

---

**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 USII  
DE LA POINTE DU CASTELLI A LA POINTE DE  
CHEMOULIN**

**MARS 2012  
N° 1711836R5**

---



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  
**FASCICULE USII : DE LA POINTE DU CASTELLI A LA POINTE DE CHEMOULIN**

---

 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

---

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>B</b>
<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....</b>	<b>K</b>
<b>1. PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>13</b>
1.1. DESCRIPTION DE L'UNITE.....	13
1.2. ENJEUX LITTORAUX ET USAGES MARITIMES.....	13
1.3. ZONES PROTEGEES ET REGLEMENTEES.....	14
1.4. CONDITIONS OCEANOGRAPHIQUES GENERALES.....	16
1.4.1. NIVEAUX D'EAU.....	16
1.4.2. ETATS DE MER EN ZONE COTIERE.....	17
<b>2. DECOUPAGE EN SOUS-SECTEURS.....</b>	<b>20</b>
2.1. USII - A : DE LA POINTE DU CASTELLI AU PORT DE LA TURBALLE.....	20
2.2. USII - B : LES PLAGES DE PEN-BRON.....	20
2.3. USII - C : LE TRACT DU CROISIC.....	21
2.4. USII - D : LA COTE SAUVAGE (DE LA JETEE DU TREHIC A LA POINTE DE PENCHATEAU).....	21
2.5. USII - E : LA BAIE DE LA BAULE-ESCOUBLAC.....	22
2.6. USII - F : LES PLAGES DE PORNICHET.....	22
<b>3. USII - A : DE LA POINTE DU CASTELLI AU PORT DE LA TURBALLE.....</b>	<b>23</b>
3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	23
3.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL.....	23
3.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE.....	23
3.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION DU LITTORAL.....	23
3.2.3. CONDITIONS NATURELLES.....	24
3.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE.....	26
3.3.1. PLAGES.....	26
3.3.2. FALAISES VIVES.....	27
3.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT.....	27
3.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX.....	28
3.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL.....	28
3.6.1. PLAGES.....	28
3.6.2. FALAISES VIVES.....	28
3.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE.....	29

3.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL.....	29
3.7.2. EROSION MARINE.....	29
3.7.3. SUBMERSION MARINE.....	30
3.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION MARINE.....	30
<b>4. USII – B : LES PLAGES DE PEN-BRON.....</b>	<b>31</b>
4.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	31
4.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL.....	31
4.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE.....	31
4.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE.....	32
4.2.3. OPERATIONS DE DRAGAGE DU DEBOUCHE DU TRAICT DU CROISIC.....	32
4.2.4. CONDITIONS NATURELLES.....	33
4.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE.....	36
4.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT	36
4.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX .....	37
4.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL	37
4.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE .....	39
4.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL.....	39
4.7.2. EROSION MARINE.....	39
4.7.3. SUBMERSION MARINE.....	40
4.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION MARINE.....	40
<b>5. USII – C : LE TRAICT DU CROISIC .....</b>	<b>42</b>
5.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	42
5.2. ÉTAT ACTUEL DU TRAICT .....	42
5.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE.....	42
5.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE.....	43
5.2.3. CONDITIONS NATURELLES.....	43
5.3. DIAGNOSTIC HYDROSEDIMENTAIRE.....	45
5.4. CONNAISSANCE DES PHENOMENES DE SUBMERSION MARINE .....	45
5.4.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL.....	45
5.4.2. SUBMERSION MARINE.....	45
5.4.3. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE SUBMERSION MARINE .....	46
<b>6. USII – D : LA COTE SAUVAGE – DE LA JETEE DU TREHIC A LA POINTE DE PENCHATEAU .....</b>	<b>48</b>
6.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	48
6.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL.....	48
6.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE.....	48
6.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE.....	49
6.2.3. CONDITIONS NATURELLES.....	49
6.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE.....	51
6.3.1. PLAGES.....	51

6.3.2. FALAISES VIVES .....	52
6.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT	52
6.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX .....	53
6.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL	53
6.6.1. PLAGES .....	53
6.6.2. FALAISES VIVES .....	54
6.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE .....	54
6.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL.....	54
6.7.2. EROSION MARINE.....	54
6.7.3. SUBMERSION MARINE.....	55
6.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION ET SUBMERSION MARINE .....	56
<b>7. USII – E : LA BAIE DE LA BAULE-ESCOUBLAC .....</b>	<b>57</b>
7.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	57
7.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL.....	57
7.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE.....	57
7.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE.....	58
7.2.3. CONDITIONS NATURELLES.....	58
7.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA BAIE DE LA BAULE-ESCOUBLAC ..	60
7.3.1. PREAMBULE .....	60
7.3.2. EVOLUTION DE LA PLAGE ET DES PETITS FONDS .....	61
7.3.3. EVOLUTION DU TRAIT DE COTE.....	62
7.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT	63
7.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX .....	63
7.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL	63
7.6.1. PLAGES.....	63
7.6.2. FALAISES VIVES .....	64
7.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE .....	64
7.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL.....	64
7.7.2. EROSION MARINE.....	65
7.7.3. SUBMERSION MARINE.....	66
7.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION ET SUBMERSION MARINE .....	66
<b>8. USII – F : LES PLAGES DE PORNICHET.....</b>	<b>68</b>
8.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	68
8.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL.....	68
8.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE.....	68
8.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE.....	69
8.3. CONDITIONS NATURELLES .....	69
8.3.1. GEOLOGIE.....	69

8.3.2. TOPOGRAPHIE TERRESTRE.....	69
8.3.3. BATHYMETRIE .....	69
8.3.4. ETATS DE MER EN BORDURE LITTORALE.....	70
<b>8.4. EVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE.....</b>	<b>71</b>
<b>8.5. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT</b>	<b>71</b>
<b>8.6. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX .....</b>	<b>72</b>
<b>8.7. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT LITTORAL.....</b>	<b>72</b>
<b>8.8. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE .....</b>	<b>73</b>
8.8.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL.....	73
8.8.2. EROSION MARINE.....	73
8.8.3. SUBMERSION MARINE.....	74
8.8.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION MARINE.....	74
<b>REFERENCES.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURES.....</b>	<b>76</b>

oOo

## LISTE DES TABLEAUX

---

**Tableau 1.1** : Zones protégées et réglementées sur l'USII

**Tableau 1.2** : Niveaux de marée

**Tableau 1.3** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer

**Tableau 1.4** : Régime extrême des houles en zone côtière (points PTA, PTB, PTC)

**Tableau 3.1** : Régime extrême des houles en bordure littorale de l'USII-A (Point PT3 et PT4)

**Tableau 3.2** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer sur l'USII-A (en m IGN69)

**Tableau 4.1** : Synthèse des volumes dragués au débouche du traict du Croisic (en m<sup>3</sup>)

**Tableau 4.2** : Régime extrême des houles en bordure littorale de l'USII-B (Point PT5 et PT6)

**Tableau 4.3** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer sur l'USII-B (en m IGN69)

**Tableau 5.1** : Estimation des caractéristiques des clapots en fond de traict du Croisic

**Tableau 5.2** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer sur l'USII-C en entrée du traict du Croisic (en m IGN69)

**Tableau 5.3** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer en entrée de l'étier du Pouliguen (en m IGN69)

**Tableau 6.1** : Régime extrême des houles en bordure littorale de l'USII-D (Point PT7 et PT8)

**Tableau 6.2** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer sur l'USII-D (en m IGN69)

**Tableau 7.1** : Régime extrême des houles en bordure littorale de l'USII-E (Point PT9)

**Tableau 7.2** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer sur l'USII-E (en m IGN69)

**Tableau 8.1** : Régime extrême des houles en bordure littorale de l'USII-F (Point PT10)

**Tableau 8.2** : Niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer sur l'USII-F (en m IGN69)

oOo

## LISTE DES FIGURES

---

**Figure 0.1 :** Unité sédimentaires du littoral Pays de la Loire

**Figure 1.1 :** Situation géographique de l'USII

**Figure 1.2 :** Typologie du trait de côte de l'USII

**Figure 1.3 :** Topographie générale de l'USII

**Figure 1.4 :** Bathymétrie générale de l'USII

**Figure 1.5 :** Usages des sols de l'USII (extrait de l'IPLI de 1985)

**Figure 1.6 :** Occupation des sols de l'USII (extrait du POS)

**Figure 1.7 :** Localisation des zones protégées et réglementées

- a) ZNIEFF
- b) Réseau Natura 2000
- c) Sites inscrits/classés

**Figure 1.8 :** Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTA)

**Figure 1.9 :** Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTB)

**Figure 1.10 :** Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTC)

**Figure 1.11 :** Localisation des points de sorties des états de mer

**Figure 2.1 :** Découpage en sous-secteur de l'USII

**Figure 3.1 :** Présentation du littoral de l'USII-A

**Figure 3.2 :** Géologie de l'USII-A

**Figure 3.3 :** Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT3)

**Figure 3.4 :** Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT4)

**Figure 3.5 :** Propagation des états de mer sur l'USII-A

**Figure 3.6 :** Courants de déferlement sur l'USII-A

**Figure 3.7 :** Schéma de fonctionnement du littoral de l'USII-A

**Figure 3.8 :** Aléa érosion marine sur l'USII-A

**Figure 4.1 :** Présentation du littoral de l'USII-B

**Figure 4.2 :** Géologie de l'USII-B

**Figure 4.3 :** Topo-bathymétrie de l'USI-B

**Figure 4.4 :** Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT5)

**Figure 4.5 :** Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT6)

**Figure 4.6 :** Evolution historique du trait de côte de l'USII-B

**Figure 4.7 :** Propagation des états de mer sur l'USII-B

**Figure 4.8 :** Courants de déferlement sur l'USII-B

**Figure 4.9 :** Effet d'une tempête sur la plage de l'USII-B

**Figure 4.10 :** Forme d'équilibre de la pointe de Pen-Bron

**Figure 4.11 :** Schéma de fonctionnement du littoral de l'USII-B

**Figure 4.12 :** Aléa érosion marine sur l'USII-B

**Figure 5.1 :** Présentation du littoral de l'USII-C

**Figure 5.2 :** Géologie de l'USII-C

**Figure 5.3 :** Topo-bathymétrie de l'USI-C

**Figure 5.4 :** Champs de courant au jusant dans le Traict du Croisic

**Figure 5.5 :** Champs de courant au flot dans le Traict du Croisic

**Figure 5.6 :** Aléa submersion marine de l'USII-C pour une période de retour de 20 ans

**Figure 5.7:** Aléa submersion marine de l'USII-C pour une période de retour de 50 ans

**Figure 5.8 :** Aléa submersion marine de l'USII-C pour une période de retour de 100 ans – configuration actuelle

**Figure 5.9 :** Aléa submersion marine de l'USII-C pour une période de retour de 100 ans à l'horizon 2100

**Figure 6.1** : Présentation du littoral de l'USII-D

**Figure 6.2** : Géologie de l'USI-D

**Figure 6.3** : Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT7)

**Figure 6.4** : Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT8)

**Figure 6.5** : Evolution historique du trait de côte des plages du Croisic

**Figure 6.6** : Evolution historique du trait de côte de la plage de la Barrière

**Figure 6.7** : Propagation des états de mer sur l'USII-D

**Figure 6.8** : Courants de déferlement sur l'USII-D

**Figure 6.9** : Schéma de fonctionnement des plages au Nord de la Pointe du Croisic

**Figure 6.10** : Schéma de fonctionnement de la plage de la Barrière

**Figure 6.11** : Aléa érosion marine sur l'USII-D (Croisic)

**Figure 6.12** : Aléa érosion marine sur l'USII-D (Batz-sur-Mer)

**Figure 6.13** : Aléa érosion marine sur l'USII-D (Pouliguen)

**Figure 7.1** : Présentation du littoral de l'USII-E

**Figure 7.2** : Géologie de l'USII-E

**Figure 7.3** : Topo-bathymétrie de l'USI-E

**Figure 7.4** : Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT9)

**Figure 7.5** : Evolution historique du trait de côte de l'USII-E

**Figure 7.6** : Propagation des états de mer sur l'USII-E

**Figure 7.7** : Courants de déferlement sur l'USII-E

**Figure 7.8** : Schéma de fonctionnement du littoral de l'USI-E

**Figure 7.9** : Aléa érosion marine sur l'USI-E

**Figure 8.1** : Présentation du littoral de l'USII-F

**Figure 8.2** : Géologie de l'USII-F

**Figure 8.3** : Bathymétrie de l'USII-F

**Figure 8.4** : Statistiques des états de mer en bordure littorale (PT10)

**Figure 8.5** : Evolution historique du trait de côte à la plage Bonne-Source

**Figure 8.6** : Evolution historique du trait de côte à la plage Sainte-Margueritte

**Figure 8.7** : Evolution historique du trait de côte à la plage des Jaunais

**Figure 8.8** : Propagation des états de mer sur l'USII-F

**Figure 8.9** : Courants de déferlement sur l'USII-F

**Figure 8.10** : Schéma de fonctionnement du littoral de l'USI-F

**Figure 8.11** : Aléa érosion marine sur l'USI-F

**Figure synthèse** : Cartographie de l'érosion marine sur l'USII

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 de l'unité sédimentaire II qui s'étend de la pointe du Castelli à la Pointe de Chémoulin.**

oOo

---

## 1. PRESENTATION GENERALE

---

### 1.1. DESCRIPTION DE L'UNITE

L'unité sédimentaire II (en abrégé USII) s'étend sur un linéaire de près de 53km entre la pointe du Castelli et la pointe de Chémoulin.

Cette unité sédimentaire couvre les communes de Piriac-sur-mer, la Turballe, le Croisic, Batz-sur-Mer, le Pouliguen, la Baule-Escoublac, Pornichet et Guérande (figure 1.1).

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 à l'Ouest et l'étier du Pouliguen à l'Est (qui débouche dans la baie de la Baule) (figure 1.2).

Entre la pointe du Castelli et la presqu'île du Croisic, le littoral présente une forme convexe, ouverte sur le secteur Ouest. Les îles de Belle-Ile en mer, d'Houat et du Hoëdic offrent une protection naturelle de la zone face aux houles du large. Entre la presqu'île du Croisic et la pointe de Chémoulin, le littoral s'ouvre globalement sur un secteur Sud-Ouest et est découpé par la baie de la Baule située légèrement en retrait.

L'altimétrie générale des terrains est donnée en figure 1.3 (pour la topographie terrestre issue de la BD ALTI de l'IGN) et en figure 1.4 (pour la bathymétrie des fonds issue du SHOM). Les caractéristiques altimétriques de chaque portion littorale sont décrites dans les chapitres 3 à 6 et complétées dans la mesure du possible par les informations du levé LIDAR de détail réalisé en 2010.

### 1.2. ENJEUX LITTORAUX ET USAGES MARITIMES

Selon les informations de l'Inventaire Permanent du Littoral de 1985 (IPLI) et des Plans d'Occupation des Sols (POS) des communes littorales, le territoire de l'USII est occupé en bordure littorale par trois grands ensembles (figures 1.5 et 1.6) :

- des pôles de forte urbanisation (habitat dense, type immeuble, centre ville), ciblé au niveau des bourgs de la Turballe et surtout autour de la Baule-Escoublac (seconde ville du département après Nantes),
- une urbanisation plus diffuse caractérisée par de l'habitat pavillonnaire le long de Piriac-sur-Mer, au Nord de la Turballe et sur la côte sauvage<sup>1</sup>,

---

<sup>1</sup> La côte sauvage s'étend sur les zones à dominante de falaises vives entre la pointe du Croisic et la pointe de Penchâteau. Elle couvre les communes du Croisic, de Batz-sur-mer et du Pouliguen.

- une vaste zone naturelle correspondant à la flèche de Pen-Bron (située au Sud de la commune de la Turballe) et au traict du Croisic (avec les marais de Guérande situés en arrière).

Les connexions intercommunales sont bien assurées avec des routes départementales en bordure littorale :

- la RD99 de Piriac-sur-Mer à la Turballe,
- la RD92 qui traverse les marais salants de Guérande,
- la RD45 qui relie le Croisic à la Baule (au niveau de la presqu'île, cette route se situe directement en bord de mer),
- la RD292 qui longe les plages de Pornichet.

Il existe également plusieurs routes communales situées en bordure littorale (en particulier le boulevard de front de mer de la Baule-Escoublac).

Ce secteur, et en particulier la baie de la Baule, est très prisé par les touristes, surtout en période estivale. Les activités balnéaires sont nombreuses, représentées par la baignade sur les plages (la Turballe, la Baule), les promenades sur le sentier du littoral (côte sauvage), la voile, les restaurants de bord de mer... Plusieurs complexes touristiques sont disposés le long du littoral. Il s'agit de campings principalement présents vers la pointe du Croisic ou d'hôtels sur la Baule.

Les marais de Guérande constituent l'un des pôles nationaux le plus réputé pour la production de sel. Cette activité représente (avec le marais de Pen-Bé au Nord inclus) 400 emplois directs pour un chiffre d'affaire estimé en 2002 à 16,0 millions d'Euros environ (Ifremer, 2002). Ces marais constituent des secteurs d'une grande richesse floristique et faunistique et contribuent aussi largement à l'attrait touristique du secteur.

L'activité portuaire (pêche, mais surtout plaisance) est relativement importante sur ce secteur avec des ports importants qui sont situés à la Turballe, au Croisic, au Pouliguen et à Pornichet. De moindre importance, on peut également citer le petit port de Lérat situé sur la commune de Piriac-sur-Mer et quelques zones de mouillage se trouvant dans le traict du Croisic et derrière la jetée Saint Michel (à Batz-sur-Mer).

Les activités de pêche (professionnelle ou de loisir) concernent :

- la conchyliculture essentiellement axée sur les coques dans le traict du Croisic (650ha concédés), dans la baie de la Baule et le long de la côte sauvage et avec quelques gisements d'huîtres, moules et palourdes,
- le chalutage à la crevette grise dans la baie de la Baule.

### **1.3. ZONES PROTEGEES ET REGLEMENTEES**

Les zones de protection de l'environnement situées aux environs de l'USII sont données dans le tableau ci-dessous et localisées en figures 1.7 (a, b et c). A noter aussi que les marais salants de Guérande sont inscrits depuis 1971 sur la liste des zones humides à protéger de la convention Ramsar.

TABLEAU 1.1 : ZONES PROTEGEES ET REGLEMENTEES SUR L'USII

Type	Nom	Code
ZPS	Mor Braz	FR5210013
ZPS	Marais salants de Guérande, traict du Croisic et dunes de Pen-Bron	FR5210090
ZPS	Iles de la baie de la Baule	FR5210049
ZICO	Traict et marais salants - Guérande	00087
SIC	Marais salants de Guérande et dunes de Pen-Bron	FR5200627
NATURA 2000	Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf	FR5212014
ZNIEFF 1	Massif dunaire de Pen-Bron (la Turballe)	10200002
ZNIEFF 1	Marais salants de Batz-sur-Mer, Guérande, le Croisic	10200001
ZNIEFF 1	Ilots de la baie de a Baule	10170001
ZNIEFF 1	Secteur de la Pointe de la Lande à la Pointe de Chémoulin	10180001
ZNIEFF 2	Pointe de Pen-Bron, marais et coteaux de Guérande	10200000
ZNIEFF 2	Zones résiduelles de Mesquer à la Turballe	10220000
ZNIEFF 2	Côtes rocheuses, landes et pelouses du Croisic, Batz-sur-Mer, le Pouliguen	10190000
ZNIEFF 2	Ilots de la baie de la Baule	10170000
ZNIEFF 2	Zones résiduelles de la Baule à Saint-Nazaire	10180000
SITE INSCRIT	La pointe du Castelli	44si40
SITE INSCRIT	La Pointe sud de la Presqu'île de Pen-Bron	44si50
SITE INSCRIT	Les villages de Clis, de Kerignon, de Queniquen et de Kerbaizeau	44si43
SITE INSCRIT	Deux villages paludiers de Kervalet et Tregate	44si48
SITE INSCRIT	Le site côtier de Pornichet à Saint-Marc	44si36
SITE CLASSE	Les marais salants de Guérande	44sc52
SITE CLASSE	La grande côte de la presqu'île du Croisic	44sc03

## 1.4. CONDITIONS OCEANOGRAPHIQUES GENERALES

Ce paragraphe présente les conditions océanographiques générales observées sur l'ensemble de l'unité sédimentaire II.

### 1.4.1. NIVEAUX D'EAU

#### 1.4.1.1. MAREE THEORIQUE

Les niveaux de référence sur l'ensemble du littoral de l'USII sont extraits de la base de données du SHOM et donnés dans le tableau suivant pour les ports du Croisic, du Pouliguen et de Pornichet :

TABLEAU 1.2 : NIVEAUX DE MAREE (SOURCE SHOM 2010)

	PHMA <sup>2</sup> (120)	PMVE (95)	PMME (45)	NM	BMME (45)	BMVE (95)	PBMA (120)
<i>Port du Croisic</i>							
En m IGN69	3,27	2,54	1,39	0,44	-0,86	-2,16	-2,89
En m CM	6,13	5,40	4,25	3,30	2,00	0,70	-0,03
<i>Port du Pouliguen</i>							
En m IGN69	3,23	2,53	1,38	0,39	-0,87	-2,12	-2,88
En m CM	6,15	5,45	4,30	3,31	2,05	0,80	0,04
<i>Port de Pornichet</i>							
En m IGN69	3,29	2,57	1,47	0,48	-0,83	-2,08	-2,94
En m CM	6,22	5,50	4,40	3,41	2,10	0,85	-0,01

NOTA : Le zéro hydrographique (CM) se situe :

- au Croisic à +2,860m sous le zéro IGN69,
- au Pouliguen à +2,917m sous le zéro IGN69,
- à Pornichet à +2,927m sous le zéro IGN69.

<sup>2</sup> 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.

#### 1.4.1.2. NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES

Le tableau suivant donne les niveaux extrêmes de pleine-mer (incluant la marée astronomique et les surcotes dépressionnaires) pour les périodes de retour de 20, 50 et 100 ans en considérant le niveau actuel de la mer (SHOM/CETMEF, 2008) et en considérant l'élévation du niveau de la mer (+0,60m) due au réchauffement climatique à l'horizon 2100. Les valeurs données sont issues d'une interpolation linéaire à partir des lectures des iso-valeurs de niveaux calculées dans l'étude SHOM/CETMEF 2008. Pour le traict du Croisic, les données sont valables pour l'entrée maritime du traict.

**TABEAU 1.3 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER (EN M IGN69)**

Période de retour	Plages Nord Turballe	Plages de Pen-Bron	Traict du Croisic	Côte sauvage (du Croisic au Pouliguen)	Baie de la Baule	Plages de Pornichet
20 ans	3,60	3,60	3,55	3,55	3,70	3,85
50 ans	3,70	3,70	3,65	3,65	3,80	3,95
100 ans	3,75	3,75	3,70	3,70	3,90	4,05
100 ans à l'horizon 2100	4,35	4,35	4,30	4,30	4,50	4,65

#### 1.4.2. ETATS DE MER EN ZONE COTIERE

Les états de mer qui viennent alimenter le littoral de l'USII sont relativement variables en raison des larges différences de configuration morphologique de la côte. De manière à bien rendre compte de ces différences, nous avons étudié quatre points de reconstitution des états de mer (figure 1.11) :

- point PTA situés par des fonds de -15,0m CM,
- points PTB et PTC situés respectivement par des fonds de -15,0m CM et -20,0m CM.

Le point PTA servira de point de référence pour la connaissance des états de mer en bordure côtière pour l'ensemble du littoral depuis la pointe du Castelli à la pointe du Croisic (Nord Turballe, flèche de Pen-Bron, entrée du traict du Croisic, façade Nord du Croisic). Les points PTB et PTC serviront pour les littoraux Sud de la pointe du Croisic à la pointe de Chémoulin (côte sauvage, baie de la Baule, plages de Pornichet).

La connaissance des états de mer en bordure littorale (soit au niveau de chacune des plages étudiées) se fera à partir des données de ces différents points et par utilisation du modèle numérique de propagation de détail (cf. fascicule A – Conditions Générales).

**Régime moyen :**

**Littoral de la pointe du Castelli à la pointe du Croisic :**

Les caractéristiques du régime moyen des états de mer au point PTA sont les suivantes (figure 1.8) et traduisent la protection offerte par Belle-Ile-en-Mer, la presqu'île de Quiberon, les îles d'Houat et du Hoëdic :

- les houles ont une direction de provenance comprise entre l'Ouest (N270) et l'Ouest-Sud-Ouest (N247,5),
- Elles sont inférieures à 2,0m pendant 90% du temps (dont 70% inférieures à 1,0m),
- les houles les plus fortes proviennent du Sud-Ouest (N225) à l'Ouest-Sud-Ouest (N247,5) et peuvent dépasser ponctuellement 3,0m (moins de 0,6% du temps).

Les périodes sont généralement comprises entre 5 et 17s.

**Littoral de la pointe du Croisic à la pointe de Chémoulin :**

Les caractéristiques du régime moyen des états de mer au point PTB sont les suivantes (figure 1.9) et montrent une zone plus exposée mais subissant aussi l'effet des hauts-fonds des plateaux du Four, de la Banche et de la Lambarde qui atténuent les houles et modifient les patrons de propagation :

- le secteur de provenance des houles est plus étroit, concentré sur N247,5,
- les houles sont plus intenses avec environ 20% des houles supérieures à 2,0m,
- les houles pouvant dépasser 3,0m sont plus fréquentes qu'au point PTA (elles représentent 4,0% du temps).

Les périodes sont généralement comprises entre 5 et 17s.

Les caractéristiques du régime moyen des états de mer au point PTC sont les suivantes (figure 1.10) et montrent les caractéristiques suivantes :

- le secteur de provenance des houles est étroit, concentré sur N270,
- les houles sont inférieures à 2,0m pendant 77% du temps,
- les houles pouvant dépasser 3,0m sont plus fréquentes et représentent plus de 7% du temps.

Les périodes sont généralement comprises entre 5 et 15s.

**Régime extrême<sup>3</sup>** :

Les hauteurs de houles extrêmes, intervalles de confiance à 90% et leur période de retour sont rappelés dans le tableau suivant pour les points PTA, PTB et PTC. On constate comme attendu que les houles extrêmes aux points PTB et PTC sont plus intenses qu'au point PTA.

TABLEAU 1.4 : REGIME EXTREME DES HOULES EN ZONE COTIERE (POINTS PTA, PTB ET PTC)

Période de retour	Hauteur significative (en m) au point PTA	Hauteur significative (en m) au point PTB	Hauteur significative (en m) au point PTC
1 an	3,7 [3,5 – 3,9]	5,9 [5,6 – 6,2]	7,5 [7,1 – 7,9]
5 ans	4,5 [4,2 – 4,8]	7,5 [6,9 – 8,1]	9,5 [8,8 – 10,3]
10 ans	4,8 [4,5 – 5,2]	8,2 [7,5 – 8,9]	10,4 [9,5 – 11,3]
20 ans	5,2 [4,7– 5,6]	8,9 [8,0 – 9,7]	11,3 [10,2 – 12,3]
50 ans	5,6 [5,1 – 6,1]	9,7 [8,7 – 10,8]	12,4 [11,1 – 13,7]
100 ans	5,9 [5,3 – 6,5]	10,4 [9,2– 11,6]	11,8 [13,2 – 14,7]

**Profondeurs de fermeture :**

L'utilisation des informations de houles aux différents points de calcul a permis d'estimer les valeurs des profondeurs de fermeture le long de différents segments du littoral :

- de la pointe de Castelli à la pointe du Croisic : -11m CM,
- de la pointe du Croisic à la pointe de Penchâteau : -20m CM.

A l'intérieur de la baie de la Baule-Escoublac, le calcul de la profondeur de fermeture n'est pas directement possible à partir des points de houle précédemment évoqués en raison des processus locaux de diffraction autour de la pointe de Penchâteau entraînant de fortes diminutions spatiales des hauteurs de houle. Cela étant, il est clair que les valeurs sont inférieures à celles établies pour le littoral allant jusqu'à la pointe de Penchâteau.

On se retrouve aussi avec la même problématique au niveau du littoral des plages de Pornichet où les écueils littoraux du large (les Troves, les Events...) rendent caduques l'utilisation directe des points PTB et PTC.

Dans ces deux cas, la meilleure approche serait d'analyser les évolutions des profils des petits fonds sur une période suffisamment longue pour mettre en évidence la profondeur où les mouvements sédimentaires deviennent négligeables.

oOo

<sup>3</sup> Les informations sur les houles extrêmes aux points PTA, PTB et PTC sont données à titre indicatif. La calibration des données de houle ayant été faite sur les régimes moyens, une définition de houles de projet pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer devra nécessiter des études de détail spécifiques.

---

## 2. DECOUPAGE EN SOUS-SECTEURS

---

Comme nous l'avons décrit précédemment, l'USII présente des caractéristiques morphologiques hétérogènes sur l'ensemble de son linéaire (marais, zones de plages et zones de falaises), ainsi que des orientations générales du trait de côte distinctes de part et d'autre de la presqu'île du Croisic.

Afin de bien appréhender les processus hydrosédimentaires à l'origine de l'évolution du littoral, il est donc nécessaire de réaliser un découpage en sous-secteurs d'étude homogènes permettant ainsi de mieux prendre en compte les spécificités du site. Ces sous-secteurs (présentés en figure 2.1) feront l'objet dans les chapitres suivants de l'analyse hydrosédimentaire de détail.

Les secteurs proposés sont les suivants :

- USII-A : de la pointe du Castelli au port de la Turballe,
- USII-B : les plages de Pen-Bron,
- USII-C : le traict du Croisic,
- USII-D : la côte sauvage (de la jetée du Tréhic à la pointe de Penchâteau),
- USII-E : la baie de la Baule-Escoublac,
- USII-F : les plages de Pornichet.

### 2.1. USII - A : DE LA POINTE DU CASTELLI AU PORT DE LA TURBALLE

Ce sous-secteur, d'un linéaire de 5,2km, 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).

La présence de la pointe du Castelli au Nord (avec un brusque changement d'orientation du trait de côte entre le Nord et le Sud) et des digues du port de la Turballe au Sud confèrent à cette portion du littoral une indépendance des processus hydrosédimentaires vis-à-vis du reste du littoral.

### 2.2. 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).

Cette zone peut être découpée en deux secteurs distincts :

- Au Nord, la partie sableuse avec une plage et un cordon dunaire d'arrière-plage couvrant un linéaire de 3,2km depuis le port de la Turballe jusqu'au niveau du centre médical héliomarin,
- Au Sud, le littoral est protégé par un perré en enrochements au droit duquel la plage a quasiment entièrement disparu.

La présence des digues du port de la Turballe au Nord ainsi que le débouché du traict du Croisic au Sud offrent des limites physiques claires à cette zone lui permettant d'être étudiée indépendamment du reste du littoral.

### **2.3. 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). A marée basse, le traict se vide presque entièrement ne laissant apparaître que deux bras navigables.

Le traict du Croisic possède un mode de fonctionnement hydrosédimentaire propre essentiellement activé par les courants de marée. Une approche adaptée est donc nécessaire à l'analyse des problèmes de submersion marine.

### **2.4. USII - D : LA COTE SAUVAGE (DE LA JETEE DU TREHIC A LA POINTE DE PENCHATEAU)**

Cette zone s'étend depuis la jetée du Tréhic jusqu'à la pointe de Penchâteau sur 19,6km de linéaire. Elle 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.

De plus, il est fréquent de trouver des petites plages poches au pied des falaises (essentiellement constituées de placages sableux sur un socle rocheux), telles que la baie du Sable Menu, la baie de Port Lin ou encore la plage de la Gouvelle.

L'orientation quasi-homogène de cette portion du littoral et la séparation physique du reste du littoral par la jetée du Tréhic à l'Ouest et la pointe de Penchâteau à l'Est confère à cette zone un caractère d'homogénéité et d'indépendance permettant d'étudier les processus de manière séparée du reste du littoral.

## 2.5. 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. De manière précise, la baie appartient à la fois à la commune du Pouliguen à l'Ouest et à la commune de la Baule-Escoublac à l'Est. La séparation physique se fait par l'étier du Pouliguen protégé par des digues de confinement.

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).

La baie de la Baule-Escoublac, par sa position en retrait par rapport aux littoraux voisins ainsi que par la présence d'une part de la pointe de Penchâteau à l'Ouest et du port de Pornichet à l'Est, se trouve dans un système hydrosédimentaire indépendant et homogène.

## 2.6. USII - F : LES PLAGES DE PORNICHET

Les plages de Pornichet 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 de plages délimitées chacune par des pointes rocheuses :

- les pointes du Bec et de Congrigoux encadrent la plage Bonne-Source,
- celles de Congrigoux et de la Lande encadrent la plage Sainte-Marguerite,
- et finalement la plage des Jaunais est comprise entre la pointe de la Lande et la pointe de Chémoulin.

La présence des digues du port de Pornichet au Nord-Ouest et la nette rupture d'orientation du trait de côte au niveau de la pointe de Chémoulin nous permettront d'étudier cette portion de littoral d'une manière isolée et homogène.

oOo

---

## 3. USII - A : DE LA POINTE DU CASTELLI AU PORT DE LA TURBALLE

---

### 3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le littoral de l'USII-A s'étend entre la pointe du Castelli au Nord et le port de la Turballe au Sud. Il s'étend sur un linéaire d'environ 5,8km sur les communes de Piriac-sur-Mer et de la Turballe.

### 3.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL

#### 3.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE

Le littoral de la pointe du Castelli au port de la Turballe se caractérise par une morphologie à dominante de plages (environ 83% du linéaire) et de falaises vives (environ 17% du linéaire).

Dans le détail, il est possible de procéder au découpage suivant (figure 3.1) :

- les falaises vives de la côte populaire entre la pointe du Castelli et la pointe du Bichet sur un linéaire de 1,0km environ et présentant des placages sableux en pied (fiche USII-F1 du fascicule B),
- les plages pochés entre la pointe du Bihet et l'anse de Lérat sur un linéaire d'environ 2,0km et bordées dans l'ensemble par des falaises mortes et localement par un cordon dunaire à la plage de Lanroué (fiche USII-P1 du fascicule B),
- les plages depuis l'anse de Lérat au port de la Turballe où les falaises mortes du haut de plage laissent progressivement place à un cordon dunaire en direction du port.

De manière générale, il s'agit donc de petites plages pochés à dominante réfléchive, de faibles largeurs, comprises entre des pointes rocheuses et reposant sur un vaste platier rocheux.

#### 3.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION DU LITTORAL

De nombreux ouvrages longitudinaux ont été érigés en pied de falaise ou en pied de dune soit afin de protéger les enjeux de première ligne soit comme délimitation des habitations. Il s'agit essentiellement de murs ou perrés maçonnés ou en enrochements. Ces ouvrages sont décrits dans les fiches USII-O1 à USII-O13 du fascicule B.

Localement, des protections douces de type ganivelles ont également été mises en place sur les dunes pour participer à leur stabilisation.

### **3.2.3. CONDITIONS NATURELLES**

#### **3.2.3.1. GEOLOGIE**

Le long de la côte populaire, entre la pointe du Castelli et la pointe du Bihet, les affleurements rocheux sont composés de micaschistes. Il s'agit de la même formation observée sur le rivage de l'USI-D entre Mesquer et le port de Piriac-sur-Mer. Du fait de l'altération par l'action conjointe de la houle et des eaux telluriques, ces micaschistes peuvent se réduire en argile – phénomène accentué par leur schistosité et fracturation importantes.

Au Sud-Est de la pointe du Bihet, les falaises mortes d'arrière-plage et le platier sont constitués de granite. La roche reste globalement saine sur le platier mais peut présenter, au niveau des falaises, certains points de désagrégation en sable par circulation de l'eau dans les fissures.

A partir de l'anse de Lérat, les formations rocheuses laissent place à un cordon dunaire sableux (figure 3.2).

#### **3.2.3.2. COUVERTURE SEDIMENTAIRE**

Les plages et l'estran sont en fait des placages sableux peu épais reposant sur un important platier rocheux. Ces placages sableux deviennent de plus en plus importants entre l'anse de Lérat et le port de la Turballe.

Les sédiments sont constitués de sables moyens à grossiers, mélangés à des graviers et quelques galets et possèdent une certaine hétérogénéité (Créocéan, 2002). Les observations de terrains réalisées en Février 2009 ont confirmé ces données.

#### **3.2.3.3. TOPOGRAPHIE TERRESTRE**

Selon la BD ALTI de l'IGN et le levé LIDAR de 2010, les falaises le long de la côte populaire présentent des altitudes supérieures à +10,0m IGN69. A partir de l'anse de Lérat, les altitudes diminuent et sont comprises entre +5,0 et +8,0m IGN69 jusqu'au port de la Turballe.

Trois zones plus basses situées en dessous de +5,0m IGN69 ont pu être identifiées :

- à l'anse de Lérat, du fait du débouché d'un petit cours d'eau,
- à l'anse Belmont,
- au niveau du port de la Turballe.

A notre connaissance, il n'existe pas de levé topo-bathymétrique de détail sur les plages de cette partie du littoral de l'USII.

#### 3.2.3.4. BATHYMETRIE

Les données bathymétriques de la zone sont issues des données du SHOM (figure 1.4). Les fonds se caractérisent par une pente assez marquée qui s'adoucit en direction du Sud-Est. Entre la pointe du Castelli et l'anse de Lérat, l'isobathe -10,0m CM se situe entre 700 et 900m du rivage (la pente moyenne des fonds est d'environ 1,0%). Entre l'anse de Lérat et le port de la Turballe, l'isobathe -10,0m CM s'éloigne à plus de 1200m de la côte (la pente moyenne des fonds est alors de l'ordre de 0,5%).

#### 3.2.3.5. ETATS DE MER EN BORDURE LITTORALE

##### **Régime moyen :**

Compte tenu du linéaire couvert par l'USII-A, la connaissance des agitations locale en bordure littorale est issue des informations recueillies aux points PT3 et PT4, placés respectivement par des fonds -5,0m et -4,0m CM. Les statistiques sont données en figures 3.3 et 3.4.

En termes de direction de propagation, on peut observer les points suivants :

- au point PT3, la direction de provenance des houles est Ouest-Sud-Ouest à Sud-Ouest (N247,5 à N225),
- au point PT4, elles sont plus orientées Ouest à Ouest-Sud-Ouest (N270 à N247,5) par une influence différente des fonds sur les processus de réfraction.

En termes de hauteurs de houle :

- les états de mer restent inférieurs à 1,0m pendant environ 70% du temps (dont environ 40% inférieurs à 0,5m) au niveau des deux points,
- les hauteurs supérieures à 2,0m sont plus fréquentes au point PT3 (près de 7,0%) qu'au point PT4 (3,0% du temps).

Les périodes sont comprises entre 5 et 17s.

***Régime extrême<sup>4</sup> :***

Les houles extrêmes pouvant être observées en bordure littorale aux points PT3 et PT4 sont données en figure 3.3 et 3.4 et reprises dans le tableau ci-après. On peut observer des hauteurs légèrement plus faibles au point PT4 comme déjà observé dans l'analyse des régimes moyens.

TABLEAU 3.1 : REGIME EXTREME DES HOULES EN BORDURE LITTORALE (POINTS PT3 ET PT4)

Période de retour	Hauteur significative (en m) au point PT3	Hauteur significative (en m) au point PT4
1 an	4,7 [4,5 – 5,0]	3,4 [3,3 – 3,6]
5 ans	6,0 [5,5 – 6,4]	4,2 [3,9 – 4,5]
10 ans	6,5 [6,0 – 7,1]	4,6 [4,2 – 4,9]
20 ans	7,0 [6,4 – 7,7]	4,9 [4,5 – 5,3]
50 ans	7,7 [7,0 – 8,5]	5,3 [4,8 – 5,8]
100 ans	8,3 [7,4 – 9,1]	5,6 [5,1 – 6,2]

### 3.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE

#### 3.3.1. PLAGES

L'analyse de la position du trait de côte a été réalisée sur l'ensemble des jeux de photographies aériennes disponibles à savoir les campagnes de 1977, 1999, 2000 et 2004.

Sur les 27 dernières années d'observations, il est difficile de mettre en évidence une tendance nette d'évolution des plages à l'exception éventuellement de la zone située au Nord immédiat du port de la Turballe présentant des reculs quasi-généralisés et compris entre 5,0 et 10,0m. Sur le reste du littoral, au niveau des plages pochées, les évolutions restent contrastées avec des alternances de zones en érosion et d'engraissement – tendances qui se retrouvent aussi sur les différentes années de l'analyse.

<sup>4</sup> Les informations sur les houles extrêmes en bordure littorale sont données à titre indicatif. La calibration des données de houle ayant été faite sur les régimes moyens, une définition de houles de projet pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer devra nécessiter des études de détail spécifiques.

### 3.3.2. FALAISES VIVES

L'analyse historique à partir du cadastre napoléonien de 1823<sup>5</sup> et des photographies aériennes disponibles a pu mettre en évidence une relative stabilité sur la côte populaire, à l'exception de la pointe du Castelli avec des menaces sur le sémaphore et une maison littorale (Créocéan, 2002).

La comparaison des traits de côte à partir des jeux de photographies aériennes de 1977 à 2004 n'a pas permis de mettre en évidence d'évolutions récentes notables du trait de côte.

La base de données des mouvements de terrain du BRGM ne fait pas état d'évènements historiques.

Toutefois, des ouvrages de protection ont été placés localement en pied de falaise et des panneaux de signalisation du danger sont présents (en particulier à la pointe du Castelli) témoignant de zones de fragilité locale.

### 3.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT

La figure 3.5 présente une épure de réfraction pour une condition de houle caractéristique de la zone (état de mer dépassé 10% du temps en moyenne au cours de l'année – Hs = 1,5m ; Tp = 14 s ; Dir = N247,5, Niv = +5,45m CM). Cette épure met en évidence les points suivants :

- un littoral globalement plus exposé au Nord de l'USII-A (entre la pointe du Castelli et l'anse de Lérat environ),
- des successions de zones d'atténuation / concentration des houles devant le rivage certainement liées à la présence (ou non) d'un platier rocheux. Sur les zones de platier rocheux, les phénomènes de réfraction peuvent entraîner des concentrations de houle. Par conservation de l'énergie, les zones adjacentes bénéficient d'atténuation de hauteurs de houle.

Au niveau des courants de déferlement associés à cette condition de houle représentative, on peut observer les points suivants (figure 3.6) :

- des vitesses intenses le long des falaises et des caps rocheux (en particulier au droit de la pointe du Castelli et de la côte populaire),
- au niveau des caps ou autres éperons rocheux naturels, les courants divergent de part et d'autre, et s'orientent vers l'intérieur de chaque anse,
- au Nord immédiat du port de la Turballe, un courant globalement orienté vers le Nord-Ouest s'établit le long des plages jusqu'à la zone de Belmont.

---

<sup>5</sup> Le cadastre napoléonien a été établi en 1819 pour la commune de Mesquer et en 1823 pour la commune de Piriac-sur-Mer.

### 3.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX

La présence d'un ensemble de plages poches successives sur la partie Nord du sous-secteur entre la pointe de Castelli et l'anse de Belmont rend inadaptée le calcul d'un transit littoral car chaque plage se comporte de manière relativement indépendante des autres.

L'analyse des patrons de courant de déferlement décrite précédemment a pu cependant montrer l'établissement d'un courant littoral au Nord immédiat du port de la Turballe. Sur cette zone particulière, l'évolution du trait de côte entre 1977 et 2004 a permis de calibrer la formulation du transit littoral grâce aux engraisements observés contre le port.

Les valeurs obtenues pour les estimations des transits littoraux annuels sont compris entre 3 000 à 9 000 m<sup>3</sup>/an selon les années avec une orientation générale du Sud vers le Nord.

### 3.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL

#### 3.6.1. PLAGES

A la difficulté d'interprétation des données collectées grâce à l'analyse des traits de côte historiques répond la grande utilité de la visualisation des courants de déferlement telle que présentée précédemment.

Sur l'ensemble des petites plages poches présentes sur le littoral, les courants de déferlement sont intenses au niveau de leurs extrémités (constituées généralement d'éperons rocheux naturels) et rentrants vers leur centre. En ce sens, on peut supposer que les échanges de plage à plage restent très limités – l'essentiel des modifications des formes en plan de ces plages se produisant à volumes constants.

Pour chacune de ces plages, il est donc attendu que le stock sableux – aussi faible soit-il – devrait rester relativement constant au cours du temps et que les remaniements locaux devraient essentiellement s'opérer des extrémités des plages vers leurs centres. Les plages pourront aussi répondre aux évolutions des conditions hydrodynamiques locales (influences saisonnières, réponse spécifique à une tempête donnée).

A noter cependant la zone spécifique au Nord immédiat du port de la Turballe où l'on peut observer la présence d'une dérive littorale orientée Sud – Nord. Les apports depuis le Sud étant partiellement voire totalement bloqués par les digues du port de la Turballe, il est à attendre une érosion de la plage sur la partie accolée au port pour des accumulations un peu plus au Nord (au niveau de Ker Elisabeth).

#### 3.6.2. FALAISES VIVES

La portion littorale de falaises vives entre la pointe de Castelli et la pointe du Bichet fait partie de la zone la plus exposée à la houle du sous-secteur. A cette action venant se rajouter l'action des eaux d'infiltration responsables de l'arénisation du granite et de l'altération en argile des micaschistes, cette zone doit être dans un processus d'érosion généralisé.

### 3.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE

#### 3.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL

Les communes littorales de Piriac-sur-Mer et de la Turballe n'ont pas répondu au questionnaire littoral sur l'érosion et la submersion marine (cf. fascicule A).

#### 3.7.2. EROSION MARINE

##### 3.7.2.1. PLAGES

Au regard du schéma de fonctionnement des plages proposé précédemment, l'évolution de chacune des plages poches devrait rester limitée dans le temps et essentiellement liée à des transferts progressifs de sables depuis les extrémités des plages vers leur centre. Ces plages vont avant tout chercher à atteindre une position d'équilibre moyenne vis-à-vis des conditions de houle locale. Les taux d'évolution resteront faibles au cours du temps et généralement inférieurs à -0,10m/an en ce qui concerne les zones en érosion (taux que l'on retrouve pour les plages poches du littoral de Mesquer plus au Nord).

La plage située au Nord immédiat du port de la Turballe est dans une situation de déficit chronique en sables d'une part en raison de la présence des digues du port et, d'autre part, du fait de l'orientation générale Sud/Nord des courants de déferlement. Ce déficit se traduit par un basculement progressif du trait de côte avec des reculs au Sud et des accumulations vers le tombolo du lieu-dit « Ker-Elizabeth ». Les taux d'érosion au Nord immédiat du port de la Turballe devront se manifester au cours du temps sur des rythmes proches de -0,10m/an à -0,20m/an.

Il est important de mentionner que la définition d'un aléa de référence sur ces zones de plages poches n'est pas chose aisée et que la proximité de ces plages de leur position d'équilibre statique doit automatiquement s'accompagner d'une baisse très sensible des taux d'évolution moyen.

##### **Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

##### 3.7.2.2. FALAISES VIVES

Compte tenu à la fois de la tendance à l'érosion des falaises de ce sous-secteur, d'une certaine similarité géologique avec les falaises de Piriac-sur-Mer (sur le littoral au Nord du port de Piriac-sur-Mer) mais d'une exposition accrue à l'action des houles, l'aléa érosion marine de ce tronçon de falaise sera pris égal à l'observation supérieure des taux d'évolution établis par les études de détail sur Piriac-sur-Mer soit -0,10m/an en moyenne.

##### **Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

### 3.7.3. SUBMERSION MARINE

#### 3.7.3.1. NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER

Les niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer pour les différentes périodes de retour sont rappelés dans le tableau ci-dessous dans lequel est aussi donné le niveau centennal dans l'hypothèse d'une surélévation du niveau moyen de la mer de +0,60m à l'horizon 2100.

TABLEAU 3.2 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER SUR L'USII-A (EN M IGN69)

	20 ans	50 ans	100 ans	100 ans à 2100
Niveau	3,60	3,70	3,75	4,35

Ces niveaux statiques ne prennent donc pas en compte l'élévation locale du niveau d'eau liée à l'effet du set-up sur les plages (niveau dynamique). Celle-ci est comprise entre +0,40 et +0,55m selon les conditions de houle considérées (houle annuelle à centennale et à l'aide de la formulation de Stockdon et al.).

Compte tenu de l'altimétrie des terrains littoraux sur cette zone, il n'a pas été identifié de points de pénétration des flux de marée sur l'USII-A. Localement (anse de Lérat, anse Belmont, Nord immédiat port de la Turballe), il serait possible que des paquets de mer viennent impacter la première ligne littorale mais sur des conditions exceptionnelles et en prenant en compte l'hypothèse de changement climatique (niveau 100 ans à 2100).

#### **Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement de submersion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

### 3.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION MARINE

La bande des terrains concernés par l'érosion marine pour les 100 prochaines années est présentée en figure 3.8. Il n'y a pas de cartographie de l'aléa submersion en raison de la présence, selon les données LIDAR, de terrains côtiers situés au-dessus des niveaux précédemment cités.

#### **Aléa érosion :**

Selon l'approche retenue dans le cadre de la présente étude, on peut s'apercevoir que les érosions de trait de côte restent limitées même à l'horizon 100 ans d'une part en grande partie à la situation de quasi-équilibre statique des plages poches entre la pointe de Bichet et le port de la Turballe.

Les enjeux potentiellement touchés sont les suivants (à l'horizon 100 ans) :

- le sémaphore et une maison littorale au sud de la pointe de Castelli,
- quelques éperons rocheux en extrémité de plages poches où la disparition progressive du sable pourrait venir augmenter les attaques de pied de falaises (anse de Lérat, anse de Belmont...).

oOo

---

## 4. USII – B : LES PLAGES DE PEN-BRON

---

### 4.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le sous-secteur USII-B est limité au Nord par le port de la Turballe et au Sud par le débouché du traict du Croisic (appelé aussi « goulet » du Croisic). Il couvre un linéaire d'environ 5,0km situé entièrement sur la commune de la Turballe.

### 4.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL

#### 4.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE

La morphologie générale des plages de Pen-Bron est celle d'un cordon sableux de type flèche sédimentaire. Il s'agit en fait du bras Ouest du double tombolo reliant le continent au Croisic. En bordure de traict, la flèche possède une largeur comprise entre 100 et 300m.

Cette zone peut être divisée en deux entités distinctes (figure 4.1) :

- la plage sableuse longue de 2900m environ depuis le port de la Turballe. De forme convexe et ouverte sur l'Ouest, cette plage possède un cordon dunaire qui devient de plus en plus haut en se déplaçant vers le Sud (à l'exception des 400 premiers mètres au Sud immédiat du port avec la présence d'un mur en béton d'arrière plage). Il s'agit d'une des zones les plus naturelles et sauvages du littoral de Loire-Atlantique,
- la zone protégée par le perré longitudinal en enrochements. Localisée au Sud de la zone de plage, cette zone possède un linéaire d'environ 2100m au droit duquel la plage sèche a quasiment entièrement disparu,

On peut observer sur ce sous-secteur deux poches d'urbanisations localisées :

- l'une sur la moitié Nord constituée d'habitations, de campings et d'un village vacances,
- l'autre à l'extrémité Sud avec le centre médical hélio-marin.

Les informations détaillées sur les plages de ce sous-secteur sont données dans le fascicule B, fiches USII-P3 (littoral Nord urbanisé), USII-P4 (zone naturelle) et USII-P5 (ouvrage de protection et centre médical hélio-marin).

#### 4.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE

Les ouvrages de protection littorale sont de deux types :

- un mur en béton séparant la plage de la route et situé au Sud immédiat du port de la Turballe sur 400m de long environ (fiche USII-O4 du fascicule B),
- un perré en enrochements se transformant en perré maçonné vers le Sud au droit du centre médical (fiche USII-O5 du fascicule B) et situé sur un linéaire de 2100m environ le long de l'extrémité Sud de la flèche sableuse.

Entre ces deux zones protégées, le cordon dunaire reste naturel et stabilisé par des ganivelles.

A noter la présence d'un émissaire et d'un épi au niveau de l'extrémité Sud de la pointe de Pen-Bron (face au débouché du traict du Croisic).

Par ailleurs, une des spécificités de la zone réside dans la présence de la jetée du Tréhic réalisée en 1723 pour protéger le débouché du traict des houles océaniques. Cette jetée est longue de 840 m et joue un rôle important dans la dynamique sédimentaire de l'extrémité Sud de la pointe de Pen-Bron.

#### 4.2.3. OPERATIONS DE DRAGAGE DU DEBOUCHE DU TRAICT DU CROISIC

Les chenaux du débouché du traict du Croisic sont régulièrement dragués afin d'y entretenir les profondeurs pour la navigation. Les opérations de dragage sont réalisées tous les 2 à 3 ans en moyenne et intéressent des volumes compris entre 15 000 m<sup>3</sup> et 30 000 m<sup>3</sup> par opération. Le tableau suivant fourni par la DDEA 44 donne une synthèse des volumes dragués par opération depuis 1995 jusqu'à 2007.

**TABLEAU 4.1 : SYNTHESE DES VOLUMES DRAGUES AU DEBOUCHE DU TRAICT DU CROISIC (EN M<sup>3</sup>)**

<b>Année</b>	<b>Chenal d'accès<sup>6</sup></b>	<b>Grande Jonchère</b>	<b>Chenal des Vaux</b>	<b>Total</b>
<b>1995</b>	13 000	3 000	6 000	22 000
<b>1997</b>	15 000	-	-	15 000
<b>2001</b>	20 000	3 000	-	23 000
<b>2004</b>	22 000	3 300	-	25 300
<b>2007</b>	19 000	4 000	5 000	28 000
<b>Total</b>	<b>89 000</b>	<b>13 300</b>	<b>11 000</b>	<b>113 300</b>

Nous ne disposons pas de données précises sur la qualité des sédiments dragués qui sembleraient être cependant des sables de bonne qualité selon les informations recueillies auprès de la DDEA 44.

<sup>6</sup> Le chenal d'accès correspond au chenal longeant la jetée du Tréhic. La Grande Jonchère se situe à l'Ouest immédiat du port du Croisic. Le chenal des Vaux est le chenal Sud longeant le littoral du Croisic.

Les zones d'évacuation des sables se situent au large de la jetée du Tréhic ce qui implique que ces sédiments sont quasi définitivement extraits de la dynamique sédimentaire locale.

#### **4.2.4. CONDITIONS NATURELLES**

##### **4.2.4.1. GEOLOGIE**

Toute la bordure littorale est constituée de formations dunaires récentes recouvrant un socle granitique (figure 4.2).

La flèche de Pen-Bron se serait mise en place au Moyen-âge (Pinot, 1998). Elle se serait créée devant une flèche sédimentaire déjà en place (la flèche de Lanclay) qui se situerait aujourd'hui à plus d'un kilomètre en arrière dans les terres.

##### **4.2.4.2. COUVERTURE SEDIMENTAIRE**

Les prélèvements effectués sur l'estran et les petits fonds entre le centre de la plage et la pointe Sud ont mis en évidence la présence de sables moyens à grossiers (Sogreah, 2002).

Les visites de site réalisées dans le cadre de cette étude ont confirmé ces données en ajoutant que les sédiments tendraient aussi à devenir plus grossiers vers le Nord.

##### **4.2.4.3. TOPO-BATHYMETRIE**

Le levé topo-bathymétrique complet de la zone établi en 2002 met en évidence les points suivants (cf. figure 4.3) :

- les dunes culminent aux alentours de +8,0 à +11,0m CM (soit de +5,0 à +8,0m IGN69),
- au Nord du village de vacances, la plage sèche est large d'environ 50m,
- au Sud du village, sa largeur diminue jusqu'à disparaître,
- à l'inverse, l'estran (fonds situés au-dessus du 0m CM) s'élargit en direction du Sud au niveau du débouché du traict du Croisic : de 200m de large au Nord, il passe à 600m devant le centre médical où il correspond au delta de jusant du traict du Croisic,
- les petits fonds suivent la même tendance que l'estran avec des isobathes qui ont tendance à s'éloigner du rivage en se rapprochant du débouché du traict du Croisic. L'isobathe -5,0m CM se situe à 700m du rivage au Nord (zone proche du port de la Turballe) pour 1400m au droit de l'extrémité Sud de la flèche.

Le levé LIDAR de 2010 donne des informations altimétriques du cordon dunaire proches de 2002 pour la partie Nord de la zone mais comprises entre +8,0 et +10,0m IGN69 sur la partie centrale et la partie Sud.

Le débouché du trait du Croisic présente des fonds constitués de deux chenaux séparés par les rochers Mabons :

- le chenal principal le long du Croisic, au Sud des rochers, avec des profondeurs atteignant -3,0 à -5,0m CM,
- Le chenal secondaire au Nord des rochers, plus large, moins profond et formé de plusieurs bancs de sable.

#### 4.2.4.4. ETATS DE MER EN BORDURE LITTORALE

La connaissance des états de mer au droit de la flèche de Pen-Bron est issue des informations recueillies aux points PT5 et PT6 placés par des fonds -5,0m CM et localisés en figure 1.11. Les statistiques sont données en figures 4.4 et 4.5.

##### **Régime moyen :**

En termes de direction de propagation, on peut observer les points suivants :

- au point PT5, les états de mer proviennent majoritairement de l'Ouest (N270) à 59% du temps. Les états de mer du Sud-Ouest (N247,5) représentent une part de 34% des apparitions,
- au point PT6, les états de mer proviennent majoritairement de l'Ouest (N270) à 91% du temps en grande partie dû aux effets de diffraction sur la presqu'île du Croisic ce qui resserre le pinceau directionnel.

En termes de hauteurs de houle :

- pour les deux points, près de 80% des états de mer restent inférieurs à 1,0m (dont 47% et 56% inférieurs à 0,5m respectivement au PT5 et PT6),
- les hauteurs supérieures à 2,0m restent inférieures à 2,0% du temps pour les deux points.

