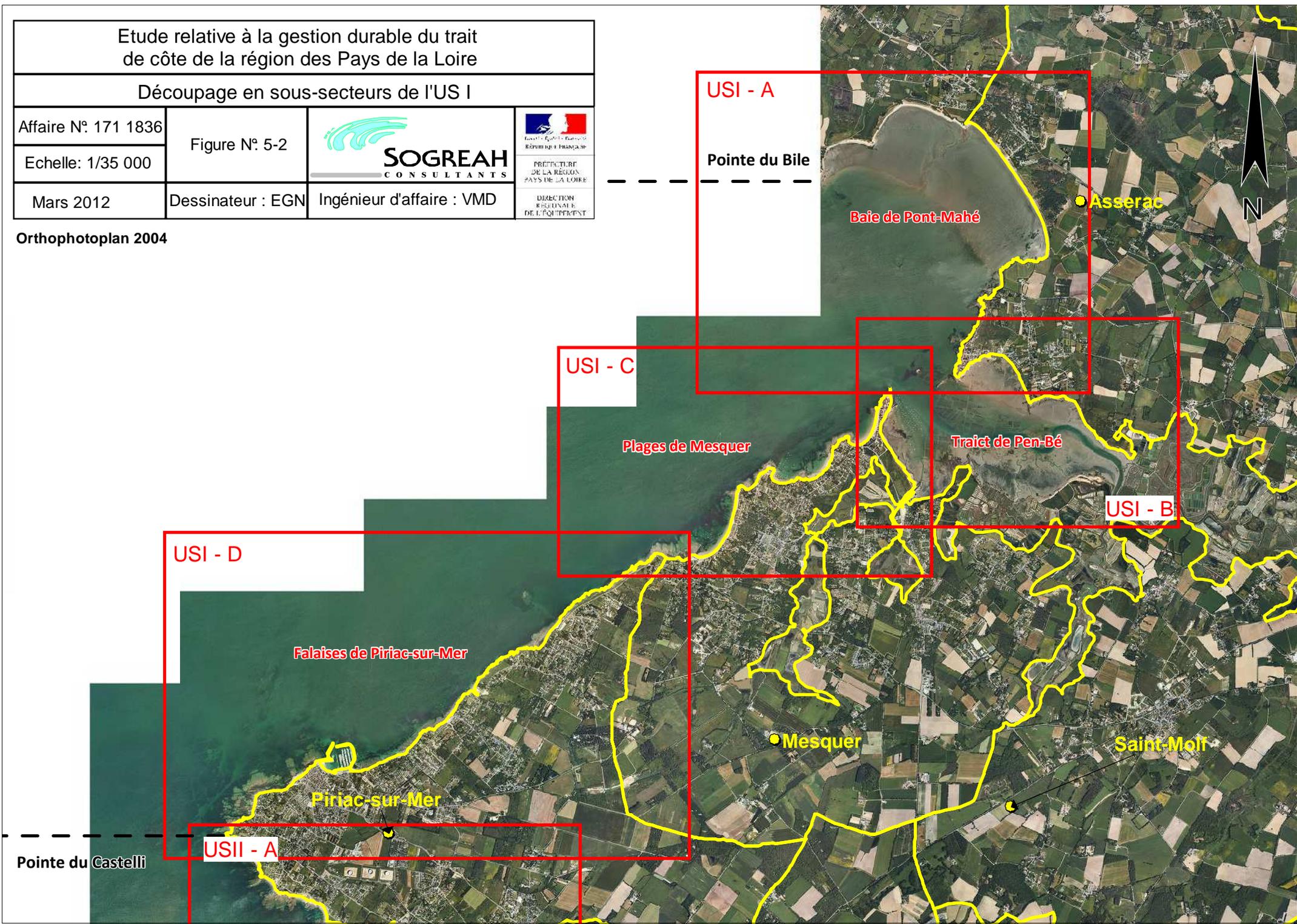
Mars 2012

Dessinateur : EGN

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004



USI - A

Pointe du Bile

Baie de Pont-Mahé

Asserac

USI - C

Plages de Mesquer

Trait de Pen-Bé

USI - B

USI - D

Falaises de Piriac-sur-Mer

Piriac-sur-Mer

Mesquer

Saint-Molf

USII - A

Pointe du Castelli

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Cartographie érosion marine sur l'USI

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 5.3



PREFECTURE
DE LA REGION
DES PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
REGIONALE
DE L'EQUIPEMENT

Echelle : 1/30000

Dessinateur : KCN

Ingénieur d'affaire : VMD

Mars 2012

1cm = 300 m



Informations sur les états de mer
Point COAST3521

Régime moyen :

- secteur protégé par les îles du large et la Pointe du Castelli
- houles dominantes : Sud-Ouest
- états de mer < 1,0 m : 58%
- états de mer < 2,0 m : 89%
- états de mer > 3,0 m : rares et en provenance de N225 principalement
- périodes comprises entre 7 et 15 s.

Régime extrême :

- houle annuelle : 4,4 m
- houle décennale : 5,7 m
- houle cinquantennale : 6,5 m
- houle centennale : 6,9 m

◆ COAST_3521

N/A : Plages pochés

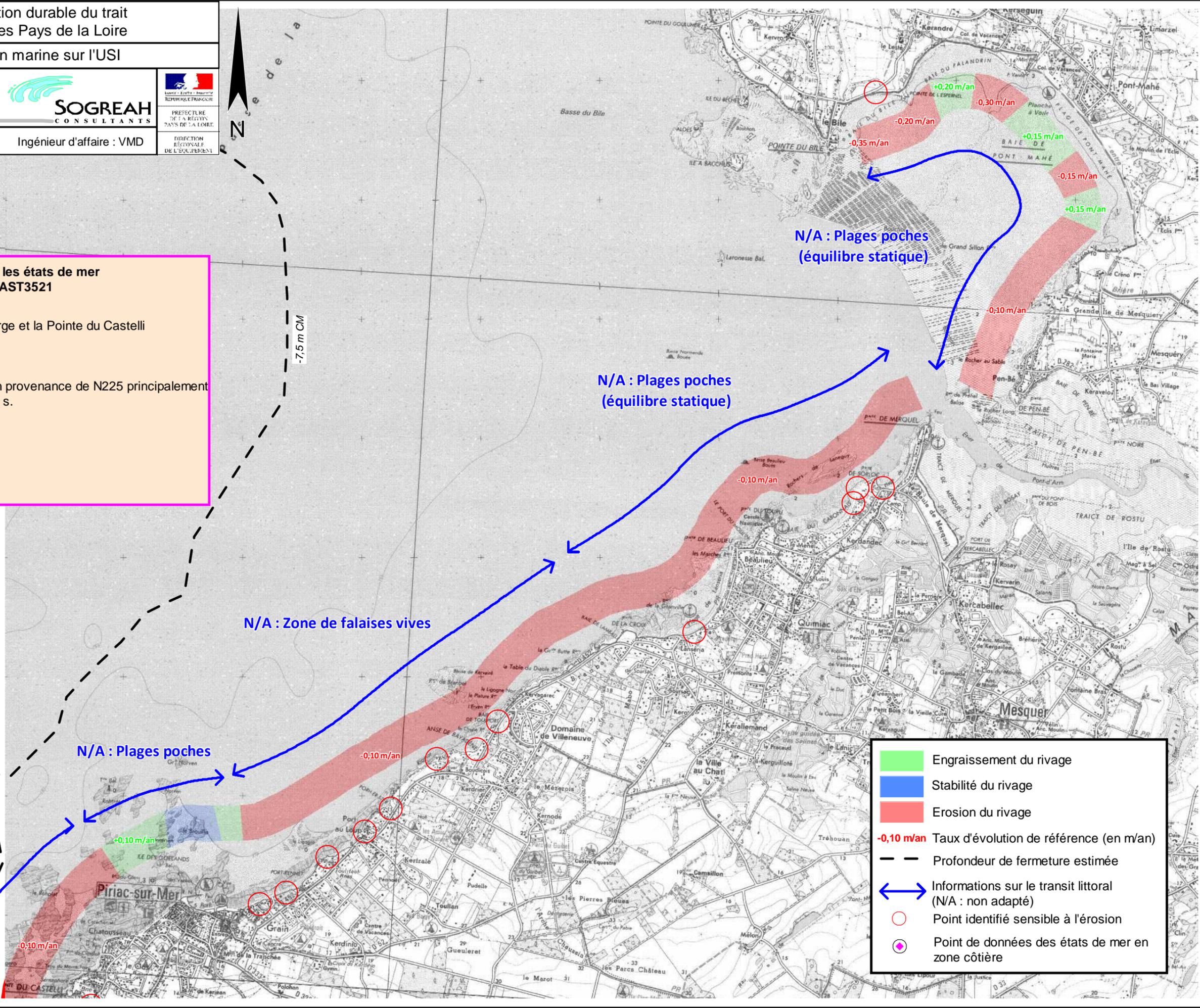
N/A : Zone de falaises vives

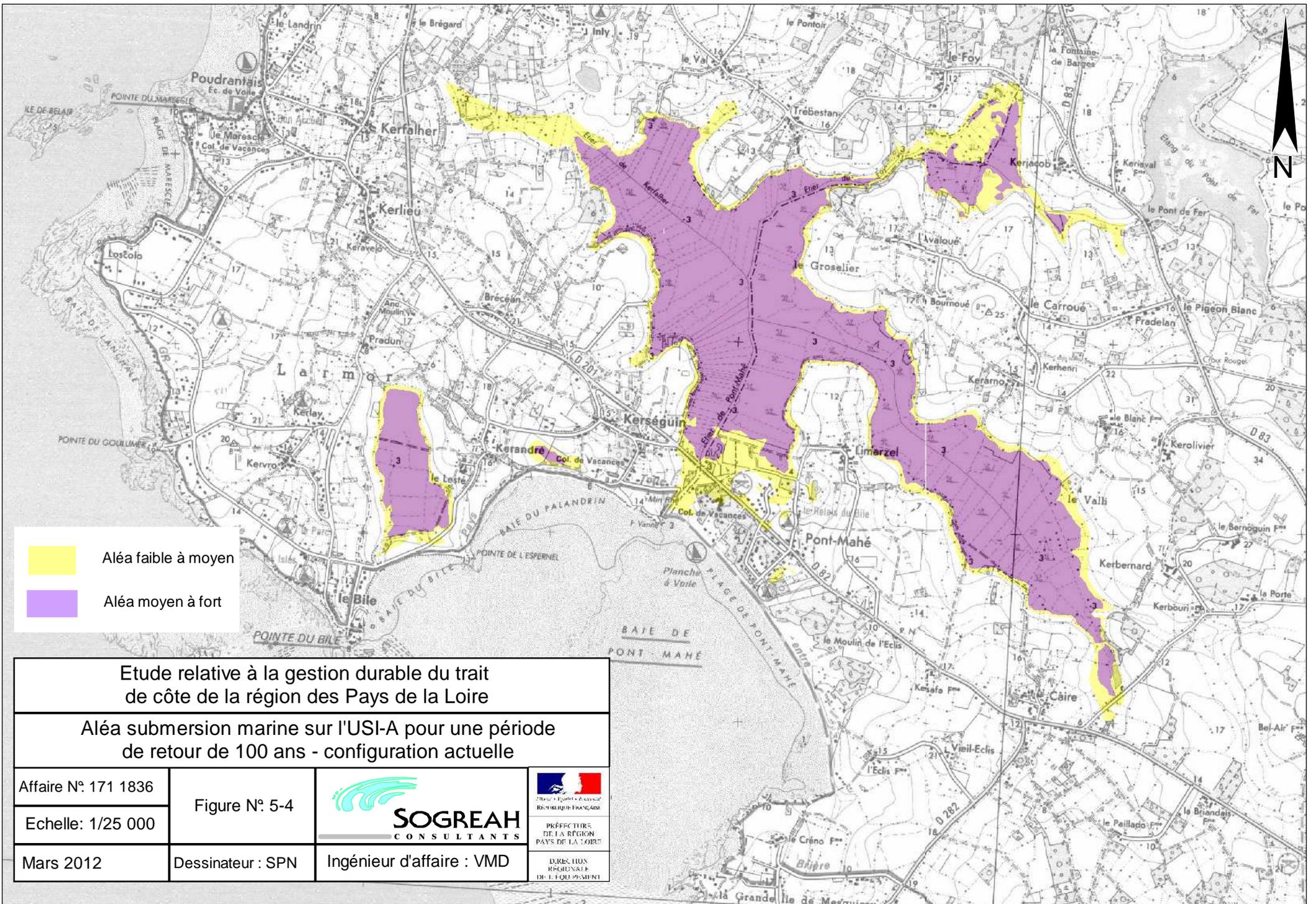
N/A : Zone de falaises vives

N/A : Plages pochés
(équilibre statique)

N/A : Plages pochés
(équilibre statique)

	Engraissement du rivage
	Stabilité du rivage
	Erosion du rivage
	Taux d'évolution de référence (en m/an)
	Profondeur de fermeture estimée
	Informations sur le transit littoral (N/A : non adapté)
	Point identifié sensible à l'érosion
	Point de données des états de mer en zone côtière





Aléa faible à moyen
 Aléa moyen à fort

<p>Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire</p>			
<p>Aléa submersion marine sur l'USI-A pour une période de retour de 100 ans - configuration actuelle</p>			
Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 5-4		 <small>Ministère de l'Équipement et des Transports République Française</small>
Echelle: 1/25 000	Dessinateur : SPN		<small>PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE</small>
Mars 2012	Ingénieur d'affaire : VMD		<small>DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT</small>

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Aléa submersion marine sur l'USI-B pour une période
de retour de 100 ans - configuration actuelle

Affaire N° 171 1836

Figure N° 5-5



PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT

Echelle: 1/40 000

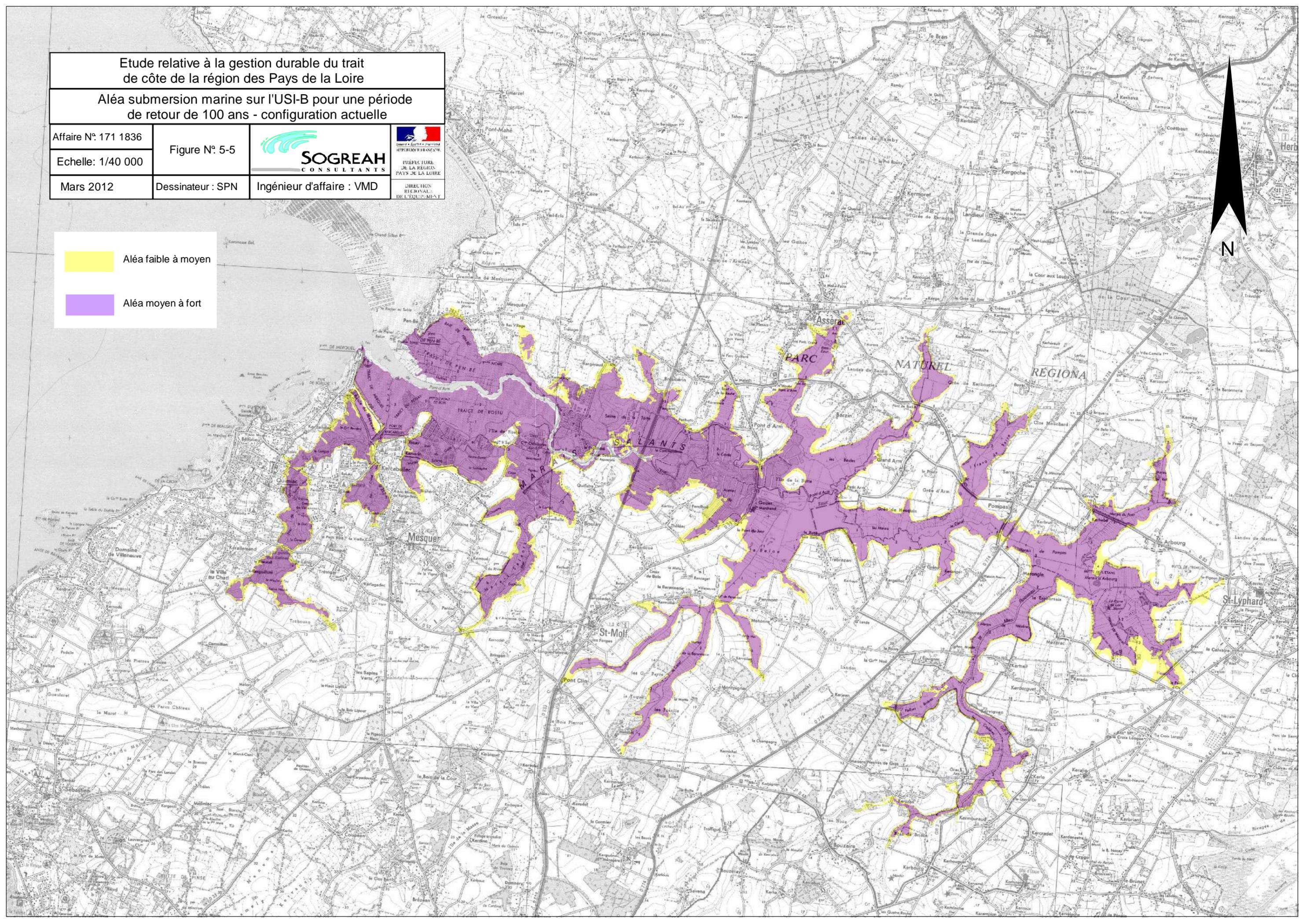
Mars 2012

Dessinateur : SPN

Ingénieur d'affaire : VMD

Aléa faible à moyen

Aléa moyen à fort



Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Typologie du trait de côte de l'USII

Affaire N° 171 1836

Figure N° 6-1



PREFECTURE DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/100 000

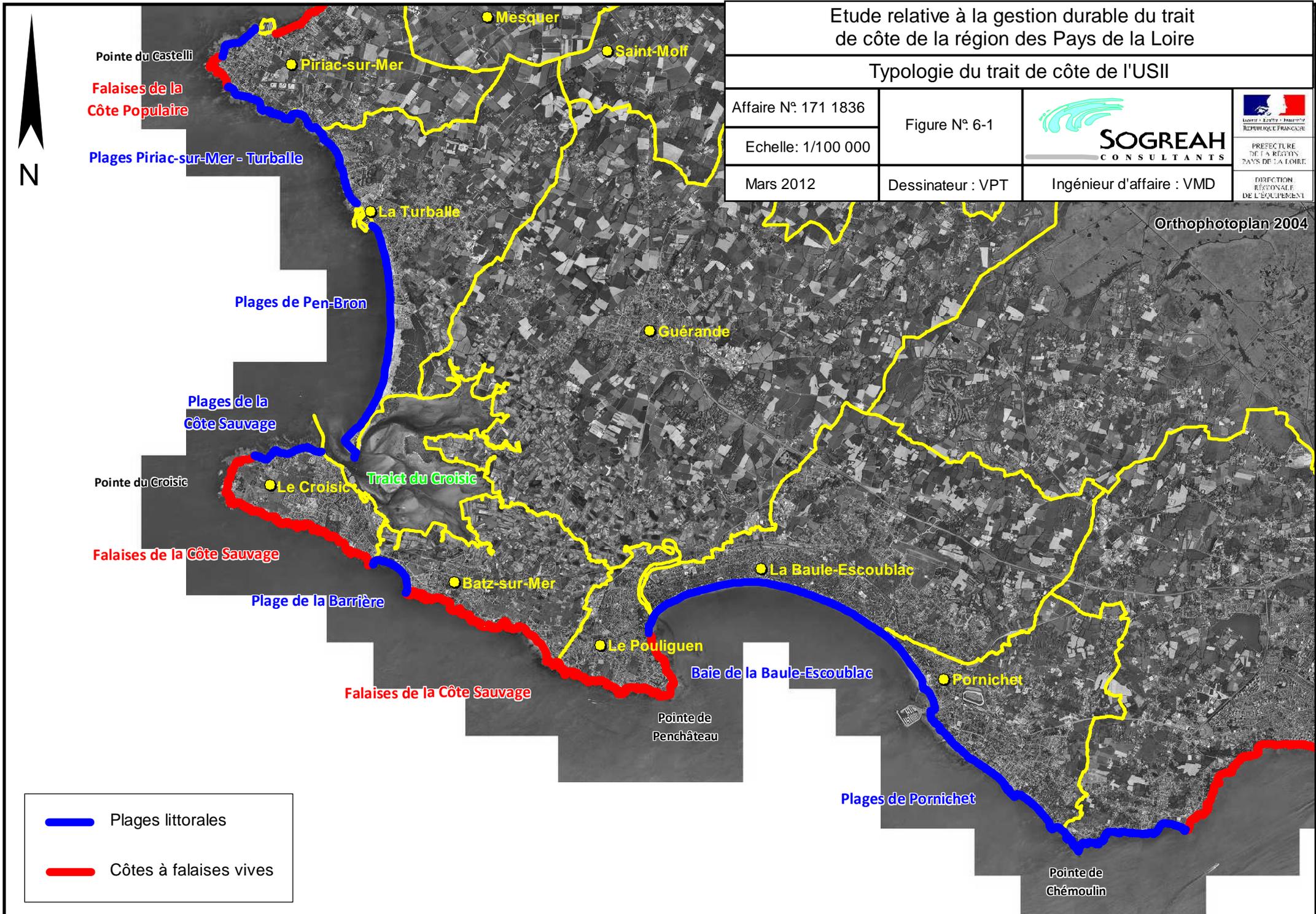
Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004