Les périodes sont comprises entre 5 et 15s.

**Régime extrême<sup>7</sup>** :

Les houles extrêmes pouvant être observées en bordure littorale aux points PT5 et PT6 sont données en figures 4.4 et 4.5 et reprises dans le tableau ci-après. On peut observer des hauteurs légèrement plus faibles au point PT5.

**TABEAU 4.2 : REGIME EXTREME DES HOULES EN BORDURE LITTORALE (POINTS PT5 ET PT6)**

<b>Période de retour</b>	<b>Hauteur significative (en m) au point PT5</b>	<b>Hauteur significative (en m) au point PT6</b>
1 an	3,1 [2,9 – 3,2]	3,5 [3,3 – 3,7]
5 ans	3,8 [3,6 – 4,1]	4,5 [4,2 – 4,9]
10 ans	4,2 [3,8 – 4,5]	5,0 [4,5 – 5,4]
20 ans	4,5 [4,1 – 4,9]	5,4 [4,9 – 5,9]
50 ans	4,9 [4,5 – 5,4]	6,0 [5,4 – 6,6]
100 ans	5,2 [4,7 – 5,8]	6,4 [5,7 – 7,1]

**4.2.4.5. COURANTS DE MAREE DANS LE GOULET DU TRAIT DU CROISIC**

Au niveau du goulet du trait du Croisic viennent s'ajouter à l'action des houles les effets des courants de flot et de jusant issus du remplissage et de la vidange du trait par la marée.

Les vitesses maximales pouvant être atteintes pour une marée moyenne de vives-eaux ont pu être calculées à l'aide d'une modélisation numérique courantologique (Sogreah, 2002). Les résultats sont les suivants :

- à l'entrée du goulet (le long de la jetée du Tréhic) : les vitesses sont de l'ordre de 1,0m/s au jusant (PM+3h) et de 0,8m/s au flot (PM+11h),
- dans le chenal principal du goulet : les vitesses sont de l'ordre de 1,6m/s au jusant et de 1,8m/s au maximum de flot,
- dans le chenal secondaire du goulet : les vitesses sont de l'ordre de 1,3m/s au jusant et de 1,8m/s au maximum de flot,
- au niveau du delta de jusant, les courants ne dépassent pas 0,3m/s au jusant alors qu'ils atteignent 1,2m/s au moment du flot.

<sup>7</sup> Les informations sur les houles extrêmes en bordure littorale sont données à titre indicatif. La calibration des données de houle ayant été faite sur les régimes moyens, une définition de houles de projet pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer devra nécessiter des études de détail spécifiques.

### 4.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE

L'analyse de la position du trait de côte a été réalisée sur l'ensemble des jeux de photographies aériennes disponibles à savoir les campagnes de 1977, 1999, 2000 et 2004. Les résultats sont présentés sur la figure 4.6.

On peut mettre en évidence les points suivants du Nord vers le Sud :

- une tendance à l'engraissement sur la période 1977-2004 plus particulièrement sensible au niveau du port de la Turballe. Sur la période récente (1999-2004) la zone reste cependant relativement stable,
- des érosions se manifestant à partir du Sud immédiat du camping et qui ont atteint jusqu'à 20m,
- la disparition progressive de la plage au niveau de la zone protégée par le perré en enrochements (à noter qu'au cours de cette période (en 2001) l'ouvrage a été prolongé vers le Nord).

### 4.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT

La figure 4.7 présente une épure de réfraction pour une condition de houle caractéristique de la zone (état de mer dépassé 10% du temps en moyenne au cours de l'année – Hs = 1,5m ; Tp = 14 s ; Dir = N247,5 ; Niv = +5,45m CM).

Cette épure met en évidence les points suivants :

- sur l'extrémité Nord de la flèche (au Sud immédiat du port de la Turballe), les houles arrivent au littoral avec une incidence Sud-Ouest,
- sur la partie centrale de la flèche, les houles arrivent avec une incidence quasi Ouest sous les effets combinés de réfraction / diffraction autour de la presqu'île du Croisic,
- sur la partie Sud, aux effets précédemment évoqués vient se superposer la diffraction locale autour de la jetée du Tréhic. Les houles arrivent alors à la côte avec une incidence Nord-Ouest.
- en termes de hauteurs, les états de mer sont plus forts au Nord puis diminuent vers le Sud sous les effets de réfraction / diffraction.

Au niveau des courants de déferlement associés à cette condition de houle représentative, on peut observer les points suivants (figure 4.8) :

- une répartition duale des courants de déferlement avec une orientation générale Sud/Nord au Nord de la zone et une orientation Nord/Sud plus au Sud. Le point de divergence des courants se situe aux environs du camping soit à peu près à 2,5 km au Sud du port de la Turballe,
- des vitesses de courants relativement faibles (de l'ordre de quelques dizaines de cm/s) en raison de la faible incidence de la houle par rapport à l'orientation générale du trait de côte.

#### 4.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX

Les plages de Pen-Bron ont été découpées en trois zones successives sur lesquelles une direction unique du trait de côte a été retenue afin d'estimer les valeurs des intensités et direction du transit littoral :

- zone Nord couvrant un linéaire d'environ 1,4km depuis le port de la Turballe. L'orientation moyenne du trait de côte y a été prise au N165° - N345°;
- zone centrale en prolongement de la zone Nord sur un linéaire d'environ 1,9km. L'orientation moyenne du trait de côte y a été prise au N185° - N5°;
- zone Sud jusqu'à la pointe de Pen-Bron. L'orientation moyenne du trait de côte y a été prise au N120° - N300°;

Les calculs, basés sur la calibration de la formule de transport issue de l'USII-A (à l'aide des engraisements observés contre le port de la Turballe), donne les estimations suivantes :

- zone Nord : transit littoral de 3000 m<sup>3</sup>/an à 9000 m<sup>3</sup>/an orienté du Sud vers le Nord,
- zone centrale : transit littoral de 8000 m<sup>3</sup>/an à 17000 m<sup>3</sup>/an orienté du Sud vers le Nord,
- zone Sud : transit littoral de 8000 m<sup>3</sup>/an à 16000 m<sup>3</sup>/an orienté du Nord vers le Sud,

A noter que les calculs effectués sur la zone Sud ne peuvent pas prendre en compte les effets dus à la diffraction de la houle sur la jetée du Tréhic ni les effets induits par les courants de vidange du traict du Croisic.

#### 4.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL

Le fonctionnement hydrosédimentaire des plages de Pen-Bron peut être scindé selon deux zones distinctes (figure 4.11) :

- **une zone Nord**, comprise entre le port de la Turballe et l'extrémité Nord de la protection en enrochements, avec des évolutions essentiellement liées à l'action des houles déferlantes,
- **une zone Sud** sur environ tout le linéaire de la protection en enrochements et influencée par l'action combinée de la houle et des courants de marée.

##### Zone Nord :

Sous les effets combinés de la dérive littorale orientée du Sud vers le Nord et du déficit d'apports depuis le Sud en raison de la disparition progressive de la plage au droit des perrés, la zone Nord est sujette à des érosions qui se manifestent avec d'autant plus d'intensités que l'on se trouve proche de la limite de la zone protégée. Les sables érodés sont pour grande partie transportés vers le Nord jusqu'au point de blocage matérialisé par la digue de la Turballe.

Visuellement, ce phénomène se traduit par un basculement progressif du trait de côte du Sud vers le Nord. Les visites de terrain ont confirmé cette dynamique avec les constats suivants :

- présence de falaises d'érosion sur la dune (qui débutent au niveau du camping – photo 1),
- ganivelles déterrées sur le front dunaire (au Sud du camping – photo 2),
- blockhaus situés dans le passé sur le haut de dune et présents aujourd'hui sur la plage (photos 3 et 4).



1. Début des falaises d'érosion au droit du camping.



2. Ganivelles déterrées au sud du camping.



3. Blockhaus sur la plage



4. Importantes falaises d'érosion en arrière des blockhaus

### **Zone Sud :**

Dans un premier temps, on peut rappeler le schéma généralement adopté pour décrire le fonctionnement de ces zones particulières de débouchés (phénomène cyclique d'équilibre/déséquilibre) :

- apports de sables par les courants de déferlement de la houle vers la zone du débouché,
- progression de la flèche et diminution de la section mouillée du débouché,
- augmentation des vitesses des courants de jusant et reprise des sables apportés vers le large,
- alimentation du delta de jusant à l'extérieur du débouché,
- reprise des sédiments présents sur le delta de jusant par les courants de la houle et réalimentation des plages.

La construction de la jetée du Tréhic en 1723 et allongée en 1840 a modifié les conditions hydrodynamiques locales au niveau de la pointe de Pen-Bron. La situation théorique d'équilibre<sup>8</sup> est aujourd'hui largement en retrait par rapport au trait de côte actuel (figure 4.10). Les enrochements ont eu pour but de stabiliser le trait de côte sur une position compatible avec les enjeux en place.

Cependant, cette mise en place de protections a entraîné une diminution des apports vers le Sud (tout comme vers le Nord – cf. paragraphe précédent) et a donc modifié par la même le cycle de fonctionnement du goulet. La recherche du nouvel équilibre du goulet a entraîné des dépôts dans les chenaux.

Les dragages de ces chenaux et l'évacuation des matériaux hors du système ont à nouveau modifié le cycle de fonctionnement du goulet créant à chaque opération de dragage une accélération de la demande en sédiments en provenance du Nord et donc une accélération des phénomènes d'érosion.

#### **Effet d'une tempête isolée sur la plage et le cordon dunaire :**

Lors d'une forte tempête, les échanges dans le profil peuvent devenir importants et entraîner à la fois des abaissments du profil et des reculs du front dunaire. Afin d'évaluer le risque d'une ouverture de brèche dans le cordon dunaire, nous avons simulé l'impact d'une tempête décennale avec un niveau de pleine-mer de vives-eaux sur un profil de plage sur la zone la plus sensible à l'érosion (au Sud du camping). Les résultats présentés sur la figure 4.9 mettent en évidence que le cordon dunaire est attaqué (transferts de sable du haut de plage vers les petits fonds) mais conserve son intégrité physique à l'issue de la tempête.

Les caractéristiques locales du cordon dunaire permettent donc d'assurer que, sur des conditions fortes (mais non exceptionnelles), le cordon dunaire du littoral des plages de Pen-Bron résistera à l'action de la houle.

## **4.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE**

### **4.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL**

Les communes littorales de Piriac-sur-Mer et de la Turballe n'ont pas répondu au questionnaire littoral sur l'érosion et la submersion marine (cf. fascicule A).

### **4.7.2. EROSION MARINE**

La connaissance de l'érosion marine sur les zones de plages est tirée de la proposition de schéma de fonctionnement de la zone et des indications données par les résultats de l'analyse historique de la position du trait de côte. Les propositions sont les suivantes :

- une zone préférentielle d'érosion située au Nord immédiat de la protection en enrochements avec des reculs estimés de -0,40m/an en moyenne,

---

<sup>8</sup> Cette estimation est basée sur une théorie de diffraction pure en l'absence de courants de marée (Hsu et Evans, 1989). Elle donne cependant une bonne idée de la situation vers laquelle la plage souhaiterait tendre.

- une zone de transition entre la zone d'érosion et d'engraissement au niveau des zones d'habitations,
- une zone préférentielle d'engraissement à partir du point précédemment évoqué et jusqu'au port de la Turballe. Les taux d'évolution moyens sont attendus de l'ordre de +0,15m/an et pouvant éventuellement atteindre +0,70m/an au niveau de la digue Sud du port de la Turballe en raison des effets locaux de diffraction autour du musoir de la digue.

Conformément à l'approche méthodologique retenue dans le cadre de cette étude, le trait de côte restera positionné au niveau du perré Sud au cours des années à venir sous réserve que les entretiens soient toujours réalisés.

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

#### 4.7.3. SUBMERSION MARINE

Les niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer pour les différentes périodes de retour sont rappelés dans le tableau ci-dessous dans lequel est aussi donné le niveau centennal dans l'hypothèse d'une surélévation du niveau moyen de la mer de +0,60m à l'horizon 2100.

TABLEAU 4.3 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER SUR L'USII-B (EN M IGN69)

	20 ans	50 ans	100 ans	100 ans à 2100
Niveau	3,60	3,70	3,75	4,35

Ces niveaux statiques ne prennent donc pas en compte l'élévation locale du niveau d'eau liée à l'effet du set-up sur les plages (niveau dynamique). Celle-ci est comprise entre +0,55 et +0,70m selon les conditions de houle considérées (houle annuelle à centennale et à l'aide de la formulation de Stockdon et al.).

Compte tenu de l'altimétrie des terrains littoraux sur cette zone, il n'a pas été identifié de points de pénétration des flux de marée sur l'USII-B.

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement de submersion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

#### 4.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION MARINE

La bande des terrains concernés par l'érosion marine pour les 100 prochaines années est présentée en figure 4.12. Il n'y a pas de cartographie de l'aléa submersion en raison de la présence d'un cordon dunaire haut et large et dont nous avons vérifié la stabilité en période de tempête. Les submersions venant du trait du Croisic seront traitées dans le chapitre suivant.

**Aléa érosion :**

Selon l'approche retenue dans le cadre de la présente étude, on peut s'apercevoir que les érosions de trait de côte restent limitées même à l'horizon 100 ans et que seuls la plage et le cordon dunaire situés entre le camping et le perré en enrochements seront touchés.

Il est aussi important de mentionner que la sécurisation actuelle des terrains urbanisés au niveau de la pointe de Pen-Bron est uniquement due à la présence du perré. En l'absence de ce dernier, la totalité de ces aménagements viendraient à disparaître.

oOo

---

## 5. USII – C : LE TRAIT DU CROISIC

---

### 5.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le trait du Croisic, constituant l'USII-C, est un ensemble lagune-marais qui s'étend sur les communes de la Turballe, de Guérande, de Batz-sur-Mer et du Croisic. Son débouché en mer se trouve entre la pointe de Pen-Bron et la presqu'île du Croisic.

### 5.2. ÉTAT ACTUEL DU TRAIT

#### 5.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE

Le trait du Croisic peut être divisé en trois grands secteurs (figure 5.1). De l'aval vers l'amont, ces secteurs sont les suivants (Ifremer, 2006) :

- **la lagune** : zone intertidale d'une surface de 700ha qui se remplit et se vide par la marée via un réseau de chenaux et un débouché de 500m de large environ situé entre la pointe de la flèche de Pen-Bron et la presqu'île du Croisic. La lagune se divise en deux sous-zones :
  - le Petit Trait au Nord alimenté par le chenal principal de Pen-Bron,
  - le Grand Trait au Sud alimenté par le chenal principal des Vaux.

Ces chenaux sont séparés par le Gros Banc situé à l'Est du débouché. Cette zone appartient au DPM et est occupée par l'activité conchylicole (production de palourdes, de moules, d'huîtres et surtout de coques),

- **les marais salants guérandais** (emprise de 2000ha) : zone sans relief soumise à la marée, aménagée pour l'activité salicole et séparée du Domaine Public Maritime (DPM) par un système de digues,
- **la ceinture urbaine de Guérande au Croisic** : zone présentant un coteau agricole, avec un ensemble de petits ruisseaux à écoulement temporaire non soumis à l'influence des marées et un cours d'eau principal - l'étier du Pouliguen - qui contribue à l'alimentation et la vidange des marais salants depuis la baie de la Baule-Escoublac. Dans le secteur du Croisic et de Batz-sur-mer, le réseau hydrographique est quasiment inexistant, et les écoulements se font en général par le réseau d'évacuation des eaux pluviales.

## **5.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE**

La lagune est séparée des marais salants par un système de digues qui culminent entre +3,0 et +3,5m IGN69, et pouvant atteindre localement +4,0m IGN69. Il s'agit d'anciennes digues en terre, maçonnées côté mer et dans un mauvais état général. Ces ouvrages sont reportés et décrits dans les fiches USII-O16 du fascicule B.

A l'intérieur des marais, les différentes salines sont aussi séparées d'un dense réseau de digues.

## **5.2.3. CONDITIONS NATURELLES**

### **5.2.3.1. GEOLOGIE**

Les terrains des marais du Croisic sont composés d'alluvions récentes liées au comblement de cette dépression : sables limoneux, argiles et tourbes qui datent du Flandrien (figure 5.2).

### **5.2.3.2. COUVERTURE SEDIMENTAIRE**

A notre connaissance, il n'existe pas de données précises sur la couverture sédimentaire de la lagune. Ce genre de lagune est habituellement composé de sédiments sableux assez fins et de fines de type silts, avec les sédiments les plus grossiers normalement disposés au fond des chenaux et les sédiments fins sur les bancs inter-tidaux et en fond de lagune.

### **5.2.3.3. TOPOGRAPHIE ET BATHYMETRIE**

L'altimétrie des terrains est issue du LIDAR réalisé par l'Ifremer en 2010 (figure 5.3).

Les zones de marais se caractérisent par des terrains bas culminant entre +2,0 et +3,0m IGN69. Les terrains agricoles situés en périphérie des marais présentent également des altitudes basses pouvant être inférieures à +5,0m IGN69.

Dans la lagune, les fonds sont inférieurs à +2,0m IGN69. Les profondeurs les plus importantes sont observées dans les chenaux, les profondeurs maximales de -2,0m IGN69 étant rencontrées au niveau du débouché.

### **5.2.3.4. AGENTS HYDRODYNAMIQUES**

Le trait du Croisic est soumis à trois agents hydrodynamiques :

- la marée qui va mettre en mouvement les eaux sous l'influence des courants (agent prédominant sur la zone),
- l'agitation due à la pénétration des houles océaniques ou aux clapots levés par les vents locaux,
- les apports d'eau douce (débit fluvial).

**Courants de marée :**

Les courants à l'intérieur du traict du Croisic suivent principalement l'axe des chenaux puis s'épanouissent dans l'ensemble de la lagune.

Les vitesses des courants sont généralement relativement faibles à l'intérieur de la lagune. Elles peuvent cependant atteindre au maximum 1,3m/s dans les chenaux des Vaux et de Pen-Bron et jusqu'à 1,8 à 2,0m/s au flot au niveau du débouché (figures 5.4 et 5.5) (Ifremer, 2006 ; Sogreah 2002).

Le volume d'eau oscillant est compris entre 11,0 (en mortes-eaux) et 20,0 millions de m<sup>3</sup> (en vives-eaux) (Ifremer, 2006).

**Agitation :**

Deux types d'agitation sont à prendre en compte :

- les houles océaniques pouvant s'introduire dans le traict après diffraction autour de la jetée du Tréhic. Ces houles restent cependant très faibles : une houle de hauteur significative supérieure à 0,3m au niveau de l'entrée du traict ne se produirait que quelques heures par an (Sogreah, 1997),
- les clapots générés par les vents soufflant sur le traict. Leurs caractéristiques (hauteurs, direction) sont fonction de l'intensité et de la direction du vent. Des valeurs caractéristiques de clapots sont données dans le tableau suivant (formulation SMB73).

**TABLEAU 5.1 : ESTIMATION DES CARACTERISTIQUES DES CLAPOTS EN FOND DE TRAICT DU CROISIC**

Direction	Fetch		Intensité du vent (en m/s)			
			5	10	15	20
Ouest	3,0km	Hauteur significative (m)	0,2	0,4	0,6	0,7
		Période pic (s)	1,6	2,2	2,7	3,0

L'agitation résultante reste donc très faible dans la baie (inférieure au mètre).

**Hydrologie :**

Les apports d'eau douce sont très faibles dans le traict en raison d'un réseau hydrographique peu développé.

### 5.3. DIAGNOSTIC HYDROSEDIMENTAIRE

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude exhaustive sur le fonctionnement hydrosédimentaire du traict du Croisic comme il en existe au niveau du traict de Pen-Bé.

Cela étant, le traict du Croisic (au même titre que le traict de Pen-Bé et que la majorité des lagunes littorales françaises) est sans aucun doute sujet à des phénomènes de sédimentation en raison :

- du transport en suspension de sédiments d'origine marine sous l'action des courants de marée,
- des possibles apports vaseux en crue (panache turbide) de la Vilaine et de la Loire.

Par ailleurs, les facteurs anthropiques (par la présence des parcs conchylicoles et leur densification) pourraient venir accentuer ce phénomène d'exhaussement des fonds.

### 5.4. CONNAISSANCE DES PHENOMENES DE SUBMERSION MARINE

#### 5.4.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL

Les communes de la Turballe, du Croisic et de Batz-sur-Mer n'ont pas répondu au questionnaire littoral sur l'érosion et la submersion marine (cf. fascicule A).

#### 5.4.2. SUBMERSION MARINE

Les niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer pour les différentes périodes de retour sont rappelés dans les tableaux ci-dessous dans lesquels est aussi donné le niveau centennal dans l'hypothèse d'une surélévation du niveau moyen de la mer de +0,60m à l'horizon 2100. Le premier tableau correspond à une donnée en entrée du traict du Croisic et le second en entrée de l'étier du Pouliguen qui est aussi connecté aux marais de Guérande.

TABLEAU 5.2 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER SUR L'USII-C EN ENTREE DU TRAIT DU CROISIC (EN M IGN69)

	20 ans	50 ans	100 ans	100 ans à 2100
Niveau	3,55	3,65	3,70	4,30

Ces niveaux statiques sont estimés en entrée du traict et ne prennent donc pas en compte l'élévation locale du niveau d'eau en fond de lagune (niveau dynamique). Celui-ci est compris entre +0,15 et +0,25m pour des vents d'Ouest soufflant entre 10 à 30 m/s.

**TABLEAU 5.3 : NIVEAUX STATIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER EN ENTREE DE L'ETIER DU POULIGUEN (EN M IGN69)**

	<b>20 ans</b>	<b>50 ans</b>	<b>100 ans</b>	<b>100 ans à 2100</b>
<b>Niveau statique</b>	3,70	3,80	3,90	4,50

**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.

**5.4.3. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE SUBMERSION MARINE**

L'analyse croisée des cotes altimétriques sur les digues de séparation de la lagune et des marais (entre +3,0 et +3,5m IGN69 et localement +4,0m IGN69) et des niveaux d'eau (statiques + dynamiques) met en évidence des risques importants de franchissements des ouvrages. En sus, il est important de rappeler que les zones de marais sont aussi connectées de manière « ouvertes » à la lagune via les divers étiers favorisant ainsi la pénétration de la marée. Ces risques ont été mis en évidence lors du passage de la tempête Xynthia.

Les figures 5.6 à 5.9 donnent la cartographie de l'aléa submersion marine de l'USII-C pour les différentes périodes de retour retenues.

Compte tenu des différences de niveaux statiques entre les deux entrées des flux de marée (débouché du traict du Croisic à l'Ouest et étier du Pouliguen à l'Est), nous avons pris le parti de cartographier les zones à l'Ouest de la route départementale D774 (reliant Guérande à Batz-sur-mer) à l'aide du niveau statique en entrée du traict du Croisic (cf. tableau 5.2) et à l'Est de la D774 à l'aide du niveau statique en entrée de l'étier du Pouliguen (cf. tableau 5.3). Ce choix est basé sur des considérations hydro-morphologiques de la zone (difficultés de passage des flux de marée sous la route départementale) mais nécessiterait d'être confirmé par des études hydrauliques de détail.

La zone submersible s'étale sur une vaste zone qui englobe les secteurs de la Baule – le Pouliguen. Elle reste cependant une enveloppe a maxima compte tenu des effets de retenues offerts par les différentes digues et casiers. Une approche numérique sur la base de données altimétriques détaillées de type LIDAR permettrait de mieux appréhender l'emprise des zones de submersion.

Dans le détail, la submersion marine peut concerner les terrains suivants :

- la totalité des marais salants, avec un aléa fort,
- la voie SNCF et plusieurs axes routiers (routes communales, départementales ou nationales),
- les terrains bas situés en bordure de l'étier du Pouliguen où des zones urbaines pourraient être concernées par un aléa faible à moyen,
- quelques habitations à Batz-sur-Mer situées en bordure des marais,
- Quelques habitations au Croisic en bordure de traict.

oOo

---

## 6. USII – D : LA COTE SAUVAGE – DE LA JETEE DU TREHIC A LA POINTE DE PENCHATEAU

---

### 6.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le sous-secteur USII-D de la côte sauvage forme un littoral de près de 25km de long entre la jetée du Tréhic et la pointe de Penchâteau. Il couvre les communes du Croisic, de Batz-sur-Mer et du Pouliguen.

### 6.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL

#### 6.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE

Dans un passé géologique récent, la zone littorale du Croisic, de Batz-sur-mer et du Pouliguen était une île qui a été partiellement reliée à la terre par un tombolo structuré comme suit :

- à l'Ouest, la zone littorale de la flèche de Pen-Bron sur la commune de la Turballe qui laisse malgré tout subsister un chenal de communication entre la mer et le traict du Croisic,
- à l'Est, la zone littorale du Pouliguen et de la baie de la Baule-Escoublac en totale connexion.

La morphologie côtière du sous-secteur est constituée à 19% de plages essentiellement localisées au Nord de la pointe du Croisic (à l'exception de la baie de la Barrière). Le reste du littoral (81% du linéaire total) est formé de falaises vives (figure 6.1).

Les plages situées au Nord de la presqu'île du Croisic sont faiblement étendues et reposent sur un important platier rocheux. Le haut de plage alterne entre petits cordons dunaires et ouvrages longitudinaux de protection. Cette même configuration peut se retrouver au niveau de la plage de la baie de la Barrière longue de 1300m (USII-P8 du fascicule B).

A l'Ouest de la baie de la Barrière, les falaises vives sont massives, hautes et verticales (fiche USII-F2 du fascicule B). Les placages sableux en pied sont quasi inexistant, sauf à l'Est de Pénavel où ils sont étroits et peu épais (baie de Jumel, Port Lin, baie du Crucifix).

A l'Est jusqu'au Pouliguen, on retrouve des falaises vives possédant de nombreux placages sableux en pied (en particulier autour de la baie de la Gouvelle) et ponctuellement la réapparition d'un cordon dunaire (fiche USII-F3 et USII-F4 du fascicule B).

Les terrains situés en arrière ne sont pas très élevés et occupés par une route départementale et des zones d'habitation (fiches USII-P6 et USII-P7 du fascicule B).

## **6.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE**

Plusieurs ouvrages littoraux ont été érigés pour protéger les enjeux de première ligne et limiter le recul du trait de côte. Il s'agit de murs maçonnés ou en béton et de perrés maçonnés ou en enrochements qui sont présentés dans les fiches USII-O18 à O45 du fascicule B.

## **6.2.3. CONDITIONS NATURELLES**

### **6.2.3.1. GEOLOGIE**

Deux types de roches sont observés sur l'USII-D (figure 6.2) :

- du granite sur l'ensemble de la presqu'île du Croisic jusqu'à la baie du Dervin et entre la baie du Scal et la pointe Pierre Plate (formation de Guérande jusqu'à la baie des Bonnes Sœurs, puis formation de Saint-Père-en-Retz). Sur ces portions, la roche est dure et possède globalement une bonne homogénéité (en particulier le granite de Guérande). Seules les zones de fracture qui fragilisent la roche sont sensibles aux assauts répétés de la houle et facilitent la formation de grottes,
- des gneiss et migmatites (mélange de granite et gneiss) entre la baie du Dervin et la baie du Scal et à l'Est de la pointe Pierre Plate. En certains endroits, cette roche paraît plus sensible à l'altération.

Sur deux zones particulières, ces roches sont recouvertes de formations dunaires composées de sables (baie de la Barrière et la baie de la Gouvelle).

### **6.2.3.2. COUVERTURE SEDIMENTAIRE**

Il n'existe pas de données précises sur la couverture sédimentaire présente le long de la côte sauvage.

Les observations de terrain ont pu mettre en évidence la présence de sédiments hétérogènes : des sables fins à moyens (dominants sur le haut de plage) mélangés à des sables grossiers et graviers (en pied de plage).

La totalité du littoral est bordée d'un platier rocheux particulièrement étendu le long des plages au Nord de la pointe du Croisic.

### **6.2.3.3. TOPOGRAPHIE TERRESTRE**

Le levé LIDAR de 2010 met en évidence la présence de cuvette sur des terrains situés en arrière des plages au Nord de la pointe du Croisic avec des altimétries relativement basse pouvant être inférieure à +3,0m IGN69.

Entre la pointe du Croisic et la pointe de Penchâteau, les falaises sont hautes et peuvent culminer à plus de +10,0m IGN69. Des altimétries comprises entre +5,0 et +10,0m IGN69 sont aussi rencontrées au niveau des baies de la Barrière et de Pénavel.

A notre connaissance, il n'existe pas de levé topo-bathymétrique de détail sur les plages. A l'exception de la plage de la Barrière qui présente une largeur de plus de 20m, les plages au Nord sont étroites, les largeurs les plus importantes (de l'ordre de 15m) étant rencontrées contre la jetée du Tréhic.

#### 6.2.3.4. BATHYMETRIE

À notre connaissance, il n'existe pas de levé bathymétrique de détail le long de la côte sauvage. Les informations restent générales et issues des données du SHOM.

Les fonds présentent une pente différente entre le Nord de la presqu'île et le Sud. Au Nord, l'isobathe -10,0m CM se situe entre 1,0 et 2,0km des côtes (pente de l'ordre de 0,5%). Au Sud, l'isobathe -10,0m CM est très proche du rivage (à moins de 300m) et présente localement quelques irrégularités en s'éloignant vers le large à la pointe de Casse-Caillou et à la pointe de Penchâteau.

Au niveau des hauts-fonds du plateau du Four situé au Sud-Ouest de la pointe du Croisic et du plateau de la Banche situé au Sud du Pouliguen, l'isobathe -10,0m CM est de nouveau rencontré. Ces deux plateaux sont reliés par le banc de Guérande situé un peu plus au large et caractérisé par des fonds allant de -10,0 à -20,0m CM.

#### 6.2.3.5. ÉTATS DE MER EN BORDURE LITTORALE

La connaissance des états de mer le long de la côte sauvage est issue des informations recueillies aux points PT7 et PT8 placés par des fonds -15,0m CM. Les statistiques sont données en figures 6.3 et 6.4.

##### **Régime moyen :**

En termes de direction de propagation, on peut observer les points suivants :

- au deux points PT7 et PT8, les houles proviennent d'un grand quart Ouest (SSW à WNW), avec comme direction dominante WSW (N247,5) qui représente environ 50% des états de mer,
- les houles les plus fortes proviennent du SW (N225).

En termes de hauteurs de houle :

- les états de mer inférieurs à 1,0m sont observés 74 à 66% du temps respectivement au point et PT7 et PT8,
- ceux supérieurs à 2,0m sont plus fréquents au point PT8 puisqu'ils représentent plus de 8,0%, contre 3,0% au point PT7.

Les périodes sont comprises entre 5 et 15s.

**Régime extrême<sup>9</sup>** :

Les houles extrêmes pouvant être observées en bordure littorale aux points PT7 et PT8 sont données en figures 6.3 et 6.4 et reprises dans le tableau ci-après. On peut observer des hauteurs beaucoup plus faibles au point PT7 qui bénéficie d'une protection des houles du Sud-Sud-Ouest grâce à la presqu'île du Croisic.

TABLEAU 6.1 : REGIME EXTREME DES HOULES EN BORDURE LITTORALE DE L'USII-D (POINTS PT7 ET PT8)

Période de retour	Hauteur significative (en m) au point PT7	Hauteur significative (en m) au point PT8
1 an	3,6 [3,4 – 3,8]	6,9 [6,5 – 7,3]
5 ans	4,8 [4,1 – 4,8]	9,0 [8,2 – 9,8]
10 ans	4,8 [4,4 – 5,2]	9,8 [8,9 – 10,8]
20 ans	5,1 [4,7 – 5,6]	10,7 [9,6 – 11,8]
50 ans	5,6 [5,0 – 6,1]	11,8 [10,5 – 13,1]
100 ans	5,9 [5,3 – 6,5]	12,6 [11,1 – 14,1]

## 6.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE

### 6.3.1. PLAGES

L'analyse de la position du trait de côte a été réalisée sur l'ensemble des jeux de photographies aériennes disponibles à savoir les campagnes de 1977, 1999, 2000 et 2004. Les résultats sont présentés sur les figures 6.5 et 6.6 et mettent en évidence les points suivants :

- sur les plages Nord de la presqu'île du Croisic jusqu'à la jetée du Tréhic :
  - pas d'évolutions observables entre la pointe du Croisic et la baie de Castouillet,
  - des érosions sensibles de l'ordre de la dizaine de mètres au niveau de la baie de Castouillet,
  - une certaine stabilité de la plage au niveau de la jetée du Tréhic (baie de Saint-Goustan) sur la période allant de 1977 à 2004,
- la plage de la baie de la Barrière montre sur la période la plus ancienne une tendance plutôt stable sur sa partie Ouest et plutôt à l'érosion sur sa partie Est même si ces phénomènes ne sont pas réellement reproductibles sur l'ensemble des périodes d'observations.

<sup>9</sup> Les informations sur les houles extrêmes en bordure littorale sont données à titre indicatif. La calibration des données de houle ayant été faite sur les régimes moyens, une définition de houles de projet pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer devra nécessiter des études de détail spécifiques.

### 6.3.2. FALAISES VIVES

La comparaison des positions des traits de côte entre 1977 et 2004 sur les jeux de photographies aériennes ne permet pas de mettre en évidence d'évolutions notables sur les falaises vives de la côte sauvage.

## 6.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT

La figure 6.7 présente une épure de réfraction pour une condition de houle caractéristique de la zone (état de mer dépassé 10% du temps en moyenne au cours de l'année – Hs = 1,5 m ; Tp = 14 s ; Dir = N247,5 ; Niv = +5,45m CM).

Cette épure met en évidence les points suivants :

- pour les plages au Nord de la pointe du Croisic :
  - une protection naturelle de Belle-Ile, du Plateau du Four et de la pointe du Croisic,
  - un déferlement progressif sur les platiers rocheux présents dans les petits fonds,
  - une incidence relativement oblique de la houle à l'attaque du rivage.
- pour le littoral entre la pointe du Croisic et la pointe de Penchâteau :
  - des expositions plus fortes à la houle,
  - une exposition grandissante en se déplaçant vers l'Est de la zone.

Au niveau des courants de déferlement associés à cette condition de houle représentative, on peut observer les points suivants (figure 6.8) :

- une zone de divergence localisée au Sud immédiat de la pointe du Croisic. A partir de ce point, les courants sont globalement orientés vers le Nord en direction de la pointe du Croisic et vers le Sud en direction de la pointe de Penchâteau,
- au nord du point de divergence, les courants sont relativement homogènes à l'exception de la zone spécifique de la jetée du Tréhic où ils sont bloqués créant ainsi un courant de retour vers le large,
- au Sud du point de divergence, la répartition des courants est aussi relativement homogène à l'exception de la plage de la baie de la Barrière (cf. point suivant),
- au niveau de la plage de la baie de la Barrière, les courants sont globalement rentrants au niveau des extrémités de la baie vers son centre. Au centre, il est possible d'observer un fort courant de retour vers le large.

## 6.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX

Compte tenu du caractère essentiellement de falaises vives de ce sous-secteur, il est inapproprié de calculer des intensités et directions de transits littoraux qui répondent à des critères de plages sableuses ouvertes.

Seule la partie située entre la baie de Castouillet et la jetée du Tréhic peut bénéficier de cette approche. Sur cette zone, les valeurs obtenues pour les estimations des transits littoraux annuels sont compris entre 1 000 à 4 000 m<sup>3</sup>/an selon les années avec une orientation générale de l'Ouest vers l'Est.

## 6.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL

### 6.6.1. PLAGES

Au **Nord de la pointe du Croisic**, la mise en évidence d'un courant longitudinal s'établissant d'Ouest en Est à partir d'un point de divergence situé légèrement plus au Sud de la pointe doit permettre de transporter les sables en direction de la jetée du Tréhic. La résultante naturelle des plages de la zone devrait être des érosions à l'Ouest et des engraissements contre la jetée du Tréhic. Les observations des évolutions du trait de côte ne nous permettent pas de retrouver un tel fonctionnement ce qui laisse suggérer que (figure 6.9) :

- la segmentation naturelle du littoral par les éperons rocheux et/ou platiers plus ou moins découvrants doit favoriser le maintien des faibles stocks sableux en place,
- au niveau de la jetée du Tréhic, il peut être suggéré que des phénomènes locaux de concentration de la houle par combinaison de la houle incidente et de la houle réfléchi sur l'ouvrage pourraient être à l'origine de la difficulté du maintien d'apports éventuels sur la zone au profit d'une évacuation préférentielle dans le profil.

Au regard des patrons de courant de déferlement, **la plage de la baie de la Barrière** devrait voir (figure 6.10) :

- des phénomènes d'érosion se manifester de manière préférentielle sur la zone située la plus à l'Est en raison de la présence de courants divergents,
- des apports sableux par sa frontière Ouest mais qui devraient rester limités de part le faible stock sableux disponible plus à l'Ouest au niveau des falaises vives,
- sa zone centrale demeurer la zone de dépôt préférentiel des sables en raison de la présence du courant de retour.

## 6.6.2. FALAISES VIVES

L'action des houles est importante sur cette portion de falaises mais la réponse de la falaise est essentiellement dépendante du type de roche rencontré :

- pour **les roches de granite dur** bien armées contre l'attaque des houles (de la pointe du Croisic à Pénavel), de faibles évolutions sont attendues sur cette portion littorale. Ce point semble confirmé par la base de données des mouvements de terrain du BRGM qui ne fait pas état d'évènements historiques sur la zone,
- plus à l'Est, pour **les roches de gneiss et de migmatites**, le littoral serait plus sensible à l'érosion. A nouveau, cette hypothèse semble confirmée par la présence de panneaux de protection indiquant des risques d'éboulements (plages de Lalande et de Labégo).

## 6.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE

### 6.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL

Les communes du Croisic et de Batz-sur-Mer n'ont pas répondu au questionnaire littoral sur l'érosion et la submersion marine (cf. fascicule A).

La commune du Pouliguen y a répondu (cf. annexe 1). Les points à retenir sont donnés en suivant :

- en termes de submersion marine, il n'est pas précisé de problèmes mais le quartier de la Minoterie en bordure des marais salants est identifié comme une zone à risques,
- en termes d'érosion, il est évoqué le recul des falaises de la côte sauvage en raison de la nature friable de la roche et des problèmes d'infiltration et de ruissellement pluvial.

Les ouvrages de protection sont considérés comme efficaces mais onéreux.

### 6.7.2. EROSION MARINE

#### 6.7.2.1. PLAGES

Pour **les plages situées au Nord de la pointe du Croisic**, la définition de l'aléa érosion marine reste relativement difficile au regard des disparités entre l'analyse des positions du trait de côte et l'observation des patrons de courants de déferlement (cf. paragraphe 6.6.1). Il paraît cependant plus logique de considérer que toute la zone Ouest sera sujette à érosion pour des accumulations contre la digue du Tréhic et nous retiendrons cette approche pour définir les aléas de référence. Cela étant, ces aléas resteront relativement faibles en raison du faible stock sédimentaire présent sur la zone et des impossibilités d'apports naturels par les zones situées plus au Sud de la pointe du Croisic.

En ce sens, les aléas de référence retenus dans le cadre de cette étude et en l'état de nos connaissances sont les suivants :

- littoral depuis le point de divergence des courants jusqu'à la baie du Castouillet : érosions sur des taux moyens de l'ordre de -0,10m/an en raison du faible stock sédimentaire et de la présence de platiers ou éperons rocheux,
- au niveau de la jetée du Tréhic : engraisements estimés à +0,15m/an en moyenne et répondant à la conservation de la masse de sédiments érodés plus à l'Ouest.

Pour la plage de la baie de la Barrière, nous nous fierons essentiellement aux indications données par les patrons de courants de déferlement et retiendrons les aléas de référence suivants :

- +0,15m/an au centre de la baie bénéficiant des apports des extrémités,
- -0,10m/an aux extrémités par la présence des courants divergents.

Ces taux d'évolution restent faibles essentiellement en raison du caractère confiné de la baie qui limite les évolutions du trait de côte.

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

**6.7.2.2. FALAISES VIVES**

Compte tenu de la réponse différente des zones de falaises vives selon la nature des roches, nous avons retenu les aléas suivants en accord avec les études de détail menées sur les zones de falaises de Piriac-sur-mer présentant les mêmes disparités en termes de type de roches :

- falaises vives granitiques : taux d'évolution moyen inférieur à -0,05m/an,
- falaises vives composées de gneiss et de migmatites : taux d'évolution compris entre -0,05 et -0,10m/an.

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

**6.7.3. SUBMERSION MARINE**

**6.7.3.1. NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER**

Les niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer pour les différentes périodes de retour sont rappelés dans le tableau ci-dessous dans lequel est aussi donné le niveau centennal dans l'hypothèse d'une surélévation du niveau moyen de la mer de +0,60m à l'horizon 2100.

**TABLEAU 6.2 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER SUR L'USII-D (EN M IGN69)**

	<b>20 ans</b>	<b>50 ans</b>	<b>100 ans</b>	<b>100 ans à 2100</b>
<b>Niveau</b>	3,55	3,65	3,70	4,30

Ces niveaux statiques ne prennent pas en compte l'élévation locale du niveau d'eau liée à l'effet du set-up sur les plages (niveau dynamique). Celle-ci est comprise entre +0,55 et

+0,85m selon les conditions de houle considérées (houle annuelle à centennale et à l'aide de la formulation de Stockdon et al.).

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

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.

**6.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION ET SUBMERSION MARINE**

La bande des terrains concernés par l'érosion marine pour les 100 prochaines années est présentée en figures 6.11 à 6.13 et ceux soumis à la submersion font l'objet des figures 5.6 à 5.9 (cartes de submersion du Traict du Croisic).

**Aléa érosion :**

Au niveau des plages, il n'est pas à craindre de risques pour les installations de première ligne en raison de la limitation des intensités des phénomènes en jeu.

Au niveau des zones de falaises vives, même si les aléas de référence restent faibles, la proximité immédiate des enjeux situés en sommet de falaises (maisons privatives, route littorale...) peut générer des risques sur le long terme. A ce titre, la cartographie de l'aléa à 100 ans permet de mettre en évidence quelques zones particulièrement sensibles :

- des habitations à Batz-sur-Mer (en plusieurs localités entre la Pointe du Casse-Caillou et la Gouvelle) et vers le Pouliguen pourraient être menacées (Cramphore).
- localement la route littorale risque d'être affectée (Port aux Rocs, Baie du Scal, entre la Pierre-Plate et la Pointe de Penchâteau).

**Aléa submersion marine :**

L'analyse des cotes altimétriques sur le cordon littoral et des niveaux (statiques + dynamiques) a permis de mettre en évidence trois zones potentielles de franchissement des flux de marée :

- sur le lieu-dit de Saint-Goustan (commune du Croisic) englobant les terrains d'une aquaculture,
- à proximité du lieu-dit Maison rouge (commune du Croisic) sur une zone naturelle et quelques habitations,
- sur la zone ouest de la baie de la Barrière au niveau de la pointe du fort essentiellement en raison de la submersion du traict du Croisic.

oOo

---

## 7. USII – E : LA BAIE DE LA BAULE-ESCOUBLAC

---

### 7.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le littoral de l'USII-E s'étend sur un linéaire de 9,0km depuis la pointe de Penchâteau à l'Ouest et le port de Pornichet à l'Est. Il concerne les communes du Pouliguen, de la Baule-Escoublac et de Pornichet.

### 7.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL

#### 7.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE

La baie de la Baule-Escoublac constitue un cordon littoral sableux reliant le continent à l'ancienne île rocheuse allant du Pouliguen au Croisic et correspond donc au pendant Est de la zone sableuse des plages de Pen-Bron (cf. USII-B). Elle isole la zone basse marécageuse des marais de Guérande qui sont alimentés par l'étier du Pouliguen débouchant à l'Ouest de la baie et abritant le port du Pouliguen (figure 7.1).

A l'extrémité Ouest de la baie et faisant suite à la pointe de Penchâteau, le littoral est caractérisé par une zone de falaises vives dans la continuité du littoral de l'USII-D. Ces falaises ont cependant été très largement anthropisées par des murs de délimitation des propriétés privées. Les plages au droit de ces falaises sont de faibles largeurs et immergées à pleine mer (cf. fiche USII-F5). On peut observer la présence sur cette zone d'un platier rocheux qui apparaît sous forme d'écueils au niveau du port de Pornichet.

La baie est constituée de plages sableuses bordées par des ouvrages de protection du front de mer très urbanisé (la Baule-Escoublac est la seconde ville du département de Loire-Atlantique après Nantes). Elle couvre un linéaire de 7,7 km et se décompose ainsi :

- la plage du Nau, située à l'Ouest de l'étier du Pouliguen, large de 100m environ,
- la plage Benoît et la plage de la Baule situées au centre de la baie et caractérisées par une largeur plus faible (inférieure à 50m localement),
- la plage de Pornichet, à proximité immédiate du port de Pornichet, qui possède une largeur comprise entre 50 et 100m et un début de cordon dunaire.

Ces plages sont décrites dans les fiches USII-P9 à USII-P11 du fascicule B.

## **7.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE**

En raison de la forte urbanisation à proximité du rivage, la totalité de l'USII-E est protégée par des ouvrages.

Le long du Pouliguen, ces ouvrages correspondent à des murs maçonnés constituant la limite séparative entre la mer et les propriétés privées (fiche USII-O46 du fascicule B).

Sur le reste de la baie, le front de mer est caractérisé par l'alternance de murs maçonnés ou bétonnés derrière lesquels se trouvent les boulevards de bord de mer (fiche USII-O47 à USII-O51 du fascicule B).

## **7.2.3. CONDITIONS NATURELLES**

### **7.2.3.1. GEOLOGIE**

Le littoral sableux de la Baule-Escoublac constitue historiquement le bras Est du tombolo reliant les côtes rocheuses situées entre le Croisic et le Pouliguen. Géologiquement, la formation correspond à des dunes littorales sableuses (figure 7.2).

Les falaises vives de la Pointe de Penchâteau sont constituées de gneiss et de migmatites (mélange de granite et gneiss). Les falaises passent vers le Nord à des granites (à partir de l'anse du Toulou)

Deux types de roches sont observés sur l'USII-D :

- du granite sur l'ensemble de la presqu'île du Croisic jusqu'à la baie du Dervin et entre la baie du Scal et la pointe Pierre Plate (formation de Guérande jusqu'à la baie des Bonnes Sœurs, puis formation de Saint-Père-en-Retz). Sur ces portions, la roche est dure et possède globalement une bonne homogénéité (en particulier le granite de Guérande). Seules les zones de fracture qui fragilisent la roche sont sensibles aux assauts répétés de la houle et facilitent la formation de grottes,
- des gneiss et migmatites (mélange de granite et gneiss) entre la baie du Dervin et la baie du Scal et à l'Est de la pointe Pierre Plate. En certains endroits, cette roche paraît plus sensible à l'altération.

### **7.2.3.2. COUVERTURE SEDIMENTAIRE**

Selon les prélèvements réalisés en 2002 dans le cadre de l'opération relative à la restauration de la plage, les petits fonds de la baie sont constitués de sédiments sableux à granulométrie variable. Ces sédiments s'avèrent être des sables plutôt graveleux (avec des dépôts coquilliers) au centre de la baie et fins à moyens sur les bords. Des sables fins ( $D_{50} = 0,180\text{mm}$ ) ont été trouvés entre les Evens et le port de Pornichet alors qu'au large de la plage Benoît on trouve des sables moyens ( $D_{50} = 0,510\text{mm}$ ). L'épaisseur de sédiments meubles dans la baie serait comprise entre 1,5 et 7,5m.

Sur la plage, il existe un gradient longitudinal d'affinement de la répartition des sédiments. A titre d'exemple, la partie centrale de la plage présente un diamètre médian  $D_{50} = 0,580\text{mm}$  et de  $D_{50} = 0,185\text{mm}$  vers la plage Benoît.

Des zones rocheuses sont également présentes dans la baie :

- sous forme de platier le long du Pouliguen et localement en se rapprochant du port de Pornichet,
- sous forme de hauts fonds éparpillés en sortie de baie : les Evens, les Troves.

#### 7.2.3.3. TOPOGRAPHIE TERRESTRE

Les terrains situés en arrière immédiat du littoral présentent des altimétries plus faibles à l'Ouest qu'à l'Est : entre +4,0 et +6,0m IGN69 à l'Ouest et entre +5,0 et +8,0m IGN69 à l'Est vers Pornichet. Plus en arrière en se rapprochant de l'étier du Pouliguen, les terrains sont bas et peuvent localement être inférieurs à +2,0m IGN69.

#### 7.2.3.4. BATHYMETRIE

La bathymétrie de la baie peut être analysée à l'aide des informations bathymétriques du SHOM, mais aussi des levés récents réalisés dans le cadre du rechargement de la plage (levé de 2000 par exemple donné en figure 7.3).

L'entrée de la baie est parsemée de nombreux écueils rocheux (les Evens, les Troves) qui se trouvent dans des fonds de l'ordre de -3,0 à -5,0m CM.

A l'intérieur de la baie, le tracé des isobathes est irrégulier avec une pente moyenne des fonds croissante de l'Ouest vers l'Est.

A l'Ouest de la baie, à l'abri de la pointe de Penchâteau, un vaste estran sableux nommé le banc des Chiens découvre à basse-mer sur une largeur de près de 1 500m.

#### 7.2.3.5. ÉTATS DE MER EN BORDURE LITTORALE

La connaissance des états de mer au droit de la baie est issue des informations recueillies au point PT9 placé par des fonds -15,0m CM. Les statistiques sont données en figure 7.4.

##### **Régime moyen :**

En termes de direction de propagation, on peut observer que le pinceau directionnel des houles est très étroit et ciblé sur le Sud-Ouest (N225) en raison des phénomènes de réfraction sur les fonds.

En termes de hauteurs de houle :

- les hauteurs inférieures à 1,0m représentent 60% des états de mer,
- celles supérieures à 2,0m sont assez fréquentes puisqu'elles représentent 10,0% du temps.

Les périodes sont globalement comprises entre 5 et 17s.

**Régime extrême**<sup>10</sup> :

Les houles extrêmes pouvant être observées en bordure littorale au point PT9 sont données sur la figure 7.4 et reprises dans le tableau ci-après.

TABLEAU 7.1 : REGIME EXTREME DES HOULES EN BORDURE LITTORALE (POINT PT9)

Période de retour	Hauteur significative (en m)
1 an	7,0 [6,6 – 7,4]
5 ans	9,1 [8,3 – 9,9]
10 ans	9,9 [9,0 – 10,9]
20 ans	10,8 [9,7 – 12,0]
50 ans	11,9 [10,5 – 13,3]
100 ans	12,8 [11,2 – 14,3]

## 7.3. ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA BAIE DE LA BAULE-ESCOUBLAC

### 7.3.1. PREAMBULE

L'analyse de l'évolution historique de la plage, des petits fonds et de la position du trait de côte de la baie de la Baule-Escoublac est dépendante des travaux de rechargements en sable réalisés depuis les années 80 et plus particulièrement des travaux réalisés durant l'hiver 2003 – 2004.

La teneur de ces travaux est résumée en suivant :

- dans les années 80 et 90, des transferts de sables à hauteur de 10 000m<sup>3</sup>/an environ réalisés entre Pornichet et le centre de la baie,
- durant l'hiver 2003-2004, un apport massif de 215 000m<sup>3</sup> de sable provenant du gisement du Pilier (au large de Noirmoutier) disposé au centre de la baie sur la plage,

Depuis, la commune réalise annuellement des entretiens intéressant 15 000m<sup>3</sup> en moyenne de sable par transferts entre la plage de Pornichet et la plage de la Baule. Les volumes sont actualisés annuellement en réponse à la sévérité des conditions hydrodynamiques locales.

---

<sup>10</sup> Les informations sur les houles extrêmes en bordure littorale sont données à titre indicatif. La calibration des données de houle ayant été faite sur les régimes moyens, une définition de houles de projet pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer devra nécessiter des études de détail spécifiques.

### 7.3.2. EVOLUTION DE LA PLAGE ET DES PETITS FONDS

Cette partie s'appuie sur les analyses réalisées dans le cadre des études suivantes :

- Restauration de la plage de la Baule-Escoublac (Sogreah, 2002) soit avant l'opération de rechargement massif,
- Etude de faisabilité de l'extraction de matériaux sableux sur le banc des Chiens en baie de la Baule et leur valorisation en rechargement de plage (Sogreah, 2011).

#### 7.3.2.1. EVOLUTIONS GLOBALES

Entre 1990 et 2000 :

La comparaison des altimétries de la plage entre 1990 et 2000 montre une tendance à l'érosion dans la partie centrale de la plage de la Baule-Escoublac et à la sédimentation aux extrémités Est et Ouest de l'estran (plage Benoît et plage de Pornichet). Localement des abaissments de 1,0m du profil de plage ont pu être observés sur la plage centrale et sur la période considérée.

La comparaison des levés bathymétriques de 1990 et 2000 met en évidence que l'évolution des petits fonds présente une tendance à l'érosion estimée à environ -6,0mm/an en moyenne (soit malgré tout 1,0 million de m<sup>3</sup> en moins sur la période considérée et à l'échelle de la baie). Des zones de sédimentation ont aussi été observées en particulier au niveau du banc des Chiens.

Le bilan net tenant compte des évolutions naturelles des fonds et des apports de matériaux effectués par secteur (transferts effectués depuis Pornichet vers la Baule à hauteur d'environ 10 000 m<sup>3</sup>/an) indique, sur la période allant de 1990 à 2000, une érosion de 13 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne de la partie centrale (plage de la Baule) et une sédimentation comprise entre 2 000 et 10 000 m<sup>3</sup>/an aux extrémités (Pouliguen et Pornichet). Il est donc observé que la partie centrale de l'estran reste en érosion malgré les transferts de sable d'environ 10 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne.

Entre 2000 et 2009 :

La comparaison des altimétries de la plage entre 2004 et 2009 montrent que l'ensemble de la plage a perdu plus de 80 000 m<sup>3</sup> de sédiments dont 55 000 m<sup>3</sup> sur la plage centrale qui correspond à la portion rechargée pendant l'hiver 2003 – 2004. Seule l'extrémité Est présente une sédimentation selon un taux d'évolution de 1 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne.

Les résultats de la comparaison des altimétries de la plage entre 2009 et 2011 incluent les effets de la tempête Xynthia et mettent en évidence des évolutions très contrastées :

- Plage Benoît : + 3 500 m<sup>3</sup>,
- Plage Centrale (zone rechargée) : - 51 000 m<sup>3</sup> soit quasiment l'équivalent des pertes observées sur la période 2004 - 2009,
- Secteur Pornichet : - 20 500 m<sup>3</sup>.

Ainsi en 2010 et encore en 2011, les évolutions constatées sur Pornichet ont empêché tout transfert de matériaux sableux vers la Baule.

La comparaison des levés bathymétriques de 2000 et 2009 met en évidence une tendance moyenne de la baie à la sédimentation de 150 000 m<sup>3</sup> environ sachant que dans le détail il existe des zones plus propices à l'érosion et d'autres à la sédimentation (en particulier sur la zone du banc des Chiens décrite en détail au paragraphe suivant).

### 7.3.2.2. EVOLUTION SPECIFIQUE DU BANC DES CHIENS

L'évolution des fonds au niveau du banc des Chiens a pu être analysée sur la base des levés bathymétriques complets de la baie de 1990, 2000 et 2009. Il s'agit d'une analyse spécifique au niveau de la formation de la « flèche » sédimentaire.

Entre 1990 et 2009, on peut observer :

- Un déplacement de la ligne de crête du banc vers le Nord sur une distance de 150 à 250m avec des exhaussements faibles généralement inférieurs à 0,5m,
- Un déplacement vers le Nord (se rapprochant ainsi de la côte) de l'isobathe 0m CM de l'ordre de 100m,
- Une stabilité de l'isobathe -1,0m CM.

Entre 2000 et 2009, on peut observer :

- Un déplacement de la ligne de crête du banc vers le Nord sur une distance de 110 à 150m avec des exhaussements quasi-généralisés compris entre 0,5m et 1,0m,
- Un déplacement vers le Nord (se rapprochant ainsi de la côte) de l'isobathe 0m CM de l'ordre de 180m,
- Le développement d'un lobe extrémal au Nord-Est du banc,
- Une progression vers l'Est de l'isobathe -1,0m CM.

Les modifications morphologiques au niveau du banc confirment la présence sur la zone de mécanismes hydrosédimentaires particuliers essentiellement activés par la houle et ses courants de déferlement associés. Une circulation giratoire antihoraire doit selon toute vraisemblance prendre place sur la zone générant : des transports d'Est en Ouest au niveau de plage qui alimente le flanc Est du banc ; un courant de retour vers le large au niveau de l'enracinement de la flèche et alimentant par l'Ouest l'extrémité de la flèche sédimentaire ; un roulement de la flèche sur elle-même par la houle transportant le sable du flanc Sud vers le flanc Nord. Les courants de marée, de par leur orientation générale, doivent aussi participer à ce mécanisme.

A noter que ces évolutions font craindre à la mairie de la Baule-Escoublac un risque « d'isolement » sédimentaire de cette partie de la plage dégradant par la même la qualité des eaux. Elles peuvent aussi poser des problèmes de sécurité pour les baigneurs lors de la marée montante ainsi que des difficultés d'accès nautiques pour les dériveurs et les véliplanchistes à marée basse. Un projet de dragage est en cours de réflexion au niveau de l'extrémité de la flèche afin d'éviter ce phénomène et de permettre de recharger la plage.

### 7.3.3. EVOLUTION DU TRAIT DE COTE

Dans le cadre de la présente étude, l'analyse des photographies aériennes de 1977, 1999, 2000 et 2004 a permis de repérer les différentes positions du trait de côte dans le temps. Les résultats sont reportés sous forme graphique en figure 7.5 et font apparaître :

- sur la période 1977-1999 : une érosion au centre de la baie atteignant -10 à -15m associée à une sédimentation sur les extrémités (localement jusqu'à +30 et +50 m),

- sur la période 1999-2000 : une tendance générale à l'érosion sauf sur la plage centrale qui reste stable,
- sur la période 2000-2004 : une nette sédimentation de la partie centrale (à attribuer au rechargement massif qui a eu lieu durant l'hiver 2003-2004). On constate aussi que sur cette période, de légers engraisements ont eu lieu sur la plage du Nau et sur les 500 derniers mètres de la plage de Pornichet.

#### **7.4. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT**

La figure 7.6 présente une épure de réfraction pour une condition de houle caractéristique de la zone (état de mer dépassé 10% du temps en moyenne au cours de l'année – Hs = 2,4m ; Tp = 15s ; Dir = N247,5 ; Niv = +5,45m CM).

Cette épure met en évidence les points suivants :

- à l'extérieur de la baie, des zones de concentration des houles sont localisées le long des falaises du Pouliguen et sur les hauts fonds rocheux (les Evens, les Troves),
- le tiers Ouest de la baie est bien protégé grâce à la présence de la pointe de Penchâteau jouant le rôle de point de diffraction de la houle. L'incidence de la houle par rapport au trait de côte sur cette zone est très faible,
- les parties centrales et Est de la baie sont bien exposées aux houles. L'incidence de la houle par rapport au trait de côte est ici plus marquée et globalement orientée de l'Ouest vers l'Est.

La répartition des courants de déferlement met en évidence les points suivants (figure 7.7) :

- des courants très faibles voir nuls sur la moitié Ouest de la plage (zone abritée des houles),
- un courant longitudinal s'établissant à partir de la zone centrale de la plage et en direction de Pornichet.

#### **7.5. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX**

La baie de la Baule-Escoublac par son caractère de plage poche lui conférant un mode de fonctionnement spécifique (recherche d'équilibre statique - cf. paragraphe suivant) n'est pas adaptée à des calculs d'intensités et de directions de transits littoraux qui répondent à des critères de plages sableuses ouvertes.

#### **7.6. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU LITTORAL**

##### **7.6.1. PLAGES**

Compte tenu de la présence de la pointe de Penchâteau à l'Ouest et du port de Pornichet à l'Est, la baie de la Baule-Escoublac peut être considérée de manière indépendante sédimentairement du reste du littoral.

Sur les parties centrales et Est de la plage, la présence d'un courant longitudinal Ouest/Est bien établi sur la condition de houle de référence indique que la plage est en déséquilibre sur cette zone spécifique. La recherche de la position d'équilibre statique passe donc par des érosions de la zone centrale au profit d'engraissements au niveau du port de Pornichet. Dans cette situation « théorique » d'équilibre, les courants longitudinaux de la houle déferlante seraient nuls en tout point de la plage (incidence normale de la houle par rapport au trait de côte).

Les quantités de sables mobilisées lors de ces échanges depuis la partie centrale vers la partie Est ont été estimées à environ 13 000m<sup>3</sup>/an en moyenne sur la période allant de 1990 à 2000 (Sogreah, 2002). Il est clair que, en l'absence de toute intervention extérieure, ces taux de transfert devraient diminuer au cours du temps pour être nuls lors de l'atteinte de la position d'équilibre statique de la plage.

Cette position d'équilibre étant a priori incompatible avec la position des enjeux de première ligne (boulevard de front de mer, habitations...) sur la zone centrale, la Commune de la Baule-Escoublac a procédé à un rechargement massif de la plage en sable à hauteur de 215 000m<sup>3</sup> en 2003/2004 et réalise annuellement des opérations d'entretien par transferts de sables accumulés au niveau de Pornichet (volumes de l'ordre de 15 000m<sup>3</sup> par an en moyenne variant selon les années en fonction des conditions océano-météorologiques).

Sur la partie Ouest de la plage, les courants longitudinaux sont quasiment nuls en situation actuelle ce qui indique que la plage est dans une situation de quasi-équilibre statique. Les quantités de sables mobilisées lors des échanges depuis la partie centrale vers la partie Ouest ont été estimées à environ 2000 m<sup>3</sup>/an en moyenne sur la période allant de 1990 à 2000 (Sogreah, 2002). Ces volumes doivent être quasiment nuls actuellement.

Des mécanismes hydrosédimentaires particuliers prennent sûrement place sur le flanc Est du banc des Chiens sous la forme d'une circulation sédimentaire giratoire antihoraire. L'effet des houles tend à rapprocher la flèche sableuse du banc vers la côte et l'étendre vers le Nord-Est.

Un schéma de synthèse du fonctionnement de la baie de la Baule-Escoublac est donné en figure 7.8.

## **7.6.2. FALAISES VIVES**

L'action des houles est faible sur cette portion de falaises et le pied de falaise est généralement conforté par des ouvrages de types murs maçonnés. Cette zone ne présente pas réellement de sensibilité à l'érosion.

## **7.7. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE**

### **7.7.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL**

La réponse au questionnaire s'est faite via un entretien téléphonique avec M. Doré directeur des services techniques de la commune.

Le littoral de la Baule-Escoublac subit des érosions chroniques et a fait l'objet depuis 2002 de nombreuses études hydrosédimentaires qui ont conduit à la réalisation du rechargement de la plage (215 000 m<sup>3</sup>) réalisé en 2004.

Depuis, l'ensemble de cette zone, ainsi que le secteur de Pornichet, font l'objet d'un suivi de l'évolution de la plage (levé topographique tous les 6,0 mois). En fonction des évolutions constatées sur la plage de la Baule et de Pornichet, des transferts de sable sont réalisés tous les ans depuis 2004 (volumes de transfert situés entre 8000 et 10 000 m<sup>3</sup>/an entre Pornichet et la Baule). Sur 2009, une érosion généralisée sur toute la baie a conduit à ne pas réaliser de transfert.

Il n'y a pas eu de problèmes de submersion marine identifiés au moment de la réponse au questionnaire (2009).

## **7.7.2. EROSION MARINE**

### **7.7.2.1. PLAGES**

Dans la situation particulière de la baie de la Baule-Escoublac, l'évolution de la plage est essentiellement liée à la recherche de sa position d'équilibre vis-à-vis des conditions moyennes de houle à la côte. Une fois cette position atteinte, les courants de dérive littorale seront théoriquement nuls et le trait de côte restera dans une position quasiment identique au cours du temps (à la modification saisonnière des conditions océano-météorologiques près).

Il est donc difficile d'établir un aléa de référence qui pourrait être utilisé par extrapolation directe pour positionner le trait de côte d'ici à 100 ans.

Nous avons donc pris le parti d'estimer quelle serait cette position d'équilibre et de raisonner à volumes constants de sables c'est-à-dire que les volumes érodés au centre de la baie devront intégralement se retrouver aux extrémités. Il s'agit donc d'une approche supposant l'arrêt des rechargements d'entretiens réguliers qui participent au maintien du déséquilibre hydrosédimentaire de la baie. Par ailleurs, la célérité des processus de transport de sable depuis le centre de la baie vers les extrémités impliquent que la situation devrait être identique aux horizons 20, 50 et 100 ans.

#### **Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

### **7.7.2.2. FALAISES VIVES**

Compte tenu de la similitude de la zone avec celle de l'extrémité Ouest de l'USII-D mais de conditions de houle plus faibles, nous avons retenu un aléa de référence de -0,05m/an.

#### **Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

### 7.7.3. SUBMERSION MARINE

#### 7.7.3.1. NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER

La caractérisation de l'aléa sur cette zone a déjà été présentée au chapitre 5 relatif à l'USII-C du trait du Croisic (au regard de la connexion des marais de Guérande via l'étier du Pouliguen). Nous rappellerons juste ci-après les niveaux statiques de référence ainsi que les valeurs des niveaux dynamiques attendus sur la zone par la houle déferlante.

Les niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer pour les différentes périodes de retour sont rappelés dans le tableau ci-dessous dans lequel est aussi donné le niveau centennal dans l'hypothèse d'une surélévation du niveau moyen de la mer de +0,60m à l'horizon 2100.

TABLEAU 7.2 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER SUR L'USII-E (EN M IGN69)

	20 ans	50 ans	100 ans	100 ans à 2100
Niveau	3,70	3,80	3,90	4,50

Ces niveaux statiques sont estimés dans la baie de la Baule-Escoublac et ne prennent donc pas en compte l'élévation locale du niveau d'eau sur la plage (niveau dynamique). Celle-ci est comprise entre +0,55 et +0,85m pour les houles considérées (houle annuelle à centennale et à l'aide de la formulation de Stockdon et al.).

#### **Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

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).

### 7.7.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION ET SUBMERSION MARINE

La bande de terrain concerné par l'érosion marine pour les 100 prochaines années est présentée en figure 7.9. Les terrains potentiellement submersibles ont déjà fait l'objet d'une cartographie qui est présentée au chapitre 5 sur l'USII-C du trait du Croisic (figures 5.6 à 5.9).

#### **Aléa érosion :**

La position d'équilibre de la baie de la Baule-Escoublac est pressentie telle qu'il devrait y avoir une perte totale de plage sèche au centre de la baie sans pour autant une attaque des enjeux de première ligne.

La zone du Pouliguen ne présente pas de risques à l'érosion.

**Aléa submersion marine :**

Les terrains situés en arrière du front de mer et en particulier ceux longeant l'étier du Pouliguen présentent des altitudes faibles et inférieures aux niveaux statiques extrêmes. Les risques de submersion de ces zones ont été mis en évidence lors du passage de la tempête Xynthia.

Les terrains touchés par l'aléa sont les suivants :

- la totalité des marais salants, avec un aléa fort,
- la voie SNCF et plusieurs axes routiers (routes communales, départementales ou nationales), avec un aléa faible ou fort selon les endroits (à proximité de la gare et de l'étier du Pouliguen),
- une large zone d'habitations en aléa faible située en bordure de l'étier du Pouliguen et des marais salants. Elle comprend le centre bourg du Pouliguen et périphérie de la Baule-Escoublac.

oOo

---

## 8. USII – F : LES PLAGES DE PORNICHET

---

### 8.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le sous-secteur de l'USII-F est délimité au Nord-Ouest par le port de Pornichet et au Sud-Est par la pointe de Chémoulin. Il occupe un linéaire total de 5,0km sur la commune de Pornichet et de la partie orientale de la commune de Saint-Nazaire.

### 8.2. ÉTAT ACTUEL DU LITTORAL

#### 8.2.1. MORPHOLOGIE COTIERE

Le littoral est entièrement composé de plages (figure 8.1) pouvant être découpées de la manière suivante :

- **la plage de Bonne-Source**, ouverte sur plus de 2,0km, est comprise entre le port de Pornichet et la Pointe de Congrigoux. Sur la moitié Nord-Ouest, le haut de plage est protégé par des ouvrages de type murs et/ou perrés maçonnés. Vers le Sud-Est, les protections laissent place à un cordon dunaire (fiche USII-P13 du fascicule B),
- **la plage de Sainte-Marguerite**, longue de 1,0km, est délimitée par deux éperons rocheux constitués par les pointes de Congrigoux et de la Lande. Le cordon dunaire est quasi absent, remplacé par des ouvrages de protection et une urbanisation de première ligne (fiche USII-P14 du fascicule B),
- **les deux petites plages des Jaunais**, entre la pointe de la Lande et la pointe de Chémoulin. Celle au Nord-Ouest est bordée par un cordon dunaire alors que celle au Sud-Est est bordée d'une falaise morte (fiche USII-P15 du fascicule B).

Ces plages sont globalement ouvertes sur le Sud-Ouest et possèdent une largeur émergée de 20 à 30m environ. Elles reposent sur un platier rocheux particulièrement bien développé sur les 1300m de rivage depuis le port de Pornichet.

Situé entre les centres-bourgs de Pornichet et Saint-Nazaire, le front de mer est ici très urbanisé. La densité de l'habitat devient moins importante à partir de la plage de Sainte-Marguerite en direction du Sud-Est.

## 8.2.2. OUVRAGES DE PROTECTION LITTORALE

Les ouvrages érigés pour protéger les enjeux de première ligne (terrains privés) contre la mer sont principalement constitués de murs et de perrés maçonnés. Un perré en enrochements a également été construit en pied de dune sur la plage Sainte Marguerite.

Ces ouvrages sont présentés dans les fiches USII-O53 à USII-O58 du fascicule B.

## 8.3. CONDITIONS NATURELLES

### 8.3.1. GEOLOGIE

Le rivage est constitué de formations dunaires récentes qui recouvrent des formations rocheuses de type gneiss et migmatiques telles que celles rencontrées sur l'USII-D. Ces dernières apparaissent localement au niveau des pointes rocheuses qui séparent les plages ainsi que sur les platiers rocheux (figure 8.2).

### 8.3.2. TOPOGRAPHIE TERRESTRE

L'altitude des terrains augmente du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Elle reste supérieure à +10,0m IGN69 sur l'ensemble de la plage de Bonne Source pour dépasser +25,0m IGN69 à la pointe de Chémoulin (sommet des falaises).

### 8.3.3. BATHYMETRIE

À notre connaissance, il n'existe pas de levé bathymétrique de détail le long des plages de Pornichet. Les informations restent générales et issues des données du SHOM (figure 8.3).

Les fonds sont très irréguliers avec la présence de hauts-fonds répartis comme suit du large vers la côte :

- une première ligne de hauts-fonds : les Evens, les Troves, les Oreux, le Baguenaud, la Pierre Percée,
- une seconde ligne de hauts-fonds : les Fromentières, la Vieille, le Petit Charpentier.

La pente moyenne des fonds (non altérée par les hauts-fonds) est de 0,1 à 0,2%. L'isobathe -10,0m CM se situe entre 3,0 et 7,0km du rivage en s'éloignant de la côte vers le Sud-Est. L'isobathe -20,0m CM se situe à plus de 10,0km de la côte.

### 8.3.4. ETATS DE MER EN BORDURE LITTORALE

La connaissance des états de mer au droit des plages de Pornichet est issue des informations recueillies au point PT10 placé par des fonds -4,5m CM. Les statistiques sont données en figure 8.4.

#### **Régime moyen :**

Les informations générales sur le régime moyen des états de mer au point PT10 sont les suivantes :

- un pinceau directionnel de propagation des états de mer très étroit ciblé sur le Ouest-Sud-Ouest (N247,5),
- des hauteurs inférieures à 1,0m représentant plus de 60% des états de mer,
- celles supérieures à 2,0m étant assez fréquentes puisqu'elles représentent près de 10% du temps.

Les périodes sont globalement comprises entre 5 et 17s.

#### **Régime extrême<sup>11</sup> :**

Les houles extrêmes pouvant être observées en bordure littorale au point PT10 sont données sur la figure 8.4 et reprises dans le tableau ci-après.

TABLEAU 8.1 : REGIME EXTREME DES HOULES EN BORDURE LITTORALE (POINT PT10)

Période de retour	Hauteur significative (en m)
1 an	5,6 [5,3 – 5,9]
5 ans	7,2 [6,6 – 7,8]
10 ans	7,9 [7,1 – 8,6]
20 ans	8,5 [7,7 – 9,4]
50 ans	9,4 [8,4 – 10,5]
100 ans	10,1 [8,9 – 11,3]

<sup>11</sup> Les informations sur les houles extrêmes en bordure littorale sont données à titre indicatif. La calibration des données de houle ayant été faite sur les régimes moyens, une définition de houles de projet pour le dimensionnement d'ouvrages à la mer devra nécessiter des études de détail spécifiques.

#### 8.4. EVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE

L'analyse de la position du trait de côte a été réalisée sur l'ensemble des jeux de photographies aériennes disponibles à savoir les campagnes de 1977, 1999, 2000 et 2004. Les résultats sont présentés sur les figures 8.5 à 8.7 et mettent en évidence les points suivants :

- Pour la **plage de Bonne-Source**, le trait de côte semble globalement être dans une situation plus avancée en 2004 qu'en 1977 et ce sur l'ensemble du linéaire de la plage. Seule la période allant de 1999 à 2000 présente une configuration d'érosion généralisée sur la zone avec des valeurs s'établissant entre 5,0 et 20m d'érosion.
- Pour la **plage Sainte-Marguerite**, la tendance générale (de 1977 à 2004) semble s'établir autour d'un processus d'érosion sur la limite Nord-Ouest de la plage et des engraisements au niveau de la limite Sud-Est. Cette tendance ne se retrouve cependant pas intégralement sur chacune des périodes observées (exemple : de 1999 à 2000 avec des érosions généralisées de 10m au maximum),
- Pour les **plages des Jaunais**, il est possible de retrouver des tendances relativement similaires à celles de la plage Sainte-Marguerite avec des érosions préférentielles sur la partie Nord-Ouest de la plage et un engraissement préférentiel sur la partie Sud-Est. Les évolutions restent cependant modérées (à l'érosion comme à l'engraissement) avec des valeurs généralement inférieures à la dizaine de mètres sur l'ensemble des périodes observées.

#### 8.5. PROPAGATION D'UN ETAT DE MER DE REFERENCE – REPARTITION DES HAUTEURS DE HOULE ET DES COURANTS DE DEFERLEMENT

La figure 8.8 présente une épure de réfraction pour une condition de houle caractéristique de la zone (état de mer dépassé 10% du temps en moyenne au cours de l'année –  $H_s = 2,50m$  ;  $T_p = 15s$  ;  $Dir = N247,5$  ;  $Niv = +5,45m$  CM).

Cette épure met en évidence les points suivants :

- des phénomènes de concentration sur les hauts-fonds de proximité (les Troves, les Oreaux, Baguenaud, la Pierre Percée, les Fromentières...),
- à la côte, des alternances de zones de concentration/atténuation de la houle en réponse à la présence et aux effets de ces hauts-fonds,
- une zone de déferlement plus étendue au Nord avec la présence d'un platier large et développé. L'attaque de la houle se fait plus directe plus au Sud en l'absence de ce platier,
- une incidence de la houle globalement orientée vers le Sud-Est par rapport à l'orientation générale du trait de côte.

Au niveau des courants de déferlement, on peut observer les points suivants (figure 8.9) :

- les courants sont globalement orientés vers le Sud-Est en direction de la pointe de Chémoulin,
- le port de Pornichet constitue une barrière aux courants de déferlement,
- les courants sont aussi observables au niveau des éperons rocheux délimitant les différentes plages (pointes de Congrigoux et de la Lande) traduisant des échanges potentiels entre chacune des plages,
- des courants semblent contourner la pointe de Chémoulin traduisant que ce sous-secteur peut être capable d'alimenter le suivant (USIII de la pointe de Chémoulin à Saint-Nazaire),
- les courants sont plus intenses au Nord en raison du déferlement brusque et rapide sur le platier rocheux.

## 8.6. ESTIMATION DES INTENSITES ET DIRECTIONS DES TRANSITS LITTORAUX

Les plages de Pornichet ont été schématisées en une plage unique d'orientation générale N120° - N300° sur laquelle il est possible d'estimer les valeurs des intensités et direction du transit littoral. Compte tenu de la difficulté d'interprétation des évolutions des positions des traits de côte identifiées sur les jeux de photographies aériennes et du manque de données fiables sur la composition granulométrique des sables, nous ne disposons pas de moyens pour calibrer la formule de transport.

Par comparaison des régimes moyens de houle au droit des plages de Pornichet par rapport aux plages de Pen-Bron (régime plus fort à Pornichet qu'à Pen-Bron) et de l'incidence de la houle à la côte (incidence plus forte à Pornichet qu'à Pen-Bron), on peut estimer que les intensités des transits littoraux doivent être plus importantes sur le littoral de Pornichet que sur celui de Pen-Bron. Partant de ces hypothèses et assumant un transit moyen annuel s'établissant autour de 25 000 m<sup>3</sup>/an, les estimations des intensités et directions des transits littoraux sont les suivantes : de 15 000 m<sup>3</sup>/an à 35 000 m<sup>3</sup>/an orienté du Nord vers le Sud.

## 8.7. PROPOSITION D'UN SCHEMA DE FONCTIONNEMENT LITTORAL

Le littoral de Pornichet est soumis à un transit littoral orienté du Nord-Ouest vers le Sud-Est qui tend à transporter les sédiments sableux depuis le port de Pornichet en direction de la pointe de Chémoulin. Il est clair que le port de Pornichet empêche une grande partie voire la totalité des approvisionnements potentiels en sable depuis le Nord-Ouest (en provenance de la baie de la Baule-Escoublac). L'entrée du sous-secteur USII-F présente donc un déficit d'apports sédimentaires. Ce déficit sédimentaire en entrée du système doit normalement résulter dans des phénomènes d'érosion principalement localisés au Sud-Est immédiat du port de Pornichet sur la plage de Bonne-Source (qui bénéficie par ailleurs à cet endroit précis de protections de haut de plage).

Les différentes pointes rocheuses présentes sur le littoral doivent être capables de retenir ces mouvements sédimentaires (et donc permettre un élargissement de la plage sèche) jusqu'à une certaine mesure où tout nouvel apport sera automatiquement transféré par contournement sur la plage située plus au Sud. La quantité de sable « stockable » contre l'éperon rocheux naturel dépendra essentiellement de sa longueur. Au niveau de la dernière plage (plage des Jaunais),

les sables qui pourraient contourner la pointe de Chémoulin seront définitivement perdus pour ce sous-secteur.

En conséquence, il est à attendre des érosions essentiellement marquées au niveau de la plage de Bonne-Source à l'aval immédiat du port de Pornichet et de manière générale sur les parties Nord-Ouest de chacune des trois plages du littoral. Les éperons rocheux devront cependant permettre de tenir un stock à minima de sables sur chacune des plages. L'orientation générale du trait de côte sur chacune des plages se fera afin de s'orienter principalement face à la direction du flux moyen d'énergie des vagues. A noter que des phénomènes très localisés pourront apparaître à l'aval immédiat des éperons rocheux où il sera possible d'observer des plages de forme parabolique sous l'effet de diffraction locale de la houle.

Ce sous-secteur dans sa globalité devrait voir son stock sableux s'appauvrir au cours du temps par les pertes au Sud-Est non compensées et la difficulté d'apports au Nord-Ouest.

## **8.8. CONNAISSANCE DES PHENOMENES D'EROSION ET DE SUBMERSION MARINE**

### **8.8.1. QUESTIONNAIRE LITTORAL**

La réponse au questionnaire s'est faite via un entretien en mairie avec M. Faivre-Pierret directeur des services techniques et élu en charge du littoral le 08 septembre 2009.

Le littoral de Pornichet ne connaît pas de problèmes majeurs d'érosion (sauf quelques cas très localisés) et pas de problèmes de submersion marine.

Une étude diagnostic détaillée a été réalisée par le Service Maritime en 2008-2009. Elle visait à faire un bilan détaillé des ouvrages et problèmes d'érosion côtière et proposer solutions. Les solutions proposées concernent pour l'essentiel des réfections ou entretien des ouvrages de défense.

### **8.8.2. EROSION MARINE**

Compte tenu de la présence d'un transit littoral établi sur cette portion de littoral et du déficit sédimentaire en entrée du système, chacune des plages devrait progressivement basculer de Nord-Ouest vers le Sud-Est. La présence des éperons rocheux devrait cependant limiter ce phénomène.

Nous avons retenu dans le cadre de cette étude et en l'état de nos connaissances sur le fonctionnement des plages les aléas érosion de référence comme suit (qui décroissent en allant vers la pointe Chémoulin de par les alimentations naturelles de plage à plage) :

- plage de Bonne-Source : -0,30m/an moyenne à -0,20m/an,
- plage Sainte-Marguerite : -0,15m/an en moyenne,
- plage des Jaunais : -0,10m/an en moyenne.

Les engraissements au niveau des éperons rocheux se définiront à la fois par les caractéristiques géométriques des éperons (essentiellement leur longueur) et par continuité de la position du trait de côte.

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

### 8.8.3. SUBMERSION MARINE

Les niveaux statistiques extrêmes de pleine-mer pour les différentes périodes de retour sont rappelés dans le tableau ci-dessous dans lequel est aussi donné le niveau centennal dans l'hypothèse d'une surélévation du niveau moyen de la mer de +0,60m à l'horizon 2100.

**TABLEAU 8.2 : NIVEAUX STATISTIQUES EXTREMES DE PLEINE-MER SUR L'USII-F (EN M IGN69)**

	<b>20 ans</b>	<b>50 ans</b>	<b>100 ans</b>	<b>100 ans à 2100</b>
<b>Niveau</b>	3,85	3,95	4,05	4,65

Ces niveaux statiques sont estimés au large des plages de Pornichet et ne prennent donc pas en compte l'élévation locale du niveau d'eau sur la plage (niveau dynamique). Celle-ci est comprise entre +0,55 et +0,85m pour les houles considérées (houle annuelle à centennale et à l'aide de la formulation de Stockdon et al.).

Les altimétries des terrains littoraux induisent qu'il n'existe pas de zones touchées par la submersion marine.

**Evènement Xynthia des 27 et 28 février 2010 :**

Aucun évènement d'érosion marine n'a été relevé sur ce sous-secteur d'étude.

### 8.8.4. ANALYSE DE LA CARTOGRAPHIE EROSION MARINE

Les terrains soumis à l'aléa érosion sont reportés sur la figure 8.11.

Selon l'approche retenue dans le cadre de la présente étude, on peut s'apercevoir que les érosions de trait de côte restent limitées même à l'horizon 100 ans essentiellement en raison de la contention naturelle des plages par les éperons rocheux.

Il est à attendre essentiellement des diminutions des largeurs de plage sèche d'autant plus importantes que l'on se trouve proche du port de Pornichet.

oOo

## REFERENCES

---

### OUVRAGES ET ETUDES

**CREOCEAN, 2002.** Erosion du littoral des communes de Piriac-sur-Mer et Mesquer. Diagnostic et recommandations pour le compte des communes de Piriac-sur-Mer et Mesquer.

**HSU, J.R.C. AND EVANS, C. (1989).** Parabolic bay shapes and applications. Proc. Institution of civil Engineers, 87, 557-570.

**PINOT, J.P 1995.** La gestion du littoral, Volume 1. Éditeur Institut océanographique, 1998

**DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'AGRICULTURE, DIVISION DU LITTORAL, 2008/2009.** Réflexions sur la protection du littoral. Rapport établi pour la commune de Pornichet.

**SOGREAH, 1997.** Aménagement du secteur du Port Charly et de l'estacade du Croisic. Etude préalable d'agitation et de courantologie pour le compte du Conseil Général de Loire Atlantique.

**SOGREAH/IN VIVO, 2002.** Etude de faisabilité d'un traitement adapté de la Baie de la Baule, pour le compte de la mairie de la Baule-Escoublac (rapport 711097).

**SOGREAH, 2002.** Etude hydraulique et sédimentologique et proposition de confortement, pour le compte du centre marin de Pen-Bron (rapport 716231).

### 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



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

Situation géographique de l'USII

Affaire N° 171 1836

Figure N° 1.1

Echelle: 1/250 000

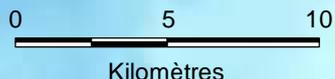
Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD



	Unité sédimentaire (U.S)
	Limite entre deux U.S
	Communes littorales de la Loire Atlantique
	Communes littorales de la Vendée



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° 1-2



PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/100 000

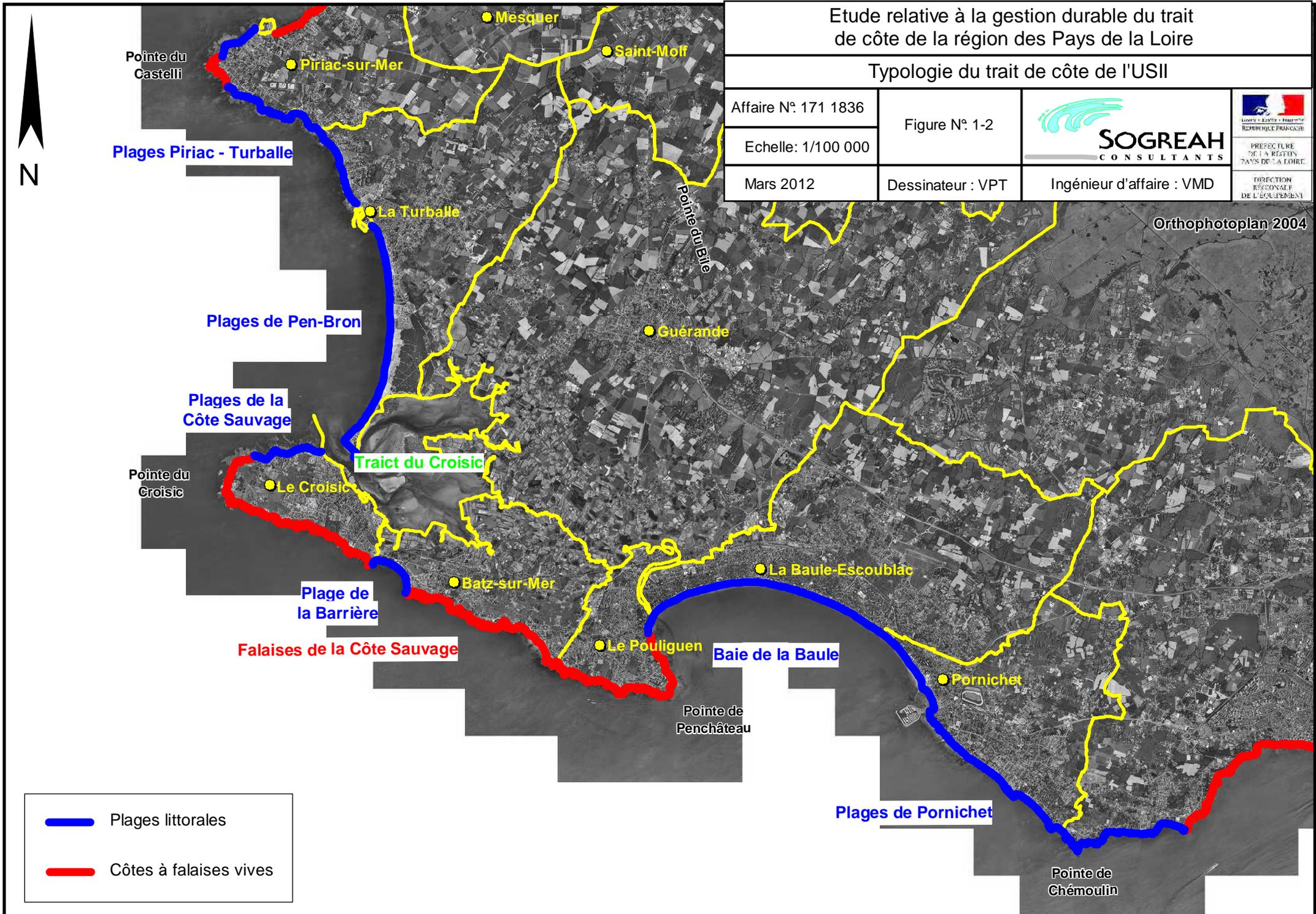
Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION  
RÉGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004



- Plages littorales
- Côtes à falaises vives

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

Topographie générale de l'USII

Affaire N° 171 1836

Figure N° 1-3

Echelle: 1/100 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

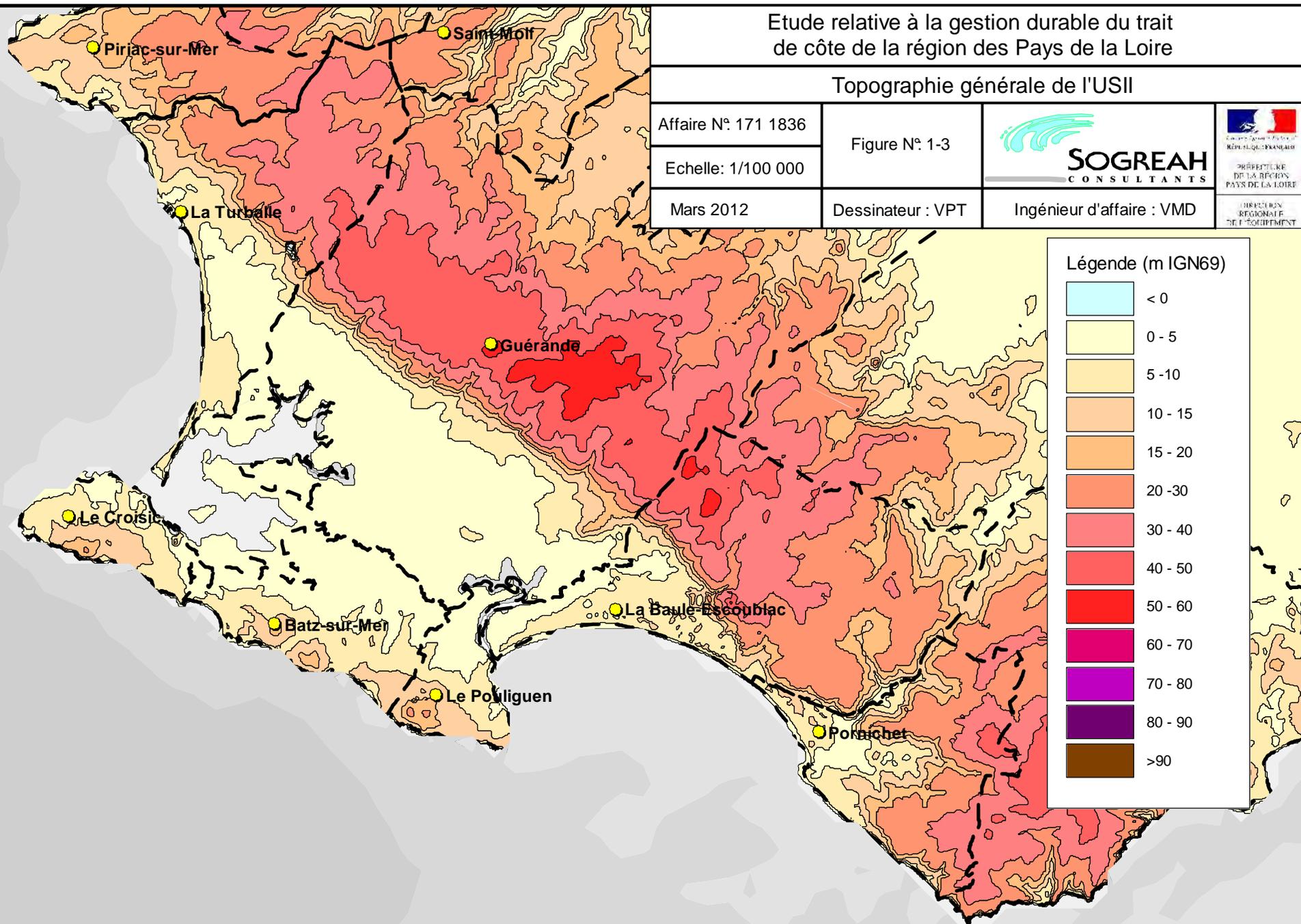
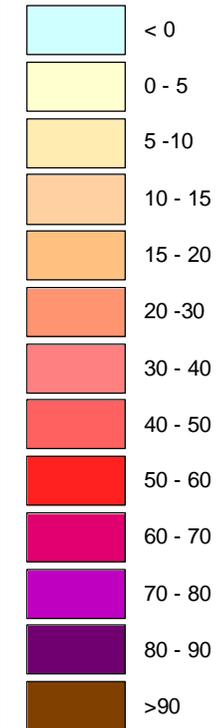


PREFECTURE  
DE LA REGION  
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT

Ingénieur d'affaire : VMD

Légende (m IGN69)



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

Occupation des sols de l'USII (extrait du POS)

Affaire N° 171 1836

Figure N° 1.6

Echelle: 1/90 000

Mars 2012

Dessinateur : GRS

Ingénieur d'affaire : VMD

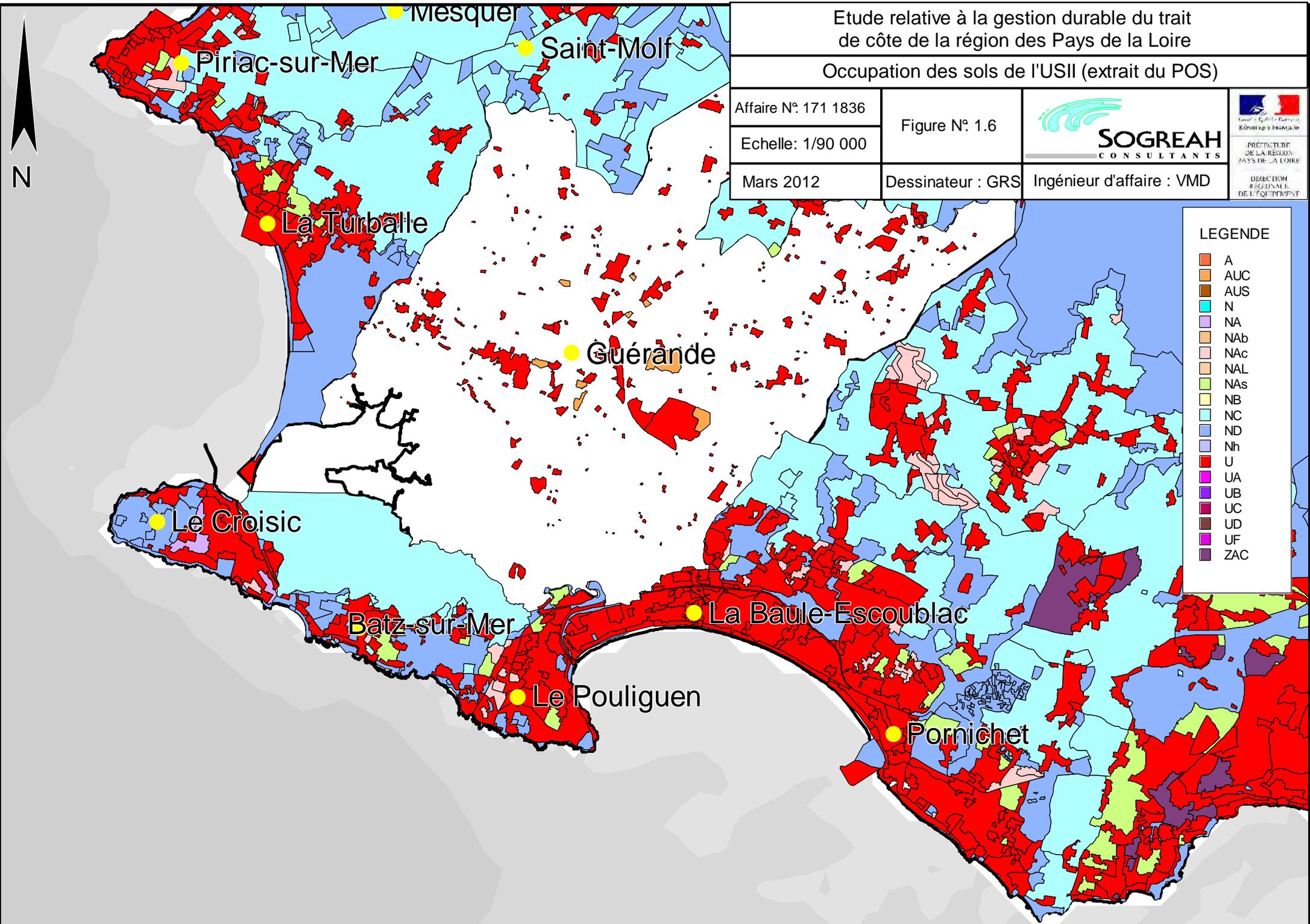


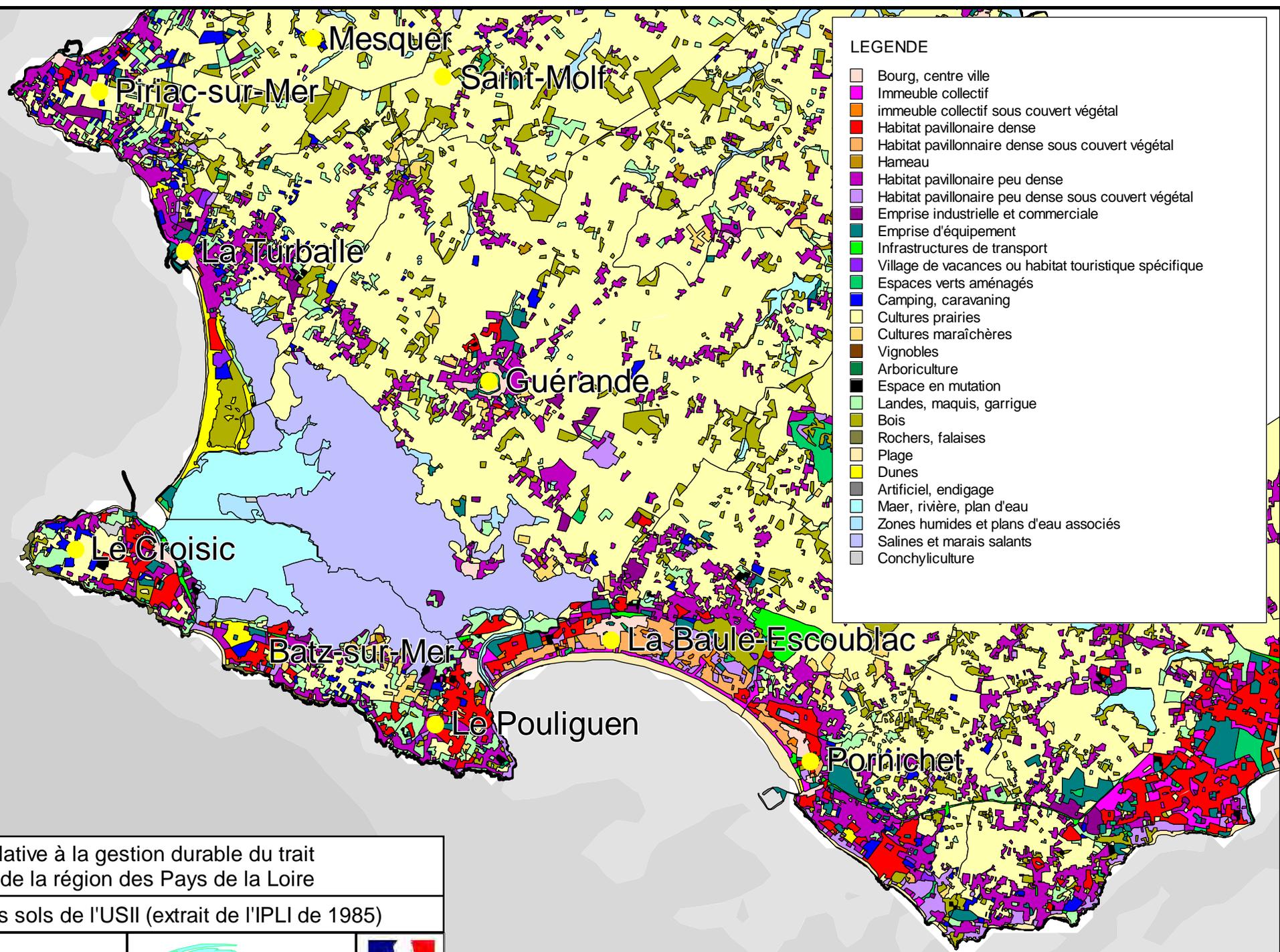
PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
RÉGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

LEGENDE

- A
- AUC
- AUS
- N
- NA
- NAb
- NAc
- NAL
- NAs
- NB
- NC
- ND
- Nh
- U
- UA
- UB
- UC
- UD
- UF
- ZAC





LEGENDE

- Bourg, centre ville
- Immeuble collectif
- immeuble collectif sous couvert végétal
- Habitat pavillonnaire dense
- Habitat pavillonnaire dense sous couvert végétal
- Hameau
- Habitat pavillonnaire peu dense
- Habitat pavillonnaire peu dense sous couvert végétal
- Emprise industrielle et commerciale
- Emprise d'équipement
- Infrastructures de transport
- Village de vacances ou habitat touristique spécifique
- Espaces verts aménagés
- Camping, caravanning
- Cultures prairies
- Cultures maraîchères
- Vignobles
- Arboriculture
- Espace en mutation
- Landes, maquis, garrigue
- Bois
- Rochers, falaises
- Plage
- Dunes
- Artificiel, endigage
- Maer, rivière, plan d'eau
- Zones humides et plans d'eau associés
- Salines et marais salants
- Conchyliculture

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

Usages des sols de l'USII (extrait de l'IPLI de 1985)

Affaire N° 171 1836

Figure N° 1.5

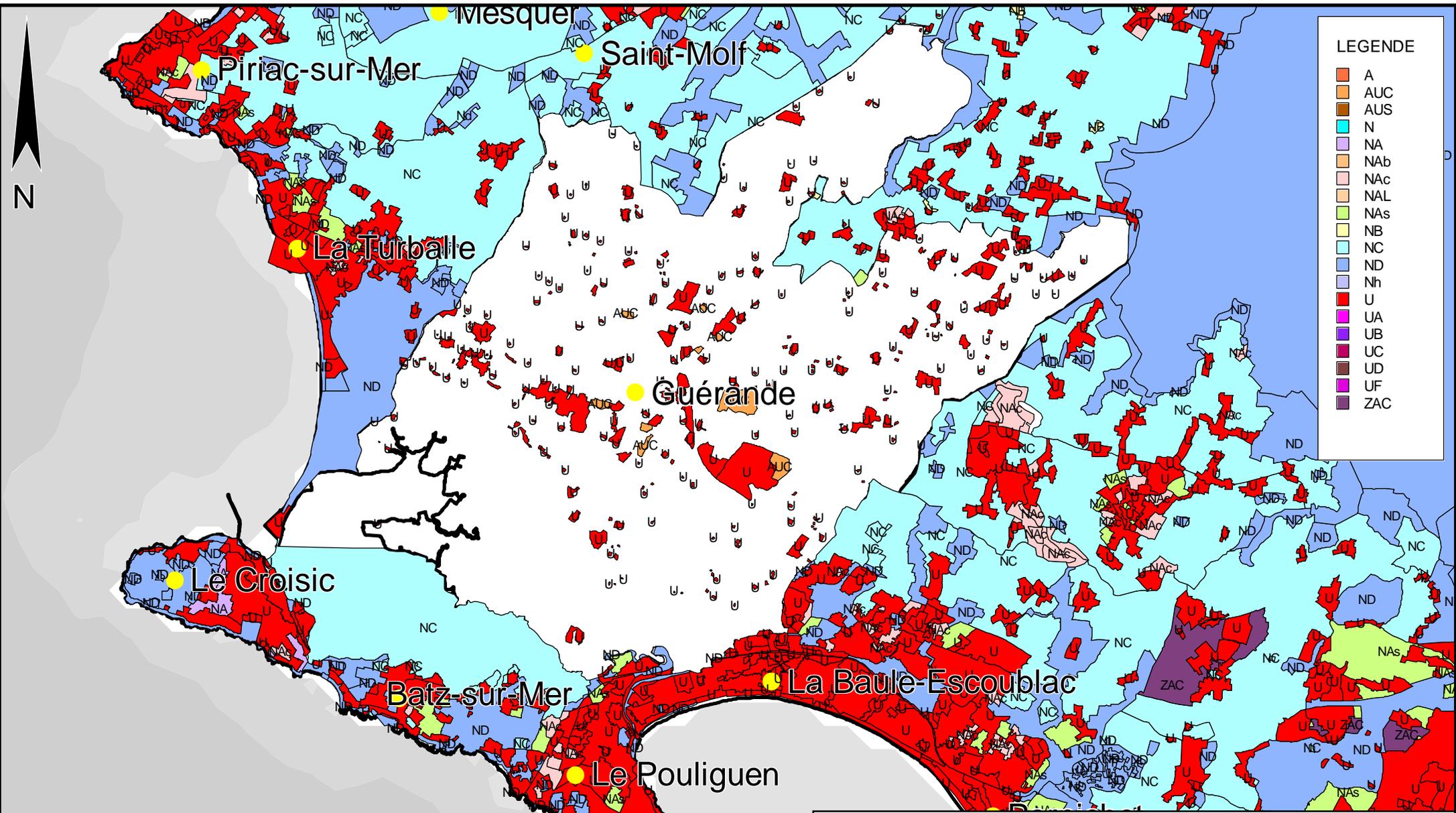


Echelle: 1/100 000

Décembre 2011

Dessinateur : GRS

Ingénieur d'affaire : VMD



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

Occupation des sols de l'USI (extrait du POS)

Affaire N° 171 1836

Figure N° 1.6



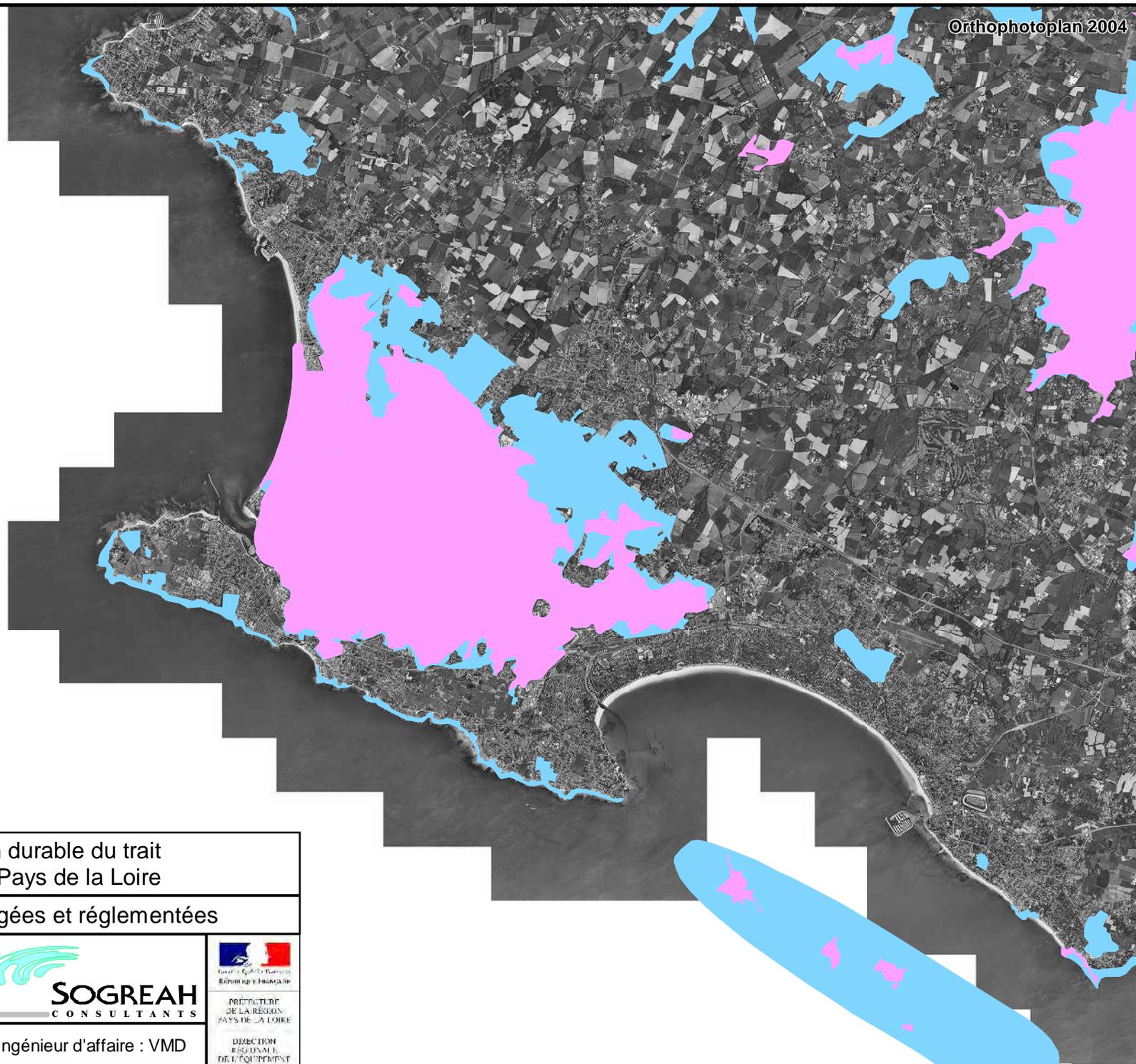
Echelle: 1/90 000

Dessinateur : GRS

Ingénieur d'affaire : VMD

Mars 2012

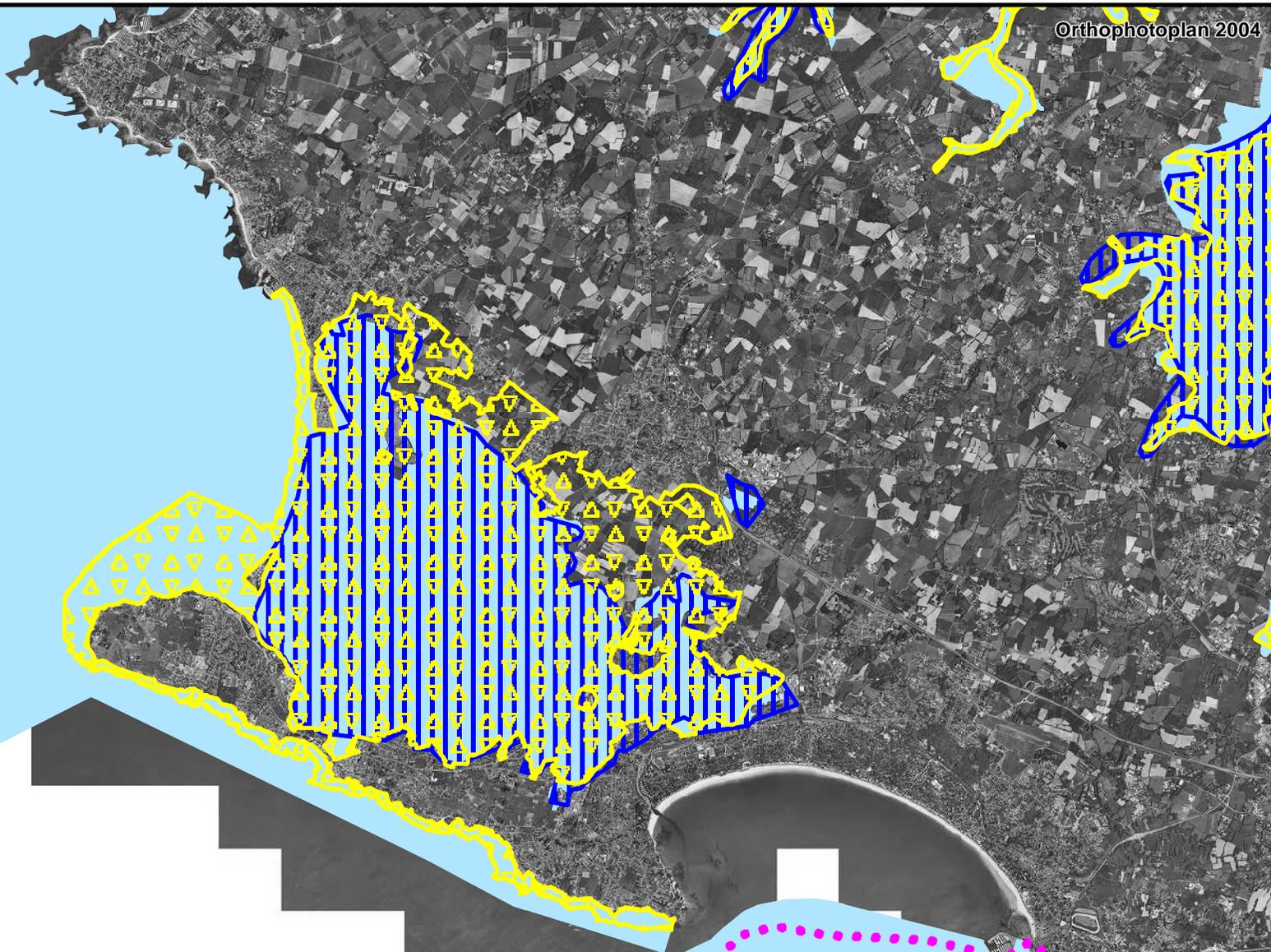
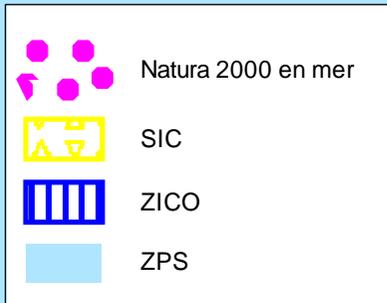
DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT



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

Localisation des zones protégées et réglementées

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 1-7a		 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Echelle: 1/100 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE  DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