- Plages littorales
- Côtes à falaises vives



Pointe du Castelli

De la pointe du Castelli
au port de la Turballe

Les plages de Pen-Bron

La Côte Sauvage
de la jetée du Téhic à la pointe de Penchâteau

La baie de la Baule-Escoublac

Les plages de Pornichet

Pointe de Chémoulin

Orthophotoplan 2004

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Découpage en sous-secteurs de l'unité sédimentaire 2

Affaire N° 171 1836

Figure N° 6.2



PREFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

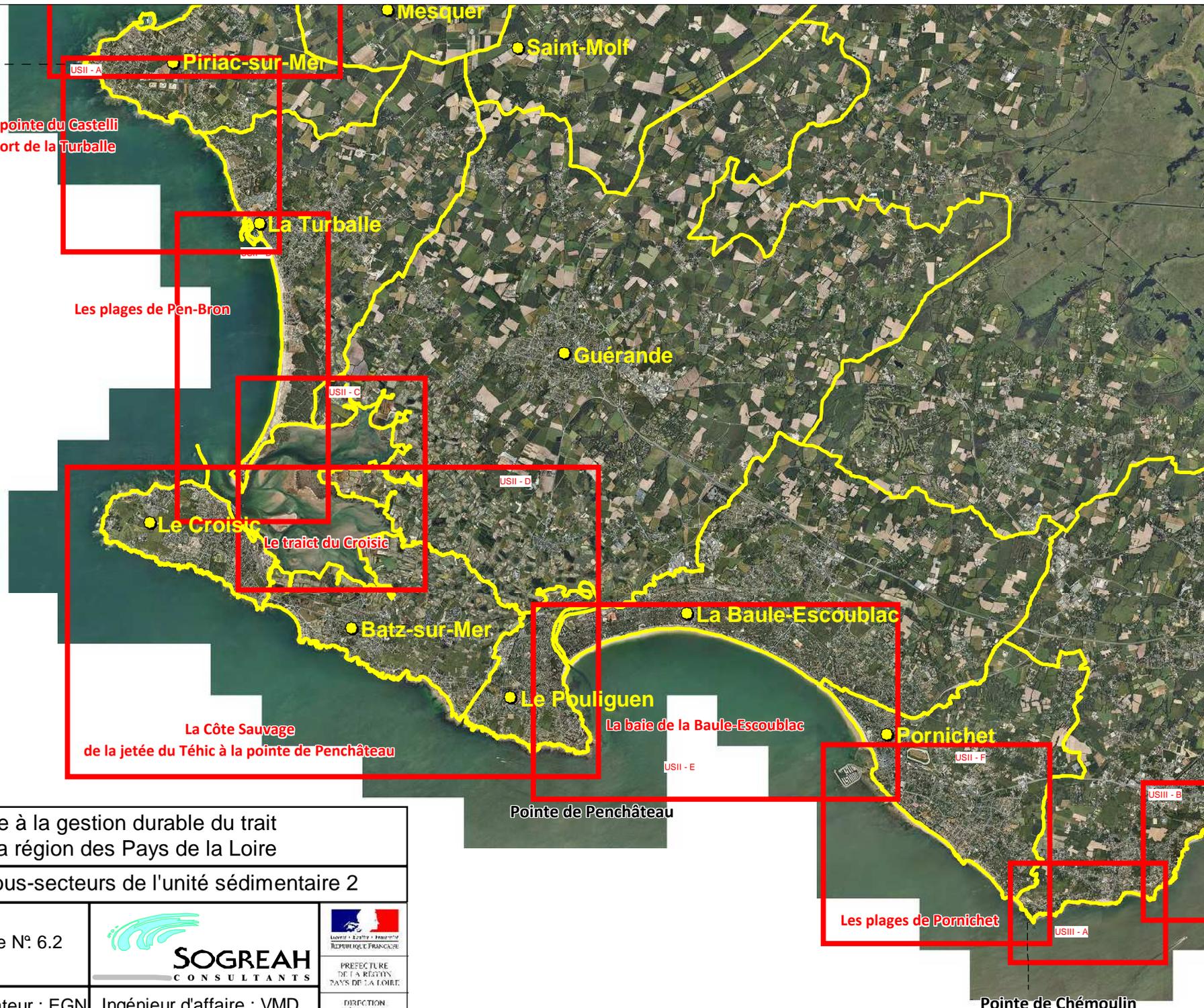
Echelle: 1/100 000

Dessinateur : EGN

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT

Mars 2012





Informations sur les états de mer Point PTA

Régime moyen :

- houles dominantes : Sud-Ouest
- états de mer < 1,0 m : 70%
- états de mer < 2,0 m : 90%
- états de mer > 3,0 m : moins de 0,6%
- périodes comprises entre 5 et 17 s.

Régime extrême :

- houle annuelle : 3,7 m
- houle décennale : 4,8 m
- houle cinquantennale : 5,9 m
- houle centennale : 5,9 m

Informations sur les états de mer Point PTC

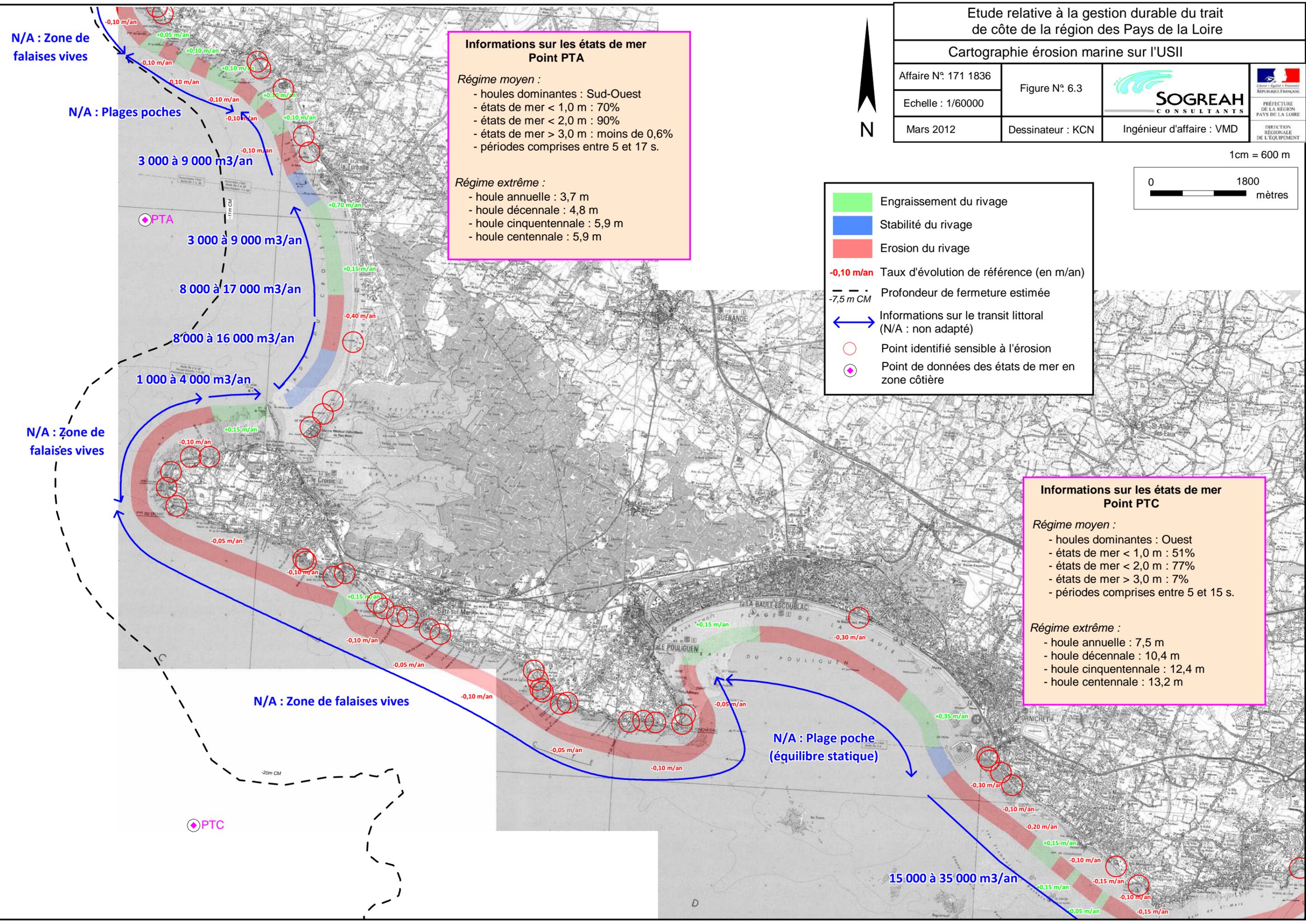
Régime moyen :

- houles dominantes : Ouest
- états de mer < 1,0 m : 51%
- états de mer < 2,0 m : 77%
- états de mer > 3,0 m : 7%
- périodes comprises entre 5 et 15 s.

Régime extrême :

- houle annuelle : 7,5 m
- houle décennale : 10,4 m
- houle cinquantennale : 12,4 m
- houle centennale : 13,2 m

■ Engraissement du rivage
■ Stabilité du rivage
■ Erosion du rivage
-0,10 m/an Taux d'évolution de référence (en m/an)
-7,5 m CM Profondeur de fermeture estimée
↔ Informations sur le transit littoral (N/A : non adapté)
○ Point identifié sensible à l'érosion
◆ Point de données des états de mer en zone côtière



N/A : Zone de falaises vives

N/A : Plages pochés

3 000 à 9 000 m³/an

3 000 à 9 000 m³/an

8 000 à 17 000 m³/an

8 000 à 16 000 m³/an

1 000 à 4 000 m³/an

N/A : Zone de falaises vives

N/A : Zone de falaises vives

N/A : Plage poche (équilibre statique)

15 000 à 35 000 m³/an

◆ PTC

-20m CM

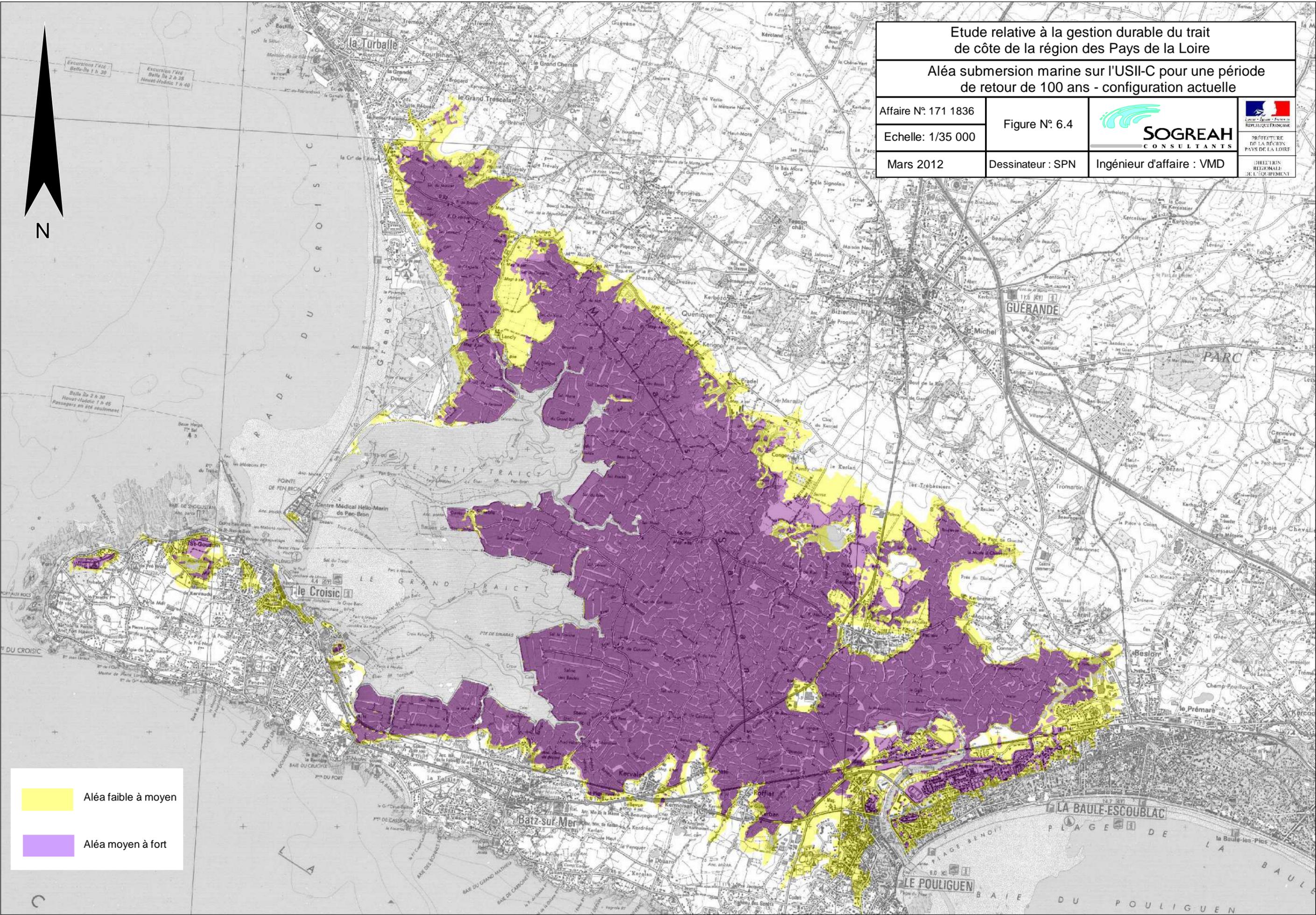
◆ PTA

◆ PTA

-17m CM

D

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire		
Aléa submersion marine sur l'USII-C pour une période de retour de 100 ans - configuration actuelle		
Affaire N° 171 1836	Figure N° 6.4	 SOGREAH CONSULTANTS
Echelle: 1/35 000	Dessinateur : SPN	
Mars 2012	Ingénieur d'affaire : VMD	 PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
		DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



	Aléa faible à moyen
	Aléa moyen à fort

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Typologie du trait de côte de l'USIII