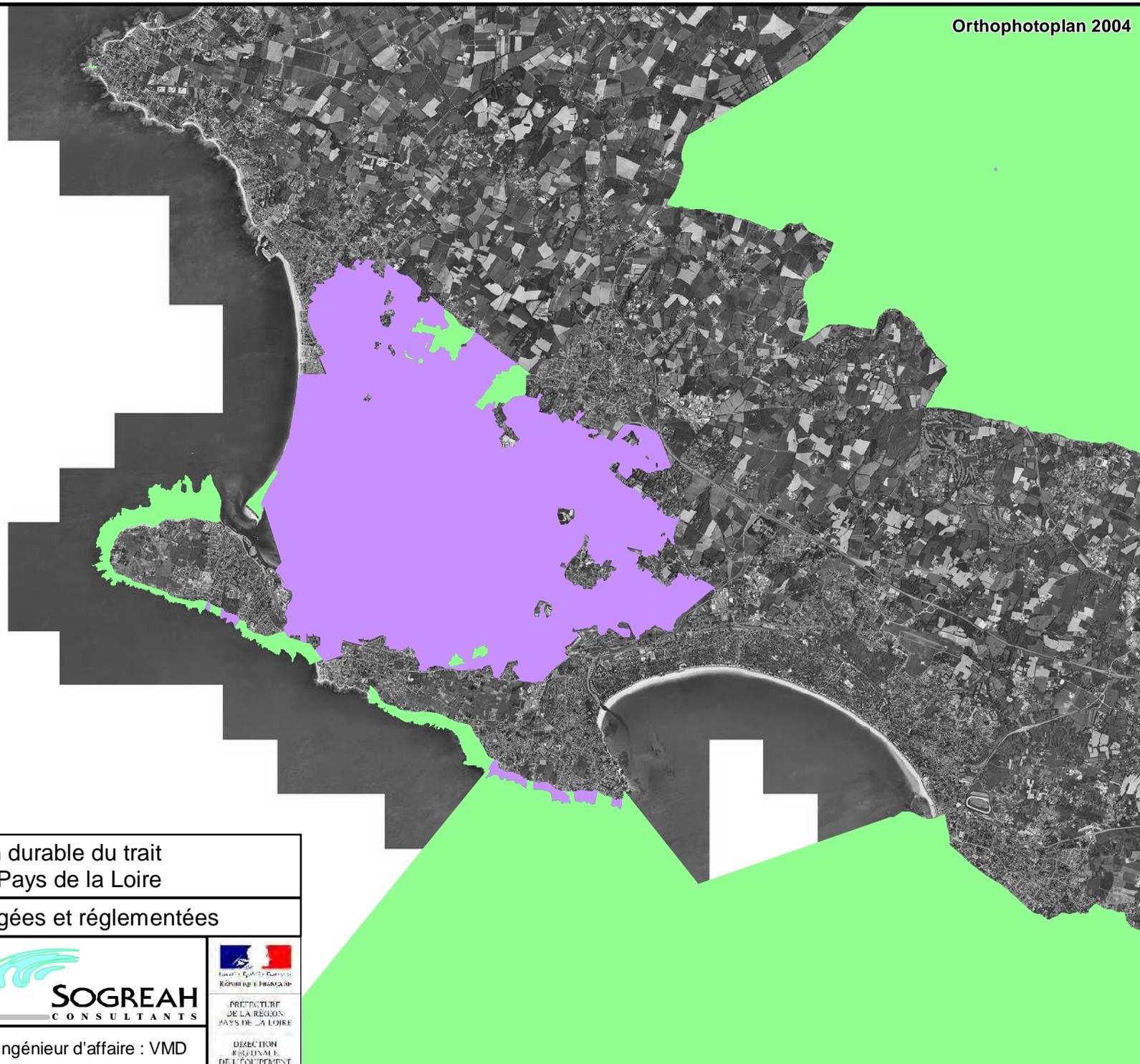
Etude relative à la gestion durable du trait  
de côte de la région des Pays de la Loire

Localisation des zones protégées et réglementées

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 1-7b		 République Française PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
Echelle: 1/100 000			
Décembre 2011	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



	Sites inscrits
	sites classés



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

Localisation des zones protégées et réglementées

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 1-7c		 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Echelle: 1/100 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

### Distribution des hauteurs

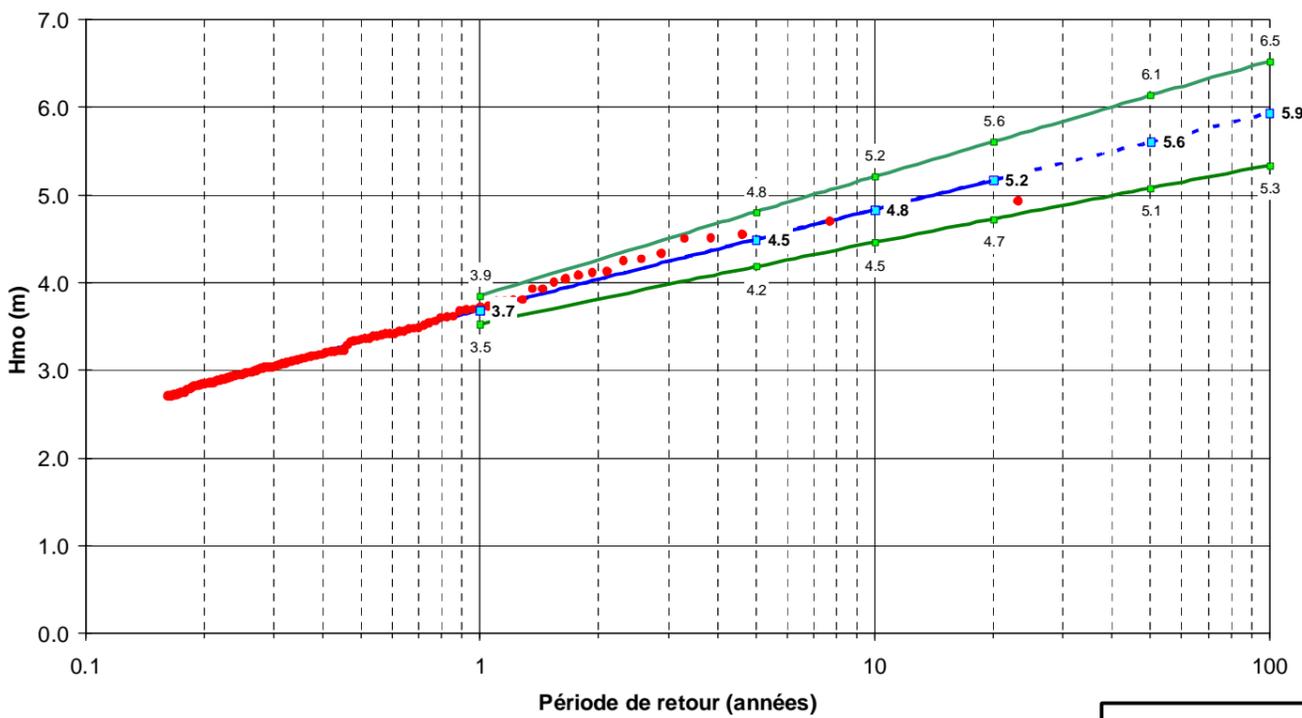
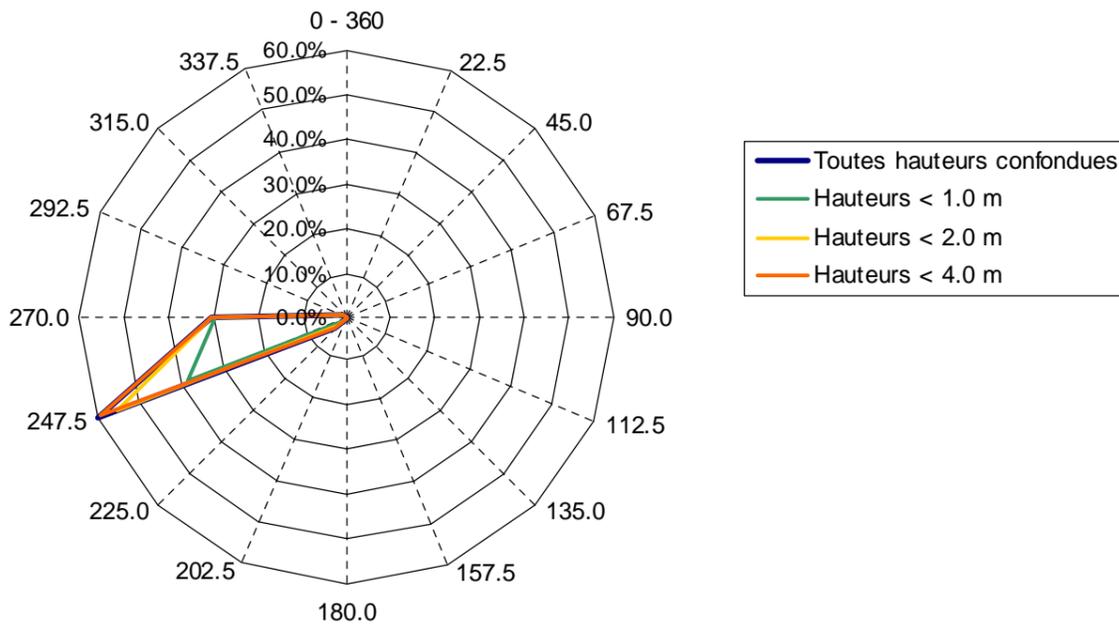
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.04	0.33	11.11	23.43	0.71			35.63
0.5 - 1.0										0.09	1.13	27.29	6.08	0.00			34.58
1.0 - 1.5										0.14	0.88	11.56	0.67				13.25
1.5 - 2.0										0.08	0.53	5.72	0.02				6.35
2.0 - 2.5										0.02	0.23	2.66					2.92
2.5 - 3.0										0.00	0.06	0.99					1.06
3.0 - 3.5										0.00	0.02	0.34					0.36
3.5 - 4.0											0.01	0.11					0.11
4.0 - 4.5											0.00	0.05					0.05
4.5 - 5.0											0.00	0.01					0.02
5.0 - 5.5																	0.00
5.5 - 6.0																	0.00
> 6.0																	0.00
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	3.19	59.85	30.20	0.72	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01	0.02	0.04			0.08
3 - 5										0.09	0.23	0.53	0.71	0.51			2.07
5 - 7										0.17	0.52	2.95	5.94	0.16			9.75
7 - 9										0.11	0.80	8.25	13.23				22.38
9 - 11											0.92	13.54	7.76				22.23
11 - 13											0.42	16.36	2.43				19.22
13 - 15											0.20	13.13	0.10				13.43
15 - 17											0.06	3.84					3.90
17 - 19											0.03	0.88					0.90
19 - 21											0.01	0.26					0.27
> 21											0.00	0.10					0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	3.19	59.85	30.20	0.72	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTA)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 1-8

Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



### Distribution des hauteurs

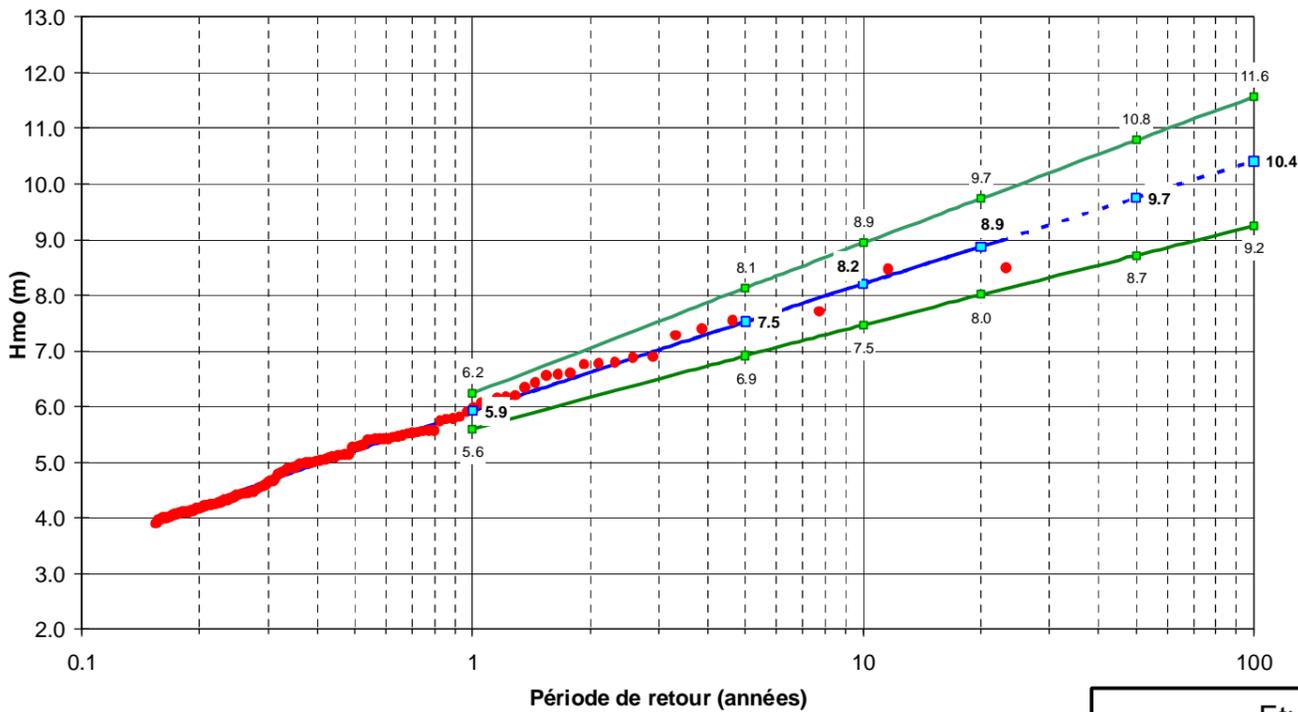
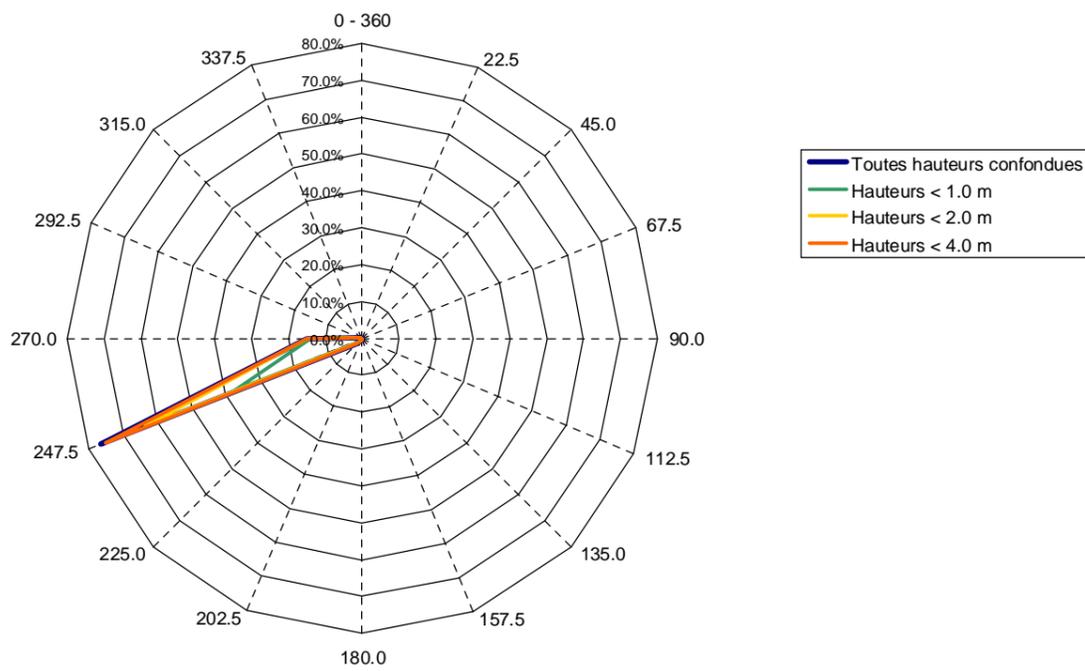
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.06	0.22	12.27	10.75	0.46			23.76
0.5 - 1.0										0.13	0.62	24.86	3.42				29.04
1.0 - 1.5										0.12	0.46	16.26	0.79				17.63
1.5 - 2.0										0.04	0.31	10.00	0.16				10.51
2.0 - 2.5										0.01	0.16	5.53	0.01				5.71
2.5 - 3.0										0.00	0.09	3.36					3.45
3.0 - 3.5											0.02	1.81					1.83
3.5 - 4.0											0.00	1.05					1.05
4.0 - 4.5											0.00	0.58					0.58
4.5 - 5.0											0.00	0.36					0.36
5.0 - 5.5												0.18					0.18
5.5 - 6.0												0.10					0.10
> 6.0												0.13					0.13
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.88	76.49	15.13	0.46	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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										0.02	0.05	0.11	0.23	0.22			0.63
5 - 7										0.14	0.27	0.84	3.11	0.24			4.61
7 - 9										0.15	0.42	6.26	10.95				17.77
9 - 11										0.05	0.58	22.91	0.83				24.38
11 - 13										0.00	0.40	22.32					22.73
13 - 15											0.13	17.96					18.10
15 - 17											0.03	4.91					4.93
17 - 19											0.00	0.89					0.89
19 - 21											0.00	0.26					0.26
> 21												0.03					0.03
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.88	76.49	15.13	0.46	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTB)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 1-9

Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD



### Distribution des hauteurs

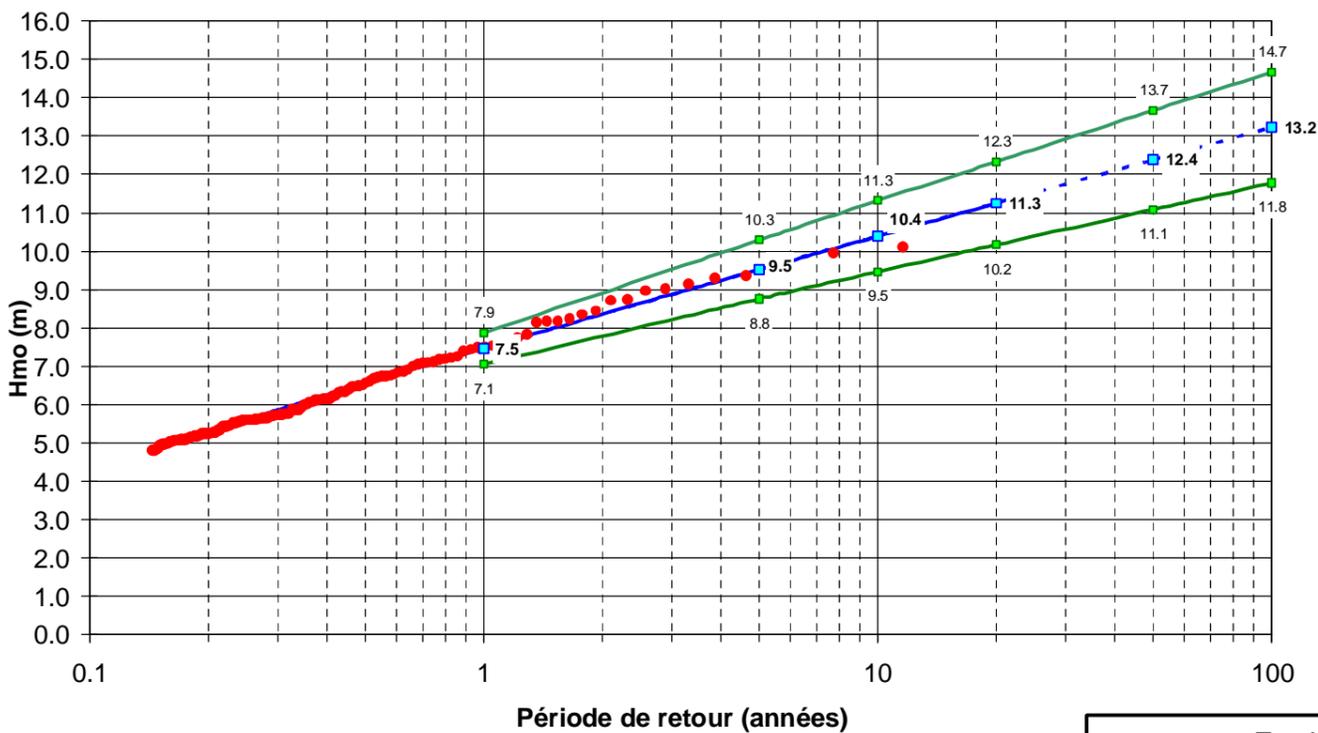
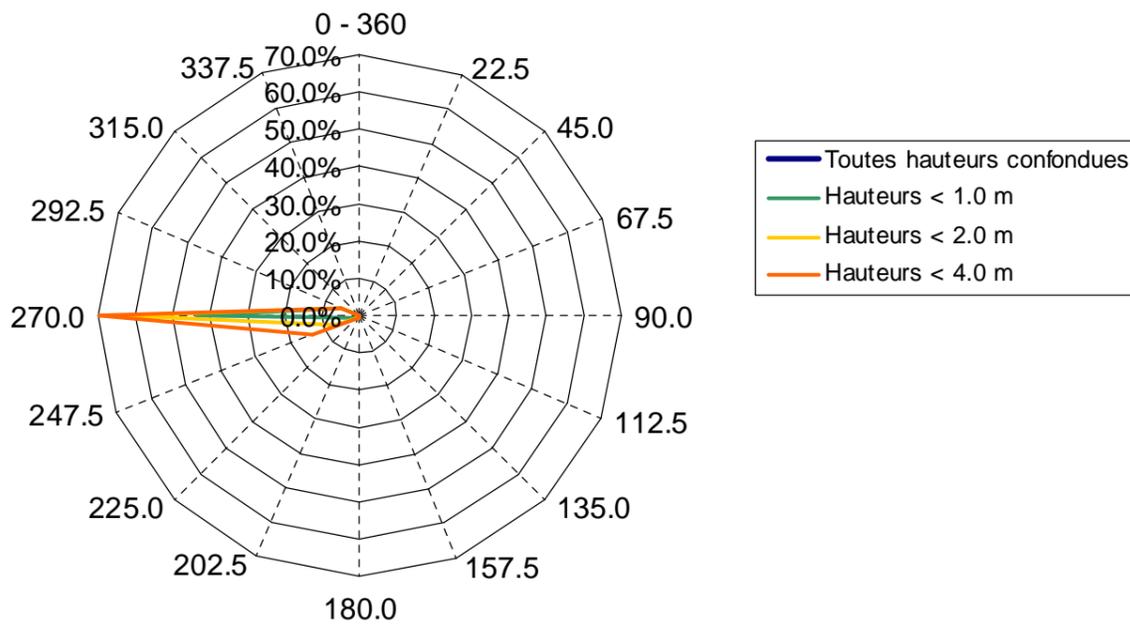
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5									0.01	0.02	0.03	0.23	17.15	4.96			22.40%
0.5 - 1.0									0.02	0.16	0.29	1.67	26.15	0.59			28.88%
1.0 - 1.5									0.02	0.21	0.42	2.33	13.41	0.00			16.40%
1.5 - 2.0									0.01	0.15	0.36	2.55	6.82				9.90%
2.0 - 2.5									0.01	0.07	0.29	2.05	3.32				5.74%
2.5 - 3.0									0.00	0.03	0.19	1.94	1.66				3.81%
3.0 - 3.5									0.00	0.02	0.09	1.59	0.89				2.59%
3.5 - 4.0									0.00	0.02	0.06	1.13	0.42				1.62%
4.0 - 4.5									0.00	0.01	0.05	0.78	0.27				1.11%
4.5 - 5.0											0.04	0.57	0.12				0.73%
5.0 - 5.5											0.01	0.37	0.04				0.43%
5.5 - 6.0											0.01	0.23	0.01				0.25%
> 6.0											0.00	0.00	0.00				0.47%
Total									0.07%	0.69%	1.85%	15.89%	70.28%	5.56%			94.33%

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01	0.01	0.05			0.08
3 - 5									0.01	0.09	0.16	0.43	0.64	0.74			2.07
5 - 7									0.02	0.20	0.34	1.64	5.32	2.22			9.75
7 - 9									0.03	0.18	0.43	2.80	16.48	2.46			22.38
9 - 11									0.00	0.15	0.49	3.23	18.27	0.08			22.23
11 - 13										0.05	0.25	3.19	15.73				19.22
13 - 15										0.01	0.11	2.58	10.73				13.43
15 - 17										0.00	0.04	1.22	2.64				3.90
17 - 19										0.00	0.02	0.45	0.43				0.90
19 - 21											0.00	0.23	0.03				0.27
> 21											0.00	0.10	0.01				0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.69	1.85	15.89	70.28	5.56	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTC)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 1.10

Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

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 sorties des états de mer

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 1-11

Echelle: 1/125 000

Dessinateur : VPT

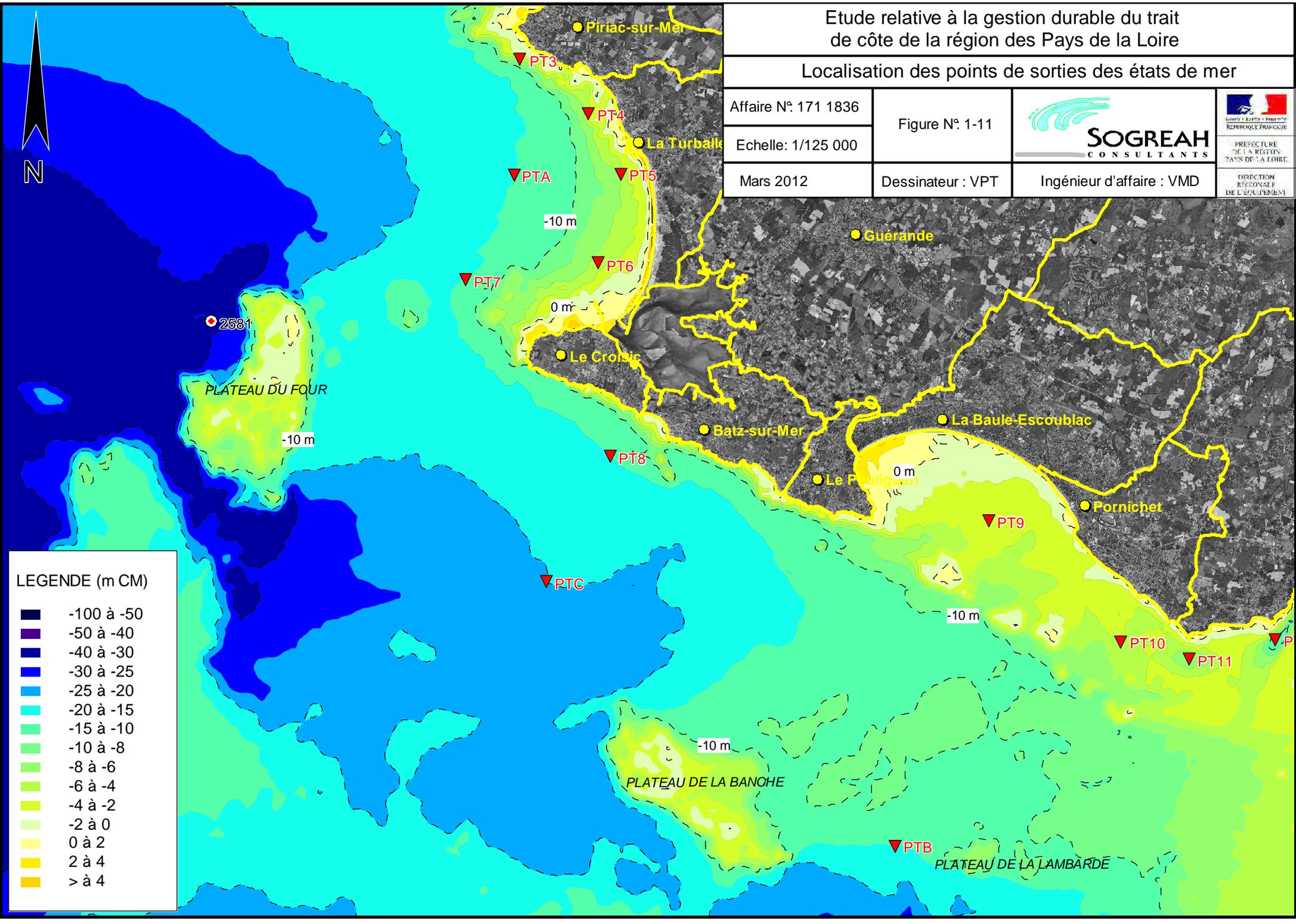


PREFECTURE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT

Mars 2012

Ingénieur d'affaire : VMD



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

Pointe du Castelli

USII - A

Piriac-sur-Mer

Saint-Molf

De la Pointe du Castelli  
au port de la Turballe

La Turballe

Les plages de Pen-Bron

Guérande

USII - C

USII - D

Le Croisic

Le Trait du Croisic

Batz-sur-Mer

La Baule-Escoublac

La côte sauvage

Le Pouliguen

La baie de la Baule

USII - E

Pornichet

USII - F

Les plages de Pornichet

USIII - B

USIII - A

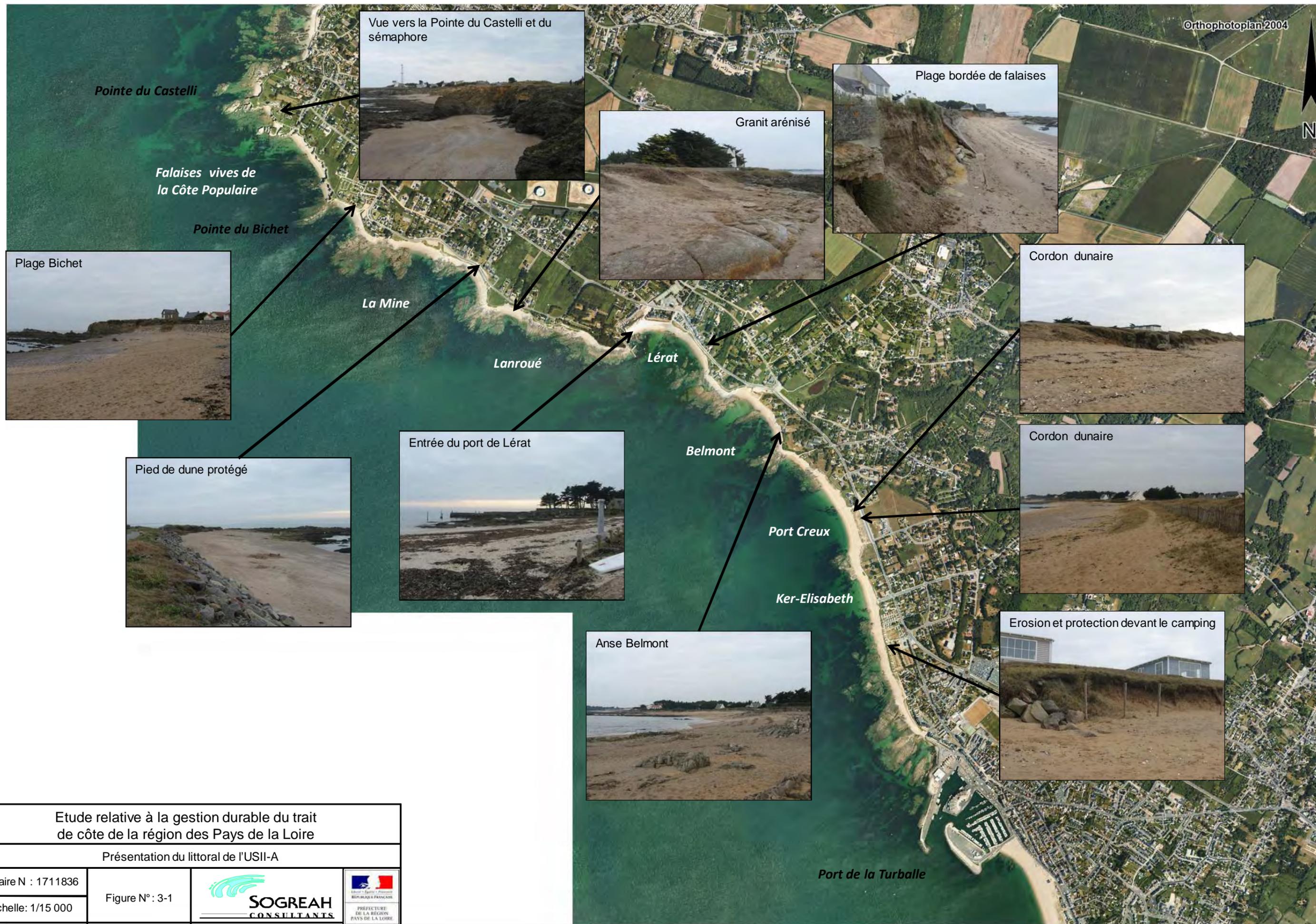
Pointe de Chémoulin

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Découpage en sous-secteurs de l'unité sédimentaire 2			
Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 2.1		 PREFECTURE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE
Echelle: 1/70 000	Dessinateur : EGN		
Mars 2012			

Orthophotoplan 2004

U.S II

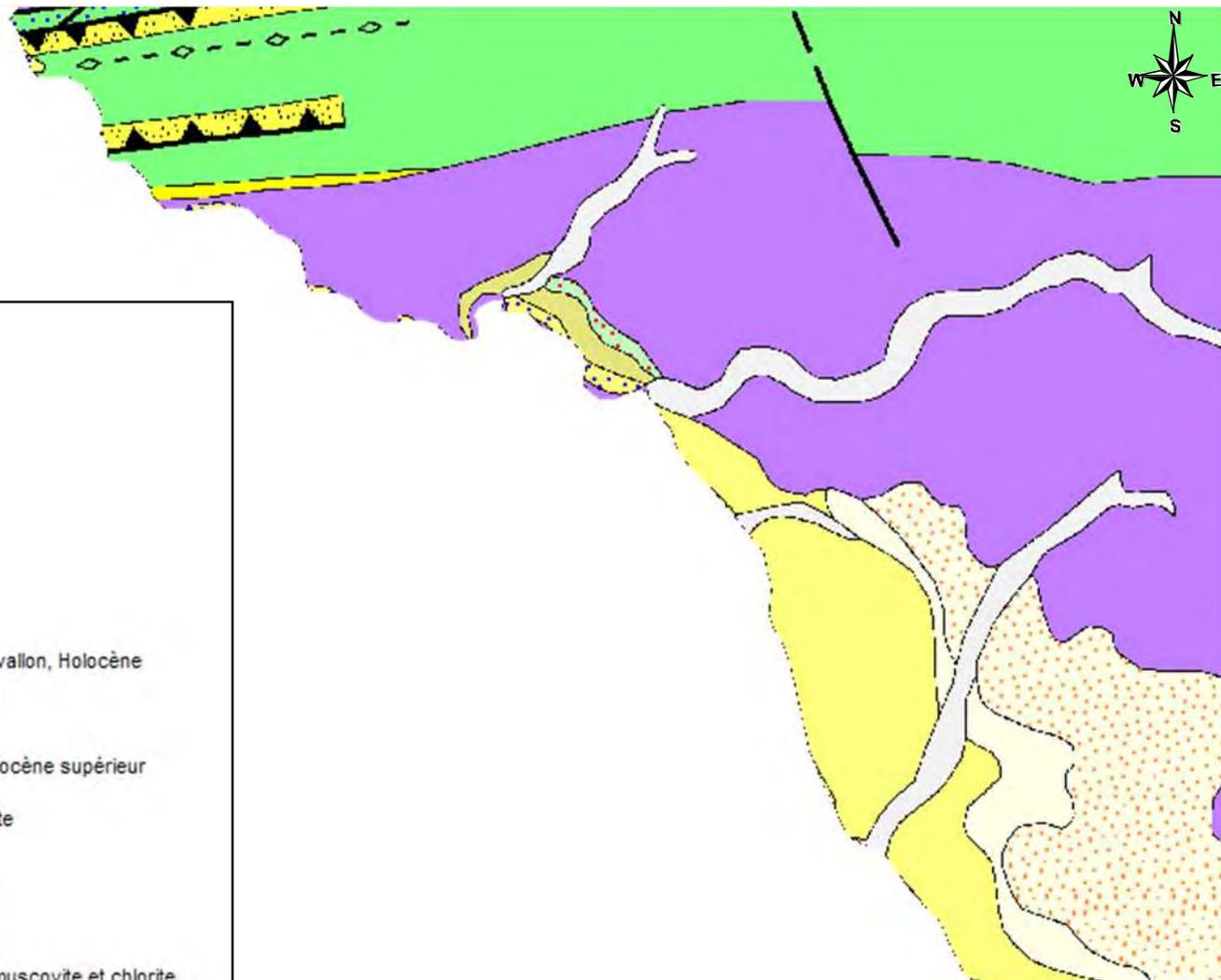




Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Présentation du littoral de l'USII-A

Affaire N : 1711836	Figure N° : 3-1		
Echelle: 1/15 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



Légende :

▼Projet : Loire Atlantique

-  Cordon littoral actuel, sables et galets
-  Cordon littoral flandrien, sables, argiles
-  Cordon littoral pléistocène, sables et graviers
-  Formations dunaires
-  Colluvions indifférenciées
-  Alluvions récentes et actuelles, colluvions de fond de vallon, Holocène
-  Tourbe et argiles grises, sables limoneux, Flandrien
-  Alluvions de la basse terrasse, graviers, sables, Pléistocène supérieur
-  Granite de Guérande, leucogranite à muscovite et biotite
-  Granite de Guérande, faciès mylonitique feuilleté
-  Formation de la Vilaine, quartzites graphitiques
-  Formation de la Vilaine, micaschistes indifférenciés à muscovite et chlorite
-  Formation de la Vilaine, micaschistes à ocelles d'albite, muscovite, chlorite
-  Filons de quartz
-  Réseau hydrologique

Source : BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

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

Géologie de l'USII-A

Affaire N : 1711836

Echelle : 1/25 000

Mars 2012

Figure N° : 3-2

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD



### Distribution des hauteurs

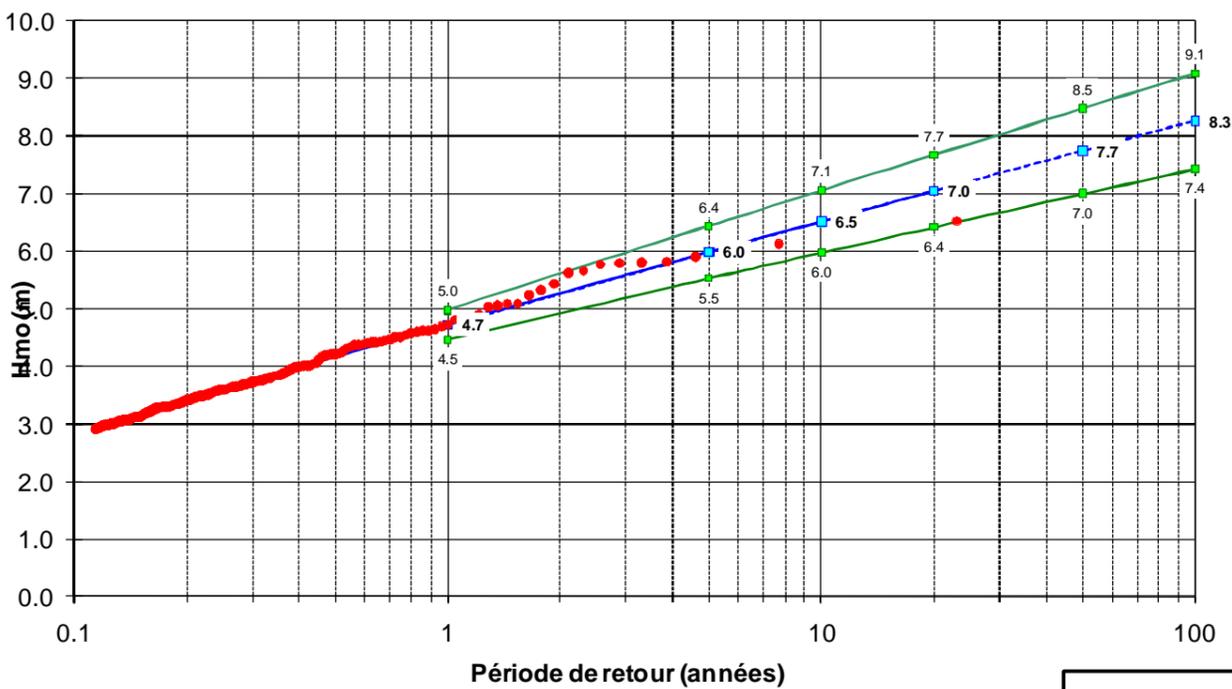
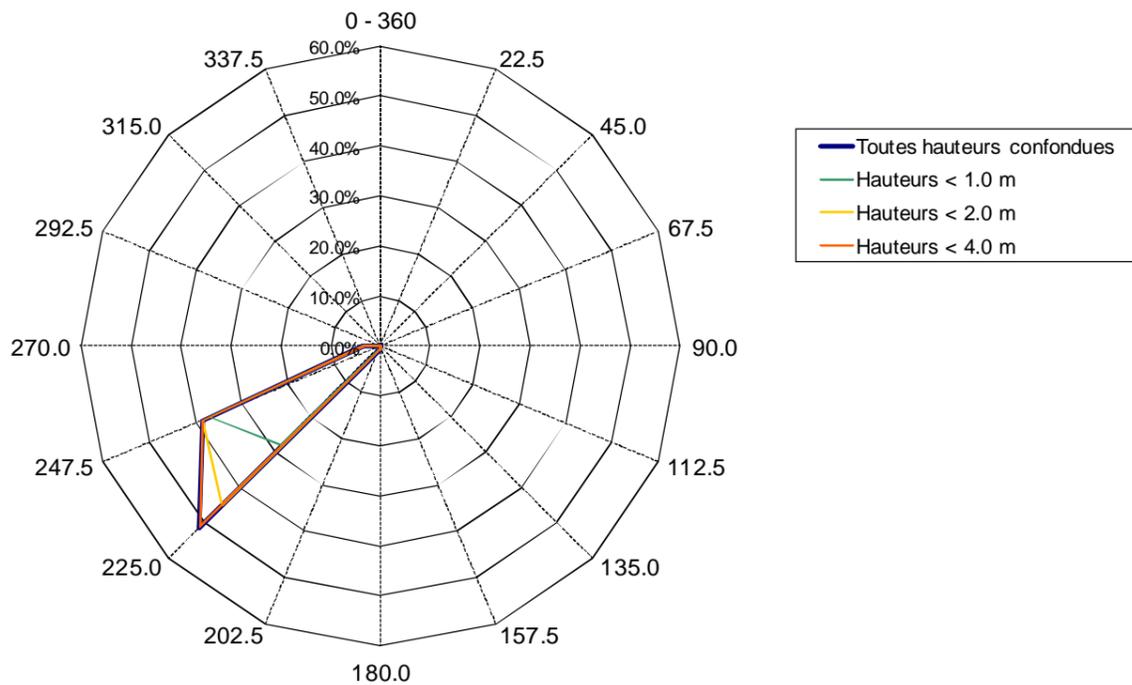
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.14	6.44	28.15	3.23				37.96
0.5 - 1.0										0.34	21.37	8.90	0.19				30.80
1.0 - 1.5										0.26	11.07	1.43					12.76
1.5 - 2.0										0.10	5.88	0.16					6.11
2.0 - 2.5										0.05	3.33	0.01					3.38
2.5 - 3.0										0.01	1.68						1.69
3.0 - 3.5											0.85						0.85
3.5 - 4.0											0.39						0.39
4.0 - 4.5											0.21						0.21
4.5 - 5.0											0.08						0.08
5.0 - 5.5											0.05						0.05
5.5 - 6.0											0.03						0.03
> 6.0											0.01						0.01
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	51.38	38.65	3.42	0.00	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01	0.01	0.06				0.08
3 - 5										0.09	0.28	0.61	1.09				2.07
5 - 7										0.22	1.10	6.16	2.27				9.75
7 - 9										0.23	4.81	17.34					22.38
9 - 11										0.20	11.09	10.93					22.23
11 - 13										0.09	15.62	3.51					19.22
13 - 15										0.03	13.32	0.08					13.43
15 - 17										0.01	3.89						3.90
17 - 19										0.00	0.90						0.90
19 - 21										0.00	0.27						0.27
> 21											0.11						0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	51.38	38.65	3.42	0.00	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT3)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 3-3

Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



### Distribution des hauteurs

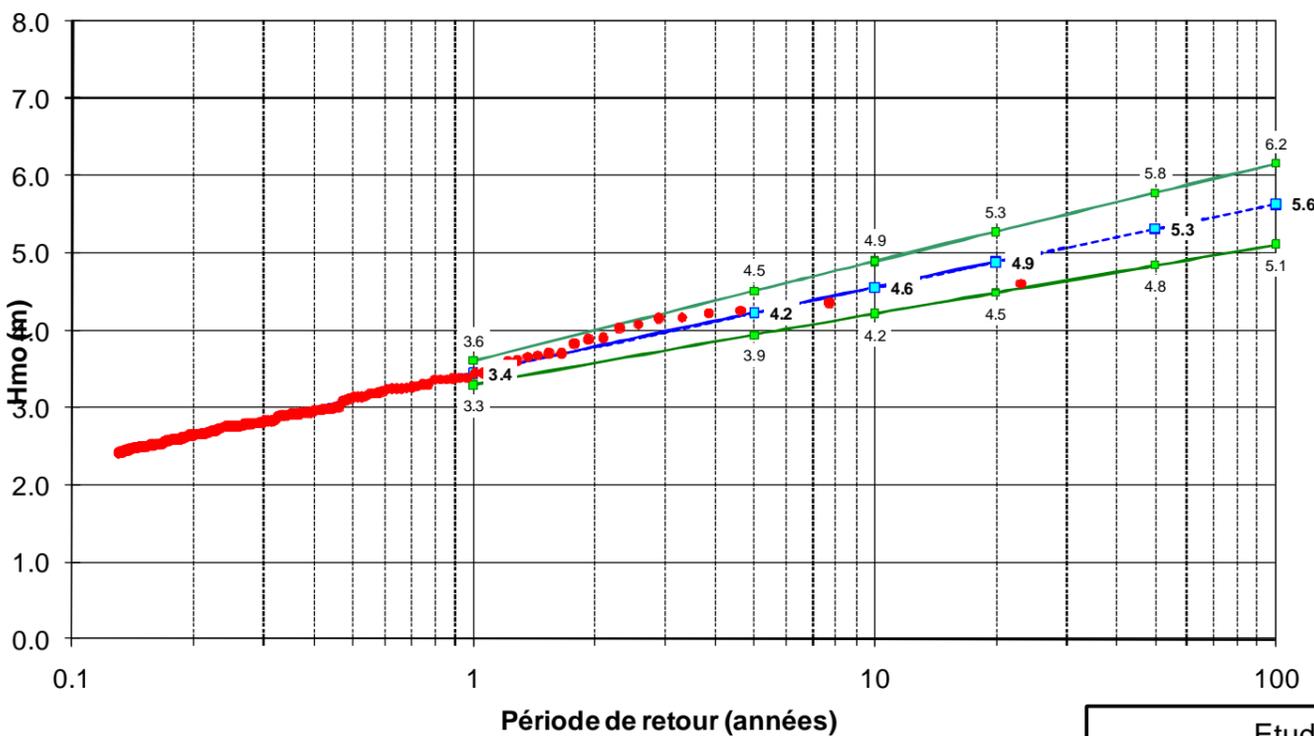
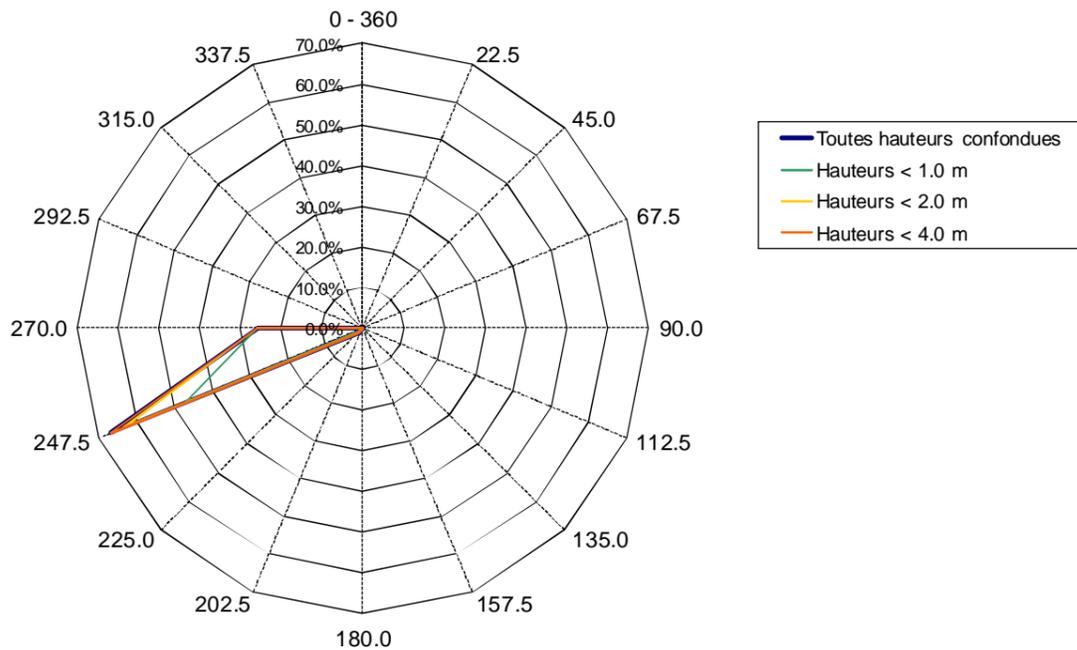
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5											0.29	17.65	22.22				40.16
0.5 - 1.0											0.64	29.11	3.53				33.29
1.0 - 1.5											0.47	11.44	0.26				12.17
1.5 - 2.0											0.13	5.32	0.00				5.45
2.0 - 2.5											0.04	2.18					2.22
2.5 - 3.0											0.00	0.71					0.71
3.0 - 3.5												0.23					0.23
3.5 - 4.0												0.08					0.08
4.0 - 4.5												0.03					0.03
4.5 - 5.0												0.00					0.00
5.0 - 5.5																	0.00
5.5 - 6.0																	0.00
> 6.0																	0.00
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	66.75	26.01	0.00	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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											0.01	0.01	0.06				0.08
3 - 5											0.25	0.58	1.24				2.07
5 - 7											0.50	3.14	6.11				9.75
7 - 9											0.46	9.42	12.50				22.38
9 - 11											0.27	15.95	6.00				22.23
11 - 13											0.06	19.05	0.10				19.22
13 - 15											0.01	13.42					13.43
15 - 17												3.90					3.90
17 - 19												0.90					0.90
19 - 21												0.27					0.27
> 21												0.11					0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	66.75	26.01	0.00	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT4)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 3-4

Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



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

Propagation des états de mer sur l'USII-A

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 3-5



PREFECTURE  
DE LA REGION  
PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT

CAS SIMULE :

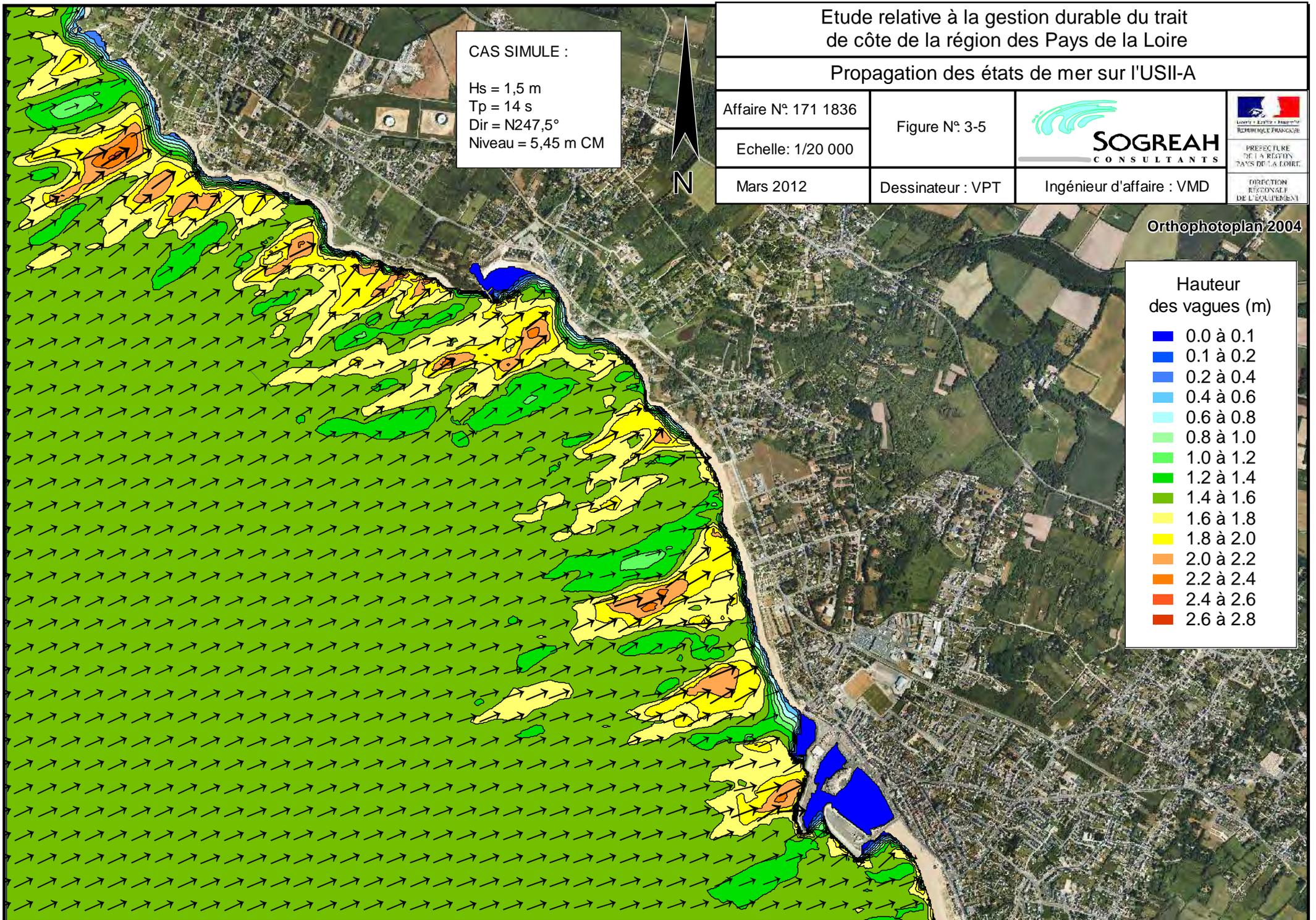
Hs = 1,5 m  
Tp = 14 s  
Dir = N247,5°  
Niveau = 5,45 m CM



Orthophotoplan 2004

Hauteur  
des vagues (m)

- 0.0 à 0.1
- 0.1 à 0.2
- 0.2 à 0.4
- 0.4 à 0.6
- 0.6 à 0.8
- 0.8 à 1.0
- 1.0 à 1.2
- 1.2 à 1.4
- 1.4 à 1.6
- 1.6 à 1.8
- 1.8 à 2.0
- 2.0 à 2.2
- 2.2 à 2.4
- 2.4 à 2.6
- 2.6 à 2.8



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

Courants de déferlement sur l'USII-A

CAS SIMULE :

Hs = 1,5 m  
Tp = 14 s  
Dir = N247,5°  
Niveau = 5,45 m CM

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 3-6



PREFECTURE  
DE LA REGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

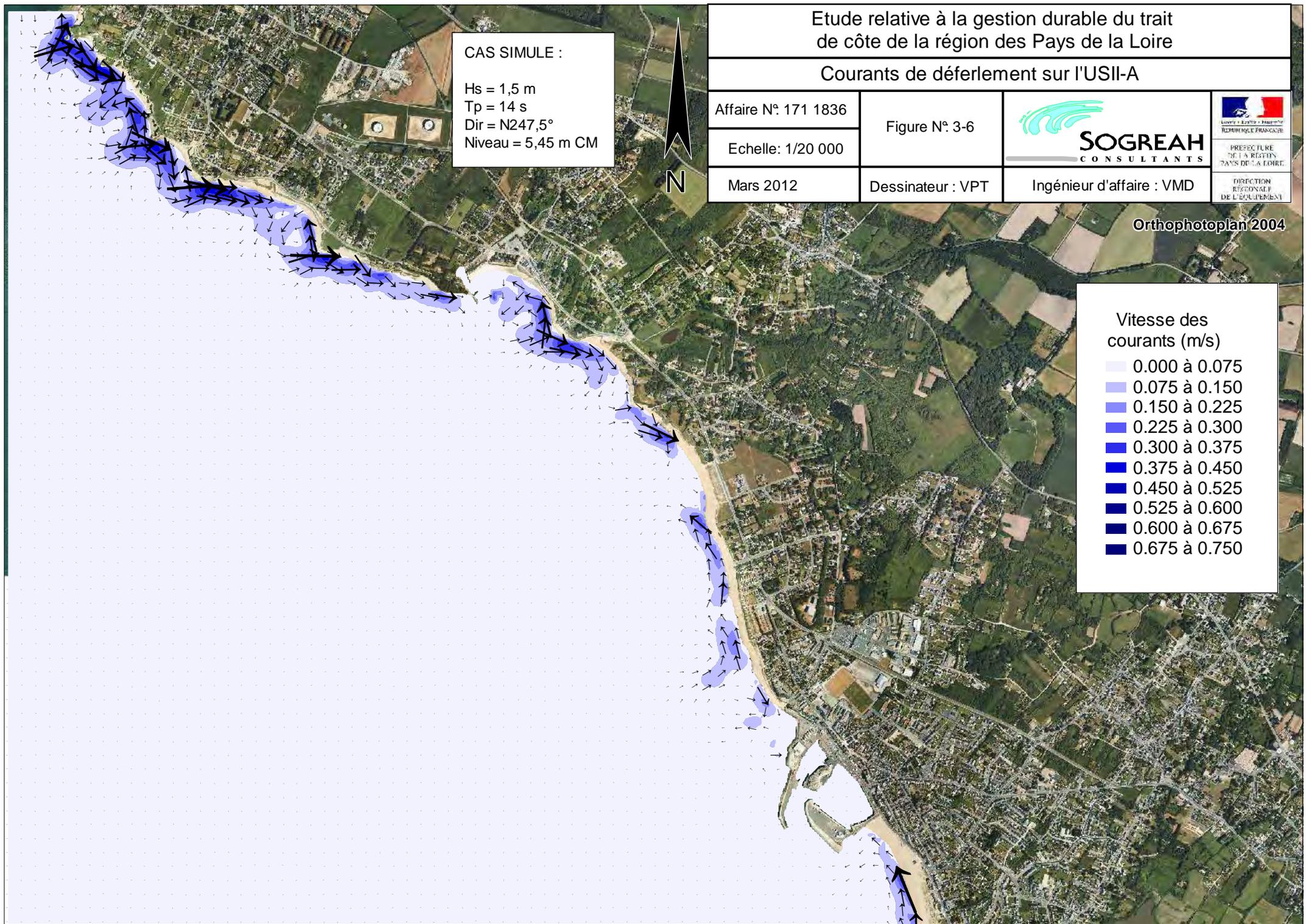
Ingénieur d'affaire : VMD

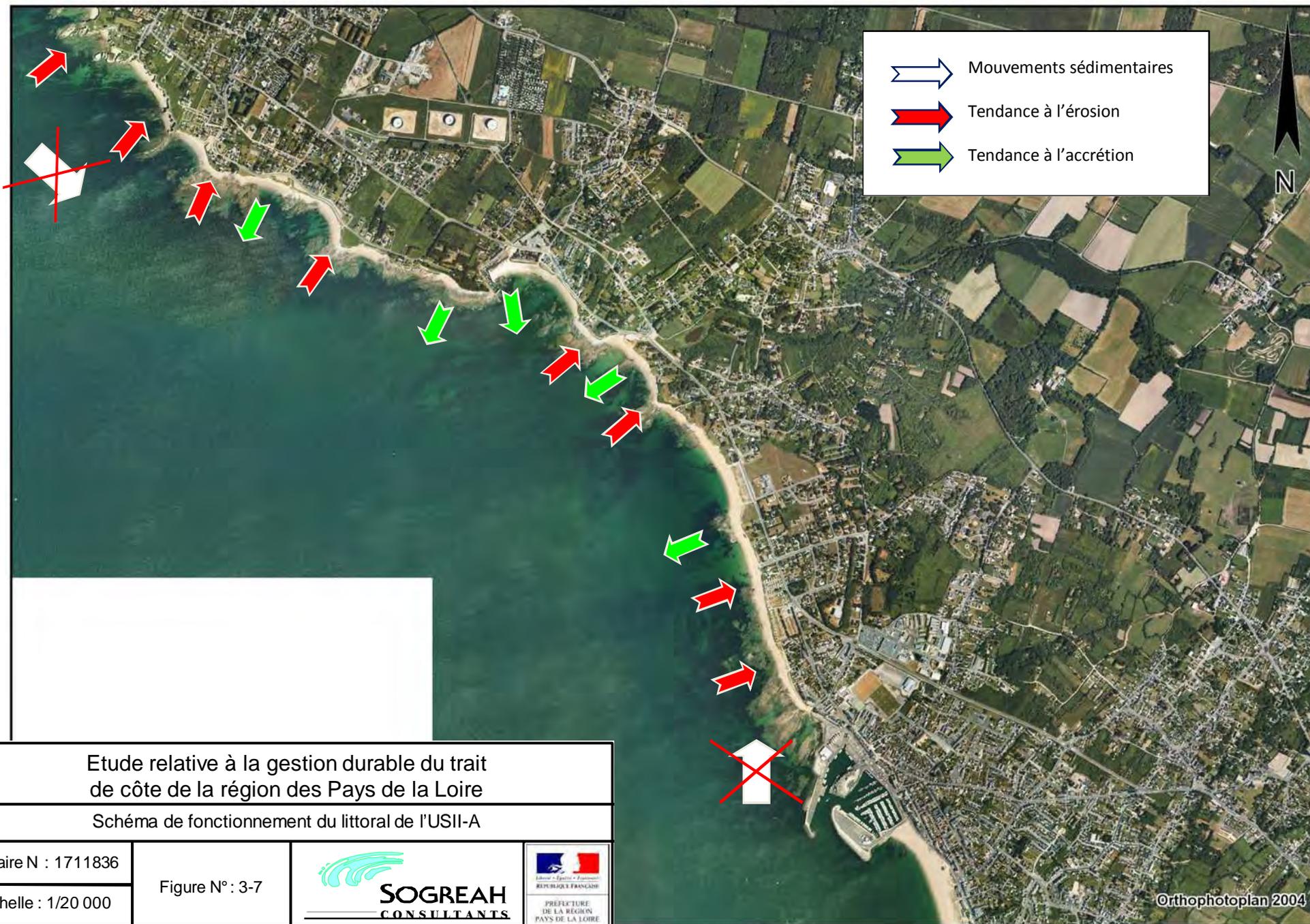
DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004

Vitesse des  
courants (m/s)

- 0.000 à 0.075
- 0.075 à 0.150
- 0.150 à 0.225
- 0.225 à 0.300
- 0.300 à 0.375
- 0.375 à 0.450
- 0.450 à 0.525
- 0.525 à 0.600
- 0.600 à 0.675
- 0.675 à 0.750





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

Schéma de fonctionnement du littoral de l'USII-A

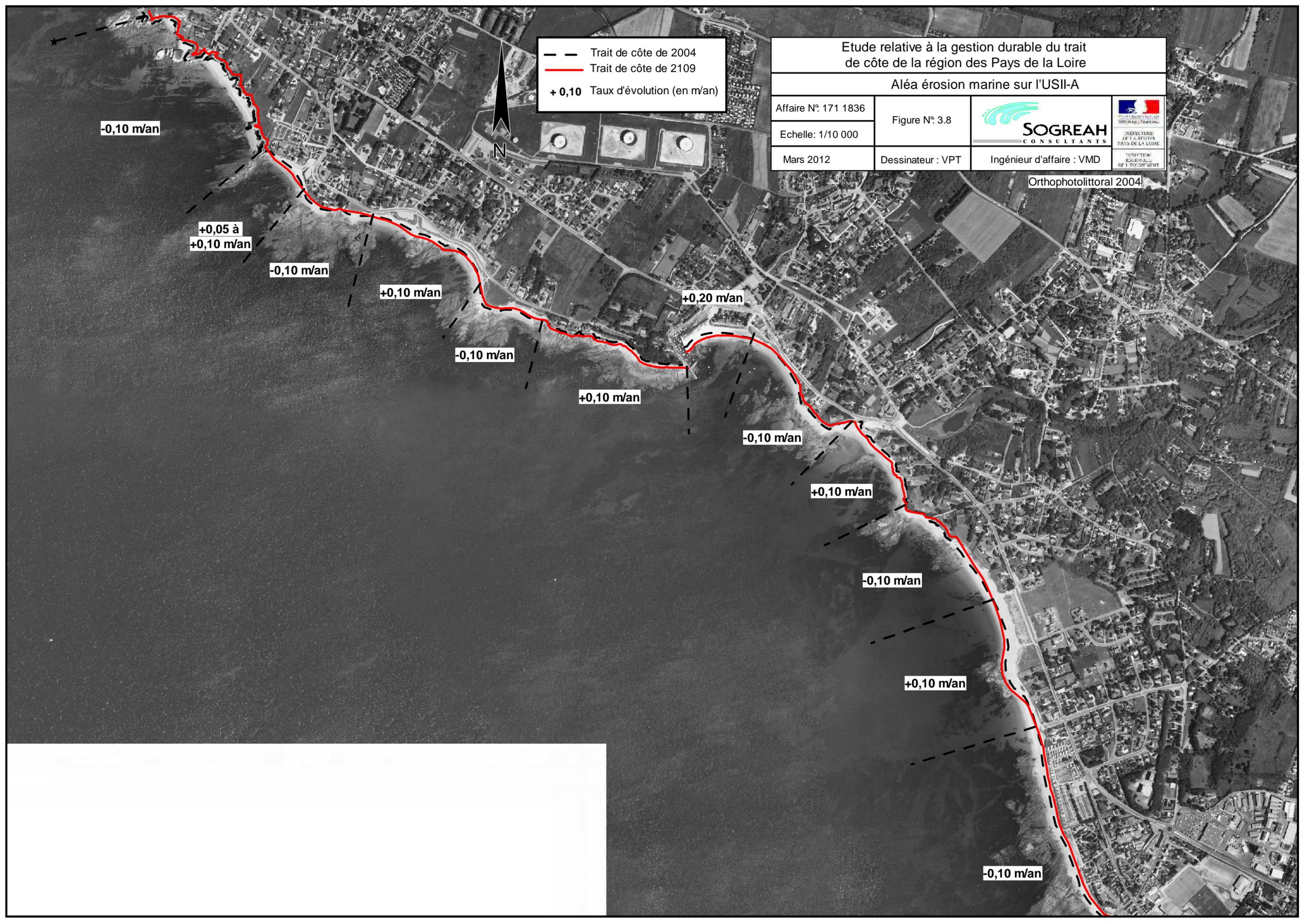
Affaire N : 1711836	Figure N° : 3-7		 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
Echelle : 1/20 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004

- - - Trait de côte de 2004  
 — Trait de côte de 2109  
 + 0,10 Taux d'évolution (en m/an)

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Aléa érosion marine sur l'USII-A			
Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 3.8		 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
Echelle: 1/10 000	Dessinateur : VPT		
Mars 2012			DIRECTION REGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotolittoral 2004



-0,10 m/an

+0,05 à  
+0,10 m/an

-0,10 m/an

+0,10 m/an

-0,10 m/an

+0,10 m/an

+0,20 m/an

-0,10 m/an

+0,10 m/an

-0,10 m/an

+0,10 m/an

-0,10 m/an



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

Présentation du littoral de l'USII-B

Affaire N : 1711836

Echelle: 1/15 000

Figure N°: 4-1

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD

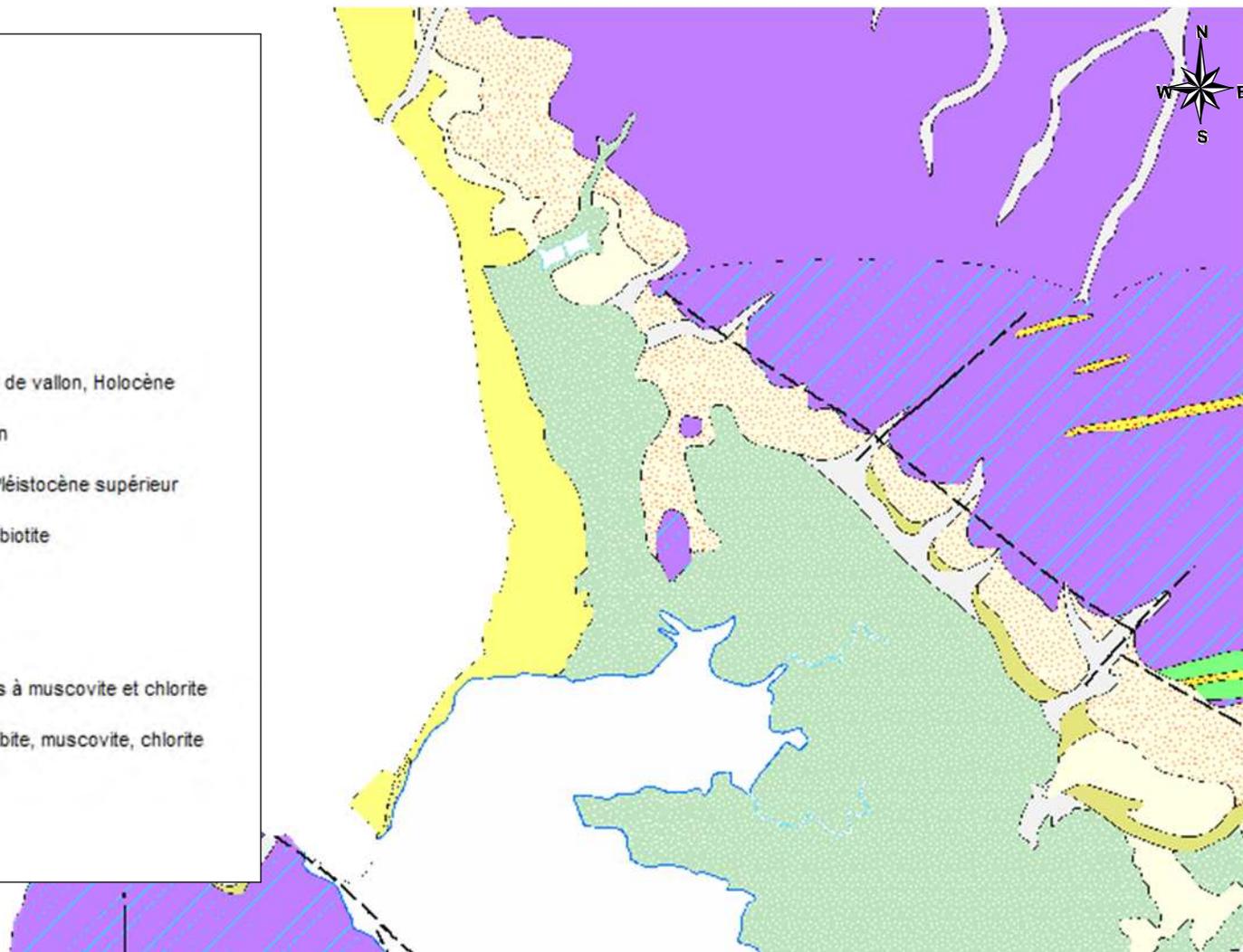
PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE  
DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Mars 2012

Légende :

▼Projet : Loire Atlantique

-  Cordon littoral actuel, sables et galets
-  Cordon littoral flandrien, sables, argiles
-  Cordon littoral pléistocène, sables et graviers
-  Formations dunaires
-  Colluvions indifférenciées
-  Alluvions récentes et actuelles, colluvions de fond de vallon, Holocène
-  Tourbe et argiles grises, sables limoneux, Flandrien
-  Alluvions de la basse terrasse, graviers, sables, Pléistocène supérieur
-  Granite de Guérande, leucogranite à muscovite et biotite
-  Granite de Guérande, faciès mylonitique feuilleté
-  Formation de la Vilaine, quartzites graphitiques
-  Formation de la Vilaine, micaschistes indifférenciés à muscovite et chlorite
-  Formation de la Vilaine, micaschistes à ocelles d'albite, muscovite, chlorite
-  Filons de quartz
-  Réseau hydrologique



Source : BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

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

Géologie de l'USII-B

Affaire N : 1711836

Echelle : 1/50 000

Mars 2012

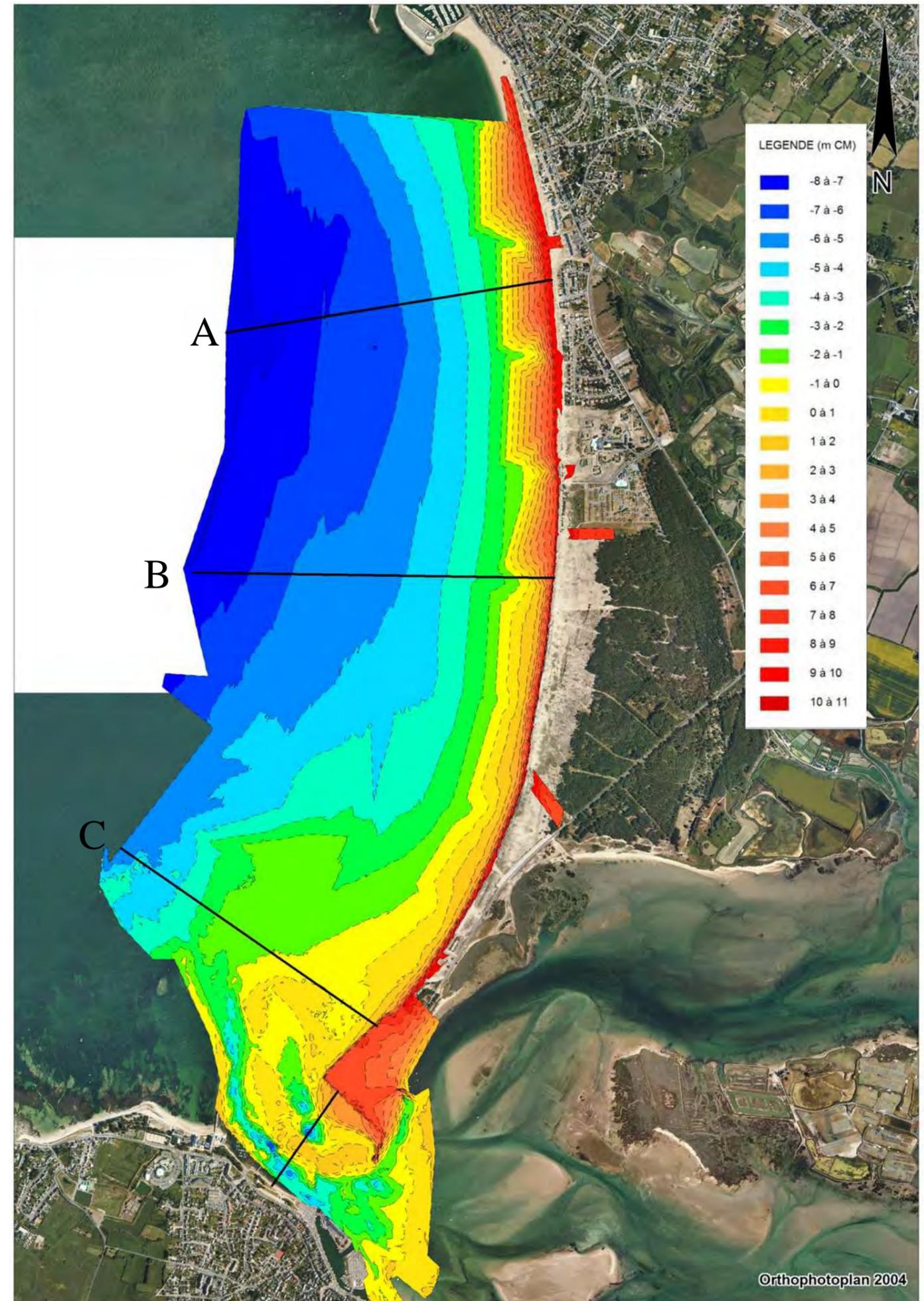
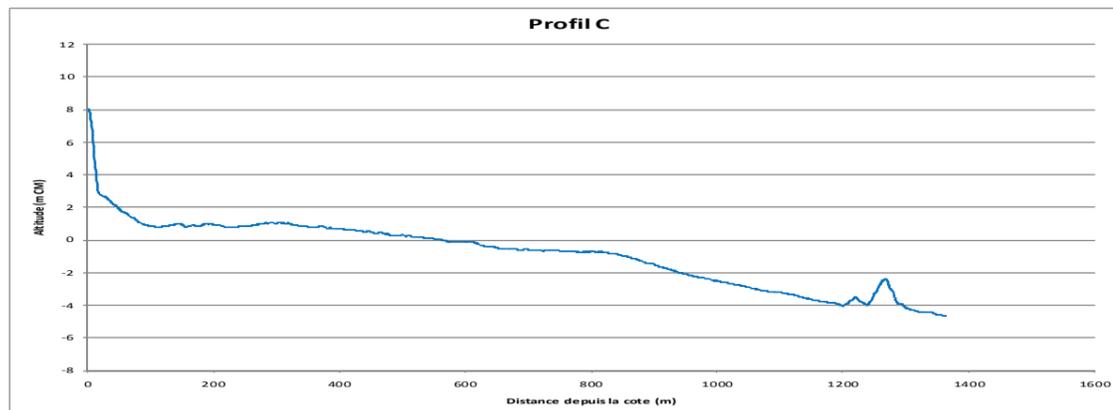
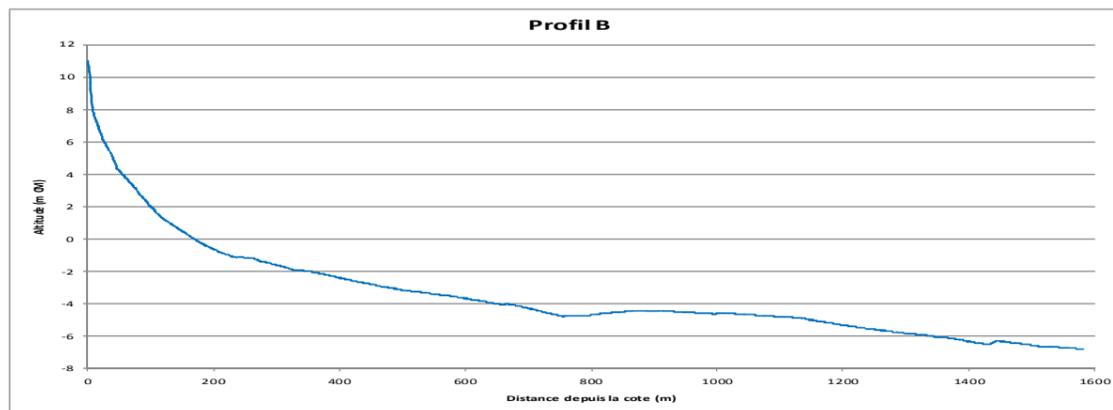
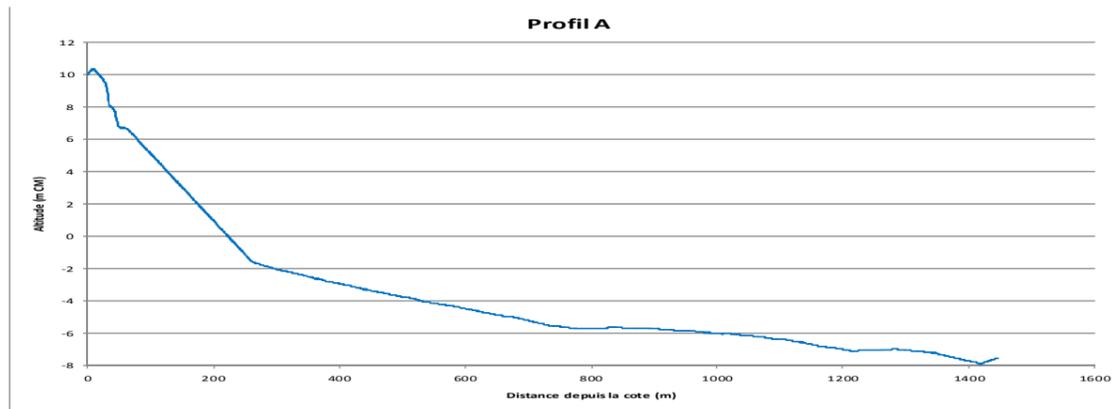
Figure N° : 4-2

Dessinateur : VPT

 **SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD





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

Topo-bathymétrie de l'USII-B

Affaire N : 1711836

Figure N° : 4-3

Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD



Source : SOGREAH, 2002

Orthophotoplan 2004

### Distribution des hauteurs

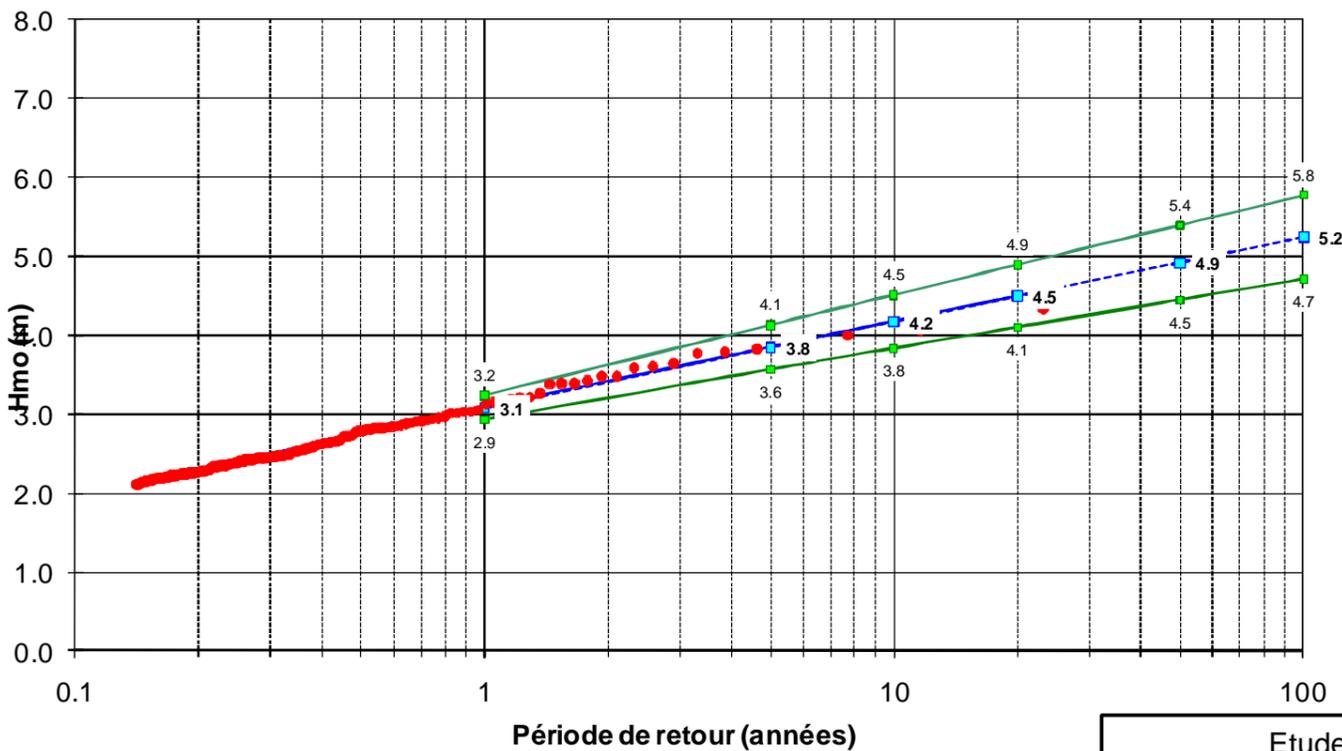
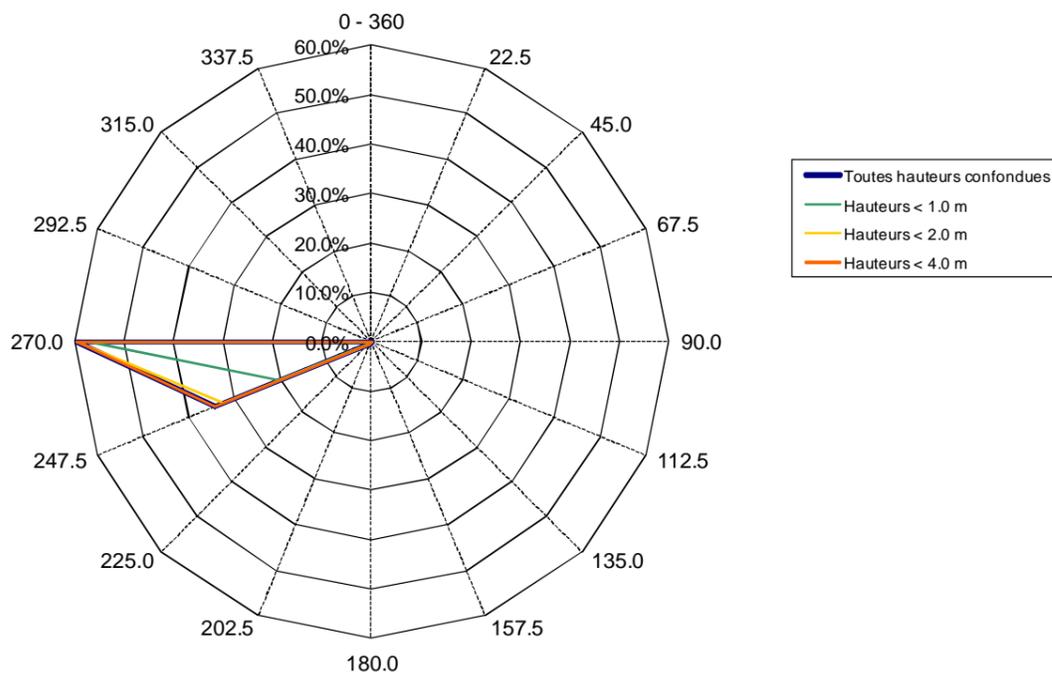
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5											0.11	5.47	40.70	0.23			46.51
0.5 - 1.0											0.31	14.85	16.33				31.49
1.0 - 1.5											0.17	8.43	2.15				10.74
1.5 - 2.0											0.03	3.69	0.17				3.88
2.0 - 2.5											0.00	1.19	0.01				1.20
2.5 - 3.0												0.34					0.34
3.0 - 3.5												0.11					0.11
3.5 - 4.0												0.04					0.04
4.0 - 4.5												0.01					0.01
4.5 - 5.0																	0.00
5.0 - 5.5																	0.00
5.5 - 6.0																	0.00
> 6.0																	0.00
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	34.12	59.35	0.23	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Tr (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	0.02	0.05	0.01			0.08
3 - 5											0.18	0.65	1.02	0.22			2.07
5 - 7											0.35	2.87	6.53				9.75
7 - 9											0.09	5.69	16.61				22.38
9 - 11												6.86	15.37				22.23
11 - 13												7.56	11.66				19.22
13 - 15												6.49	6.94				13.43
15 - 17												2.74	1.16				3.90
17 - 19												0.89	0.02				0.90
19 - 21												0.27					0.27
> 21												0.11					0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	34.12	59.35	0.23	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT5)			
Affaire N : 1711836	Figure N° : 4-4		
Mars 2012	Dessinateur : VPT		

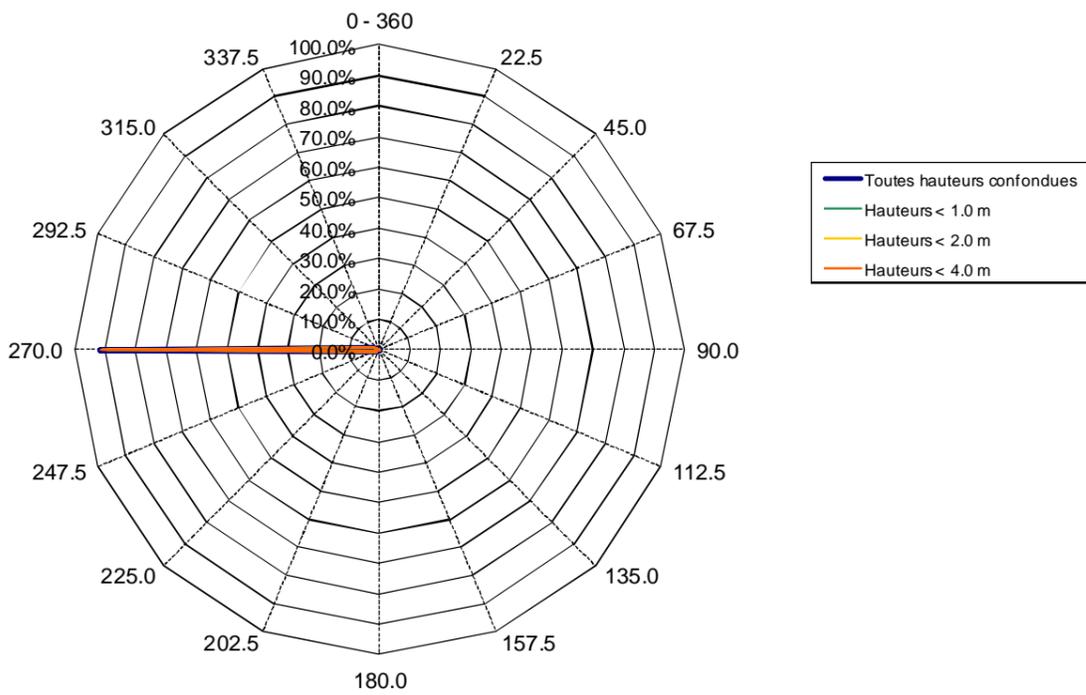
### Distribution des hauteurs

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										0.00	0.00	0.34	53.83	2.23			56.40
0.5 - 1.0										0.00	0.00	0.42	24.95	0.01			25.38
1.0 - 1.5										0.00	0.00	0.03	7.85				7.87
1.5 - 2.0										0.00	0.00	0.00	2.88				2.88
2.0 - 2.5										0.00	0.00	0.00	1.14				1.14
2.5 - 3.0										0.00	0.00	0.00	0.39				0.39
3.0 - 3.5										0.00	0.00	0.00	0.16				0.16
3.5 - 4.0										0.00	0.00	0.00	0.07				0.07
4.0 - 4.5											0.00	0.00	0.03				0.03
4.5 - 5.0											0.00	0.00	0.01				0.01
5.0 - 5.5											0.00		0.00				0.00
5.5 - 6.0																	0.00
> 6.0																	0.00
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	91.30	2.24	0.00	0.00	94.33

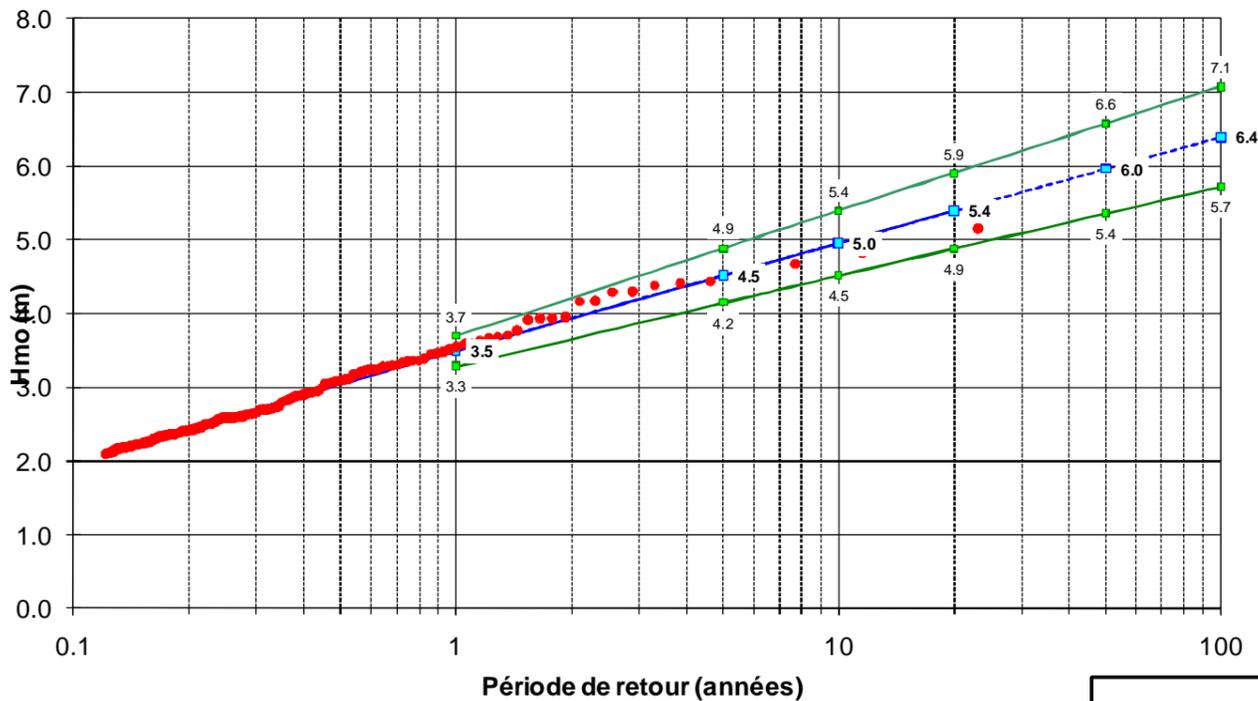
### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01	0.02	0.04			0.08
3 - 5										0.09	0.21	0.59	0.67	0.51			2.07
5 - 7										0.18	0.60	3.26	5.50	0.21			9.75
7 - 9										0.14	1.15	8.04	13.05				22.38
9 - 11										0.05	1.35	10.11	10.72				22.23
11 - 13											0.65	11.91	6.66				19.22
13 - 15											0.31	10.16	2.96				13.43
15 - 17											0.09	3.65	0.16				3.90
17 - 19											0.03	0.87					0.90
19 - 21											0.01	0.25					0.27
> 21											0.00	0.10					0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	4.41	48.96	39.74	0.76	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles



5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT6)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 4-5

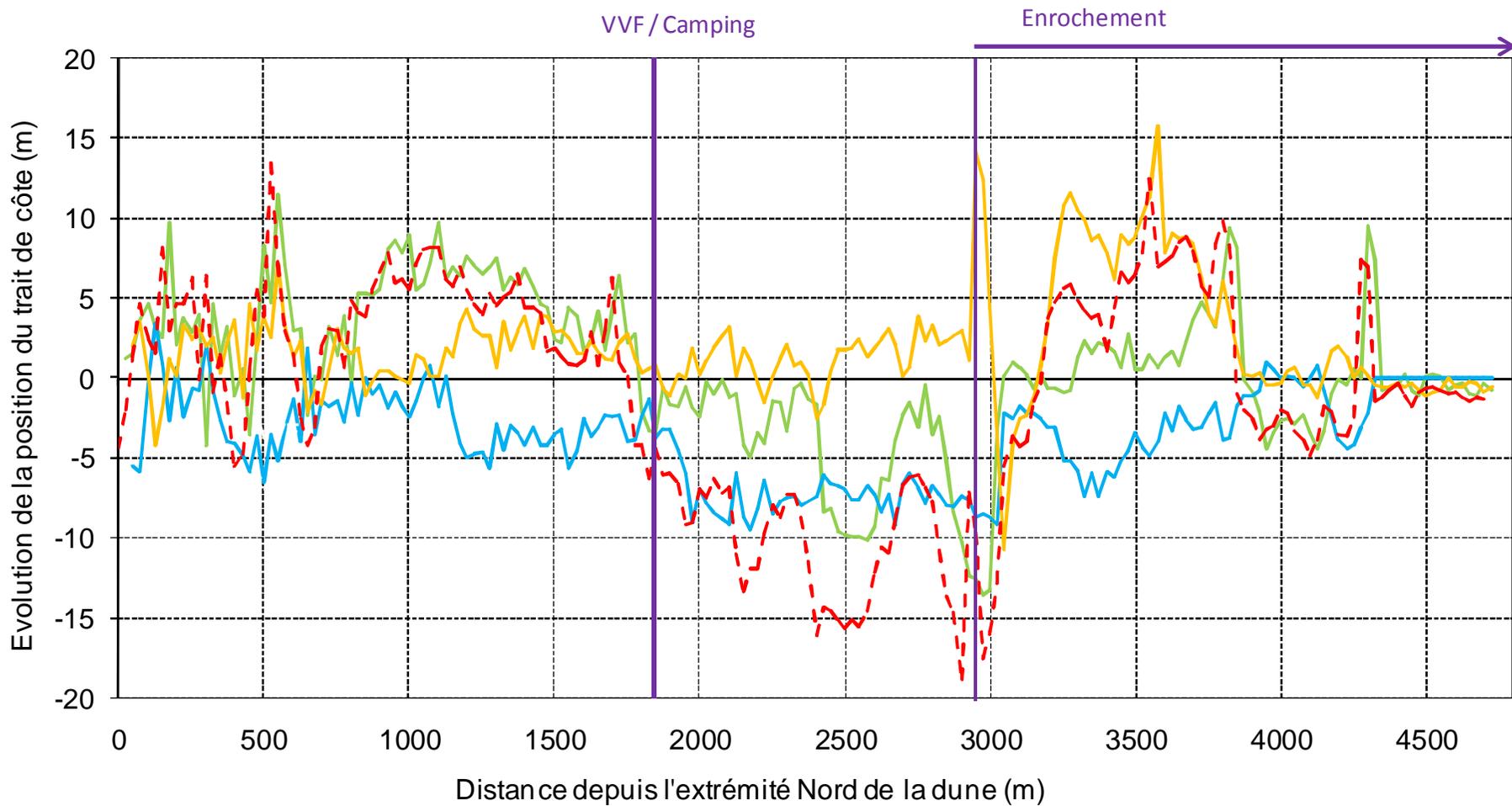
Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD





Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Evolution historique du trait de côte de l'USII-B			
Affaire N : 1711836	Figure N° : 4-6		
Mars 2012			

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

Propagation des états de mer sur l'USII-B

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 4-7



PREFECTURE  
DE LA REGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

Orthophotoplan 2004

CAS SIMULE :

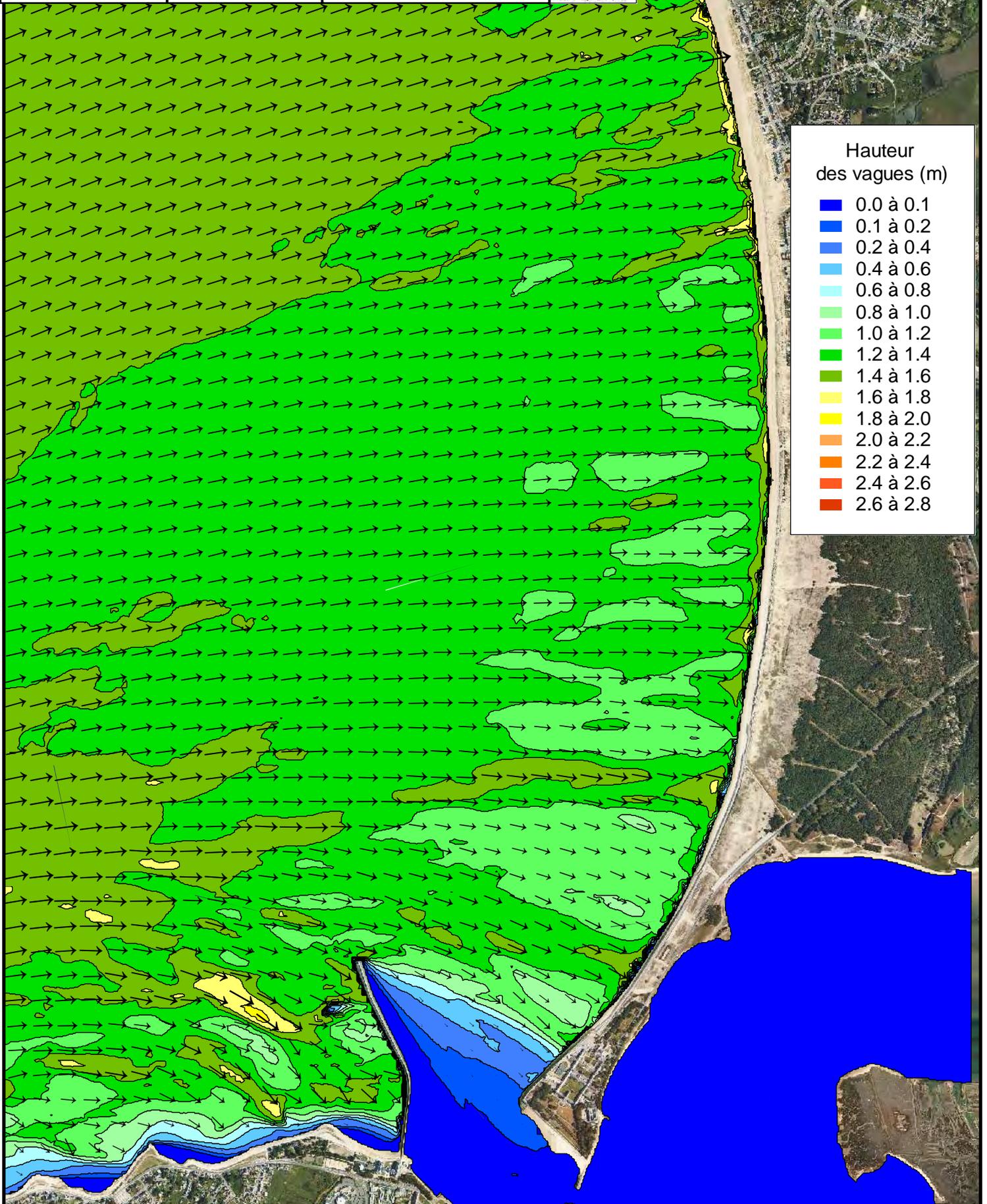
Hs = 1,5 m

Tp = 14 s

Dir = N247,5°

Niveau = 5,45 m CM

N



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

Courants de déferlement sur l'USII-B

Affaire N° 171 1836

Figure N° 4-8



LE MINISTRE DE L'ÉQUIPEMENT  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
RÉGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

CAS SIMULE :

Hs = 1,5 m

Tp = 14 s

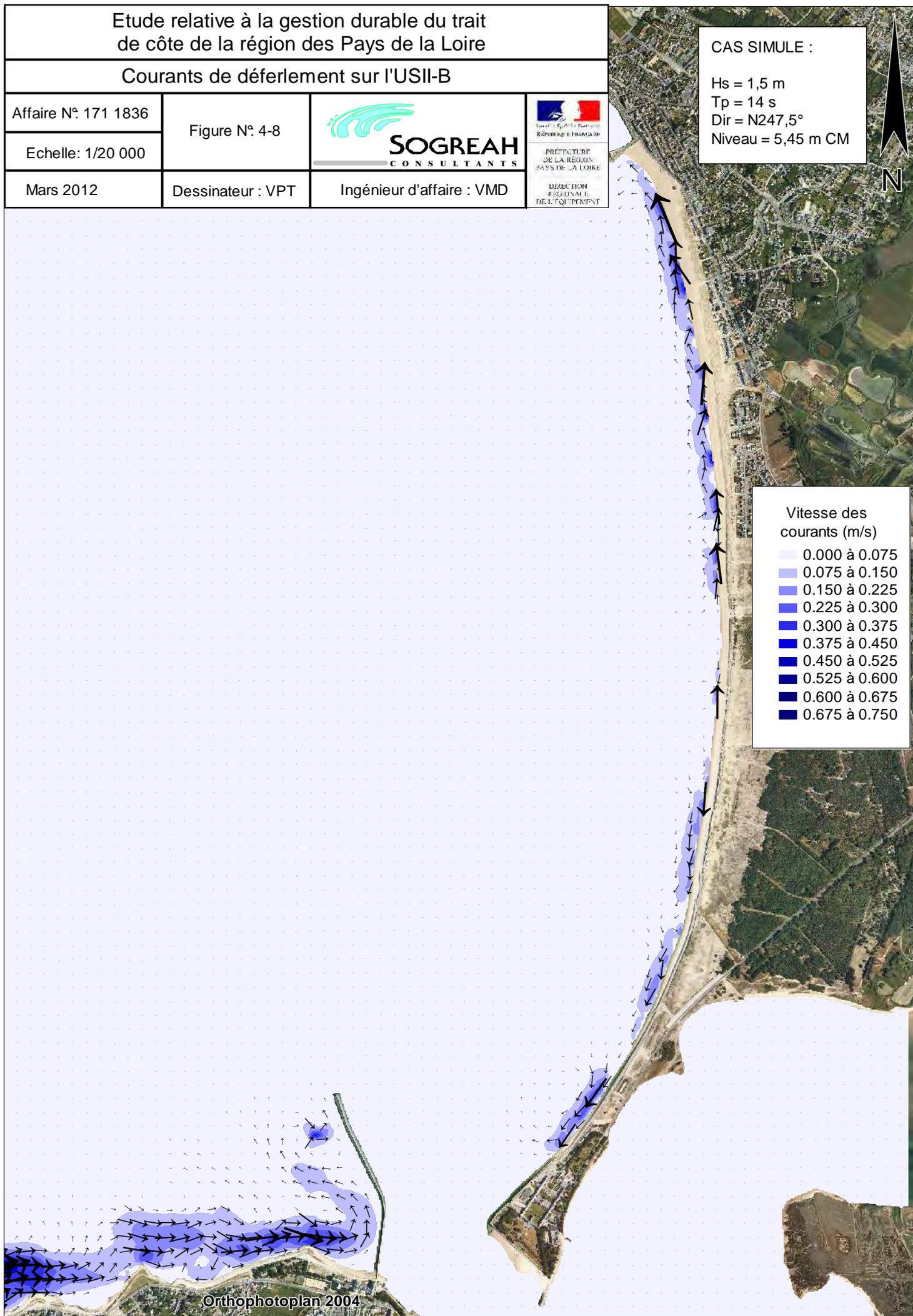
Dir = N247,5°

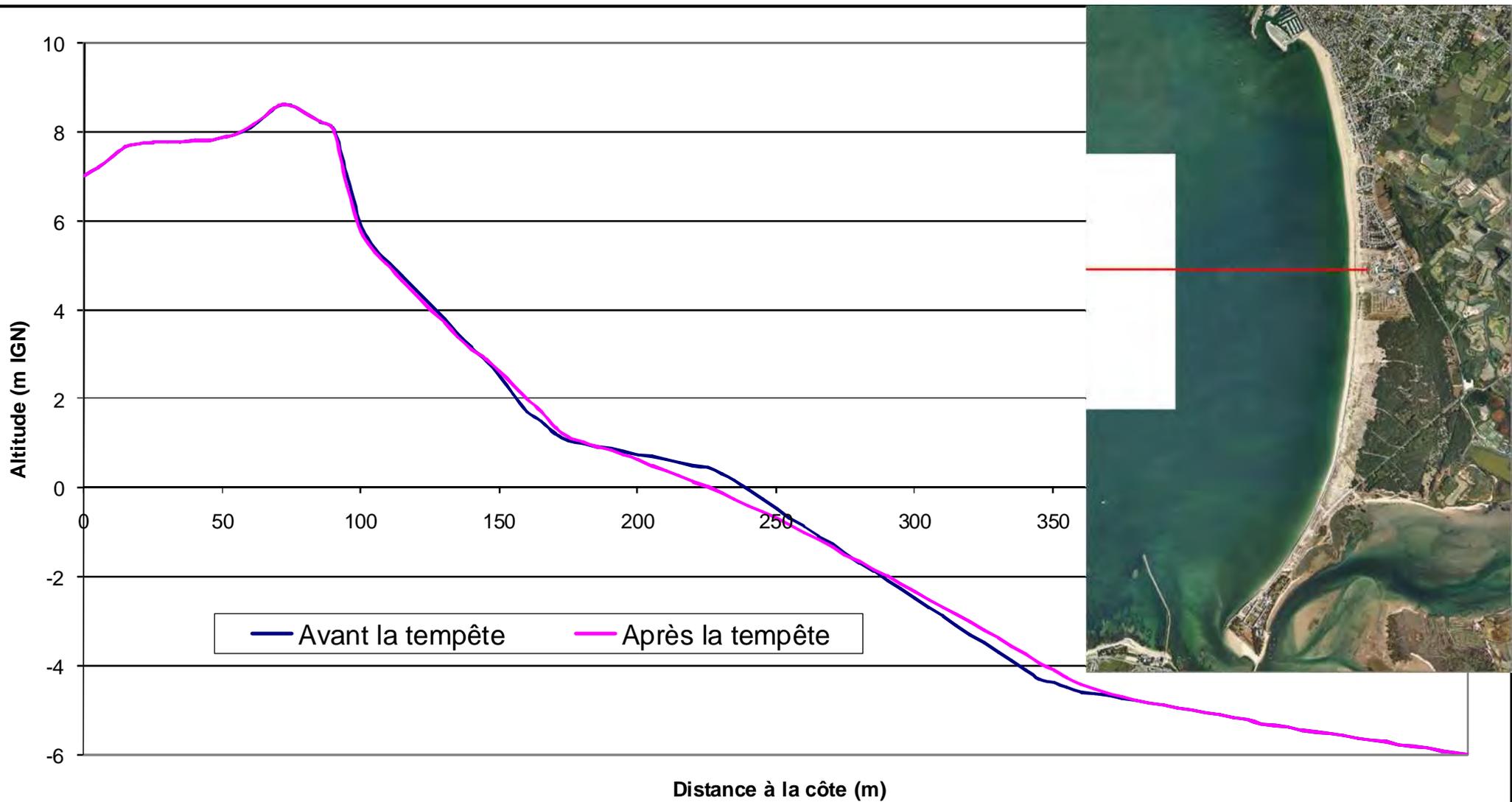
Niveau = 5,45 m CM



Vitesse des  
courants (m/s)

- 0.000 à 0.075
- 0.075 à 0.150
- 0.150 à 0.225
- 0.225 à 0.300
- 0.300 à 0.375
- 0.375 à 0.450
- 0.450 à 0.525
- 0.525 à 0.600
- 0.600 à 0.675
- 0.675 à 0.750





**Condition simulée (tempête décennale) :**  
**Hs = 4,8 m – Tp=17s – Dir=N247° - Niv = + 3,59 m IGN69**

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

Effet d'une tempête sur la plage de l'USII-B

Affaire N : 1711836

Echelle : -

Mars 2012

Figure N° : 4-9

Dessinateur : VPT

  
**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



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

Forme d'équilibre de la pointe de Pen-Bron

Affaire N : 1711836

Figure N° : 4-10



PREFECTURE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT

Echelle: 1/15 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD



*Falaises de Pen-Bé*

*Forme d'équilibre de la plage*

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

Schéma de fonctionnement du littoral de l'USII-B

Affaire N : 1711836

Figure N° : 4.11



PREFECTURE  
DE LA REGION  
PAYS DE LA LOIRE

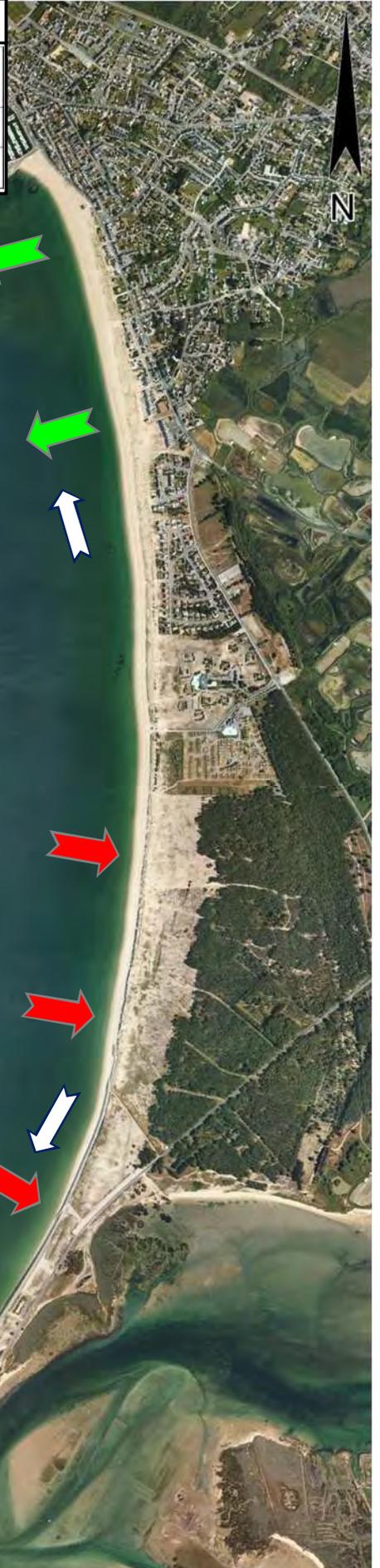
DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT

Echelle: 1/20 000

Mars 2012

Dessinateur: VPT

Ingénieur d'affaire : VMD



-  Mouvements sédimentaires
-  Tendence à l'érosion
-  Tendence à l'accrétion

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

Aléa érosion marine sur l'USII-B

Affaire N° 171 1836

Figure N° 4.12



Echelle: 1/10 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

Orthophotolittoral 2004

- - Trait de côte de 2004
- Trait de côte de 2109
- + 0,10 Taux d'évolution (en m/an)