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 7-1



PREFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/40 000

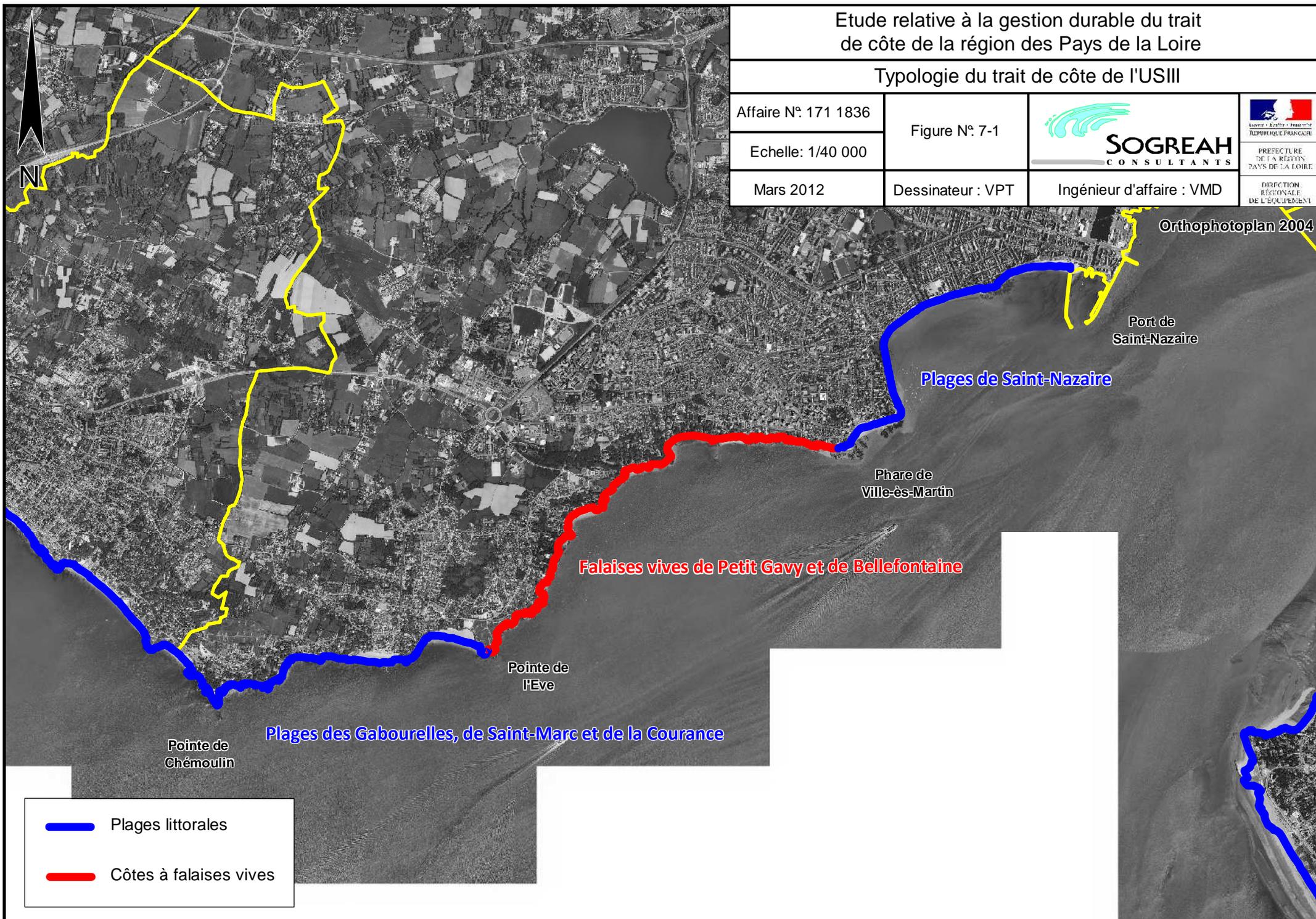
Mars 2012

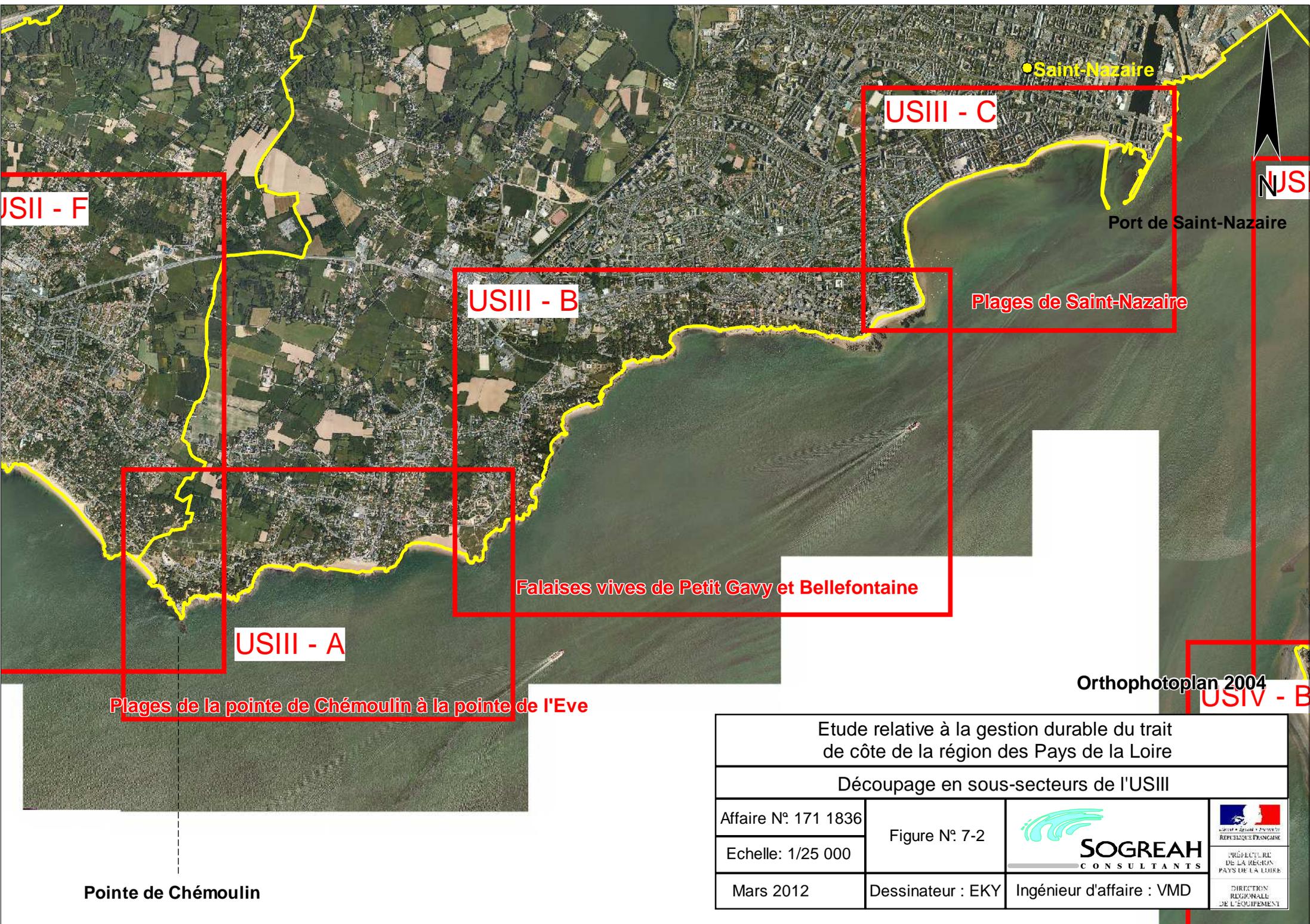
Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004





● Saint-Nazaire

USIII - C

USII - F

Port de Saint-Nazaire

USIII - B

Plages de Saint-Nazaire

Falaises vives de Petit Gavy et Bellefontaine

USIII - A

Orthophotoplan 2004

Plages de la pointe de Chémoulin à la pointe de l'Eve

USIV - B

Pointe de Chémoulin

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Découpage en sous-secteurs de l'USIII			
Affaire N° 171 1836	Figure N° 7-2		 <small>LE MINISTRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DES TRANSPORTS RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>
Echelle: 1/25 000			
Mars 2012	Dessinateur : EKY	Ingénieur d'affaire : VMD	
		<small>DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT</small>	

Engraisissement du rivage (Zone verte)

Stabilité du rivage (Zone bleue)

Erosion du rivage (Zone rouge)

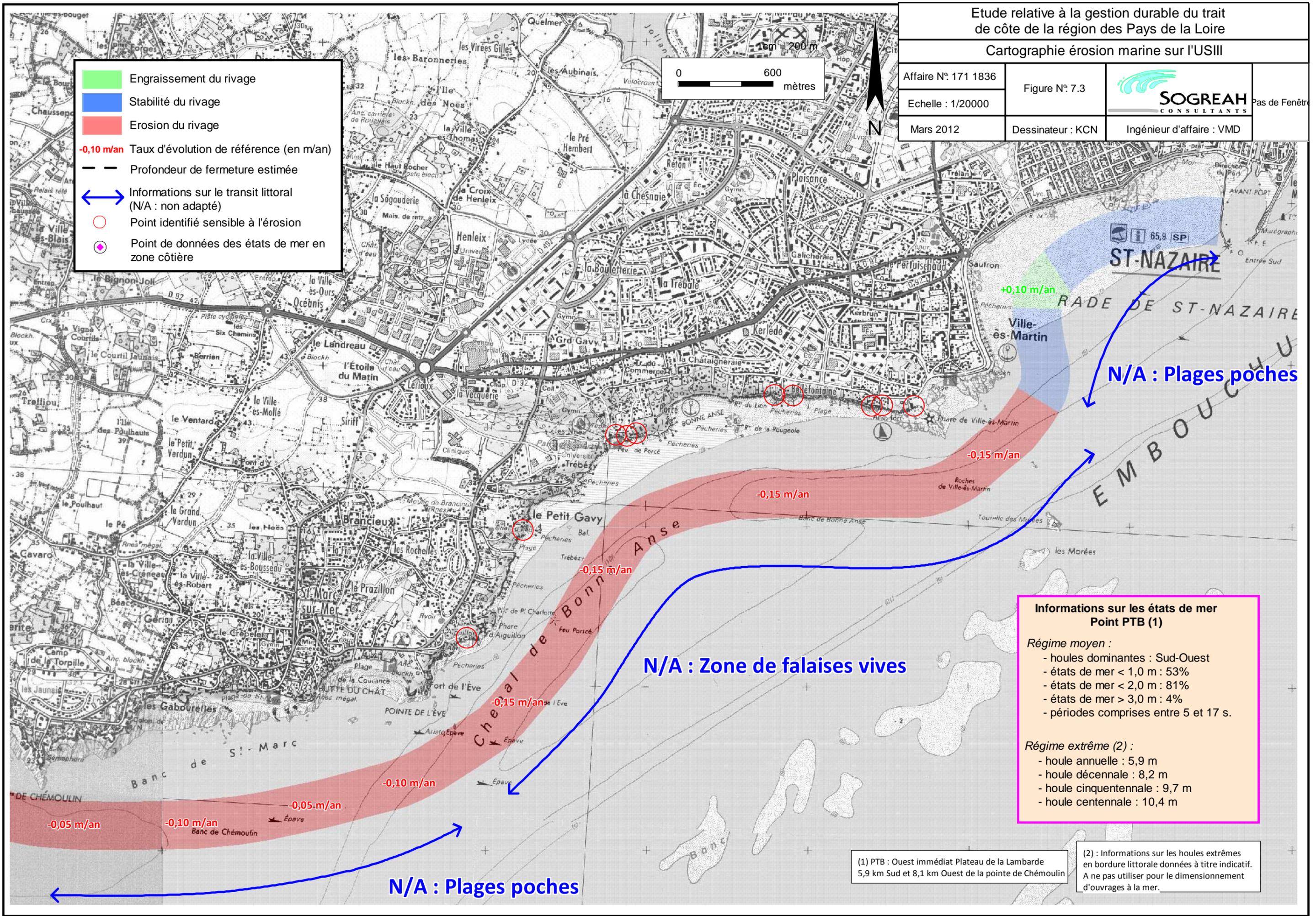
-0,10 m/an Taux d'évolution de référence (en m/an)

— Profondeur de fermeture estimée

↔ Informations sur le transit littoral (N/A : non adapté)

○ Point identifié sensible à l'érosion

● Point de données des états de mer en zone côtière



N/A : Plages pochés

N/A : Zone de falaises vives

N/A : Plages pochés

Informations sur les états de mer Point PTB (1)

Régime moyen :

- houles dominantes : Sud-Ouest
- états de mer < 1,0 m : 53%
- états de mer < 2,0 m : 81%
- états de mer > 3,0 m : 4%
- périodes comprises entre 5 et 17 s.

Régime extrême (2) :

- houle annuelle : 5,9 m
- houle décennale : 8,2 m
- houle cinquantennale : 9,7 m
- houle centennale : 10,4 m

(1) PTB : Ouest immédiat Plateau de la Lambarde 5,9 km Sud et 8,1 km Ouest de la pointe de Chémoulin

(2) : Informations sur les houles extrêmes en bordure littorale données à titre indicatif. A ne pas utiliser pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer.

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Typologie du trait de côte de l'USIV

Affaire N° 171 1836

Figure N° 8-1



PREFECTURE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT

Echelle: 1/55 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

Orthophotoplan 2004

Plages de Saint-Brévin-les-Pins

Pont de Saint-Nazaire

Le Nez de Chien

● St-Brévin-les-Pins

Flèche de la Courance

Pointe du Pointeau

Port du Pointeau

Plages de Saint-Brévin l'Océan

Courant du Boivre

L'Hermitage

Plages de Saint-Michel-Chef-Chef

La Roussellerie

Le Redois

● St-Michel-Chef-Chef

Port de Comberge

Port de la Gravette

Tharon-Plage

Plages de La Plaine-sur-Mer

Falaises vives de Port-Giraud

Le Ménigou

Falaises vives de Saint-Gildas

Pointe Saint-Gildas

● La Plaine-sur-Mer

- Plages littorales
- Côtes à falaises vives

USIII - C

Pont de Saint-Nazaire

USIV - A

USIII - B

Plages du pont de Saint-Nazaire à la pointe du Pointeau

● St-Brévin-les-Pins



Pointe du Pointeau

USIV - B

Plages de la pointe du Pointeau à Tharon-Plage

● St-Michel-Chef-Chef

Port de Comberge

Littoral de Tharon-Plage au port de la Gravette

USIV - C

Port de la Gravette

Tharon-Plage

D

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Découpage en sous-secteurs de l'US IV

Affaire N° 171 1836

Figure N° 8-2

Echelle: 1/55 000



PREFECTURE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE

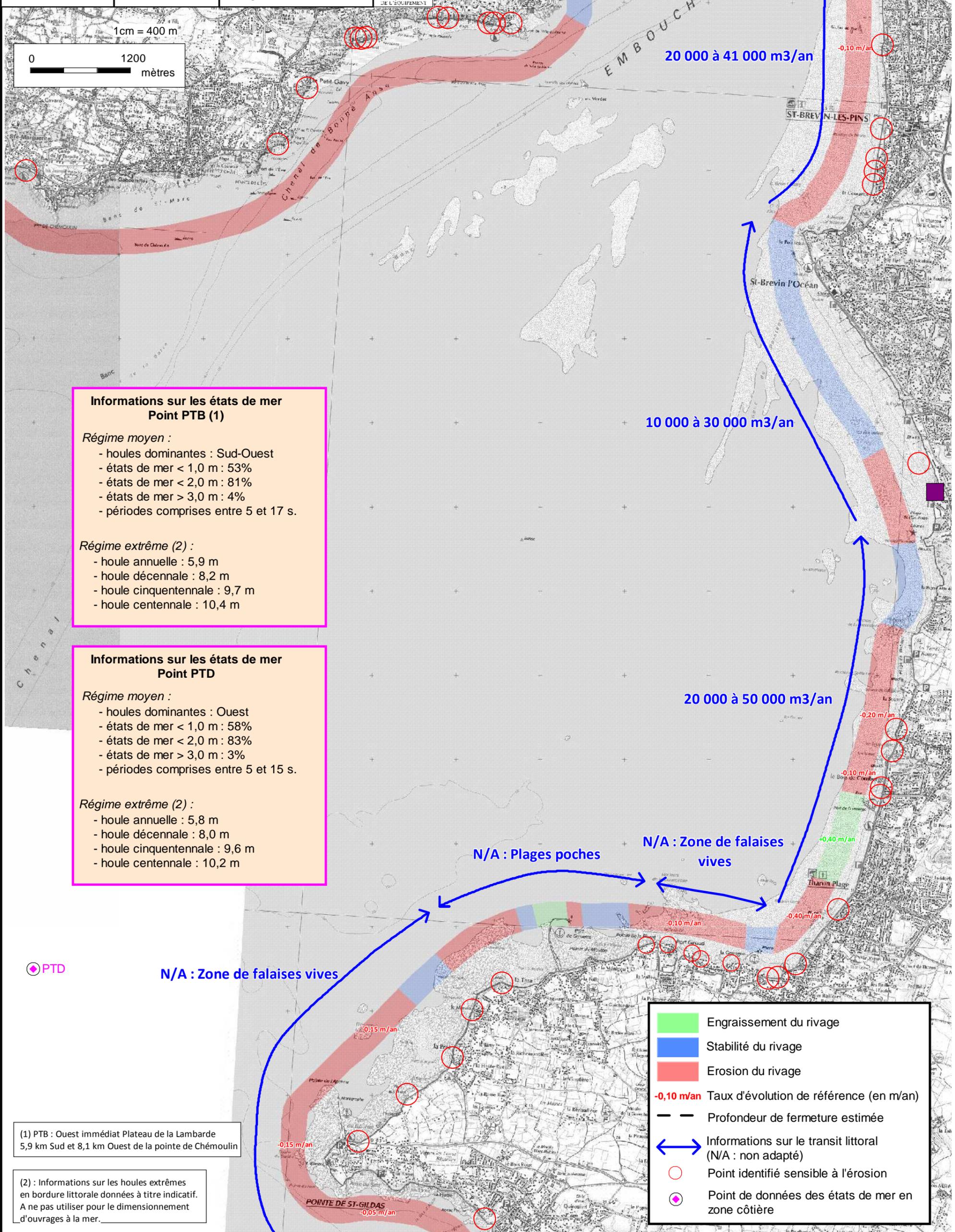
DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT

Mars 2012

Dessinateur : EKY

Ingénieur d'affaire : VMD

Port de la Gravette à la pointe Saint-Gildas



Informations sur les états de mer Point PTB (1)

Régime moyen :

- houles dominantes : Sud-Ouest
- états de mer < 1,0 m : 53%
- états de mer < 2,0 m : 81%
- états de mer > 3,0 m : 4%
- périodes comprises entre 5 et 17 s.

Régime extrême (2) :

- houle annuelle : 5,9 m
- houle décennale : 8,2 m
- houle cinquantennale : 9,7 m
- houle centennale : 10,4 m

Informations sur les états de mer Point PTD

Régime moyen :

- houles dominantes : Ouest
- états de mer < 1,0 m : 58%
- états de mer < 2,0 m : 83%
- états de mer > 3,0 m : 3%
- périodes comprises entre 5 et 15 s.

Régime extrême (2) :

- houle annuelle : 5,8 m
- houle décennale : 8,0 m
- houle cinquantennale : 9,6 m
- houle centennale : 10,2 m

◆ PTD

N/A : Zone de falaises vives

(1) PTB : Ouest immédiat Plateau de la Lambarde 5,9 km Sud et 8,1 km Ouest de la pointe de Chémoulin

(2) : Informations sur les houles extrêmes en bordure littorale données à titre indicatif. A ne pas utiliser pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer.

	Engraissement du rivage
	Stabilité du rivage
	Erosion du rivage
	-0,10 m/an Taux d'évolution de référence (en m/an)
	Profondeur de fermeture estimée
	Informations sur le transit littoral (N/A : non adapté)
	Point identifié sensible à l'érosion
	Point de données des états de mer en zone côtière

Aléa faible à moyen

Aléa moyen à fort

N

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Aléa submersion marine sur l'USIV-B pour une période de retour de 100 ans

Affaire N° 171 1836

Figure N° 8.4



LE MINISTRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

LE MINISTRE DE L'ÉQUIPEMENT, DU TRANSPORT ET DE LA MER

LE MINISTRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DE L'URBANISME ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

Echelle: 1/25 000

Mars 2012

Dessinateur : SPN

Ingénieur d'affaire : VMD

LE MINISTRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

LE MINISTRE DE L'ÉQUIPEMENT, DU TRANSPORT ET DE LA MER

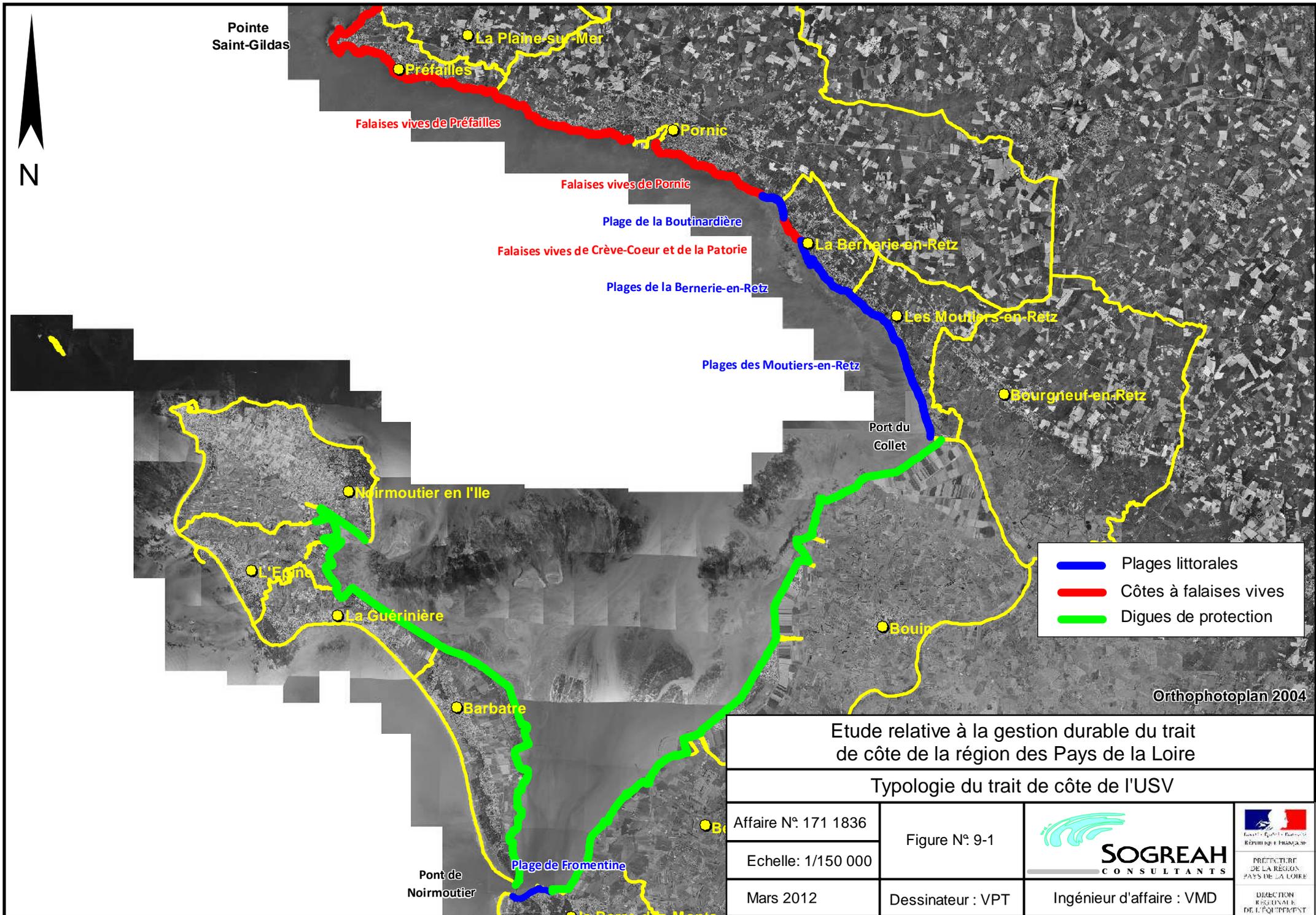
LE MINISTRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, DE L'URBANISME ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER

LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE, DE L'AQUICULTURE ET DE LA MER