+0,70 m/an

+0,15 m/an

-0,40 m/an

Stabilisé par l'enrochement

+0,15 m/an

Pointe de Pen-Bron



Goulet du Croisic



Digues entre la lagune et les marais



Digues entre la lagune et les marais



Digues entre la lagune et les marais



Orthophotoplan 2004



Pointe de Pen-Bron

Presqu'île du Croisic

Chenal de Pen-Bron

Le Petit Traict

Baules de Sissable

Le Gros Banc

LA LAGUNE

Chenal des Vaux

Le Grand Traict

LES MARAIS

LA BAULE ESCOUBLAC

Débouché du Pouliguen

Etier du Pouliguen

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

Présentation du littoral de l'USII-C

Affaire N° : 1711836

Figure N° : 5-1

Echelle: 1/25 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT



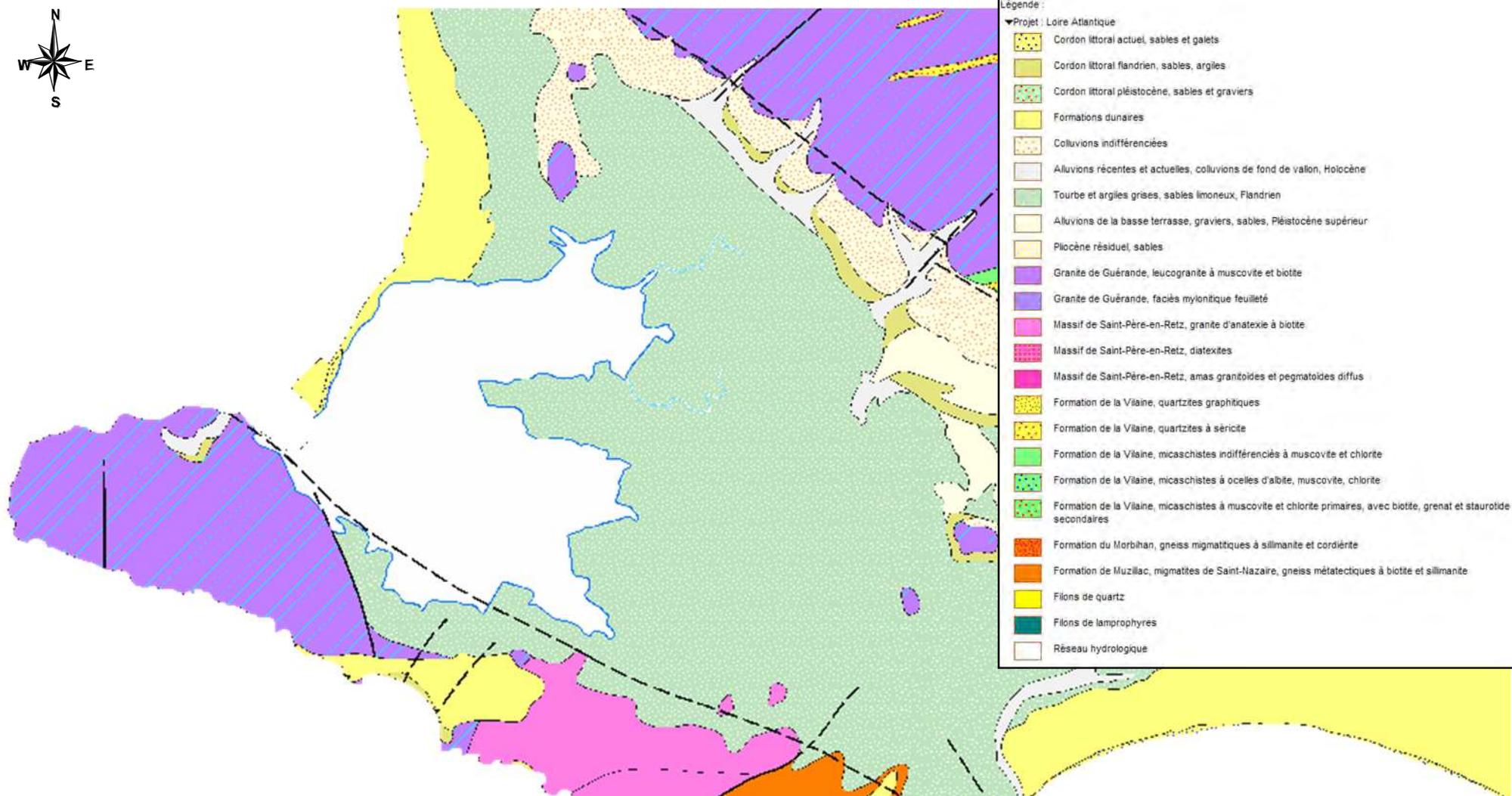
Ingénieur d'affaire : VMD



CROISIC / BATZ-SUR-MER



© Pascal Le Fichant - 2003



Source : BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

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

### Géologie de l'USII-C

Affaire N : 1711836

Echelle : 1/50 000

Mars 2012

Figure N° : 5-2

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD



### Distribution des hauteurs

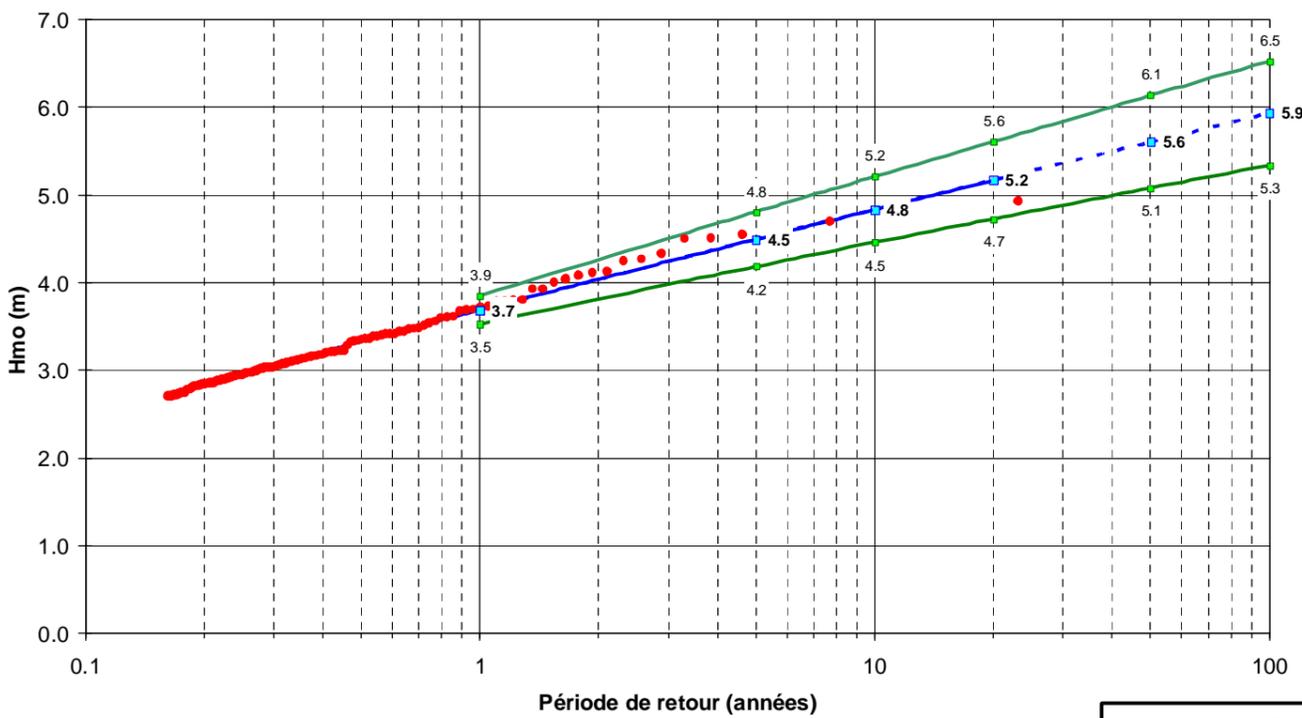
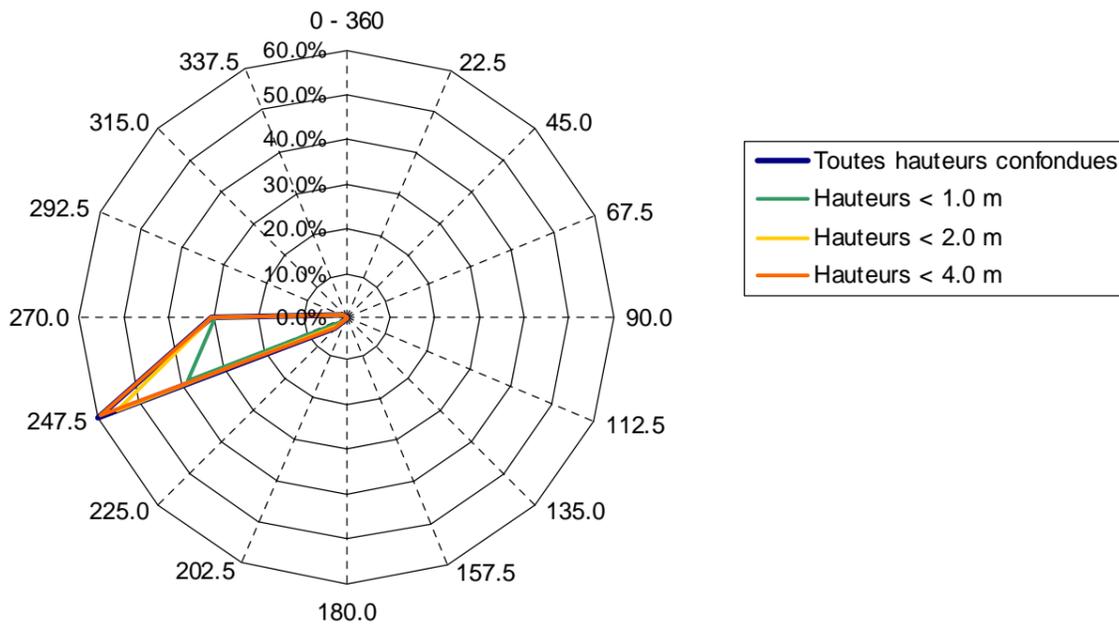
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.04	0.33	11.11	23.43	0.71			35.63
0.5 - 1.0										0.09	1.13	27.29	6.08	0.00			34.58
1.0 - 1.5										0.14	0.88	11.56	0.67				13.25
1.5 - 2.0										0.08	0.53	5.72	0.02				6.35
2.0 - 2.5										0.02	0.23	2.66					2.92
2.5 - 3.0										0.00	0.06	0.99					1.06
3.0 - 3.5										0.00	0.02	0.34					0.36
3.5 - 4.0											0.01	0.11					0.11
4.0 - 4.5											0.00	0.05					0.05
4.5 - 5.0											0.00	0.01					0.02
5.0 - 5.5																	0.00
5.5 - 6.0																	0.00
> 6.0																	0.00
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	3.19	59.85	30.20	0.72	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01	0.02	0.04			0.08
3 - 5										0.09	0.23	0.53	0.71	0.51			2.07
5 - 7										0.17	0.52	2.95	5.94	0.16			9.75
7 - 9										0.11	0.80	8.25	13.23				22.38
9 - 11											0.92	13.54	7.76				22.23
11 - 13											0.42	16.36	2.43				19.22
13 - 15											0.20	13.13	0.10				13.43
15 - 17											0.06	3.84					3.90
17 - 19											0.03	0.88					0.90
19 - 21											0.01	0.26					0.27
> 21											0.00	0.10					0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	3.19	59.85	30.20	0.72	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en zone côtière (point PTA)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 5-3

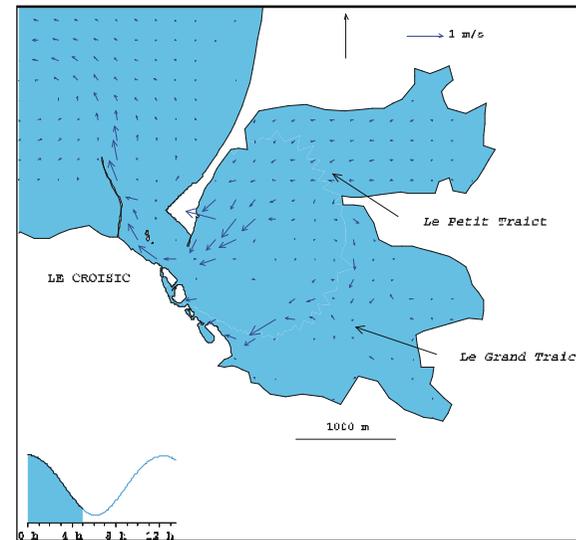
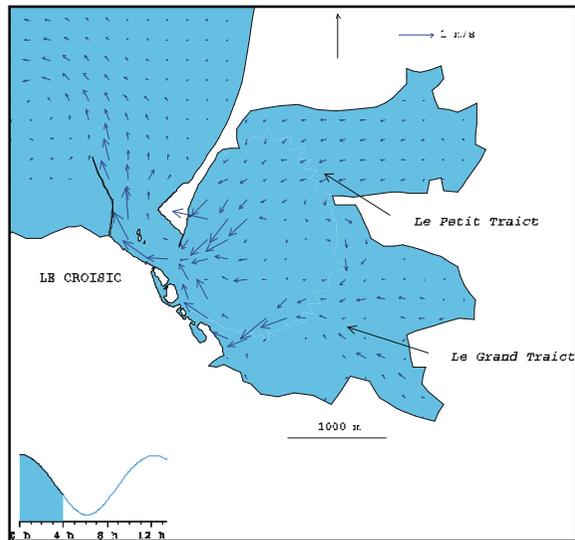
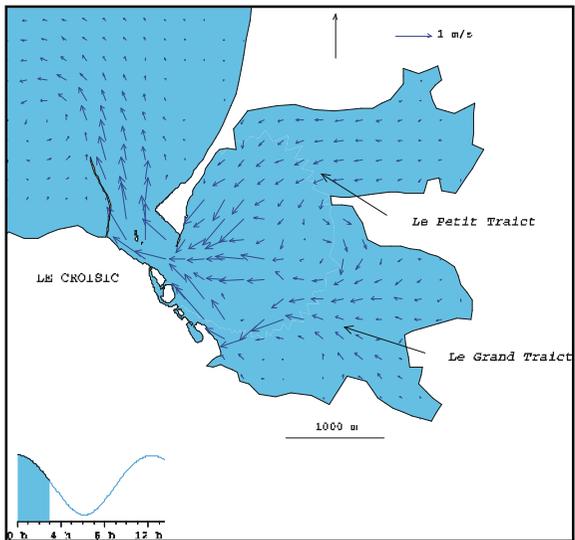
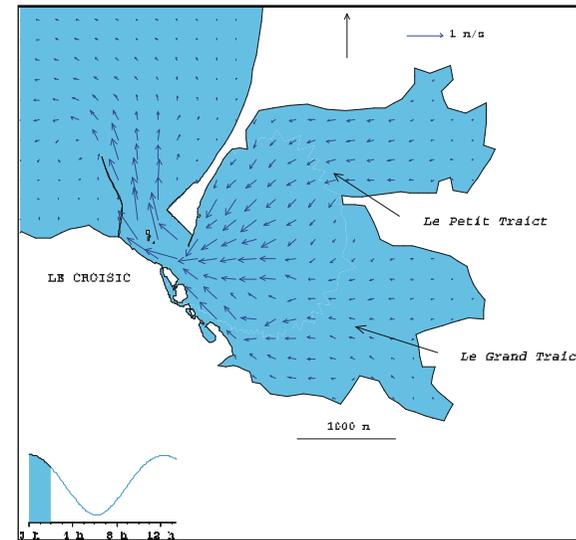
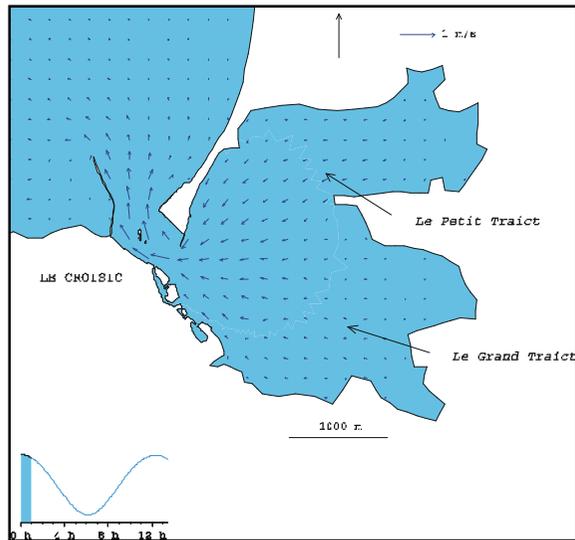
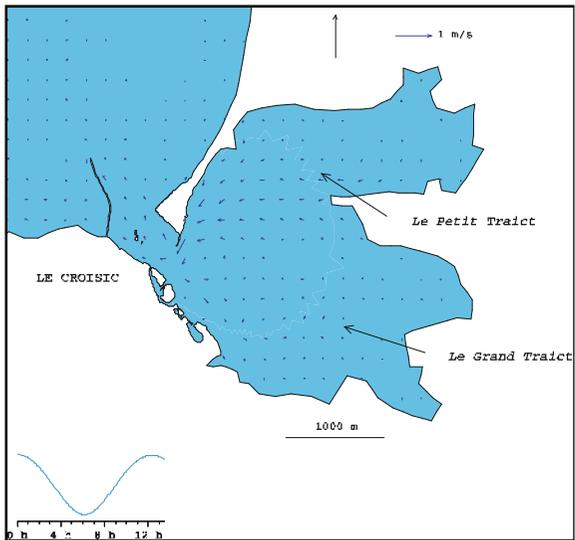
Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD





Source : Sogreah, 2002

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

Champs de courant au jusant dans le Traict du Croisic

Affaire N : 1711836

Figure N° : 5-4

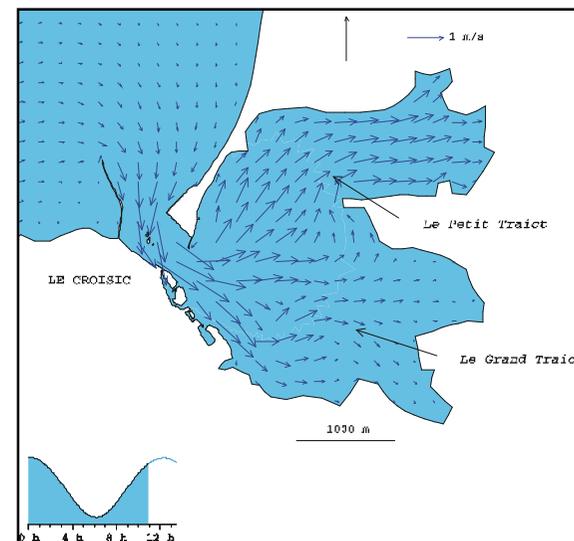
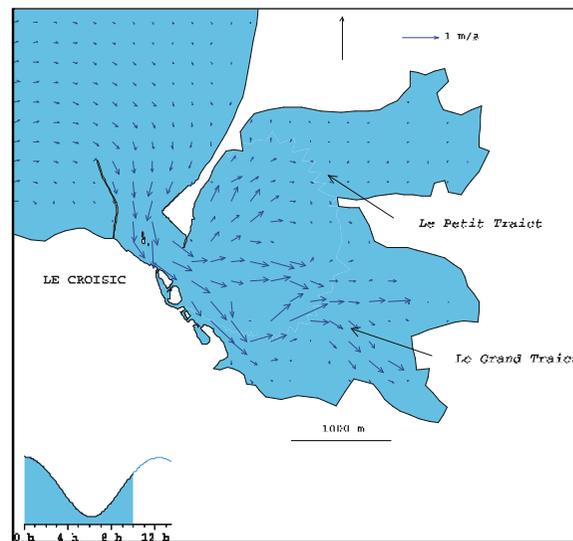
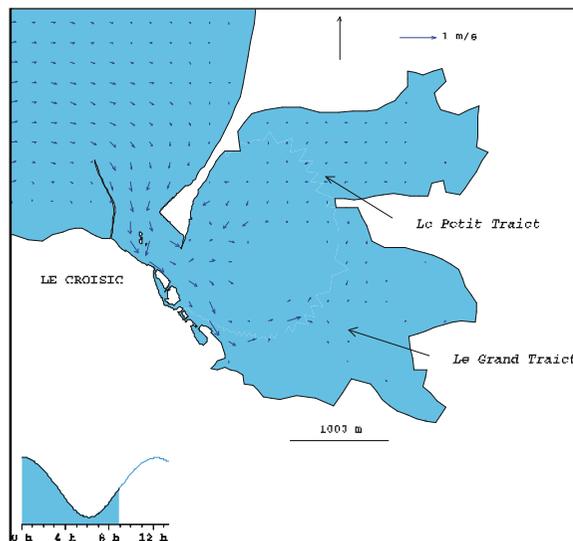
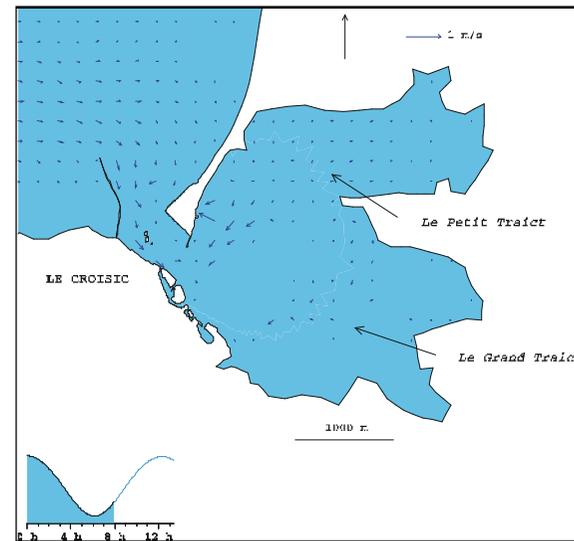
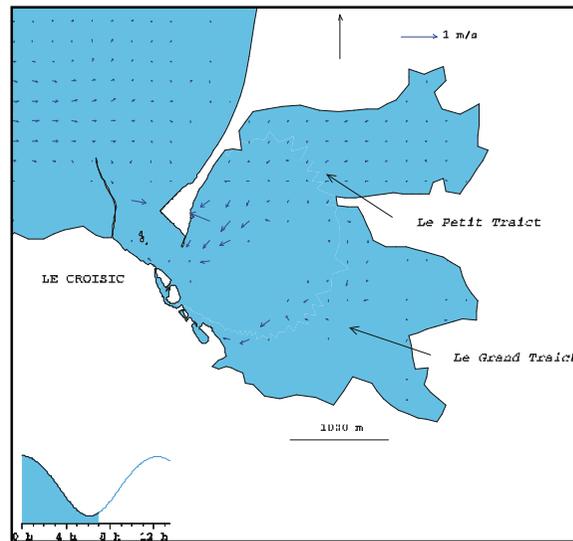
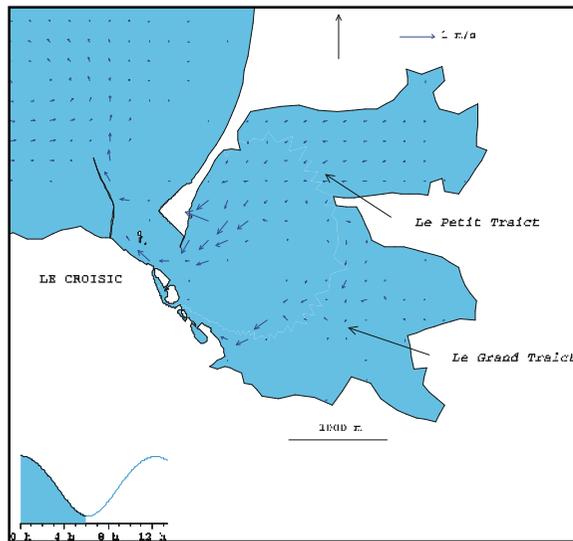
Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD





Source : Sogreah, 2002

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

Champs de courant au flot dans le Traict du Croisic

Affaire N : 1711836

Figure N° : 5-5

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

Aléa submersion marine sur l'USII-C pour une période de retour de 20 ans

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 5.6



PREFECTURE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE

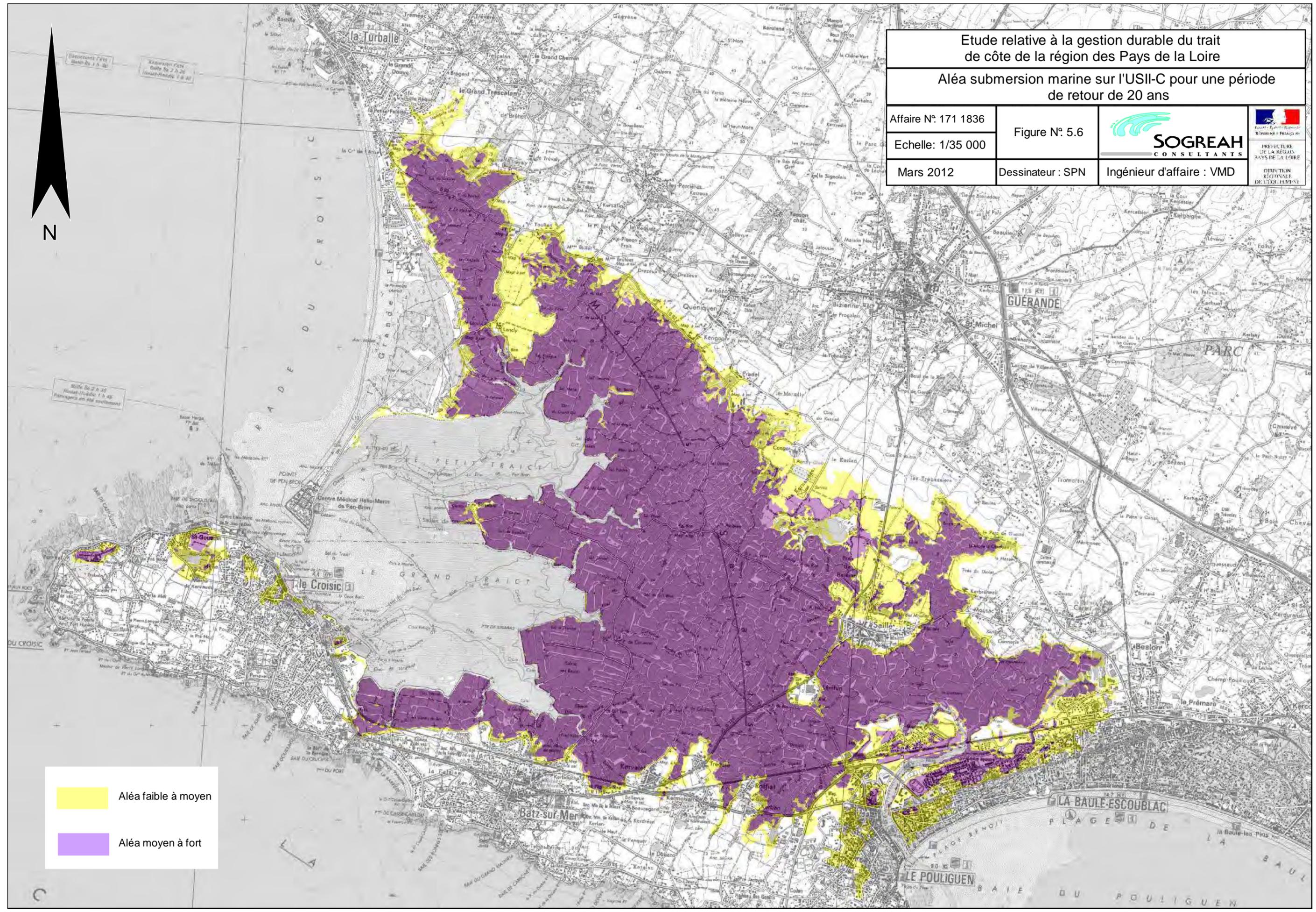
Echelle: 1/35 000

Dessinateur : SPN

Ingénieur d'affaire : VMD

Mars 2012

DIRECTION REGIONALE 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  
Aléa submersion marine sur l'USII-C pour une période  
de retour de 50 ans

Affaire N° 171 1836

Figure N° 5.7



PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE

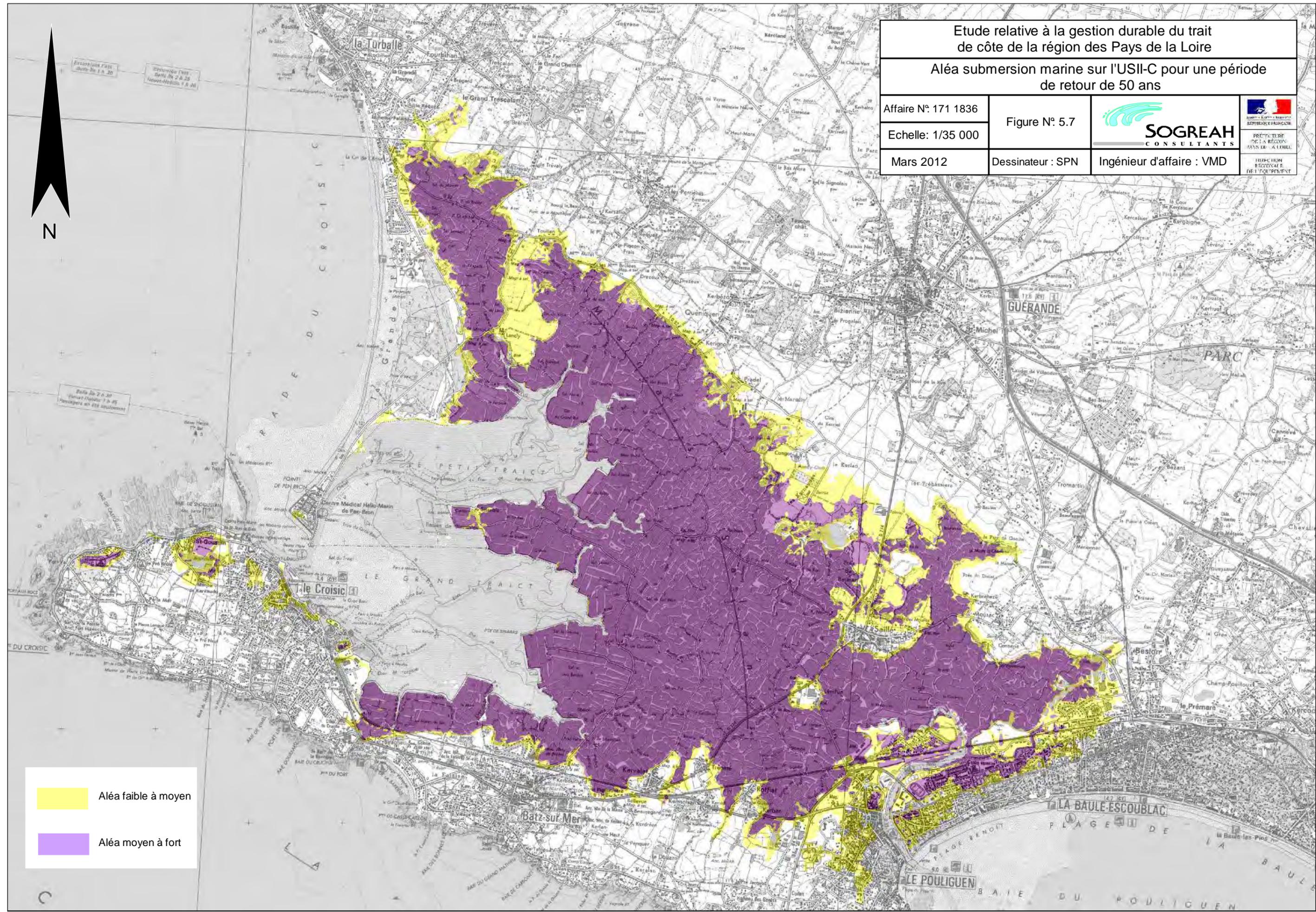
Echelle: 1/35 000

Dessinateur : SPN

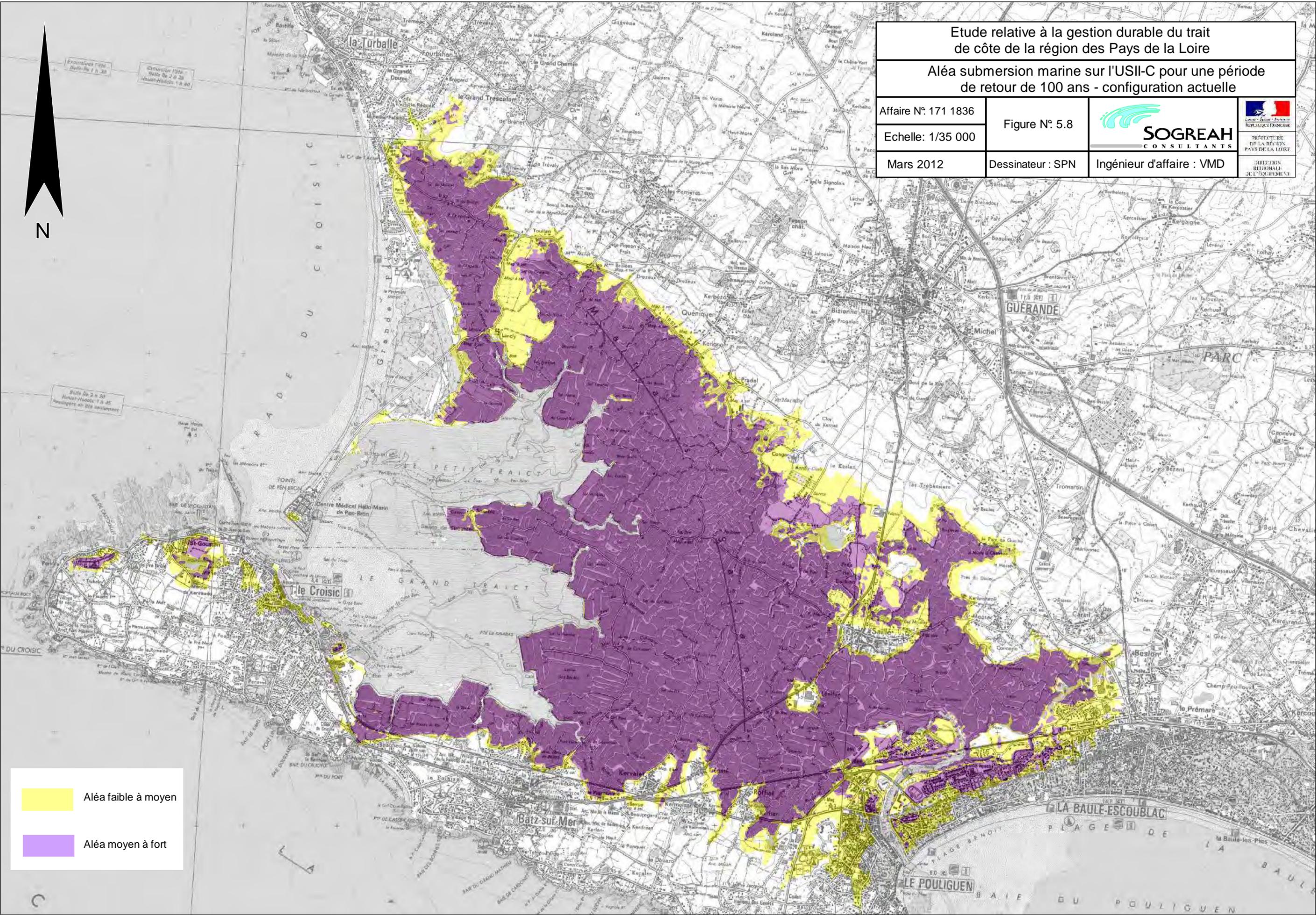
Ingénieur d'affaire : VMD

Mars 2012

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT



<p align="center"><b>Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire</b></p> <p align="center"><b>Aléa submersion marine sur l'USII-C pour une période de retour de 100 ans - configuration actuelle</b></p>		
<p>Affaire N° 171 1836</p>	<p>Figure N° 5.8</p>	
<p>Echelle: 1/35 000</p>	<p>Dessinateur : SPN</p>	
<p>Mars 2012</p>	<p>Ingénieur d'affaire : VMD</p>	 PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE DIRECTEUR RÉGIONAL 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

Aléa submersion marine sur l'USII-C pour une période  
de retour de 100 ans - horizon 2100

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 5.9



PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

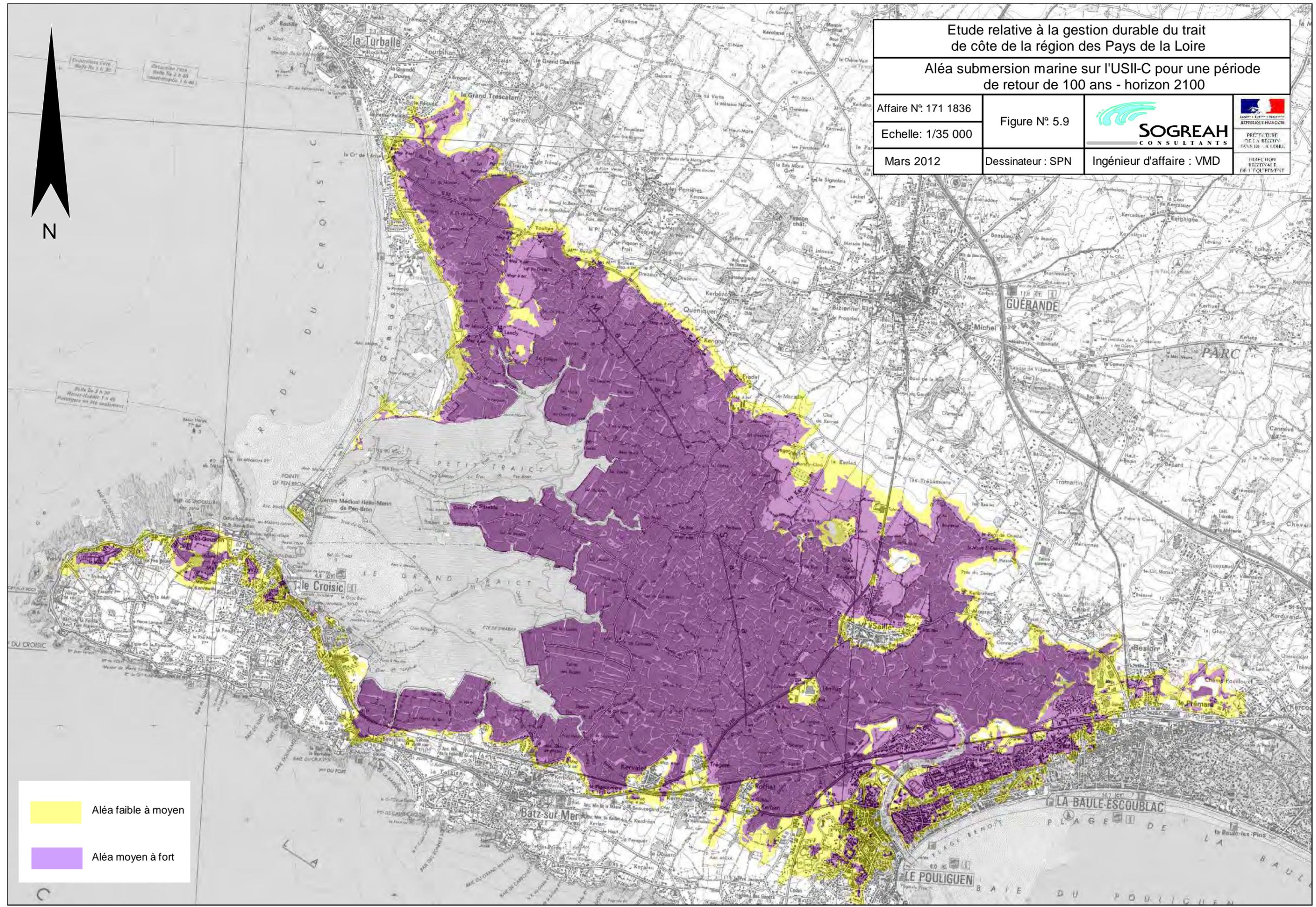
Echelle: 1/35 000

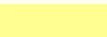
Mars 2012

Dessinateur : SPN

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT



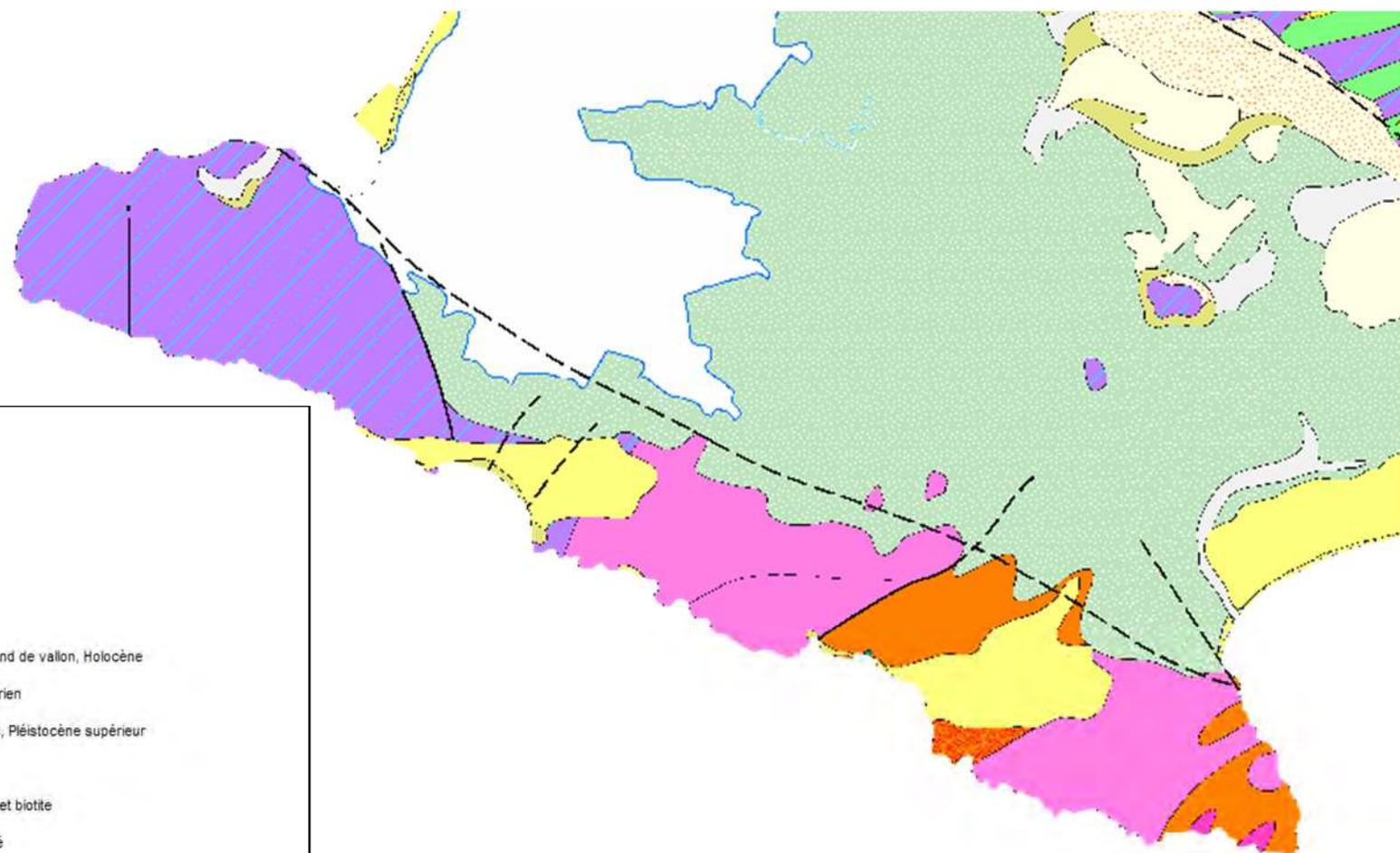
	Aléa faible à moyen
	Aléa moyen à fort



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

Présentation du littoral de l'USII-D

Affaire N : 1711836	Figure N° : 6-1		
Echelle: 1/25 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	PRÉFECTURE DE LA RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT



**Légende :**

▼Projet : Loire Atlantique

	Cordon littoral actuel, sables et galets
	Cordon littoral flandrien, sables, argiles
	Cordon littoral pléistocène, sables et graviers
	Formations dunaires
	Colluvions indifférenciées
	Alluvions récentes et actuelles, colluvions de fond de vallon, Holocène
	Tourbe et argiles grises, sables limoneux, Flandrien
	Alluvions de la basse terrasse, graviers, sables, Pléistocène supérieur
	Pliocène résiduel, sables
	Granite de Guérande, leucogranite à muscovite et biotite
	Granite de Guérande, faciès mylonitique feuilleté
	Massif de Saint-Père-en-Retz, granite d'anatexie à biotite
	Massif de Saint-Père-en-Retz, diatexites
	Massif de Saint-Père-en-Retz, amas granitoides et pegmatoides diffus
	Formation de la Vilaine, quartzites graphitiques
	Formation de la Vilaine, quartzites à séricite
	Formation de la Vilaine, micaschistes indifférenciés à muscovite et chlorite
	Formation du Morbihan, gneiss migmatitiques à sillimanite et cordiérite
	Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire, gneiss métatectiques à biotite et sillimanite
	Filons de lamprophyres
	Réseau hydrologique

Source : BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

<p>Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire</p> <p>Géologie de l'USII-D</p>			
Affaire N : 1711836			
Echelle : 1/50 000			
Mars 2012		<p>Figure N° : 6-2</p> <p>Dessinateur : VPT      Ingénieur d'affaire : VMD</p>	

### Distribution des hauteurs

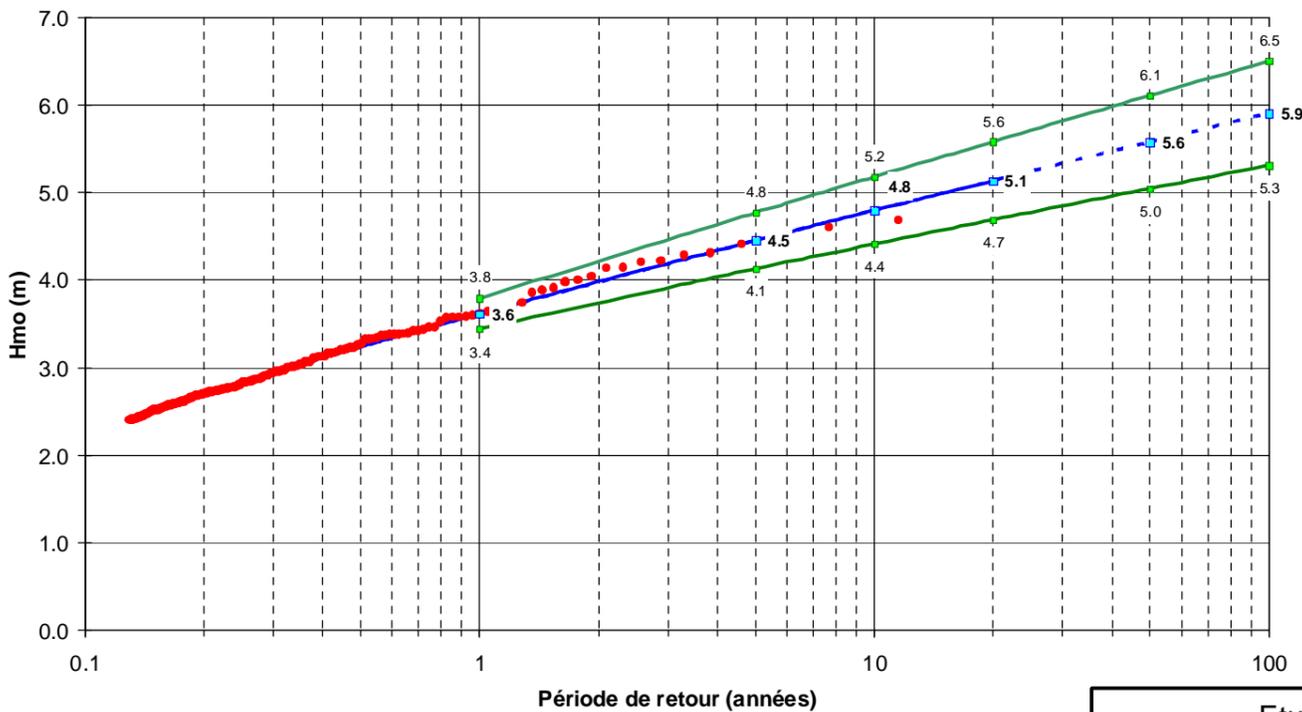
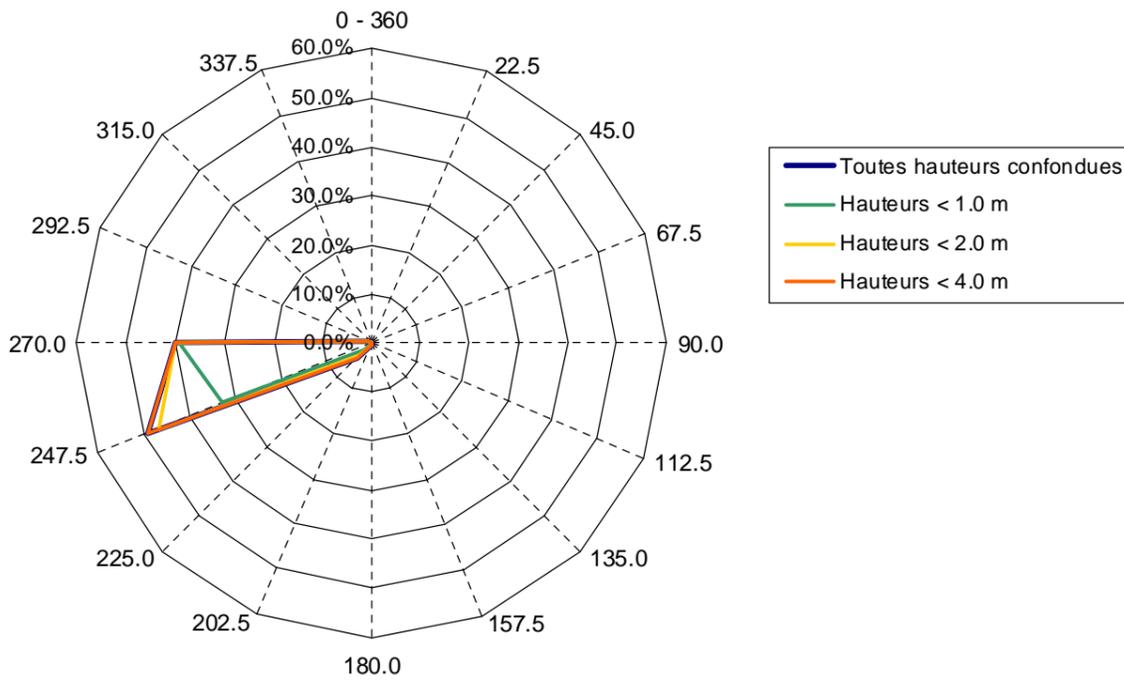
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.03	0.31	10.12	30.94	0.76			42.15
0.5 - 1.0										0.11	1.37	22.59	8.07	0.00			32.13
1.0 - 1.5										0.15	1.22	9.60	0.71				11.68
1.5 - 2.0										0.10	0.84	4.24	0.01				5.18
2.0 - 2.5										0.05	0.40	1.62					2.07
2.5 - 3.0										0.02	0.17	0.50					0.69
3.0 - 3.5										0.01	0.07	0.19					0.27
3.5 - 4.0										0.00	0.02	0.08					0.11
4.0 - 4.5											0.01	0.03					0.03
4.5 - 5.0											0.01	0.01					0.01
5.0 - 5.5											0.00						0.00
5.5 - 6.0																	0.00
> 6.0																	0.00
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	4.41	48.96	39.74	0.76	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01	0.02	0.04			0.08
3 - 5										0.09	0.21	0.59	0.67	0.51			2.07
5 - 7										0.18	0.60	3.26	5.50	0.21			9.75
7 - 9										0.14	1.15	8.04	13.05				22.38
9 - 11										0.05	1.35	10.11	10.72				22.23
11 - 13											0.65	11.91	6.66				19.22
13 - 15											0.31	10.16	2.96				13.43
15 - 17											0.09	3.65	0.16				3.90
17 - 19											0.03	0.87					0.90
19 - 21											0.01	0.25					0.27
> 21											0.00	0.10					0.11
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	4.41	48.96	39.74	0.76	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT7)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 6-3

Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



### Distribution des hauteurs

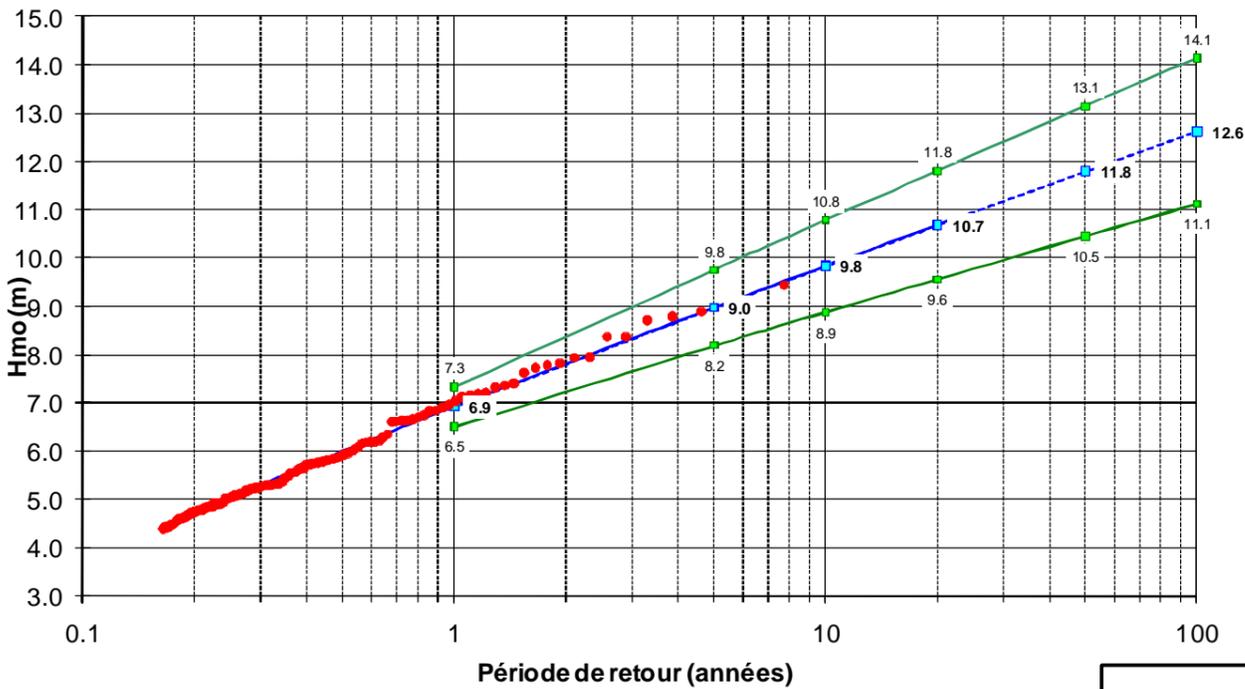
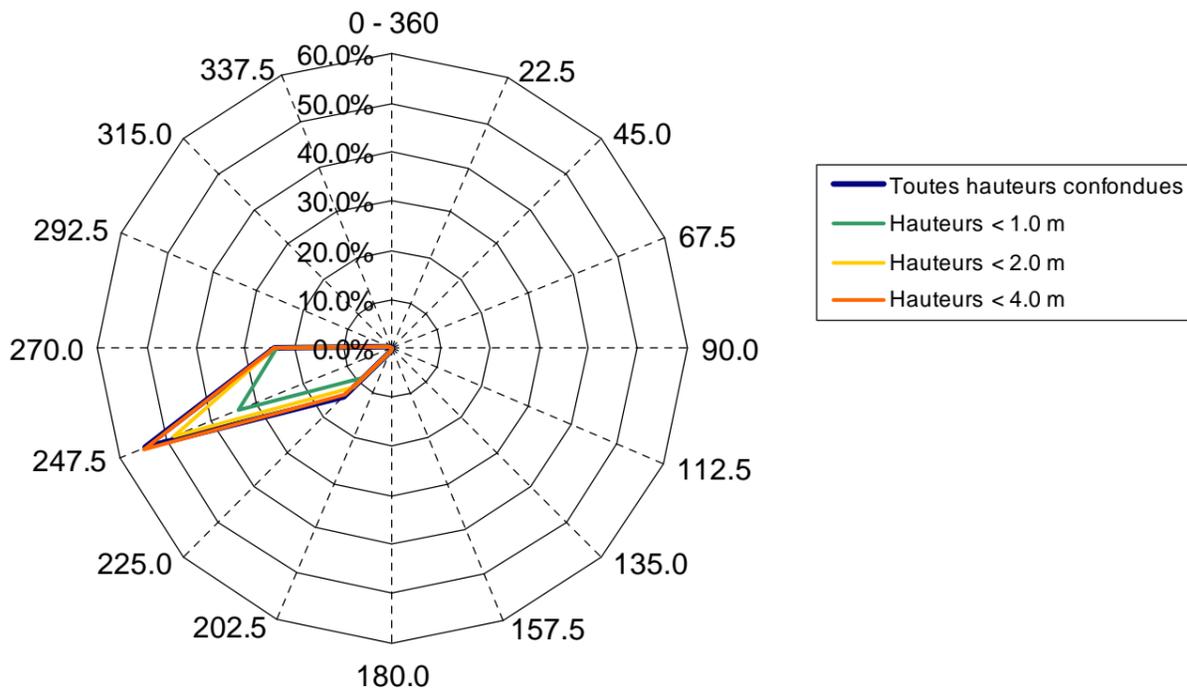
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5									0.00	0.07	3.05	17.13	20.82	0.69			41.75
0.5 - 1.0									0.01	0.18	5.28	16.40	2.56				24.43
1.0 - 1.5									0.00	0.21	2.16	9.13	0.40				11.90
1.5 - 2.0									0.00	0.12	1.01	5.06					6.19
2.0 - 2.5									0.00	0.05	0.73	3.03					3.81
2.5 - 3.0										0.02	0.46	1.87					2.35
3.0 - 3.5										0.01	0.33	1.14					1.48
3.5 - 4.0											0.27						0.27
4.0 - 4.5											0.21						0.21
4.5 - 5.0											0.13						0.13
5.0 - 5.5											0.08						0.08
5.5 - 6.0											0.07						0.07
> 6.0											0.20						0.20
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.65	13.96	53.76	23.78	0.69	0.00	0.00	92.87

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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										0.02	0.05	0.12	0.21	0.23			0.62
5 - 7									0.01	0.15	0.27	1.01	2.71	0.46			4.61
7 - 9										0.22	0.47	4.22	12.86				17.77
9 - 11										0.17	0.84	15.71	7.65				24.38
11 - 13										0.08	1.33	20.94	0.37				22.73
13 - 15										0.02	7.54	10.54	0.00				18.10
15 - 17										0.00	2.54	2.40					4.93
17 - 19										0.00	0.64	0.26					0.89
19 - 21											0.26	0.00					0.26
> 21											0.03	0.00					0.03
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.67	13.96	55.20	23.80	0.69	0.00	0.00	94.33

Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT8)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 6-4

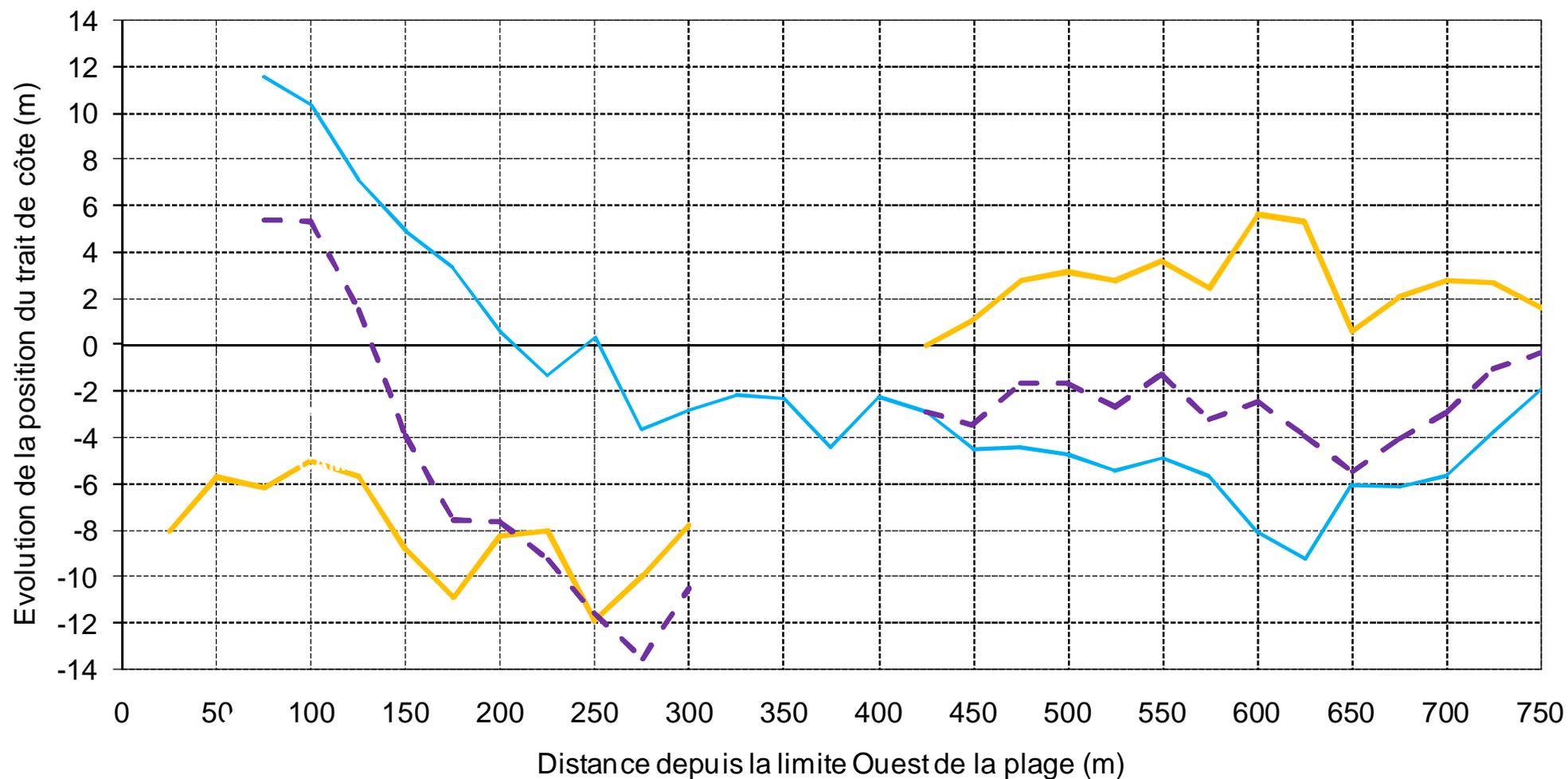
Mars 2012

Dessinateur : VPT

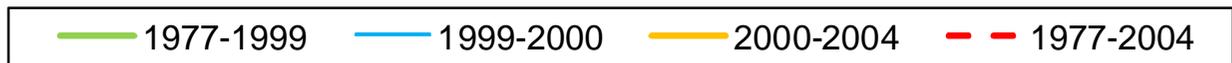
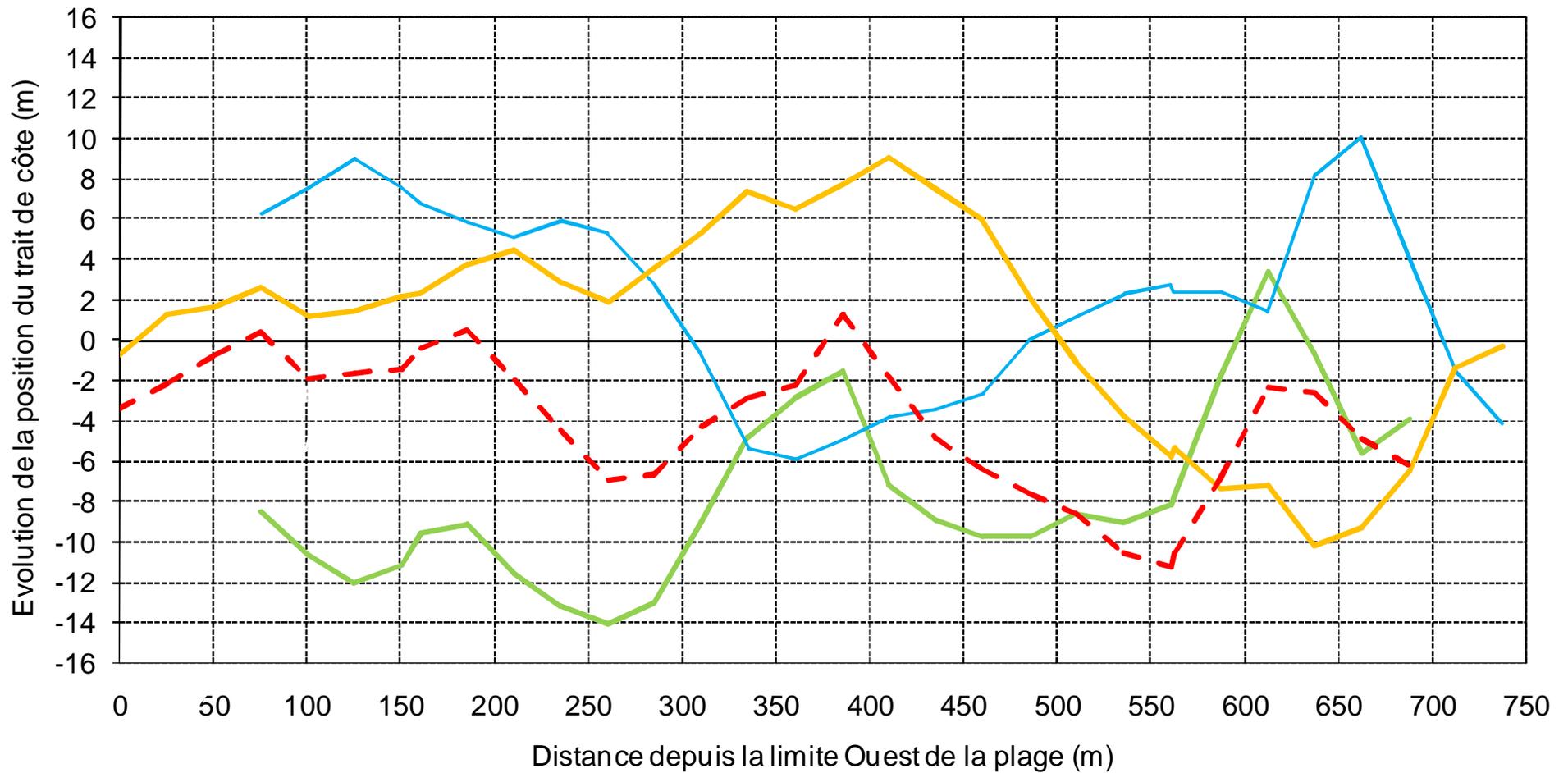


Ingénieur d'affaire : VMD

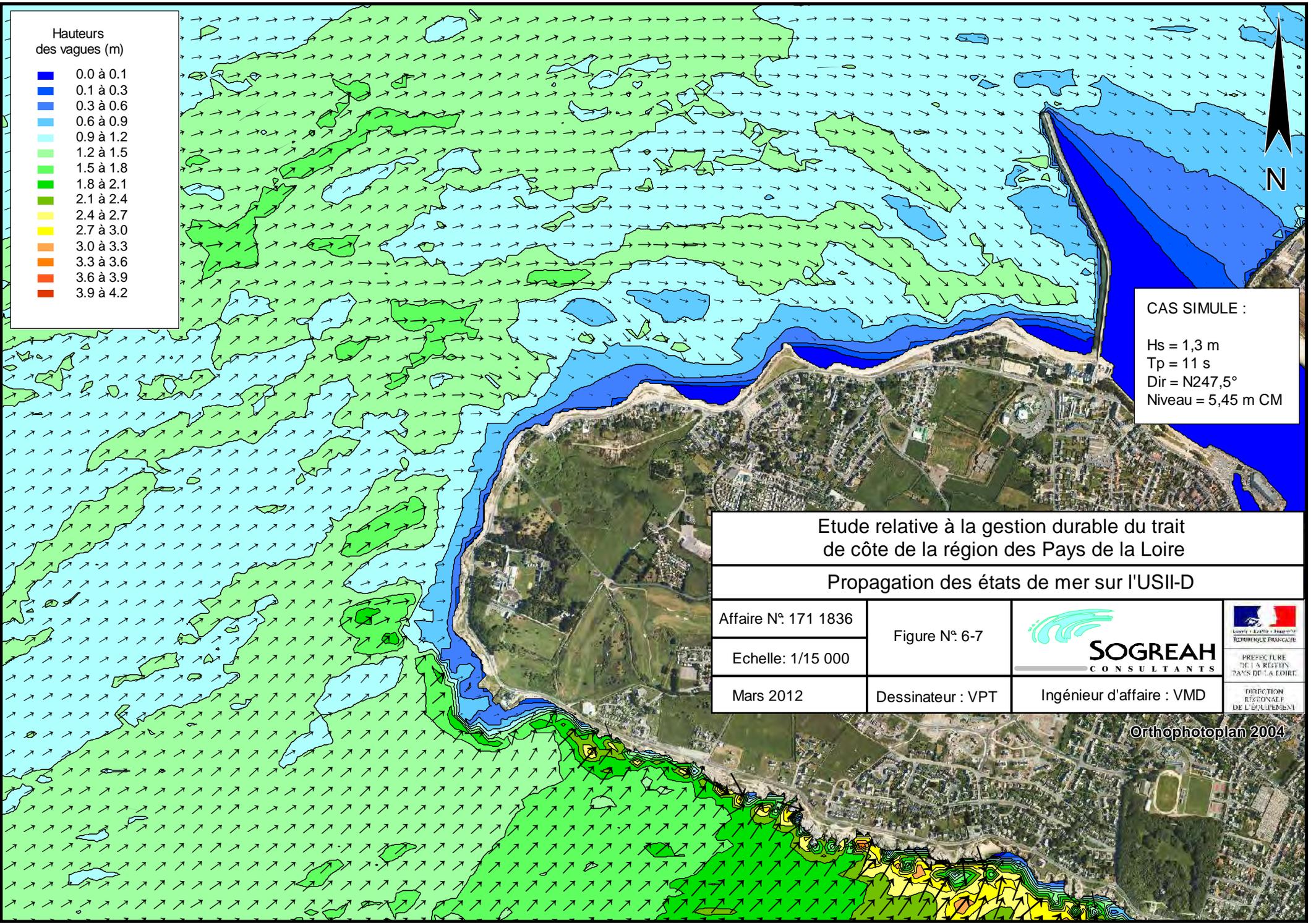




<p>Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire</p> <p>Evolution historique du trait de côte des plages du Croisic</p>			
Affaire N : 1711836	Figure N° : 6-5		
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	<p>PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE</p> <p>DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT</p>



<p>Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire</p> <p>Evolution historique du trait de côte de la plage de la Barrière</p>			
Affaire N : 1711836	Figure N° : 6-6		
Mars 2012	Dessinateur : VPT		



**Hauteurs des vagues (m)**

- 0.0 à 0.1
- 0.1 à 0.3
- 0.3 à 0.6
- 0.6 à 0.9
- 0.9 à 1.2
- 1.2 à 1.5
- 1.5 à 1.8
- 1.8 à 2.1
- 2.1 à 2.4
- 2.4 à 2.7
- 2.7 à 3.0
- 3.0 à 3.3
- 3.3 à 3.6
- 3.6 à 3.9
- 3.9 à 4.2

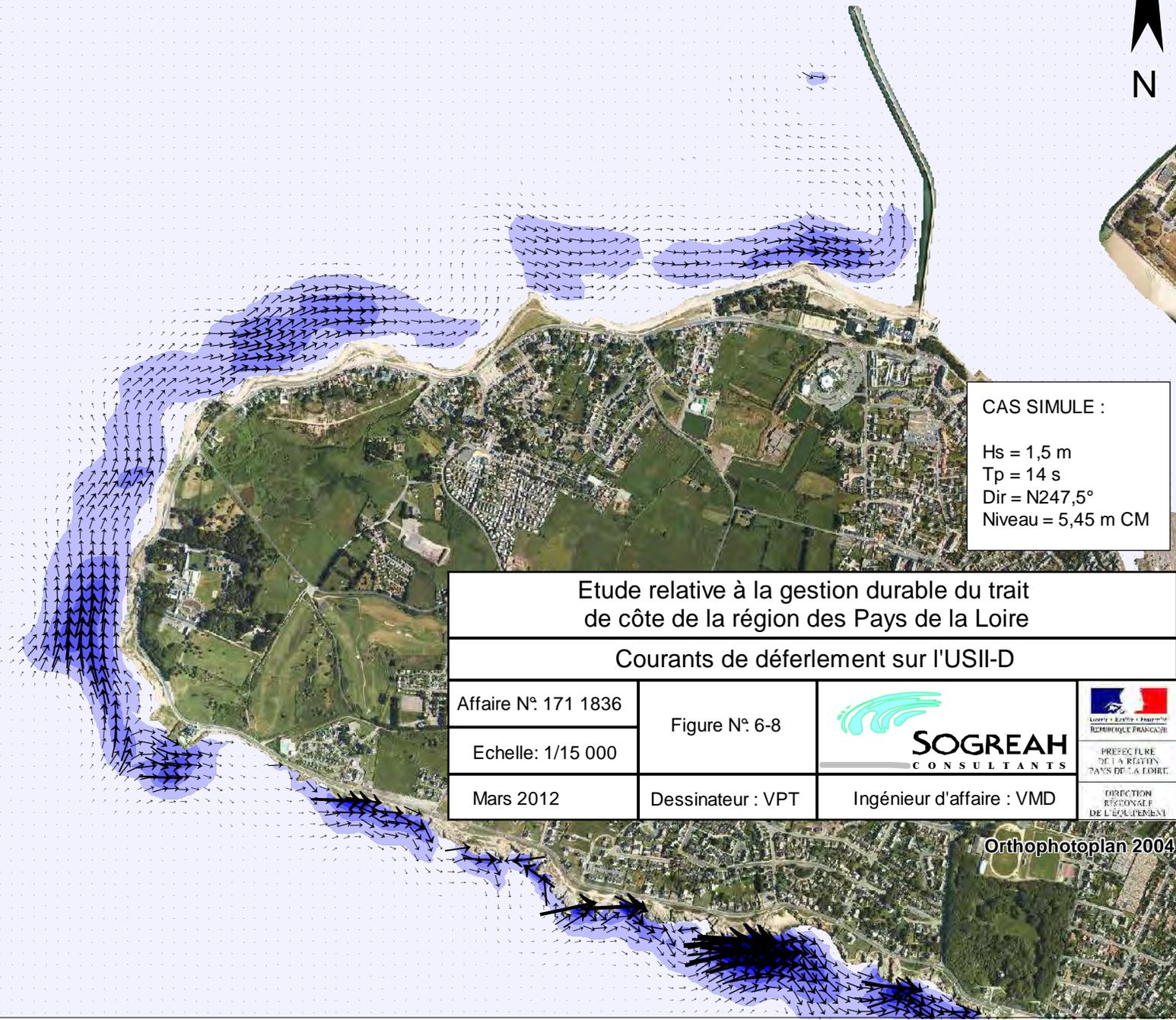
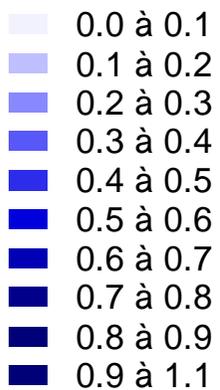
**CAS SIMULE :**  
 Hs = 1,3 m  
 Tp = 11 s  
 Dir = N247,5°  
 Niveau = 5,45 m CM

**Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire**  
**Propagation des états de mer sur l'USII-D**

Affaire N° 171 1836	Figure N° 6-7		 <small>LOIRET - ANJOU - MAINE</small> REPUBLIQUE FRANÇAISE PREFECTURE DE LA LOIRE DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT
Echelle: 1/15 000	Dessinateur : VPT		
Mars 2012			

Orthophotoplan 2004

Vitesse des courants (m/s)



CAS SIMULE :  
 Hs = 1,5 m  
 Tp = 14 s  
 Dir = N247,5°  
 Niveau = 5,45 m CM

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

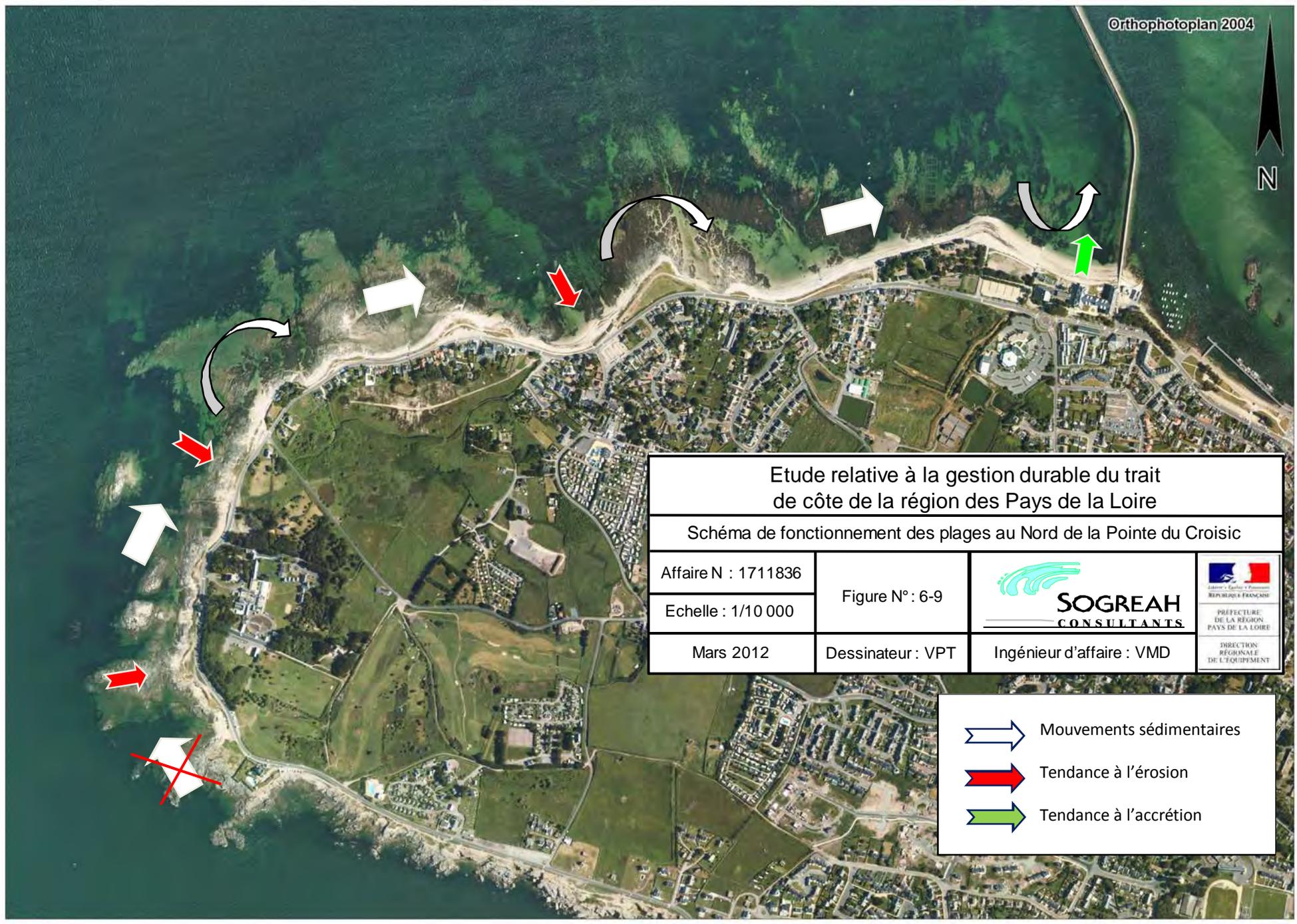
Courants de déferlement sur l'USII-D

Affaire N° 171 1836	Figure N° 6-8		 LOIRET - ANJOU - BRETAGNE REPUBLIQUE FRANÇAISE
Echelle: 1/15 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	DIRECTION REGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004

Orthophotoplan 2004

N

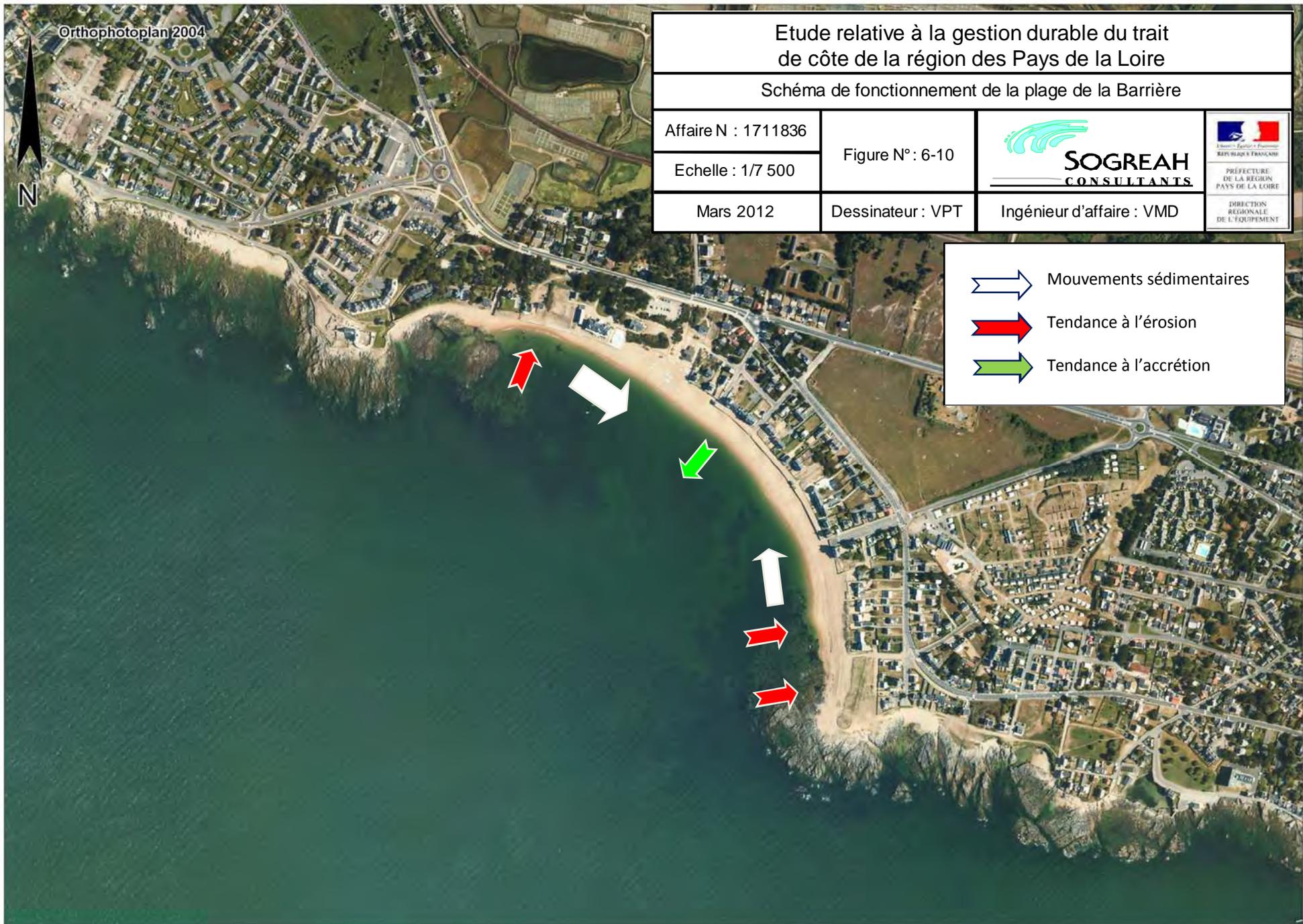


### Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire

Schéma de fonctionnement des plages au Nord de la Pointe du Croisic

Affaire N : 1711836	Figure N° : 6-9		
Echelle : 1/10 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	

-  Mouvements sédimentaires
-  Tendence à l'érosion
-  Tendence à l'accrétion





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

Aléa érosion marine sur l'USII-D (Croisic)

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 6.11



Echelle: 1/9 000

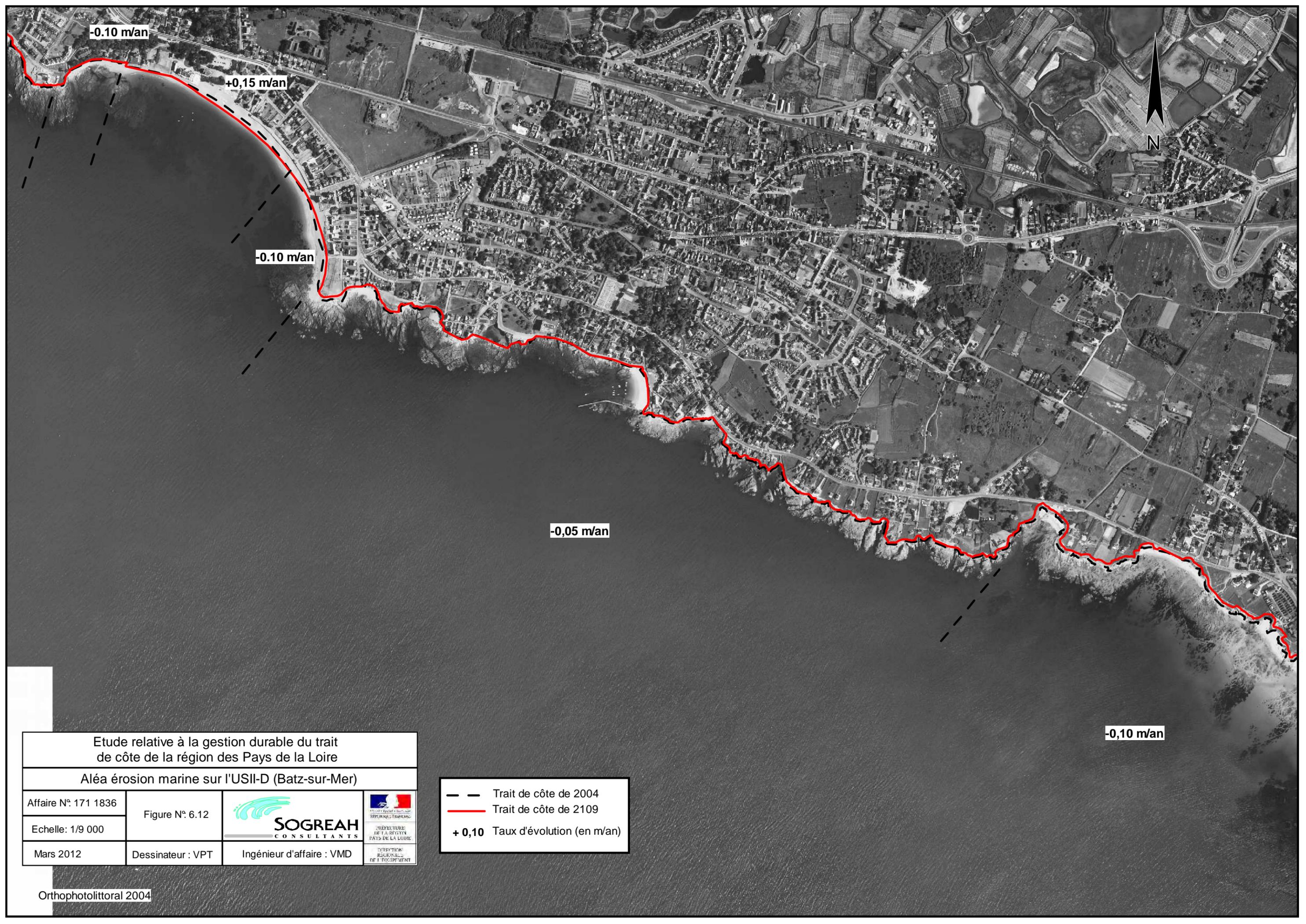
Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

- Trait de côte de 2004
- Trait de côte de 2109
- + 0,10** Taux d'évolution (en m/an)

**-0,05 m/an**



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

Aléa érosion marine sur l'USII-D (Batz-sur-Mer)

Affaire N° 171 1836	Figure N° 6.12		 <small>REPUBLIQUE FRANÇAISE</small> <small>PRÉFECTURE</small> <small>DE LA RÉGION</small> <small>PAYS DE LA LOIRE</small>
Echelle: 1/9 000	Dessinateur : VPT		
Mars 2012	Ingenieur d'affaire : VMD	<small>DIRECTION</small> <small>REGIONALE</small> <small>DE L'EQUIPEMENT</small>	

- Trait de côte de 2004
- Trait de côte de 2109
- + 0,10** Taux d'évolution (en m/an)



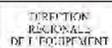
Orthophotolittoral 2004

-0,05

-0,10 m/an

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

Aléa érosion marine sur l'USII-D (Pouliguen)

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 6.13		
Echelle: 1/10 000			
Mars 2012	Dessinateur : VPT	Ingénieur d'affaire : VMD	

- - Trait de côte de 2004  
 — Trait de côte de 2109  
 + 0,10 Taux d'évolution (en m/an)



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

Présentation du littoral de l'USII-E

Affaire N : 1711836

Figure N° : 7-1

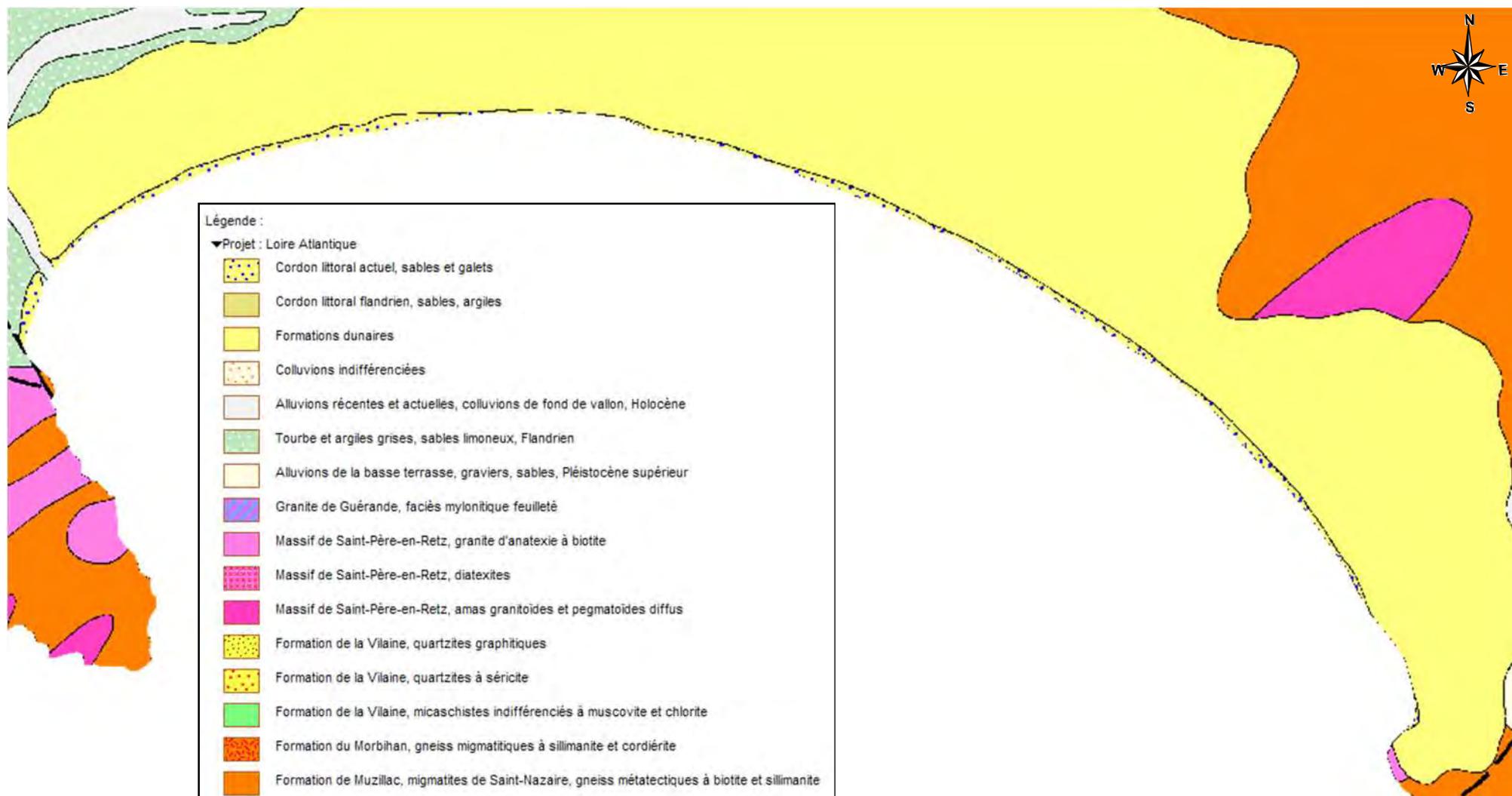
Echelle: 1/15 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD





Source : BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

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

### Géologie de l'USII-E

Affaire N : 1711836

Echelle : 1/25 000

Mars 2012

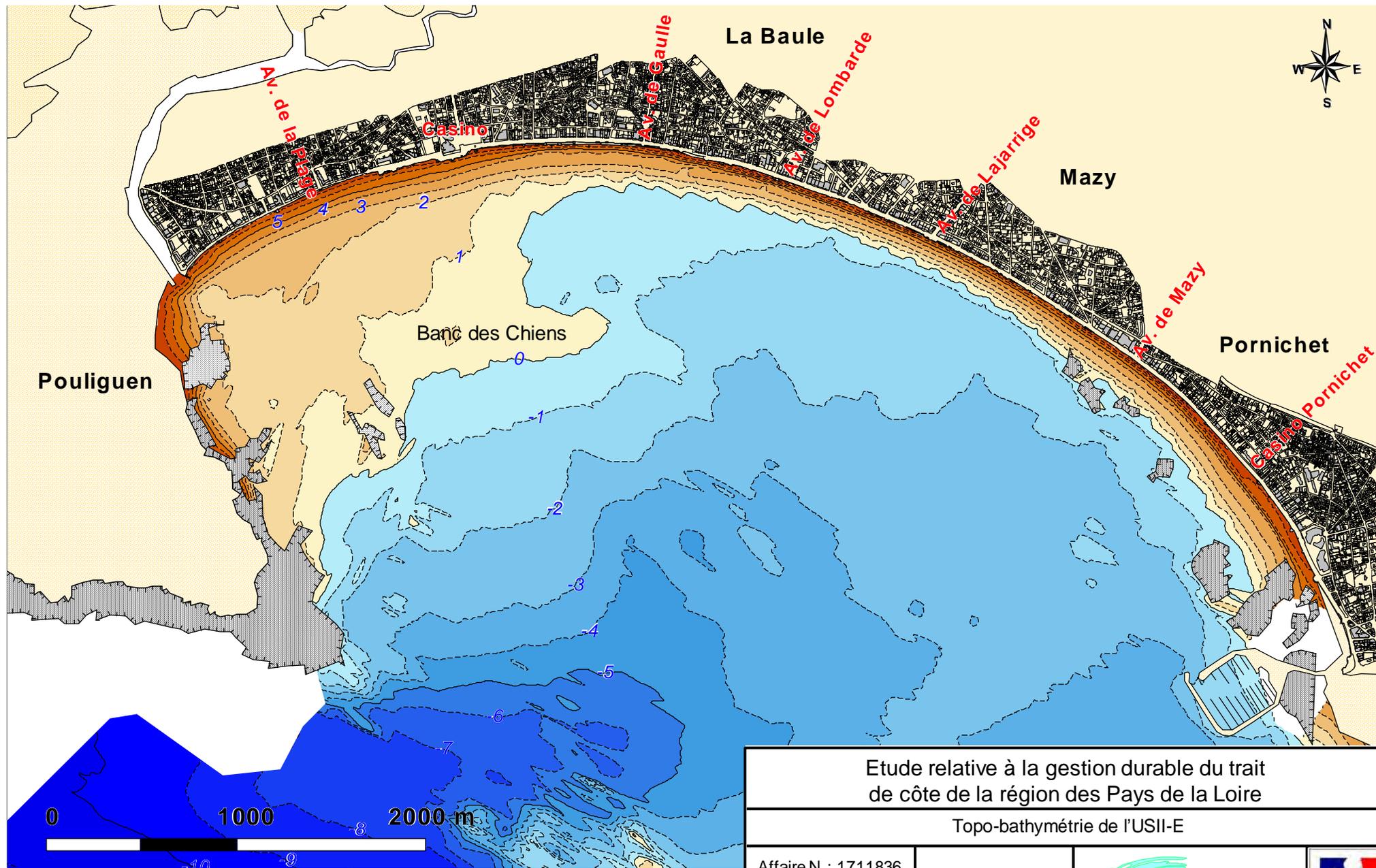
Figure N° : 7-2

Dessinateur : VPT

  
**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD





Source : SOGREAH, 2002

<p>Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire</p>		
<p>Topo-bathymétrie de l'USII-E</p>		
<p>Affaire N : 1711836</p>	<p>Figure N° : 7-3</p>	
<p>Mars 2012</p>	<p>Dessinateur : VPT</p>	
		<p>Ingénieur d'affaire : VMD</p>
		

### Distribution des hauteurs

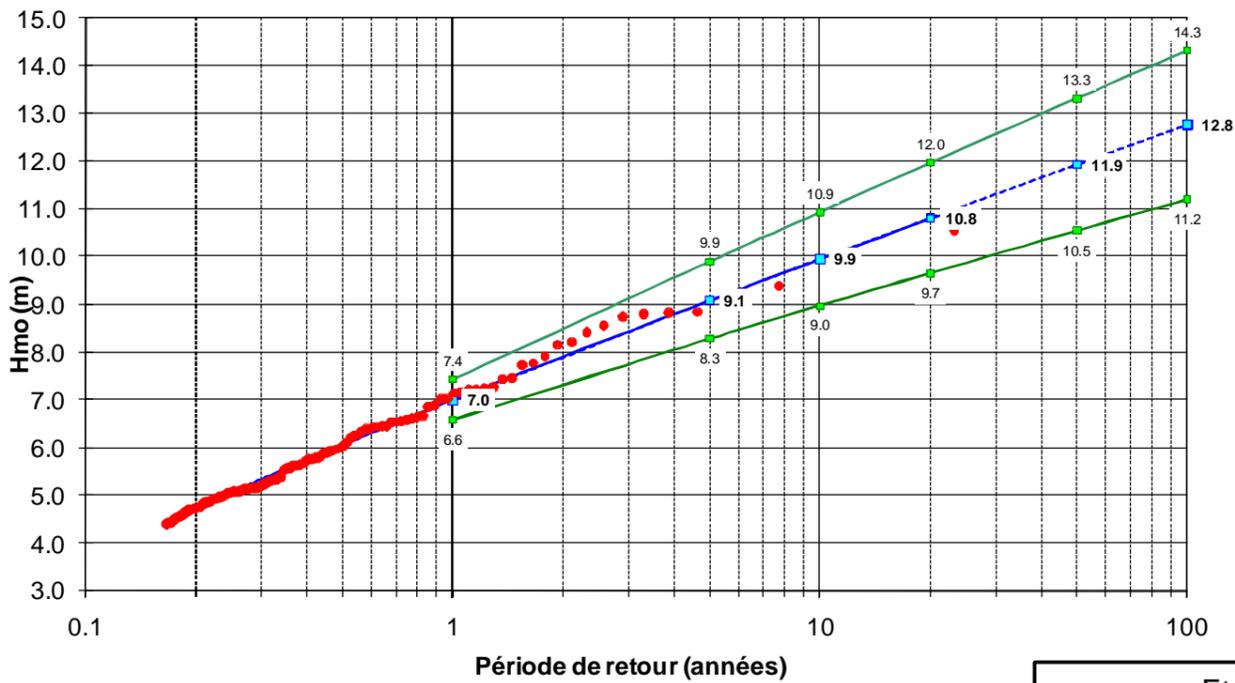
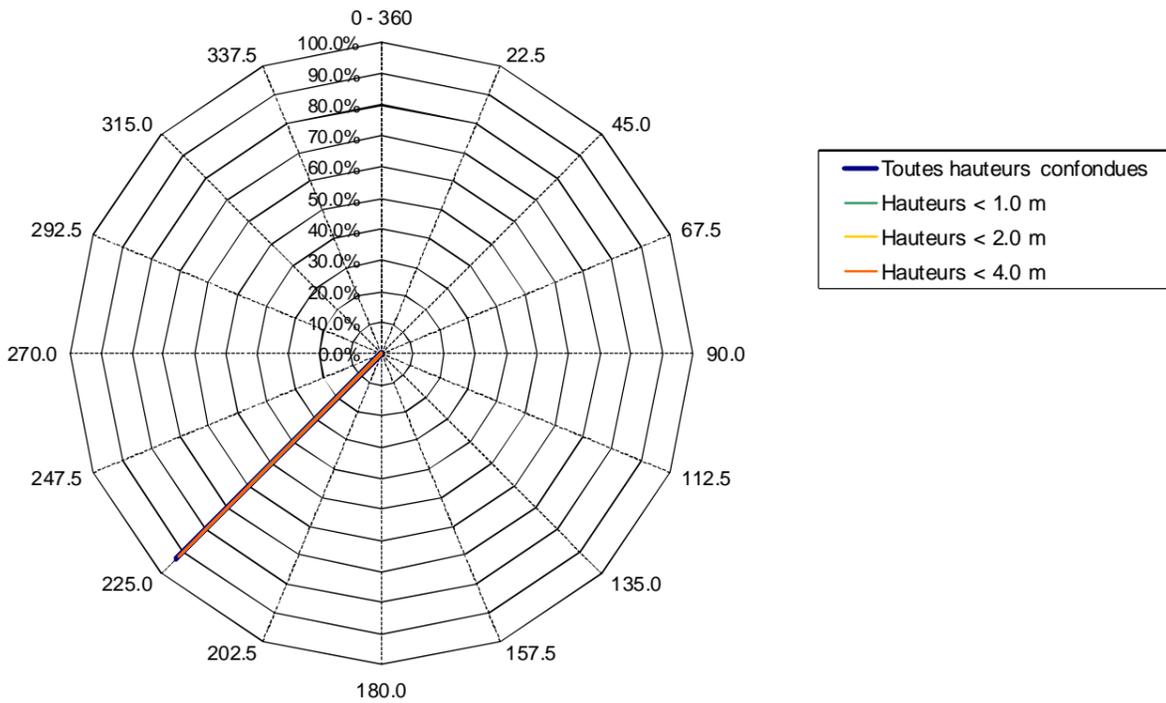
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.01	34.63	0.62					35.26
0.5 - 1.0										0.07	25.01	0.10					25.17
1.0 - 1.5										0.02	14.98						15.00
1.5 - 2.0										0.00	8.03						8.03
2.0 - 2.5										0.00	4.52						4.52
2.5 - 3.0											2.74						2.74
3.0 - 3.5											1.52						1.52
3.5 - 4.0											0.91						0.91
4.0 - 4.5											0.52						0.52
4.5 - 5.0											0.30						0.30
5.0 - 5.5											0.15						0.15
5.5 - 6.0											0.09						0.09
> 6.0											0.13						0.13
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	93.51	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01					0.01
3 - 5										0.02	0.20	0.41					0.63
5 - 7										0.09	4.22	0.30					4.61
7 - 9											17.77						17.77
9 - 11											24.38						24.38
11 - 13											22.73						22.73
13 - 15											18.10						18.10
15 - 17											4.93						4.93
17 - 19											0.89						0.89
19 - 21											0.26						0.26
> 21											0.03						0.03
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	93.51	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT9)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 7-4

Mars 2012

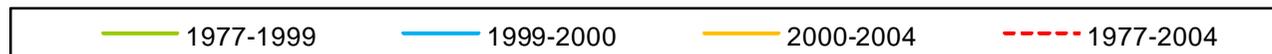
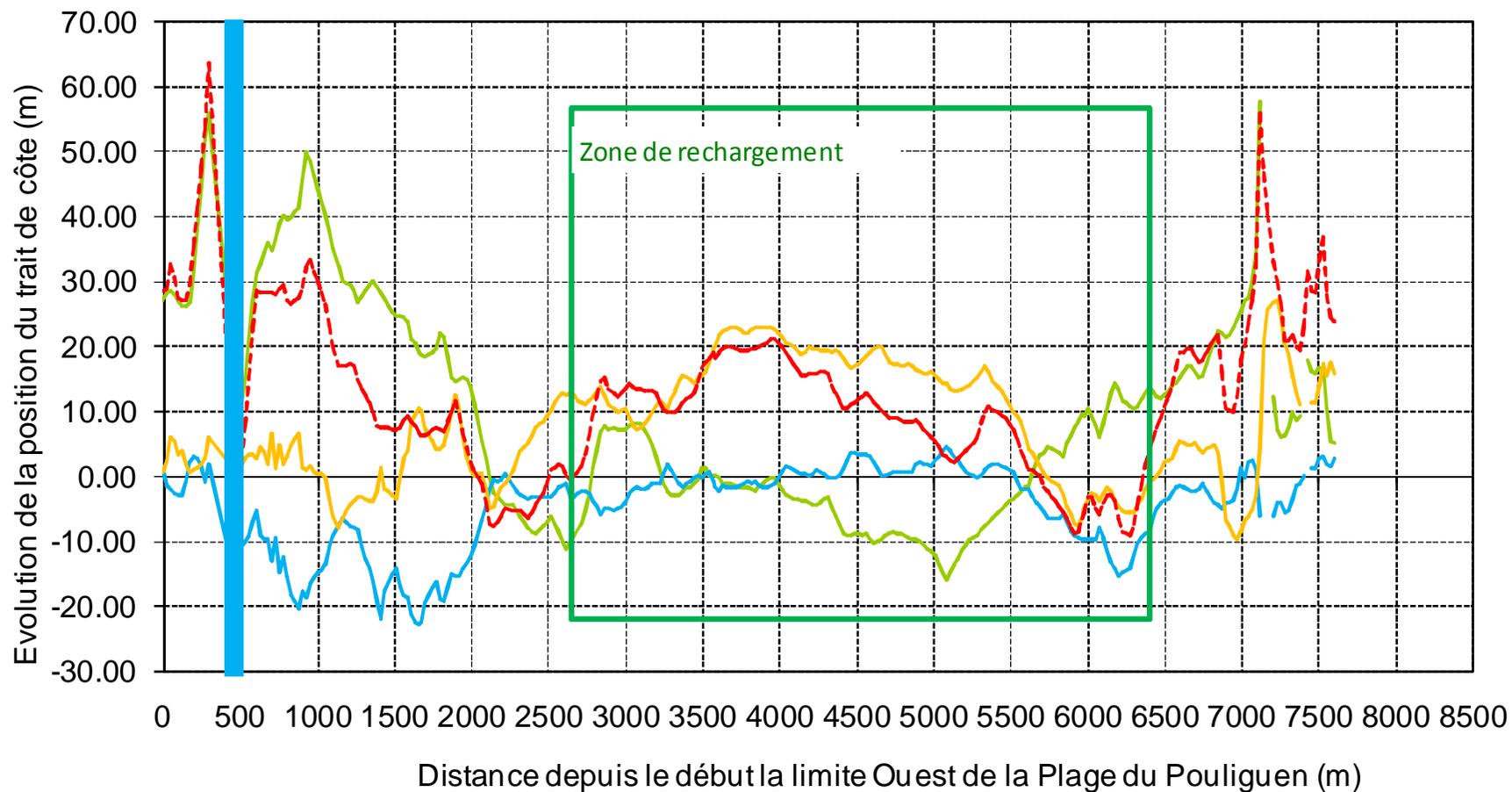
Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD



## Etier du Pouliguen



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

Evolution historique du trait de côte de l'USII-E

Affaire N : 1711836

Figure N° : 7-5

Mars 2012

Dessinateur : VPT

**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD



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

Propagation des états de mer sur l'USII-E

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 7-6



PRÉFECTURE  
DES PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

Echelle: 1/25 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

Orthophotoplan 2004

CAS SIMULE :

Hs = 2,4 m

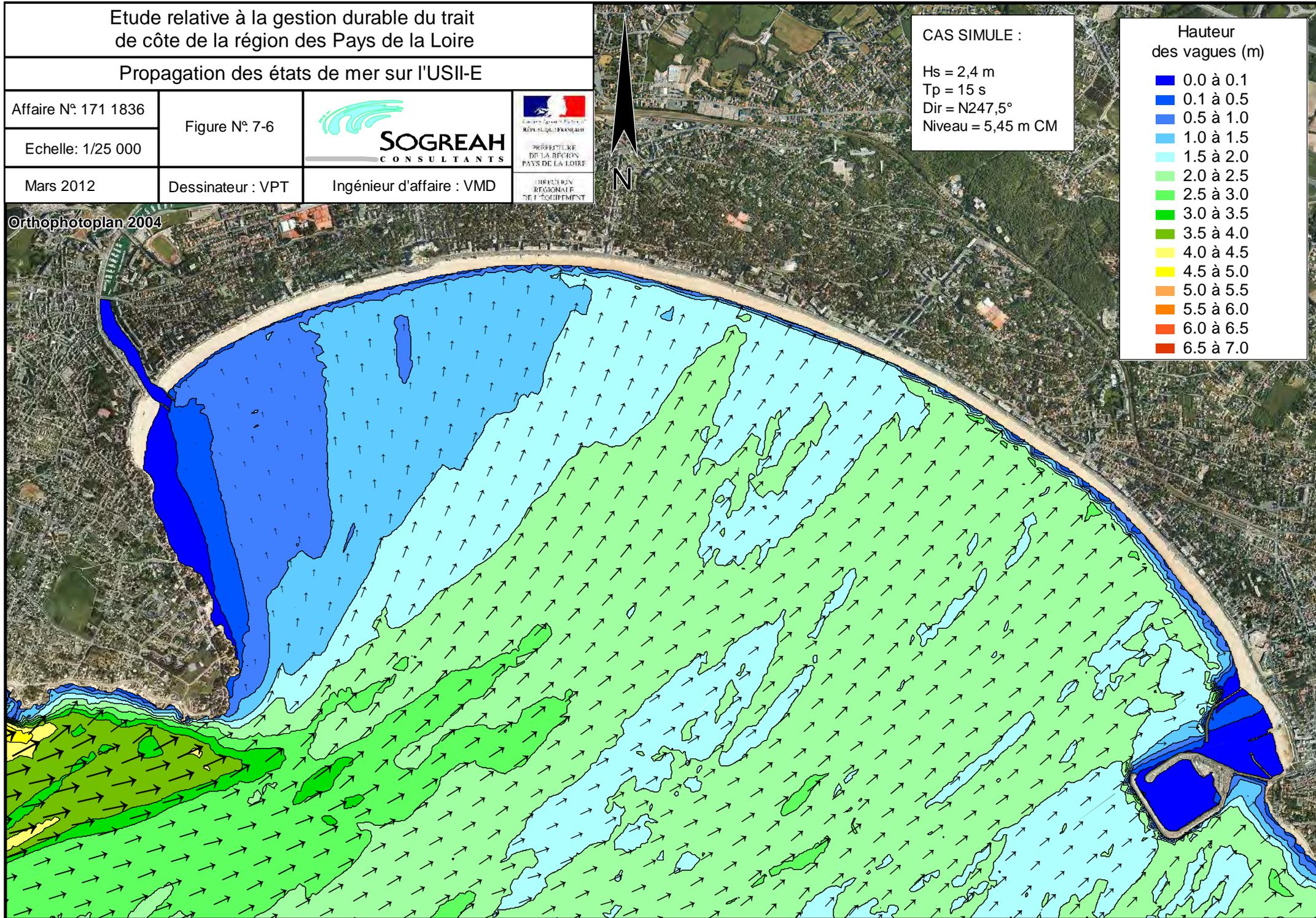
Tp = 15 s

Dir = N247,5°

Niveau = 5,45 m CM

Hauteur  
des vagues (m)

- 0.0 à 0.1
- 0.1 à 0.5
- 0.5 à 1.0
- 1.0 à 1.5
- 1.5 à 2.0
- 2.0 à 2.5
- 2.5 à 3.0
- 3.0 à 3.5
- 3.5 à 4.0
- 4.0 à 4.5
- 4.5 à 5.0
- 5.0 à 5.5
- 5.5 à 6.0
- 6.0 à 6.5
- 6.5 à 7.0



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

Courants de déferlement sur l'USII-E

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 7-7



PREFECTURE  
DE LA REGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION  
REGIONALE  
DE L'EQUIPEMENT

N

CAS SIMULE :

Hs = 2,4 m

Tp = 15 s

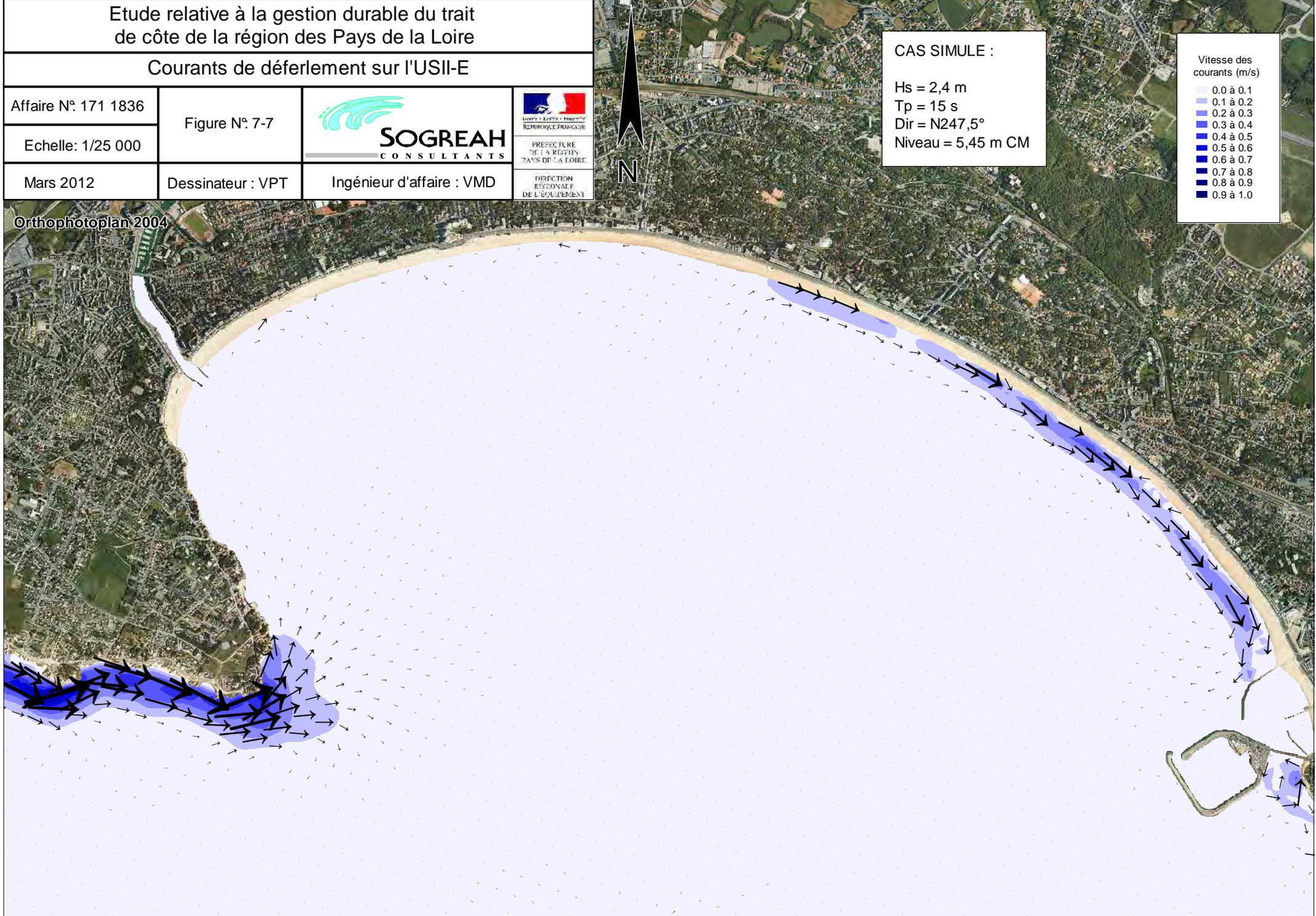
Dir = N247,5°

Niveau = 5,45 m CM

Vitesse des  
courants (m/s)

- 0.0 à 0.1
- 0.1 à 0.2
- 0.2 à 0.3
- 0.3 à 0.4
- 0.4 à 0.5
- 0.5 à 0.6
- 0.6 à 0.7
- 0.7 à 0.8
- 0.8 à 0.9
- 0.9 à 1.0