Pointe Saint-Gildas

La Plaine-sur-Mer

Préfaïlles

Falaises vives de Préfaïlles

Pornic

Falaises vives de Pornic

Plage de la Boutinardière

Falaises vives de Crève-Coeur et de la Patorie

Plages de la Bernerie-en-Retz

La Bernerie-en-Retz

Les Moutiers-en-Retz

Plages des Moutiers-en-Retz

Bourgneuf-en-Retz

Port du Collet

Noirmoutier en l'Île

L'Épine

La Guérande

Barbatre

Bouin

- Plages littorales
- Côtes à falaises vives
- Dignes de protection

Orthophotoplan 2004

Pont de Noirmoutier

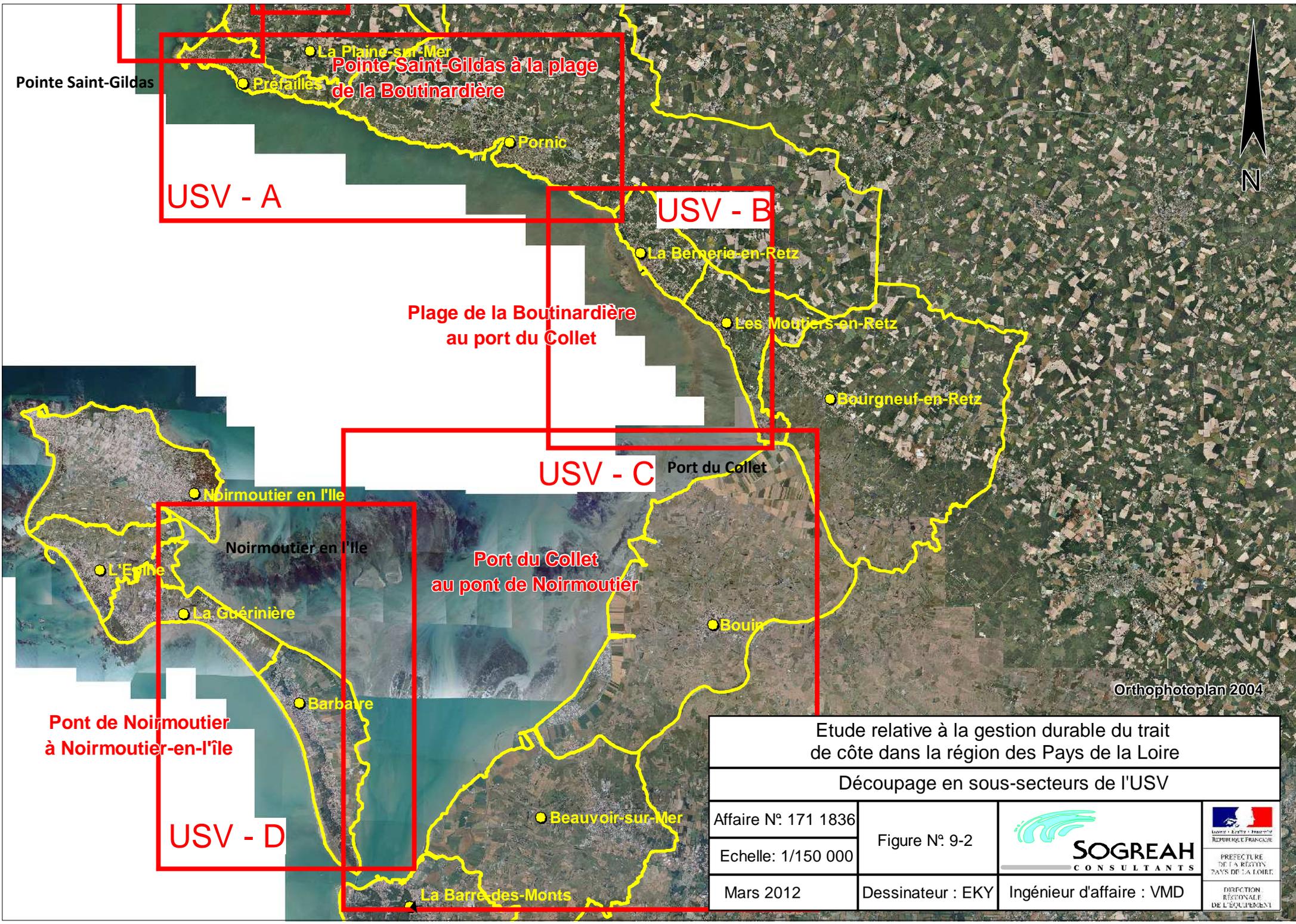
Plage de Fromentine

B...

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Typologie du trait de côte de l'USV

Affaire N° 171 1836	Figure N° 9-1		 <small>REPUBLIQUE FRANÇAISE</small> PREFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
Echelle: 1/150 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	



Orthophotoplan 2004

Etude relative à la gestion durable du trait de côte dans la région des Pays de la Loire			
Découpage en sous-secteurs de l'USV			
Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 9-2		 PREFECTURE DE LA RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE
Echelle: 1/150 000			
Mars 2012			 DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Cartographie érosion marine sur l'USV

Affaire N° 171 1836

Figure N° 9.3



Echelle : 1/80000

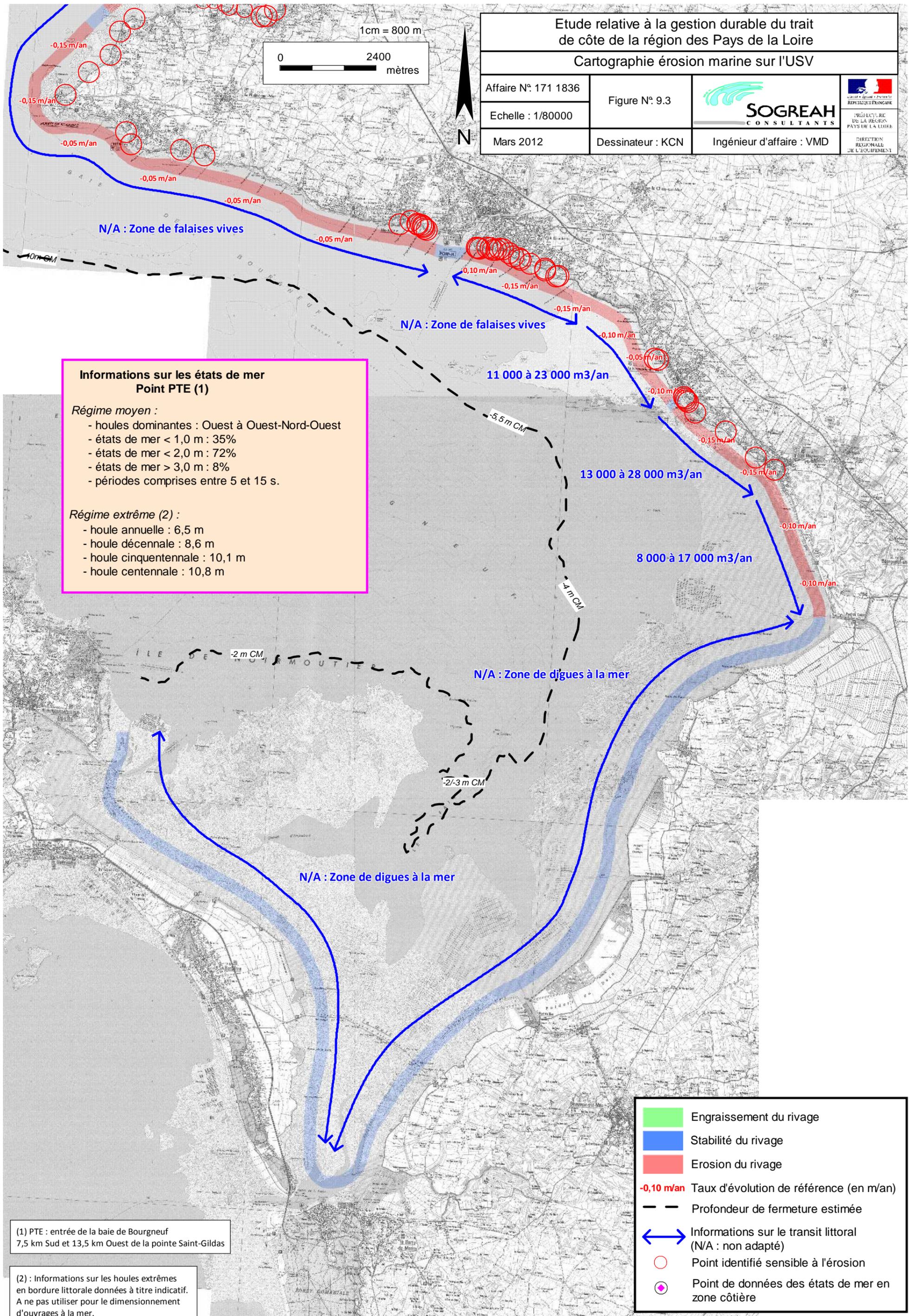
Mars 2012

Dessinateur : KCN

Ingénieur d'affaire : VMD

1cm = 800 m

0 2400 mètres



Informations sur les états de mer Point PTE (1)

Régime moyen :

- houles dominantes : Ouest à Ouest-Nord-Ouest
- états de mer < 1,0 m : 35%
- états de mer < 2,0 m : 72%
- états de mer > 3,0 m : 8%
- périodes comprises entre 5 et 15 s.

Régime extrême (2) :

- houle annuelle : 6,5 m
- houle décennale : 8,6 m
- houle cinquantennale : 10,1 m
- houle centennale : 10,8 m

(1) PTE : entrée de la baie de Bourgneuf
7,5 km Sud et 13,5 km Ouest de la pointe Saint-Gildas

(2) : Informations sur les houles extrêmes en bordure littorale données à titre indicatif. A ne pas utiliser pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer.

	Engraissement du rivage
	Stabilité du rivage
	Erosion du rivage
	Taux d'évolution de référence (en m/an)
	Profondeur de fermeture estimée
	Informations sur le transit littoral (N/A : non adapté)
	Point identifié sensible à l'érosion
	Point de données des états de mer en zone côtière

Etude relative à la gestion durable du trait
de côte de la région des Pays de la Loire