Orthophotoplan 2004



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

Schéma de fonctionnement du littoral de l'USII-E

Affaire N : 1711836

Figure N° : 7-8

 SOGREAH  
CONSULTANTS

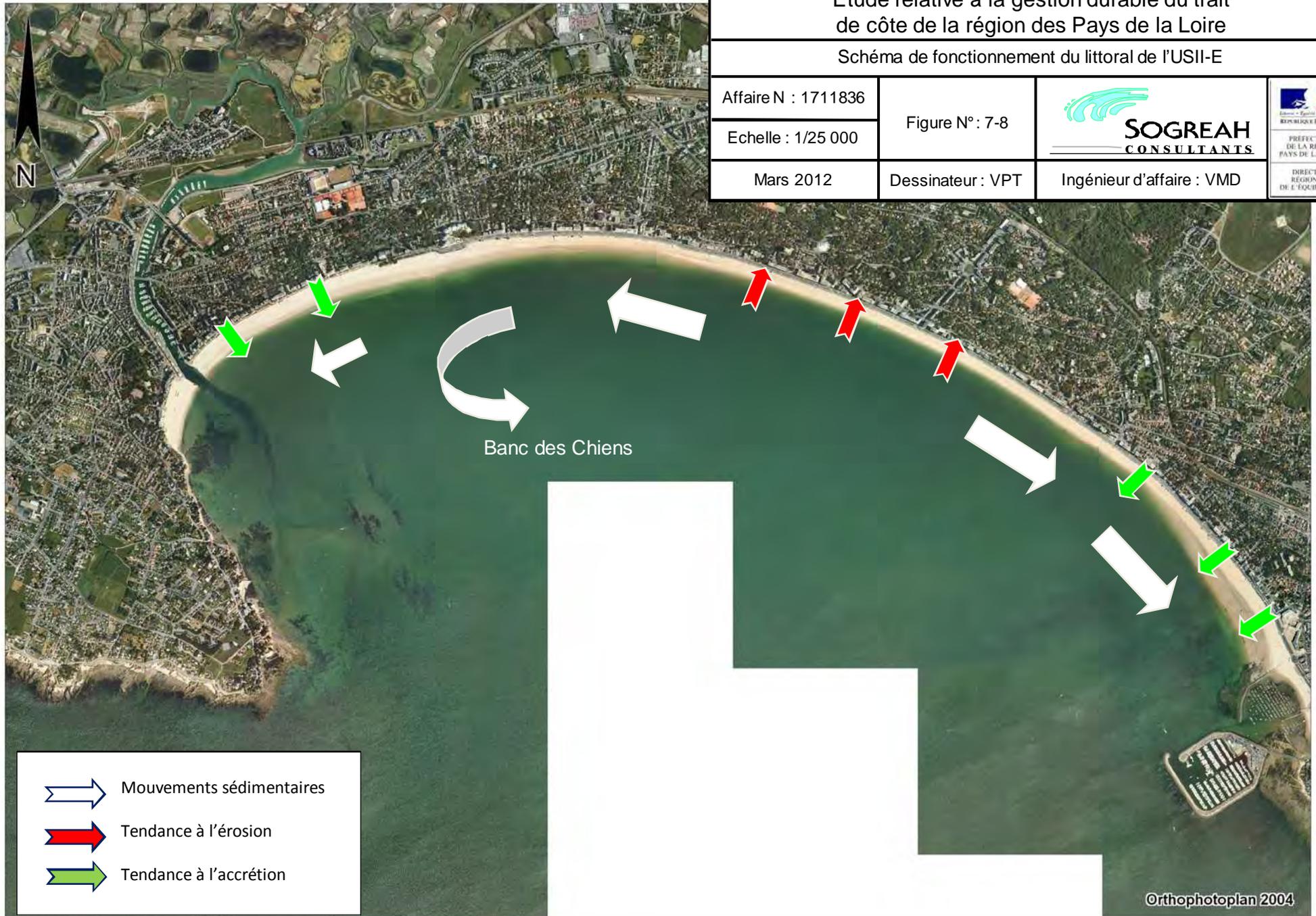
  
États - Liberté - Égalité - Fraternité  
REPUBLIQUE FRANÇAISE  
PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
PAYS DE LA LOIRE  
DIRECTION  
RÉGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

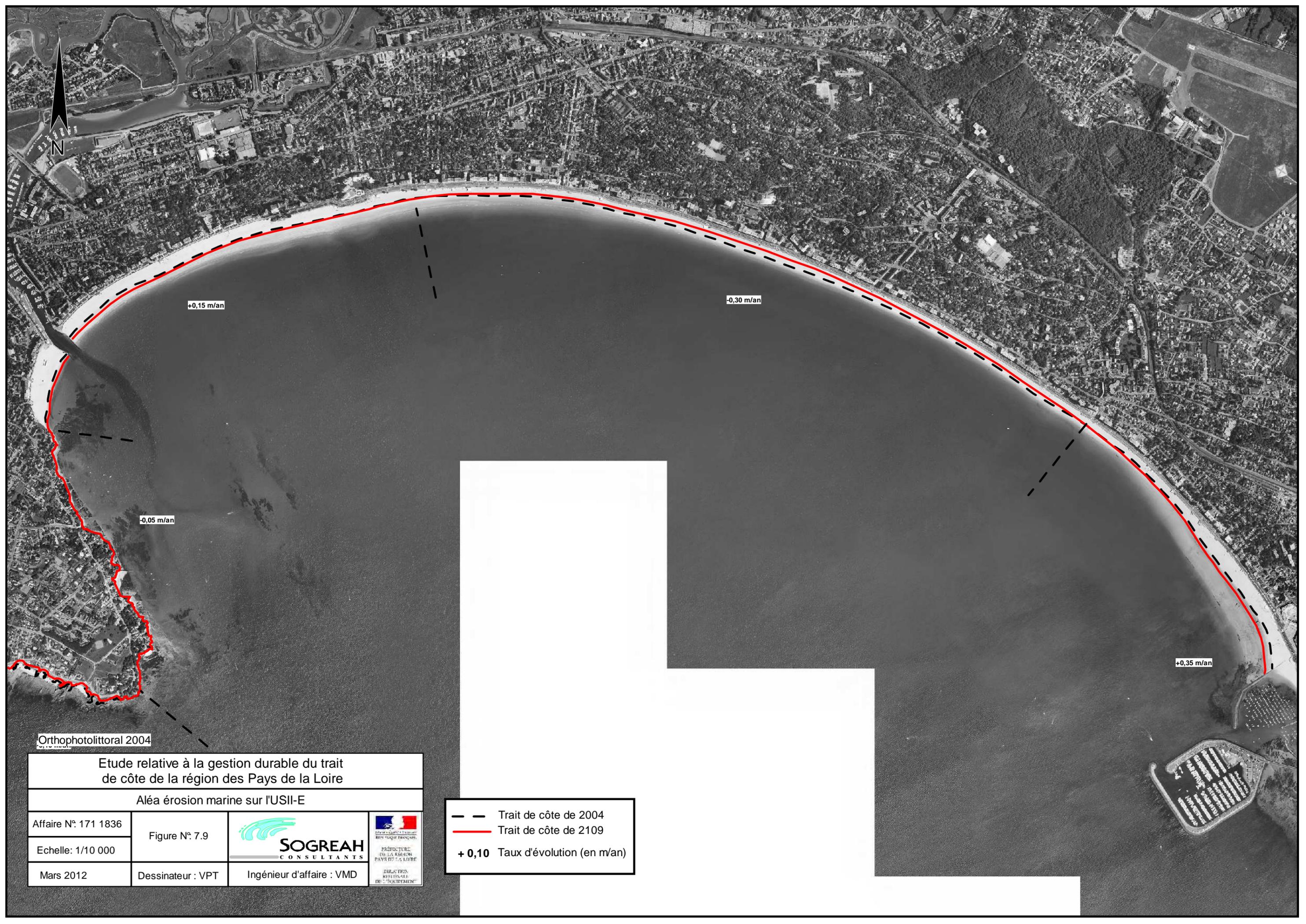
Echelle : 1/25 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD





Orthophotolittoral 2004

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

Aléa érosion marine sur l'USII-E

Affaire N° 171 1836

Figure N° 7.9



Echelle: 1/10 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

- - Trait de côte de 2004
- Trait de côte de 2109
- + 0,10 Taux d'évolution (en m/an)



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

Présentation du littoral de l'USII-F

Affaire N° : 1711836

Figure N° : 8-1

Echelle: 1/15 000

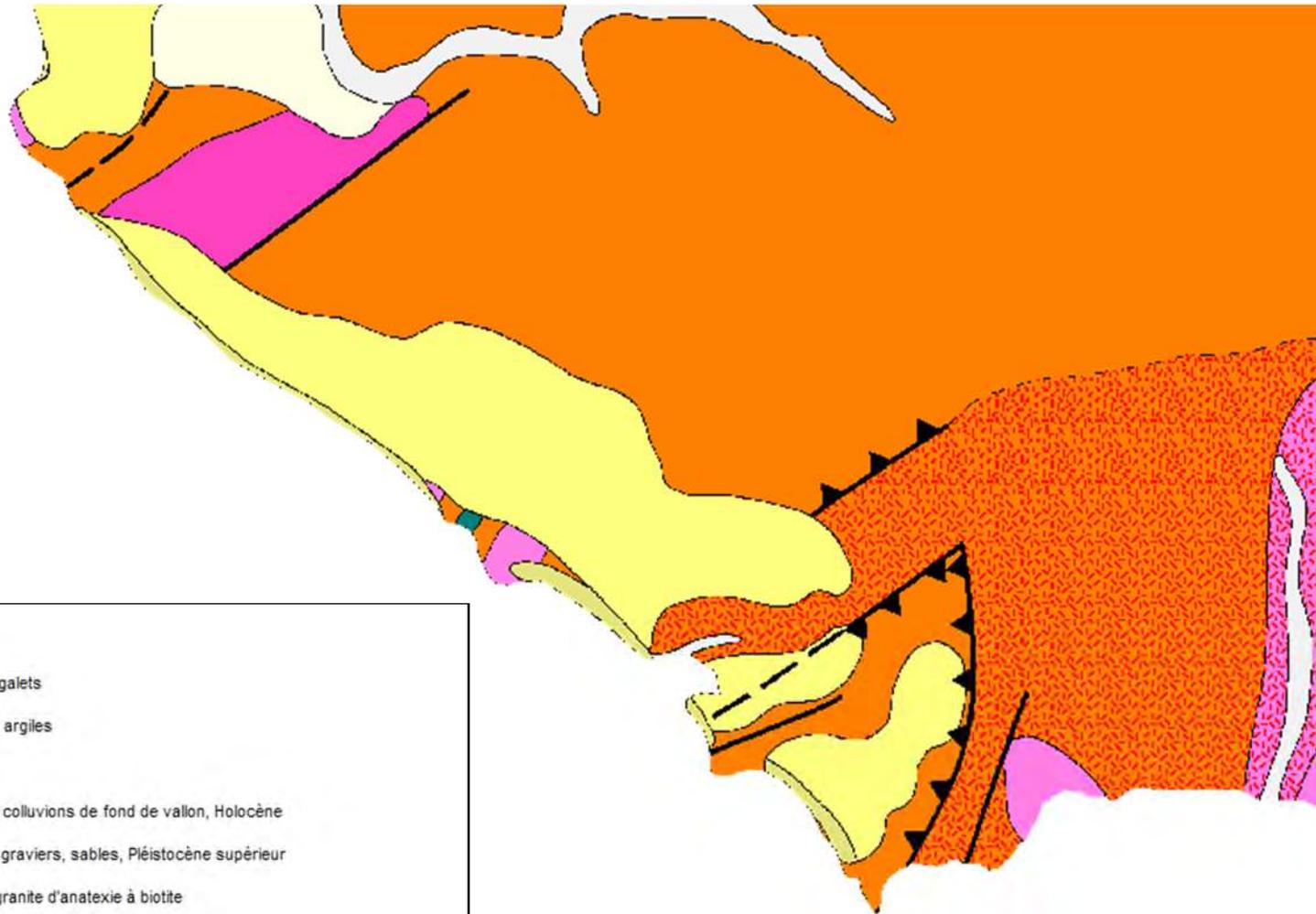
Mars 2012

Dessinateur : VPT



DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

Ingénieur d'affaire : VMD



Légende :

▼Projet : Loire Atlantique

-  Cordon littoral actuel, sables et galets
-  Cordon littoral flandrien, sables, argiles
-  Formations dunaires
-  Alluvions récentes et actuelles, colluvions de fond de vallon, Holocène
-  Alluvions de la basse terrasse, graviers, sables, Pléistocène supérieur
-  Massif de Saint-Père-en-Retz, granite d'anatexie à biotite
-  Massif de Saint-Père-en-Retz, métatexites
-  Massif de Saint-Père-en-Retz, amas granitoides et pegmatoides diffus
-  Formation du Morbihan, gneiss migmatitiques à sillimanite et cordiérite
-  Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire, gneiss métatectiques à biotite et sillimanite
-  Formation de Muzillac, gneiss à yeux centimétriques monocristallins de microcline
-  Formation de Muzillac, amphibolites, amphibolo-pyroxénites
-  Formation de Muzillac, pyroxénites, gneiss à pyroxène et amphibole

Source : BRGM ([www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr))

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

Géologie de l'USII-F

Affaire N : 1711836

Figure N° : 8-2



Echelle : 1/25 000

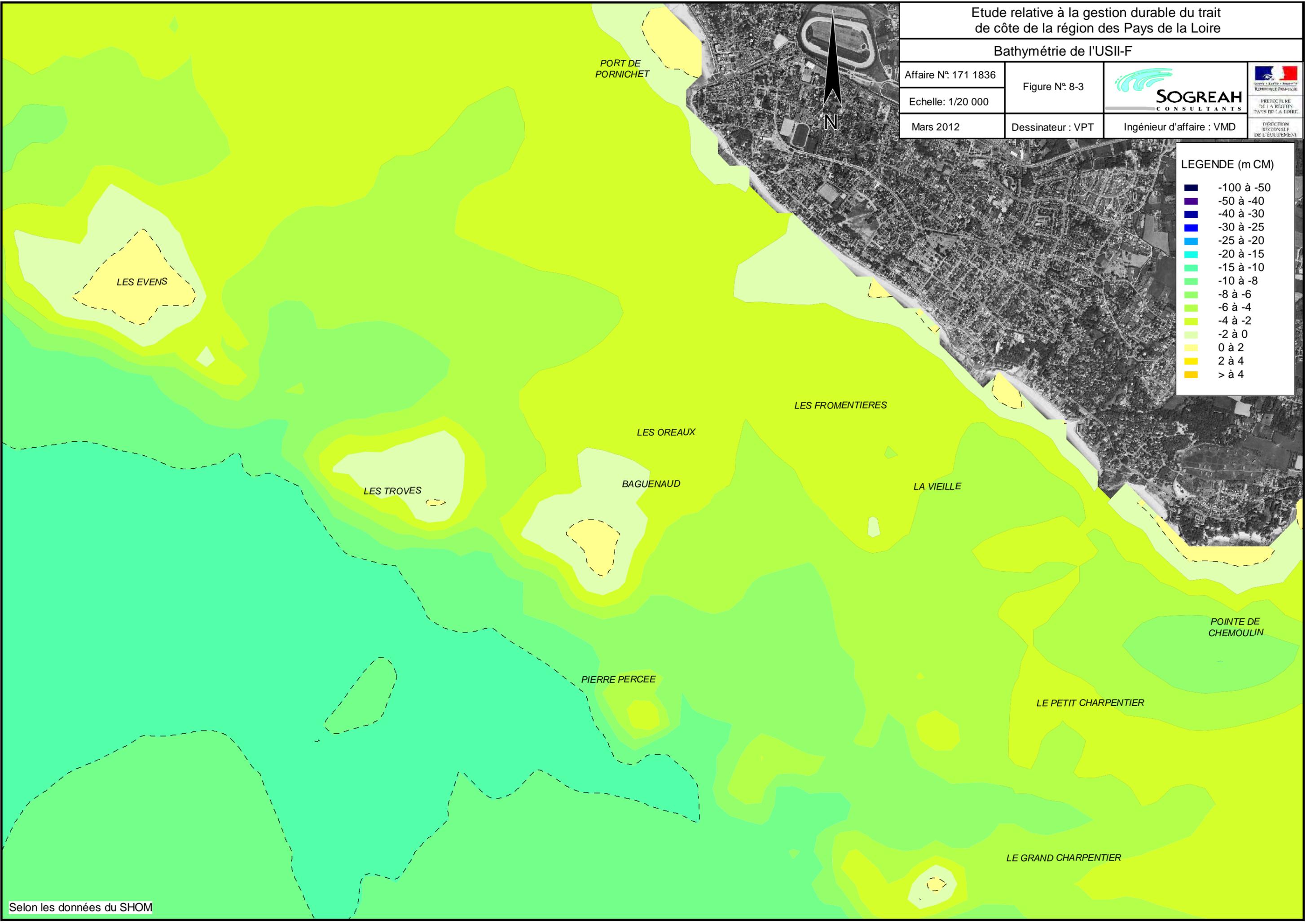
Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

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



### Distribution des hauteurs

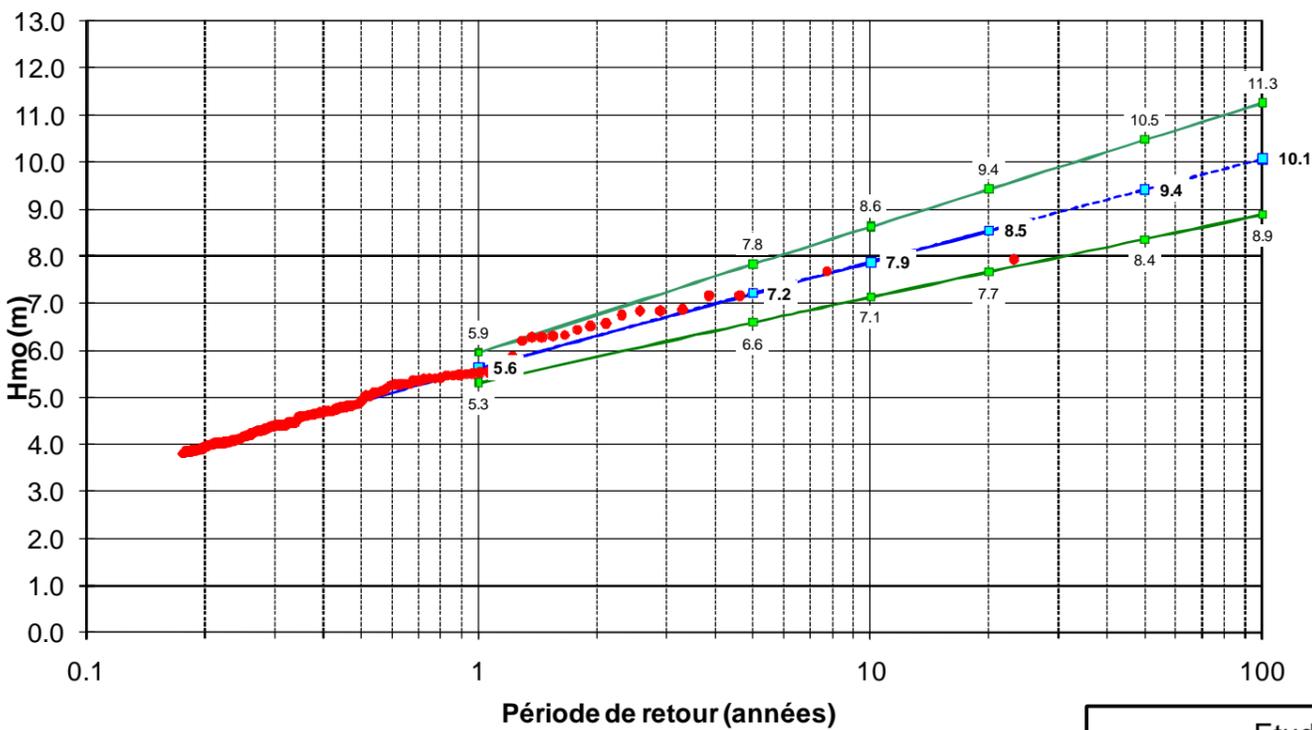
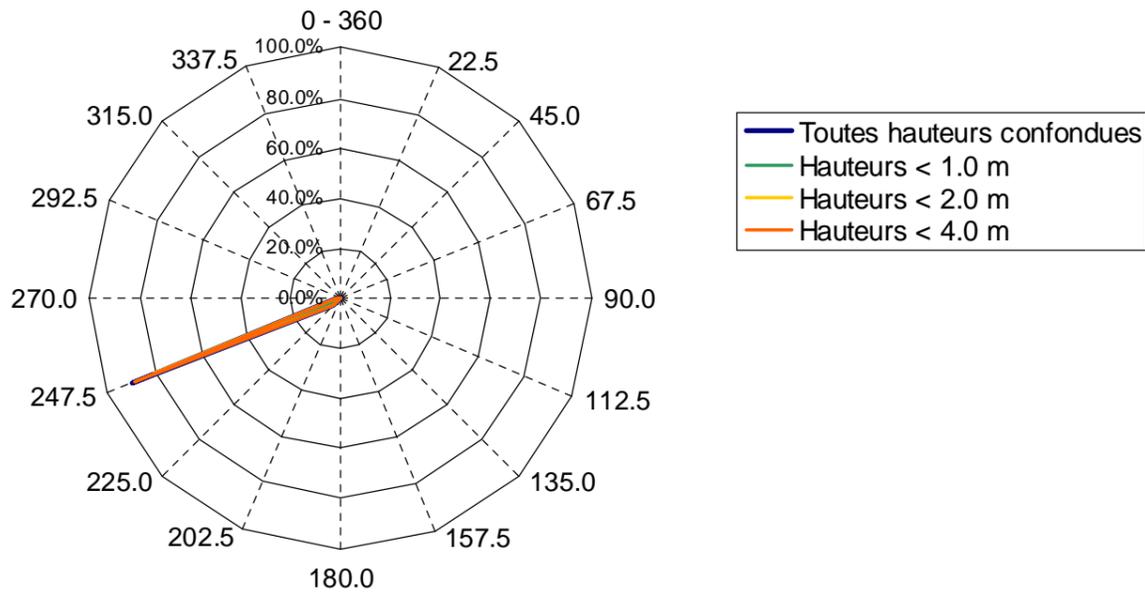
Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés Nord)																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Hmo (m) ↓	0 - 360	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	
0.0 - 0.5										0.02	0.51	33.58	1.27				35.38
0.5 - 1.0										0.04	1.20	25.28	0.09				26.61
1.0 - 1.5										0.00	0.84	14.08	0.00				14.93
1.5 - 2.0											0.43	7.24					7.67
2.0 - 2.5											0.20	4.03					4.23
2.5 - 3.0											0.07	2.32					2.40
3.0 - 3.5											0.03	1.32					1.35
3.5 - 4.0											0.02	0.78					0.80
4.0 - 4.5											0.01	0.42					0.44
4.5 - 5.0											0.00	0.22					0.22
5.0 - 5.5											0.00	0.14					0.14
5.5 - 6.0												0.06					0.06
> 6.0												0.10					0.10
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	3.31	89.60	1.36	0.00	0.00	0.00	94.33

### Distribution des périodes

Secteurs →	Directions moyennes des houles (degrés 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	0.01				0.01
3 - 5										0.01	0.06	0.14	0.41				0.63
5 - 7										0.05	0.41	3.20	0.94				4.61
7 - 9											0.76	17.02					17.77
9 - 11											0.97	23.41					24.38
11 - 13											0.68	22.05					22.73
13 - 15											0.32	17.77					18.10
15 - 17											0.09	4.85					4.93
17 - 19											0.02	0.87					0.89
19 - 21											0.00	0.25					0.26
> 21												0.03					0.03
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	3.31	89.60	1.36	0.00	0.00	0.00	94.33

### Rose des houles

5,67 % de calmes



Graphique des extrêmes

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

Statistiques des états de mer en bordure littorale (point PT10)

Affaire N : 1711836

Figure N° : 8-4

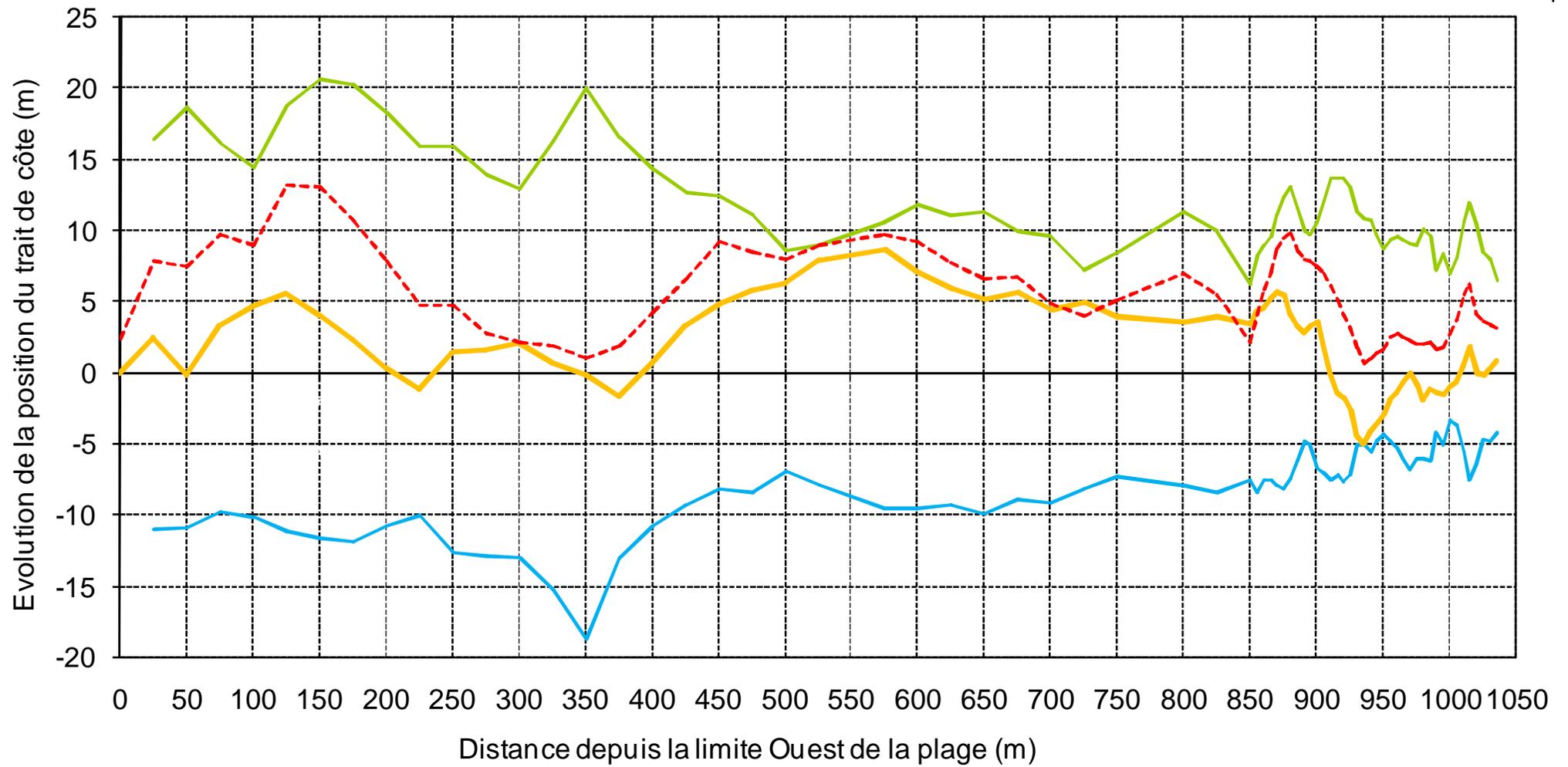
Mars 2012

Dessinateur : VPT

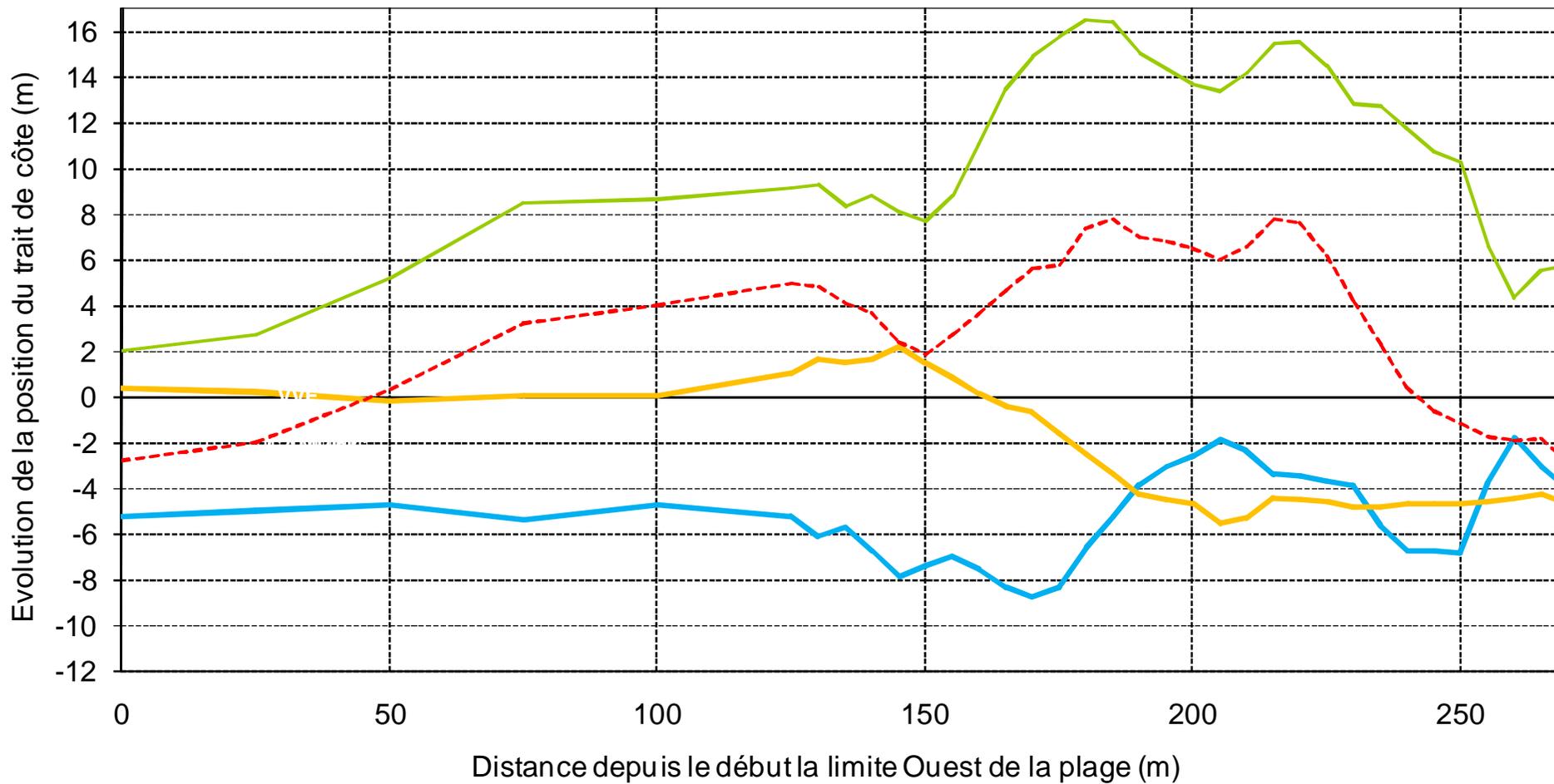
**SOGREAH**  
CONSULTANTS

Ingénieur d'affaire : VMD





Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire			
Evolution historique du trait de côte de la plage Bonne-Source			
Affaire N : 1711836	Figure N° : 8-5		 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT
Mars 2012	Dessinateur : VPT		



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

Evolution historique du trait de côte de la plage Ste Margueritte

Affaire N : 1711836

Figure N° : 8-6

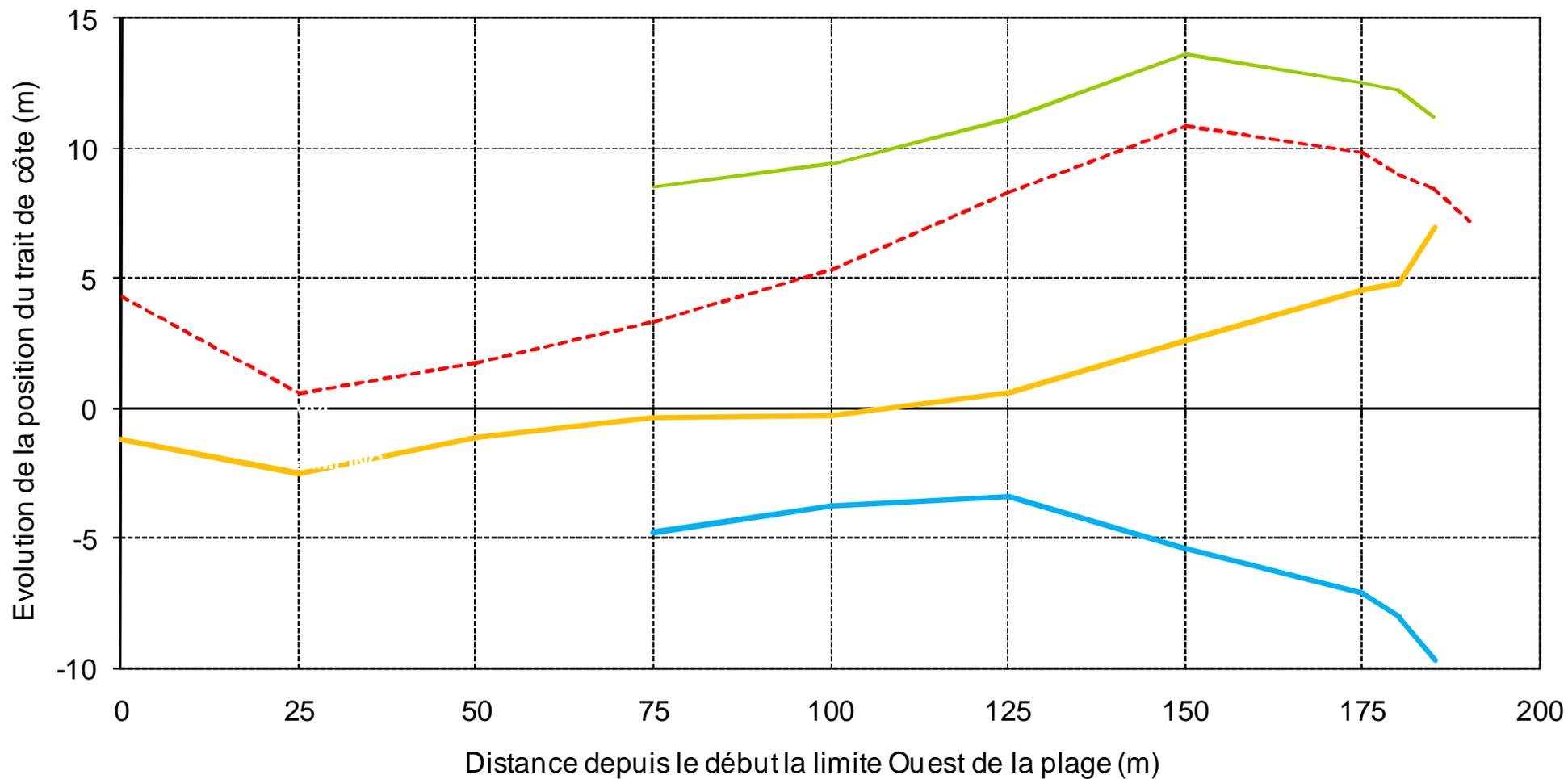
Mars 2012

Dessinateur : VPT



Ingénieur d'affaire : VMD





Etude relative à la gestion durable du trait de côte de la région des Pays de la Loire Evolution historique du trait de côte de la plage des Jaunais			
Affaire N : 1711836	Figure N° : 8-7		 <small>LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ</small> RÉPUBLIQUE FRANÇAISE PRÉFECTURE DE LA RÉGION PAYS DE LA LOIRE
Mars 2012	Dessinateur : VPT	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

Propagation des états de mer sur l'USII-F

CAS SIMULE :

Hs = 0,8 m  
Tp = 11 s  
Dir = N247,5°  
Niveau = 5,50 m CM

Affaire N°: 171 1836

Figure N°: 8-8



PREFECTURE  
DE LA RÉGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/15 000

Mars 2012

Dessinateur : VPT

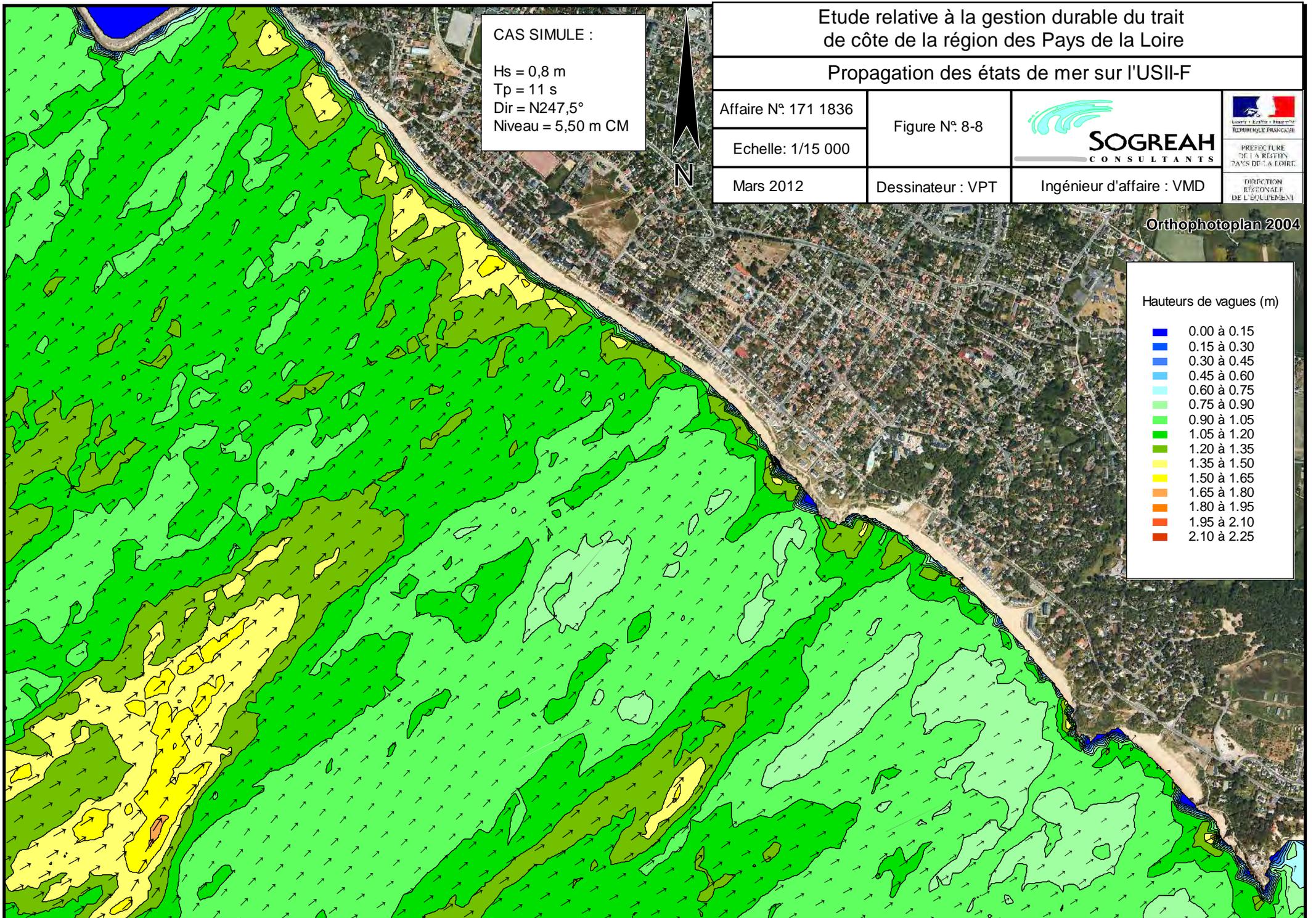
Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION  
RÉGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004

Hauteurs de vagues (m)

- 0.00 à 0.15
- 0.15 à 0.30
- 0.30 à 0.45
- 0.45 à 0.60
- 0.60 à 0.75
- 0.75 à 0.90
- 0.90 à 1.05
- 1.05 à 1.20
- 1.20 à 1.35
- 1.35 à 1.50
- 1.50 à 1.65
- 1.65 à 1.80
- 1.80 à 1.95
- 1.95 à 2.10
- 2.10 à 2.25



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

Courants de déferlement sur l'USII-F

CAS SIMULE :

Hs = 2,4 m  
Tp = 15 s  
Dir = N247,5°  
Niveau = 5,50 m CM

Affaire N° 171 1836

Figure N° 8-9

  
**SOGREAH**  
CONSULTANTS



PRÉFECTURE  
DE LA RÉGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

Echelle: 1/15 000

Mars 2012

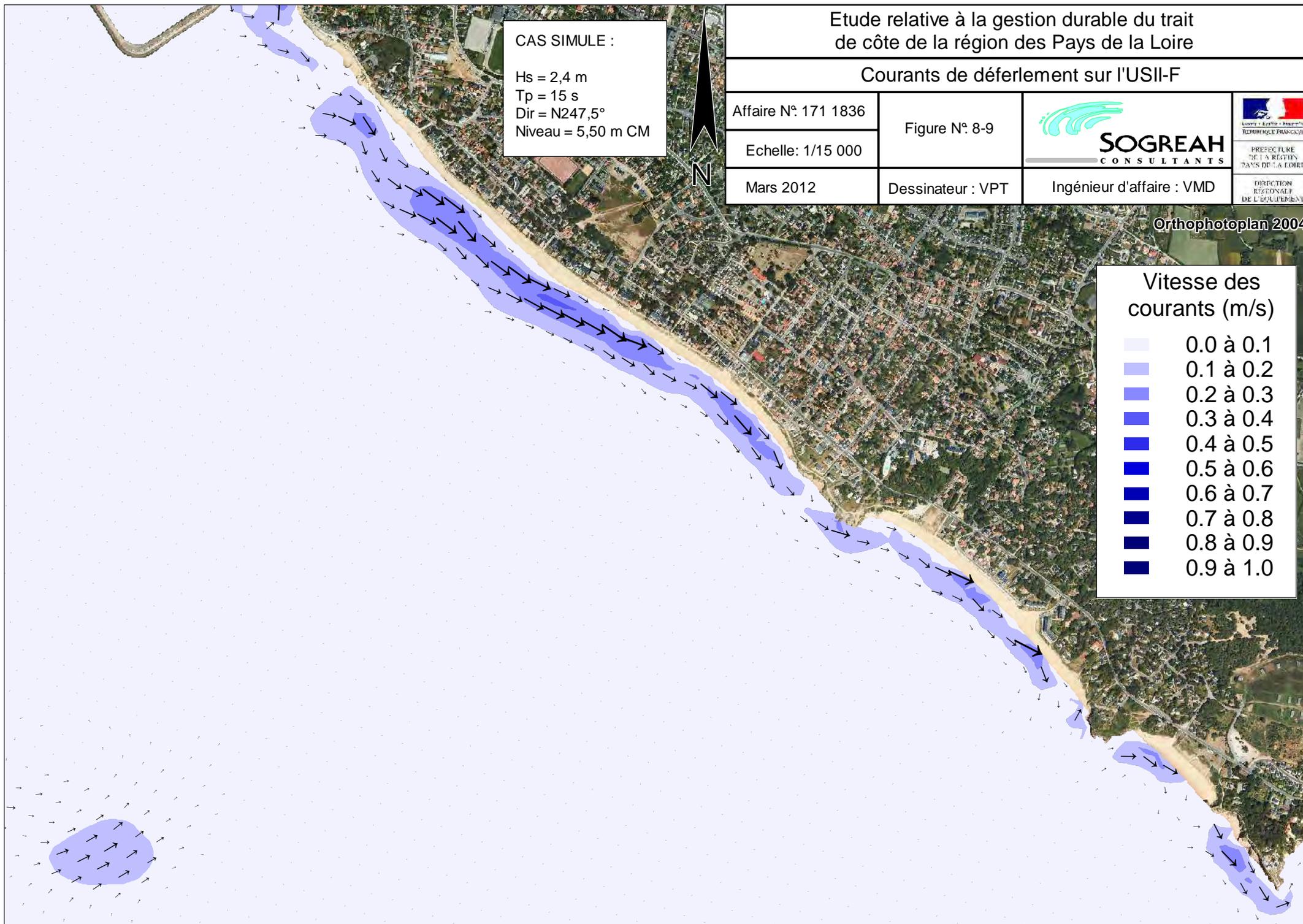
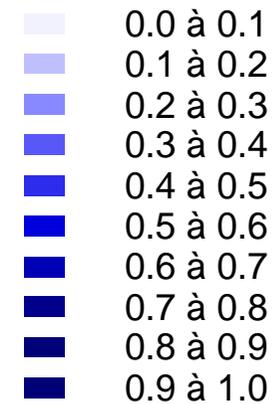
Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD

DIRECTION  
RÉGIONALE  
DE L'ÉQUIPEMENT

Orthophotoplan 2004

Vitesse des  
courants (m/s)



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

Schéma de fonctionnement du littoral de l'USII-F

Affaire N : 1711836

Figure N° : 8-10



Echelle : 1/15 000

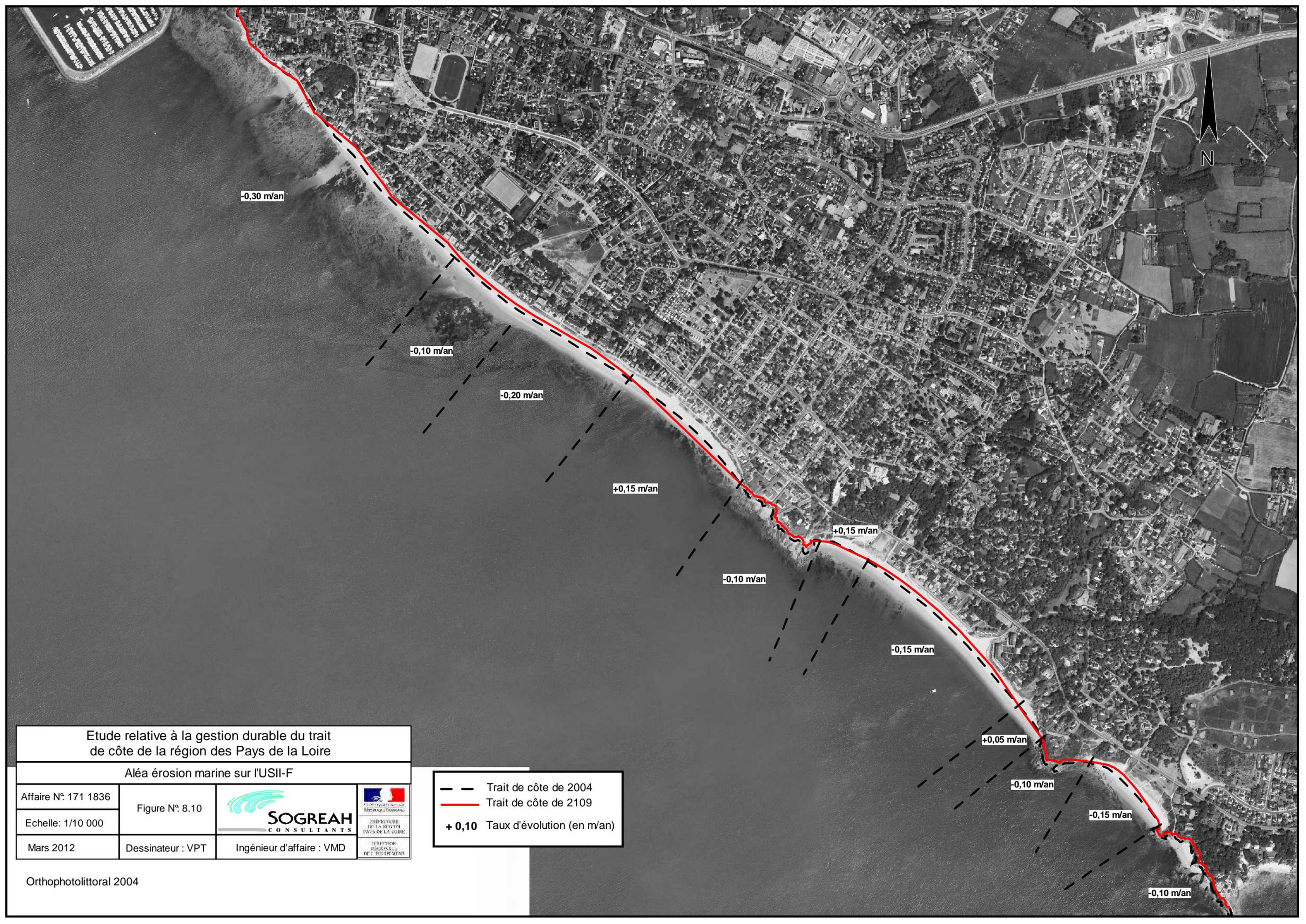
Mars 2012

Dessinateur : VPT

Ingénieur d'affaire : VMD



-  Mouvements sédimentaires
-  Tendence à l'érosion
-  Tendence à l'accrétion



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

Aléa érosion marine sur l'USII-F

Affaire N°: 171 1836	Figure N°: 8.10		
Echelle: 1/10 000	Dessinateur : VPT		
Mars 2012	Ingénieur d'affaire : VMD		

- Trait de côte de 2004
- Trait de côte de 2109
- + 0,10 Taux d'évolution (en m/an)

Affaire N° 171 1836	Figure synthèse		 PREFECTURE DE LA RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE
Echelle : 1/60000	Dessinateur : KCN		
Mars 2012			DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT

1cm = 600 m



**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**

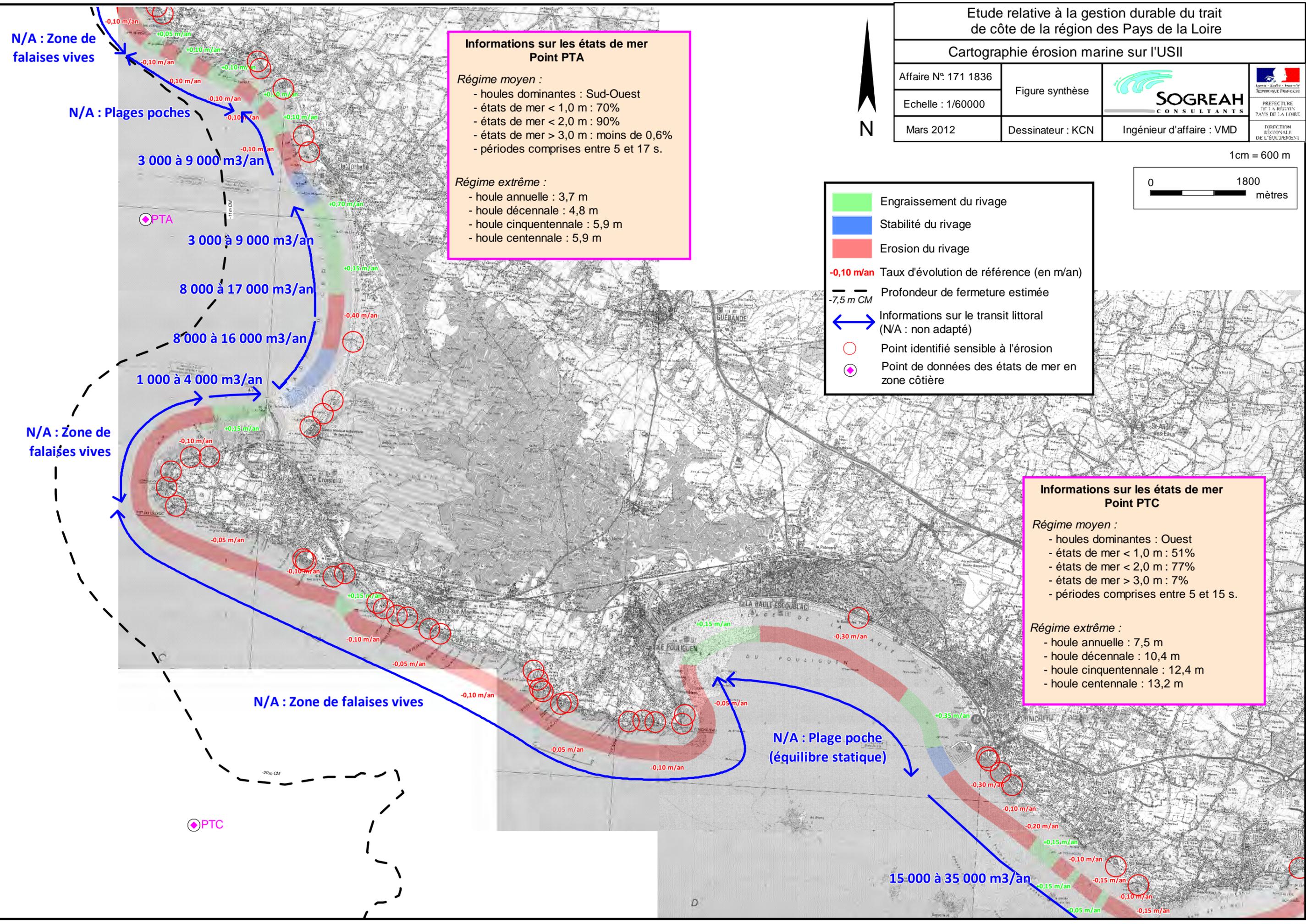
*Régime moyen :*

- 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

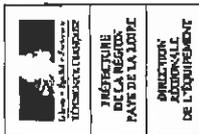
PTC

PTA

**ANNEXE 1 : REPONSES DE LA COMMUNE DU POULIGUEN AU QUESTIONNAIRE  
LITTORAL**



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



DIRECTION  
DÉPARTEMENTALE  
DE L'ÉQUIPEMENT  
DE LA RÉGION  
DES PAYS DE LA LOIRE

NOM DE LA COMMUNE : LE POULIGUEN - 44540

Informations fournies par ~~Monsieur~~ Mr : QUEMENER

La carte fournie en pièce jointe (échelle 1/25 000) peut vous permettre de localiser les éléments intéressants à la réflexion

SUBMERSION(S) MARINE(S) (si plusieurs événements connus, il vous est possible de remplir plusieurs fiches) :

Année :

rien

Causes (rupture ouvrages/cordon dunaire, franchissement ouvrages/cordon dunaire) :

rien

Durée et surfaces inondées :

rien

Dégâts matériels / humains :

rien

Réparations :

rien

Photographies historiques, plans, autres disponibles... :

néant

Historique des aménagements (siècle précédents, avant la seconde guerre mondiale, dernières décennies (préciser si possible) :

néant

Gestion des zones basses :

En période de tempête, existe-t-il des problèmes d'évacuation des eaux de rivière ou de marais ?

évacuation des eaux de pluie

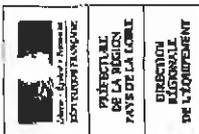
Les zones basses, situées en contrebas des niveaux marins, sont-elles protégées par un réseau de digues ? Quel est l'organisme de gestion ?

paludiers pour zones salicoles, commune pour zone plus = x pluvies.

Observations diverses :



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



Direction  
Régionale  
de l'Équipement  
des Pays de la Loire

Direction  
Régionale  
de l'Équipement  
des Pays de la Loire

### ENJEUX LITTORAUX :

Listage des enjeux majeurs pouvant être ou ayant été touchés par les phénomènes d'érosion ou de submersion marine :

- quartier de la Minoterie (Nord de la commune) en bordure des Travaux Salés.

Quels sont les enjeux économiques et les enjeux environnementaux majeurs sur votre commune / sur votre littoral / dans le cadre de votre activité? Pouvez-vous les localiser?

- en Jeux Touristique, attrait de la côte pour promenade

Quels sont les projets d'urbanisation en cours (PLU)? Les projets d'aménagements divers (infrastructures, loisirs...)? Pouvez-vous les localiser?

- ZAC des Ports Keriguenes

Quelles sont, pour vous, les zones à protéger contre le risque d'érosion? Les zones qui peuvent accepter une érosion?

- Côte Sauvage, lorsqu'elle est qu'il d'habitations ou de route

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




**LE PAYS DE LA LOIRE**  
 REGION  
 DES PAYS DE LA LOIRE  
 DIRECTORAT REGIONAL  
 DE L'EQUIPEMENT

## RISQUES LITTORAUX

Quels sont les types d'occupation du sol principalement touchés par l'érosion ? Quels ont été les dommages engendrés ? Personnes et biens concernés ?

- espace naturel
- pas de dégâts aux biens et personnes pour le moment

Que pensez-vous de l'efficacité des ouvrages de protection contre l'érosion ? Avez-vous observé ou eu connaissance des dysfonctionnements d'ouvrages ?

- efficace mais on évite

Avez-vous connaissance de zones n'ayant pas connues d'érosion mais que vous considèreriez comme zone à risque ?

- non

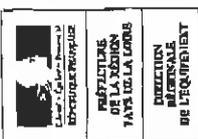
Avez-vous connaissance des projets liés à la lutte contre l'érosion (à court, moyen ou long terme) ? Avez-vous des idées sur les actions ou aménagements qui pourraient améliorer la situation vis à vis du risque érosion ?

- non

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



**SOGREAH**  
CONSULTANTS



Direction  
Régionale  
de la Région  
de la Loire

Direction  
Régionale  
de l'Équipement

### EROSION MARINE :

Description des phénomènes observés (recul ou avancée du trait de côte, abaissement ou exhaussement de la plage, recul ou avancée du cordon dunaire...):

- recul du trait de côte

Quel est l'événement le plus important connu ?

- pas d'événement important connu

Localisation des phénomènes observés :

Quelles sont les zones propices à l'érosion ?

- côte sauvage

Quelles sont les zones propices à l'engraissement ?

- vasières

Savez-vous quels types de mécanismes sont à l'origine de l'érosion côtière ?

(Action marine, action éolienne, action de l'infiltration / du ruissellement des eaux pluviales, action humaine...)

- action in infiltration et ruissellement des eaux pluviales

<p>Estimation de la célérité des phénomènes observés (depuis quand, à quel rythme, accélération ces dernières années?):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- phénomènes récurrents, pas d'accélération constatée ces dernières années</li></ul>
<p>Photographies historiques, plans, autres disponibles...:</p>
<p>Observations diverses :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- la roche de la tête sauvage est très friable (gruiss altérée sur une grande partie du littoral pouliguenais)</li></ul>

**ANNEXE 2 : LA TEMPETE XYNTHIA SUBMERSIONS ET DEGRADATIONS.  
PLANCHES DU CETE DE L'OUEST**