Aléa submersion marine sur l'USV-C pour une période
de retour de 100 ans

Affaire N° 171 1836

Figure N° 9.4

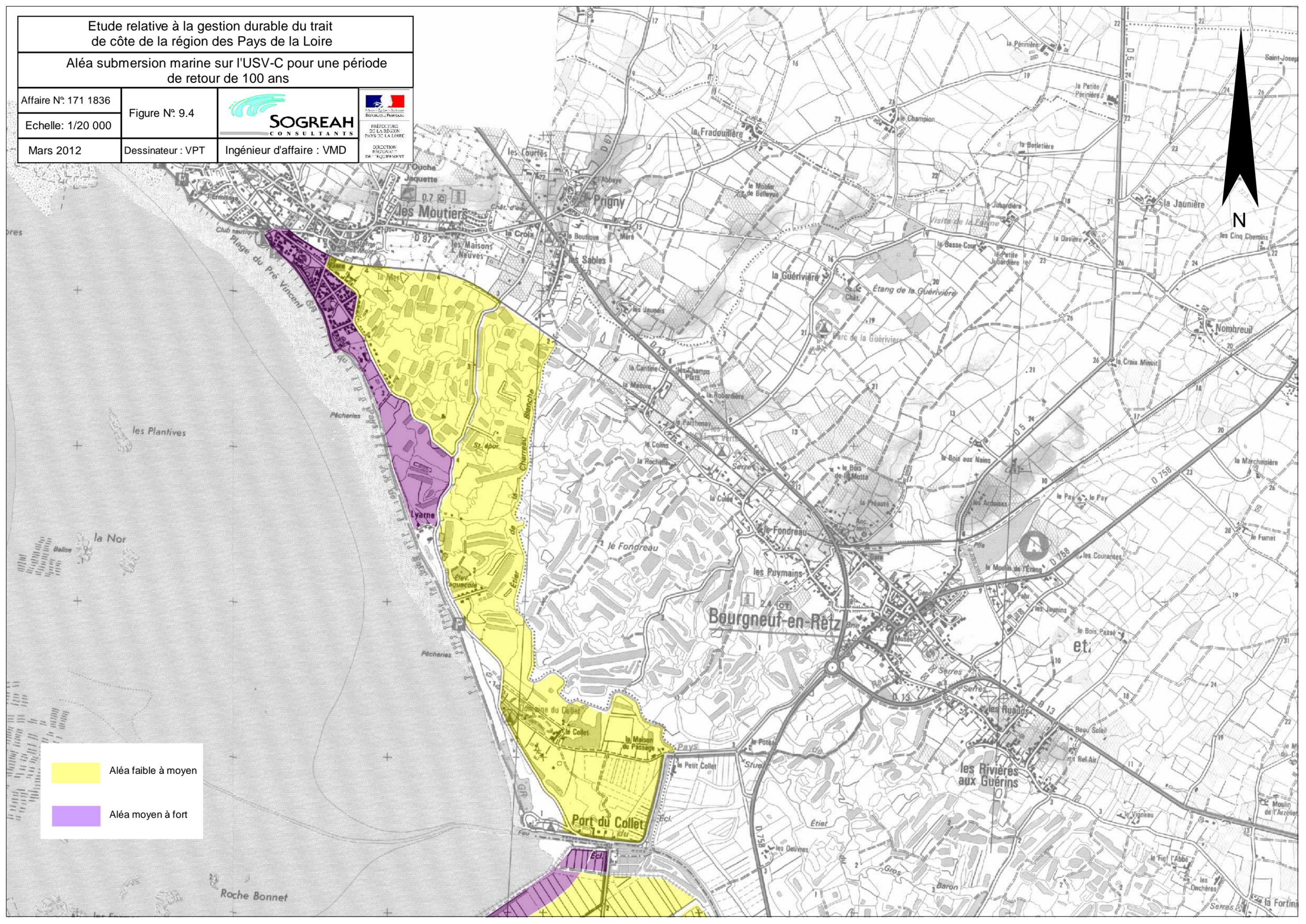


Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD



Aléa faible à moyen

Aléa moyen à fort

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Aléa submersion marine sur l'USV-C pour une période de retour de 100 ans

Affaire N° 171 1836

Figure N° 9.5

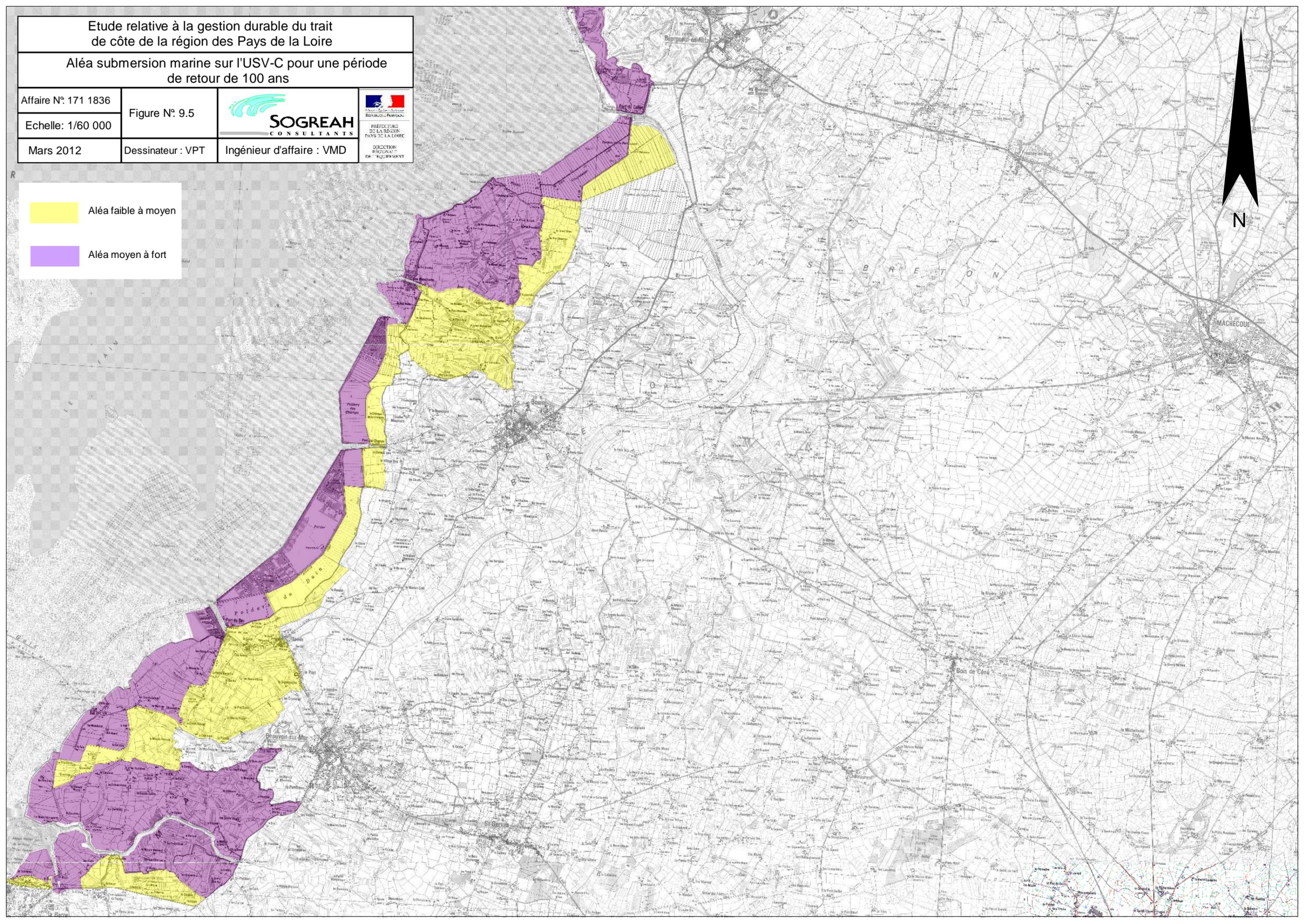
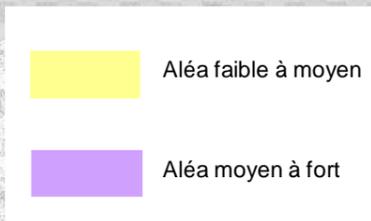


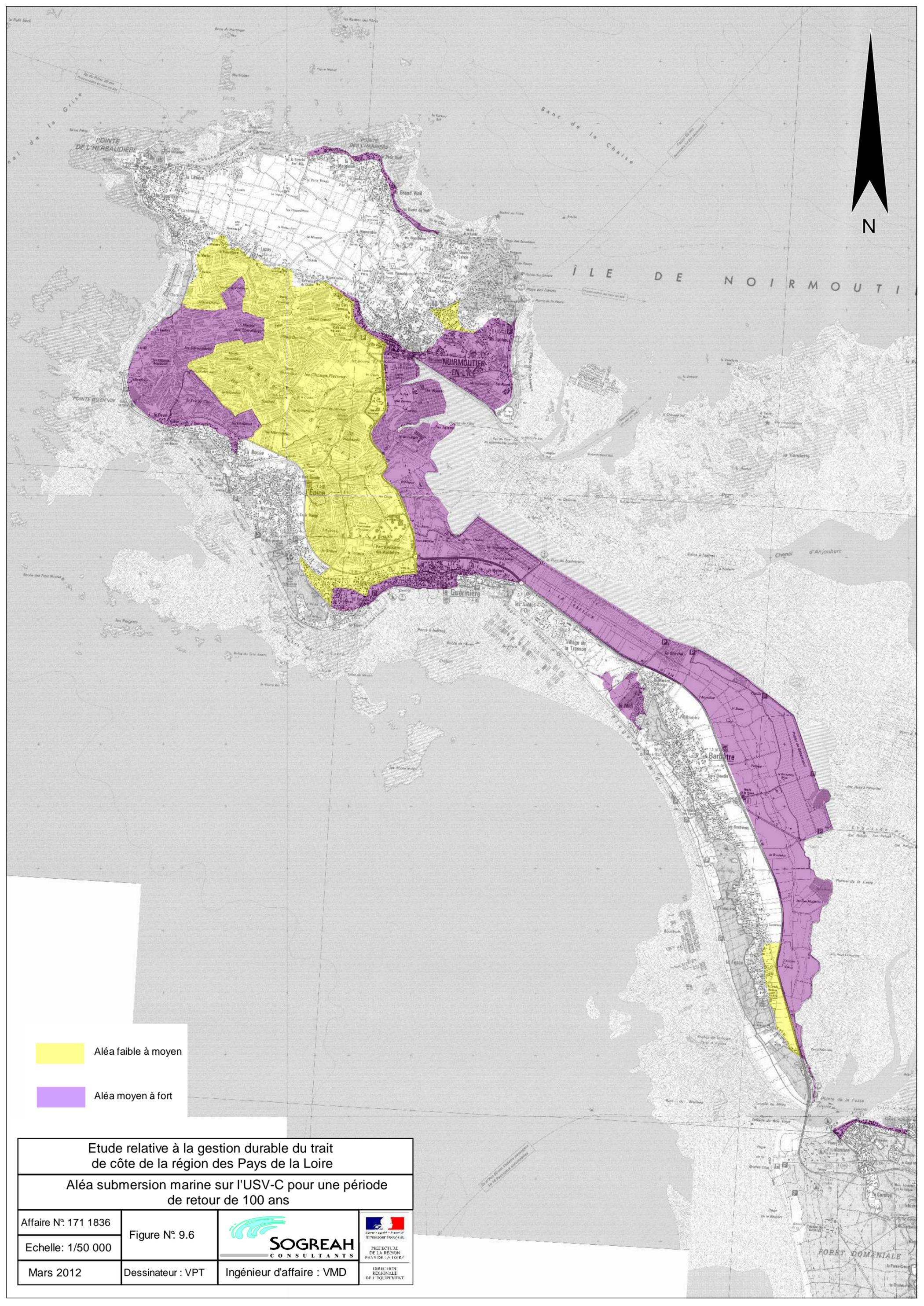
Echelle: 1/60 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD





Aléa faible à moyen
 Aléa moyen à fort

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Aléa submersion marine sur l'USV-C pour une période de retour de 100 ans			
Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 9.6		
Echelle: 1/50 000	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	DIRECTION REGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT