

Tempête XYNTHIA du 28 février 2010

Retour d'expérience sur les inspections
de digues maritimes post Xynthia
réalisées par hélicoptère

en CHARENTE MARITIME (17) et GIRONDE (33)

CETE

du Sud-Ouest

PLAN de l'EXPOSE

- 1 - La localisation des dégâts à l'aide de photographies aériennes (hélicoptère)
- 2 – Diagnostics sur les travaux d'urgence avant grandes marées équinoxiale de printemps
- 3 - Le diagnostic des ouvrages et avis sur réparations avant les travaux PLAN DIGUES

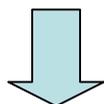
OBJECTIFS DE L'INTERVENTION PAR HELICOPTERE

- vue d'ensemble rapide des digues (Charente Maritime et Gironde)
- décrire les ouvrages de protection
- identifier les désordres de digues (affouillements, brèches, etc...)
- visualiser les indices de submersions, les érosions du trait de côte, ainsi que les enjeux majeurs (habitations, complexe industriel, voie de communication)
- définir des zones à inspecter par voie terrestre pour approfondissement de l'expertise (accessibilité,...)



DEFINITION DES ZONES A DIAGNOSTIQUER

- en Gironde, désordres importants sur les rives de l'Estuaire et le Bec d'Ambès, soit plus de 200 km de digue à ausculter
- en Charente-Maritime, dégâts importants sur l'île de Ré, l'île d'Oléron, l'île d'Aix, et de nombreuses communes du littoral (Angoulins, Charron, Yves, Fouras, etc...), soit plusieurs dizaines de km de digues à reconnaître
- Délai d'intervention très court (réalisation du diagnostic avant les prochaines grandes marées prévues fin mars), soit 3 semaines

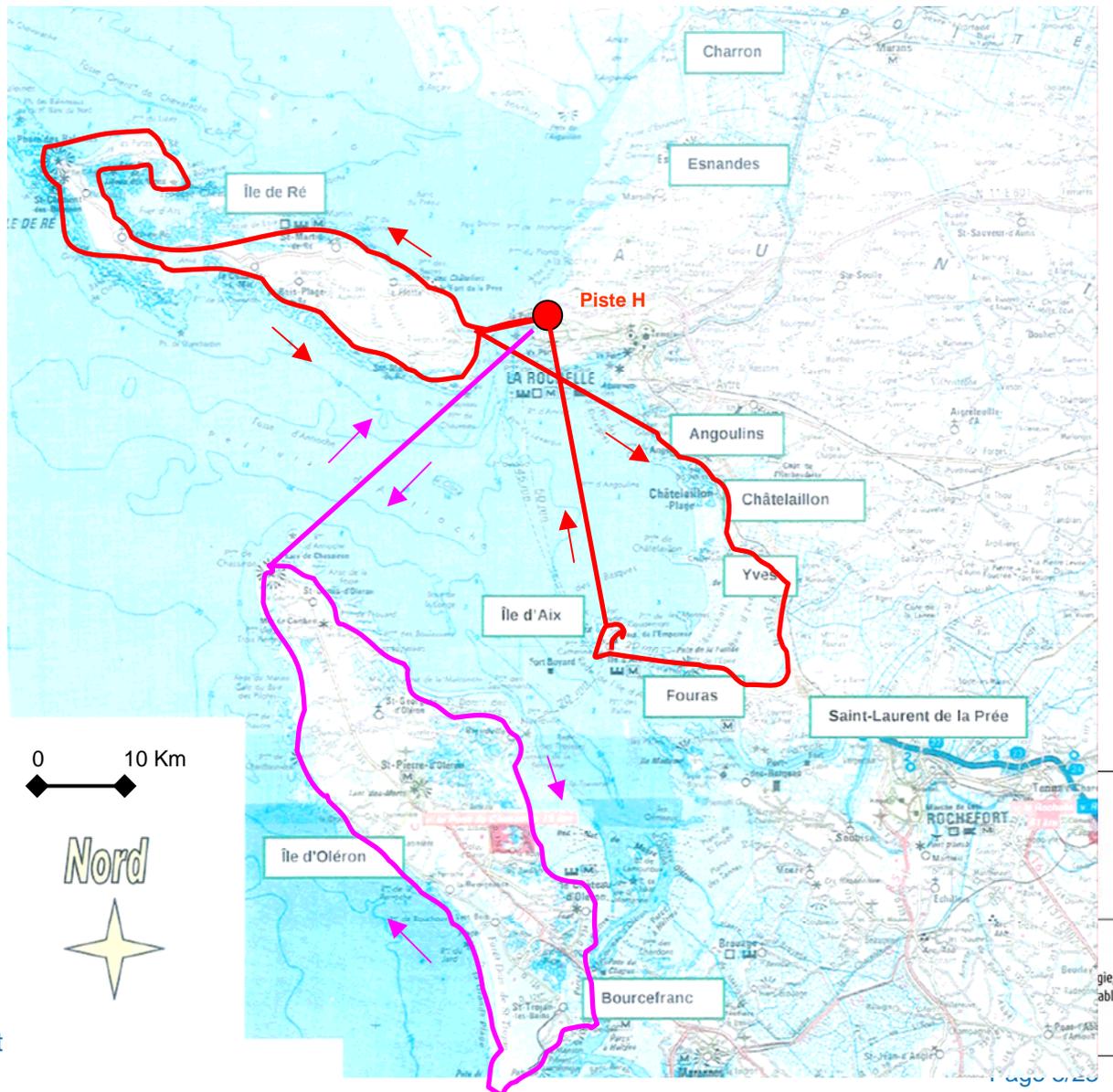


**Choix d'une reconnaissance par hélicoptère
(et opportunités)**

Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

plans de vol réalisés :
Charente-Maritime, 2 survols
(220 km) :

- 8 mars 2010
- 17 mars 2010



Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

Les avantages de la reconnaissance par hélicoptère :

- Reconnaissance et évaluation très rapide des dégâts (parfois inaccessibles) : exemple, plus de 100 km de rives dans l'estuaire de la Gironde par mission
- Possibilité d'être en station à 10 m au dessus du sol : photographies obliques et vidéos possibles
- Représentation mentale facilitée en 3 dimensions des zones de rupture
- Identification aisée des discontinuités mécaniques et hydrauliques entre deux secteurs de digues
- Excellente préparation des visites de terrain ultérieures

Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

Les contraintes de la reconnaissance par hélicoptère :

- Durée de vol limitée à 1,5 heures (soit environ 100 km en diagnostic)
- Nombre d'interventions limité (coût/sécurité civile)
- Calage des plans de vol imposé par le point de décollage (risque de survols répétés)
- Conditions météorologiques (vent, visibilité, mal des transports)
- Horaires de reconnaissance à adapter en fonction des marées basses
- Problème de localisation instantanée (report sur plan)



Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

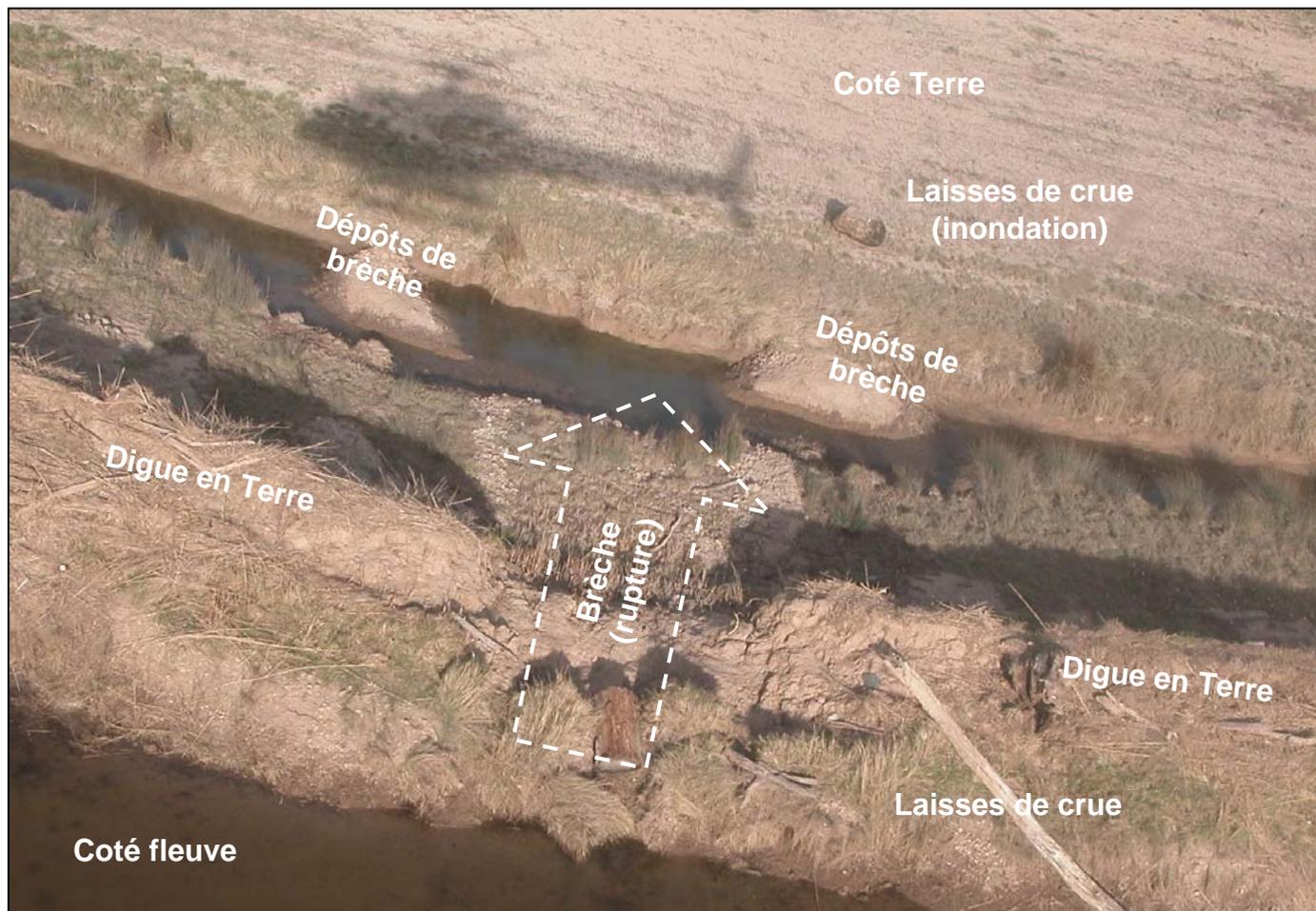
Constitution de l'équipe embarquée (3 personnes) :

- 2 personnes du Laboratoire de Bordeaux, de préférence un géologue (reconnaissance des matériaux, géomorphologie, hydrodynamisme) et un mécanicien des sols (stabilité, structure et confortements existants, expérience des réparations d'urgence)
 - ⇒ En charge des observations et de la prise de notes
 - ⇒ En charge de la description technique et des photographies
- 1 personne en charge de la gestion des digues : connaissance du terrain, applications immédiates des conseils pour les travaux d'urgence, échanges en temps réel
 - ⇒ En charge de la localisation sur plan et de la définition des numéros de fiches



Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

Exemple d'observations par survol en hélicoptère :



Métadonnées renseignées pour la DDTM 17 après survol

Zones continues de désordres



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

DIAGNOSTIC DU LITTORAL PAR HELICOPTERE

N° DE LA FICHE : 13

LOCALISATION : SAINT-CLEMENT-DES-BALEINES Sud



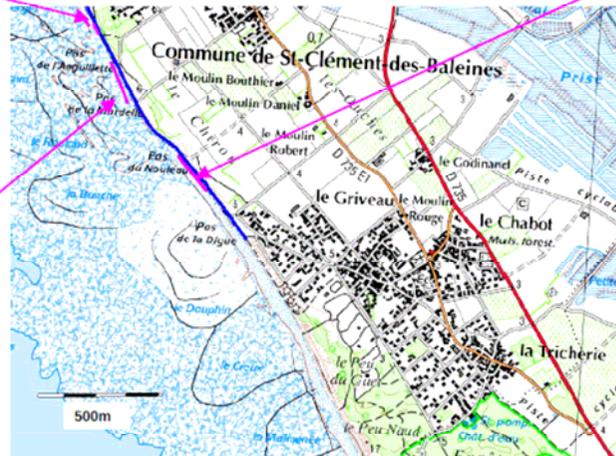
Station 36 - photo 88
Prise de vue à 10 m d'altitude de la brèche réparée de la digue du Petit Pré



Station 37 - photo 93
Prise de vue à 10 m d'altitude de la digue maçonnée Les Doraux

N° stations et photographies obliques associées :

- station 36 : photos 88, 89 et 90
- station 37 : photos 91 à 93
- station 85 : photos 97 à 99



Rupture de la digue du Nouleau
Station 38 - photo 97
Prise de vue à 10 m d'altitude de la digue du Nouleau

Légende

- Position de la digue issue de la métadonnée "Digues de Charente Maritime" fournie par la DDTM17
- Prise de vue des photographies associées à la station issue de la métadonnée "reconnaissance par photographies obliques"

RESULTATS DU DIAGNOSTIC PAR HELICOPTERE

Station 36	La prise de vue de la station 36 visualise une brèche large de 40 m colmatée par des enrochements. Le mécanisme de rupture est identique à celui décrit dans la station 35
Station 37	La prise de vue de la station 37 visualise la digue maçonnée Les Doraux, totalement disloquée (détruite). La prise de vue met aussi en évidence le recul (érosion) du pied de la dune. Cette protection doit faire l'objet de travaux de réparations
Station 38	La prise de vue de la station 38 visualise la digue en maçonnerie du Nouleau totalement détruite, en cours de réparations. Les travaux de réparations consistent, sur la digue détruite, à dresser une levée de terre protégée en son pied par des empilements d'enrochements calcaires. Cette digue réparée doit faire l'objet de travaux de confortement pour la phase 2



Métadonnées renseignées pour la DDTM 33 après survol

Zones localisées de désordres


 MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
 en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

DIAGNOSTIC DE DIGUE PAR HELICOPTERE
DESCRIPTION DES DESORDRES

N° de la FICHE : RD 17

DATE DE LA MISSION : 16 mars 2010
 LOCALISATION (voir plan ci-joint) : Rive droite estuaire de la Gironde
 Premier estey au Sud du port de Vitrezay
 Coordonnées : X = 360760 m – Y = 2040600 m

DESCRIPTION DE LA DIGUE

Digue en terre montrant une réparation récente au niveau de l'estey sur la rive Nord (rupture supposée d'environ 20 m de large). La rive Sud de l'estey est protégée par des pieux bois mais la digue est érodée en pied à l'arrière des pieux bois.

Nom de l'entité endiguée : Estuaire de La Gironde

Confortement existant :
 Enrochement
 Géotextile

Renforcement/travaux de type :
 Déplacement
 Surélévation
 Reconstruction provisoire en terre protégée par des matériaux grossiers sur le talus exposé

Présence d'un perré de protection :

Ouvrage traversant :

Aménagement paysager/végétaux (lit, berge, digue et abords) :

Faible
 Importante

HYDRODYNAMIQUE DU SITE

Zone d'érosion : Faible courants érosifs sur les bords de l'estey
 Importante

Zone d'accrétion : Faible
 Importante

DESCRIPTION DES PATHOLOGIES

Érosion en pied de digue sur les rives de l'estey + réparation indiquant une rupture récente
 Mouvement de terrain (glissement, affaissement, indice d'instabilité)
 Fissuration
 Mouvement de blocs, déstructuration du perré
 Trace de surverse érosion à l'arrière de la digue rive Sud (à vérifier)
 Flottants charriés (laisse de crue) - risque de chocs
 Arbres arrachés, déracinés

LRPC de BORDEAUX
24 rue Carton - BP 58 - 33019 BORDEAUX Cedex

www.cete-sud-ouest.developpement-durable.gouv.fr

RESULTAT DU DIAGNOSTIC VISUEL

État de la digue bon
 moyen
 mauvais réparation à contrôler + digue rive Sud à conforter

Vulnérabilité de la zone protégée nulle
 faible (terrains agricoles)
 importante (habitations isolées, locaux divers) habitations à moins de 400m (à vérifier)
 très importante (zone urbanisée)

PLAN DE LOCALISATION ET PHOTOGRAPHIES DES DESORDRES



Localisation des désordres



Erosion importante à l'arrière des pieux bois
Réparation récente





Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

RESULTATS :

- production de fiches minute « mises au propre » envoyées par e-mail aux DDTM : élaboration de 44 fiches en Charente-Maritime (près de 100 stations) et 25 fiches en Gironde, sur un linéaire total de presque 420 km
- définition des zones à inspecter par voie terrestre pour approfondissement de l'expertise (accessibilité,...)

Diagnostics sur les travaux d'urgence
avant grandes marées d'équinoxe de printemps

Reconnaisances par voie terrestre

Un agent de la DDTM

Et un binôme géologue+mécanicien des sols

→ Elaboration de fiches terrestres minute pour la DDTM

→ Elaboration de fiches terrestres et de rapports partiels pour la DDTM

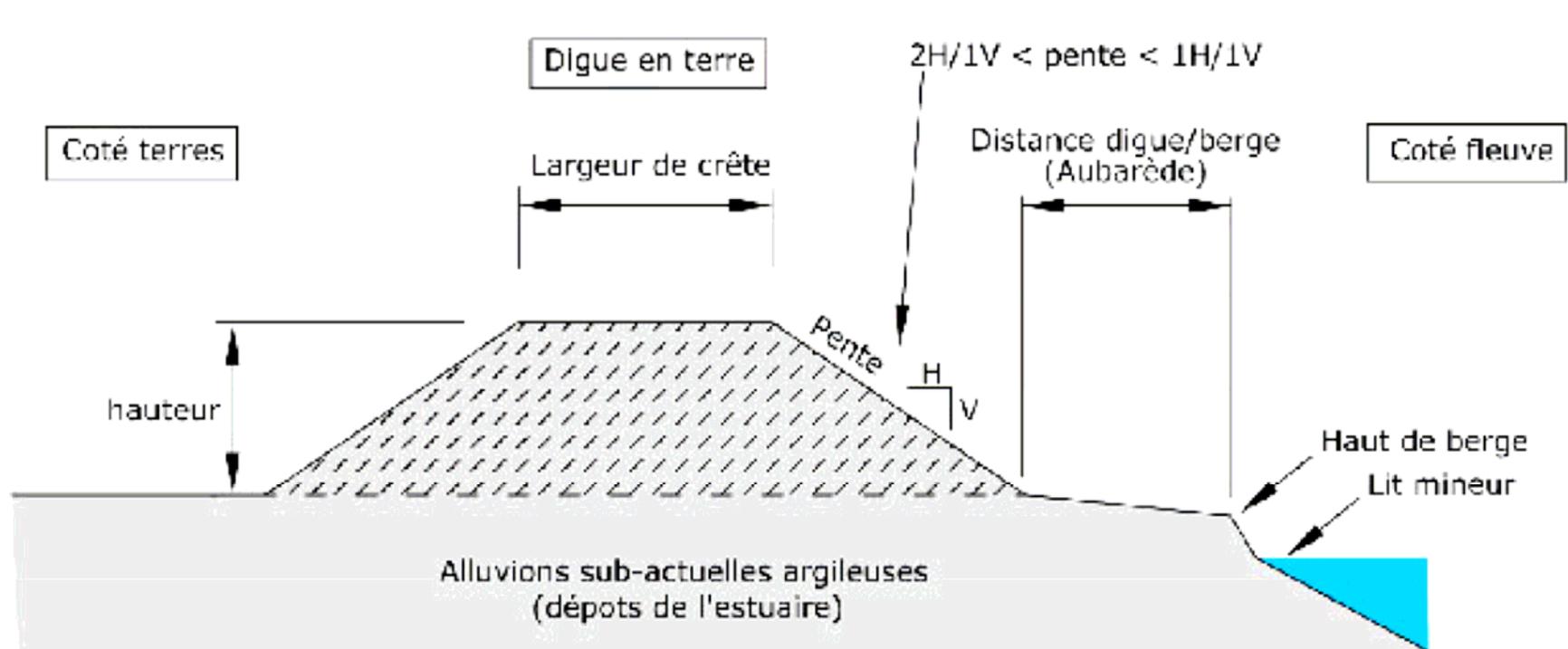
Fiches terrestres minute type « Préfecture »

- 1) Y a t-il un risque à nouveau de submersion à l'occasion des prochaines grandes marées ? oui/non
- 2) Si oui, les réparations sont elles en cause ?
- 3) les restes de l'ouvrage ou la partie d'ouvrage non réparée est – elle en cause ?
- 4) Quelles recommandations préconisez vous ?
- 5) Confirmez vous la fin des travaux ?
- 6) Faut-il prévoir une surveillance lors des grandes marées ?
- 7) Y a t il une interdiction de circuler ou/et procéder à une évacuation préventive?
- 8) les travaux sont-ils définitifs ?
- 9) Faut-il une visite complémentaire ?
- 10) Y a t il un enjeu particulier ?

LE DIAGNOSTIC DES OUVRAGES

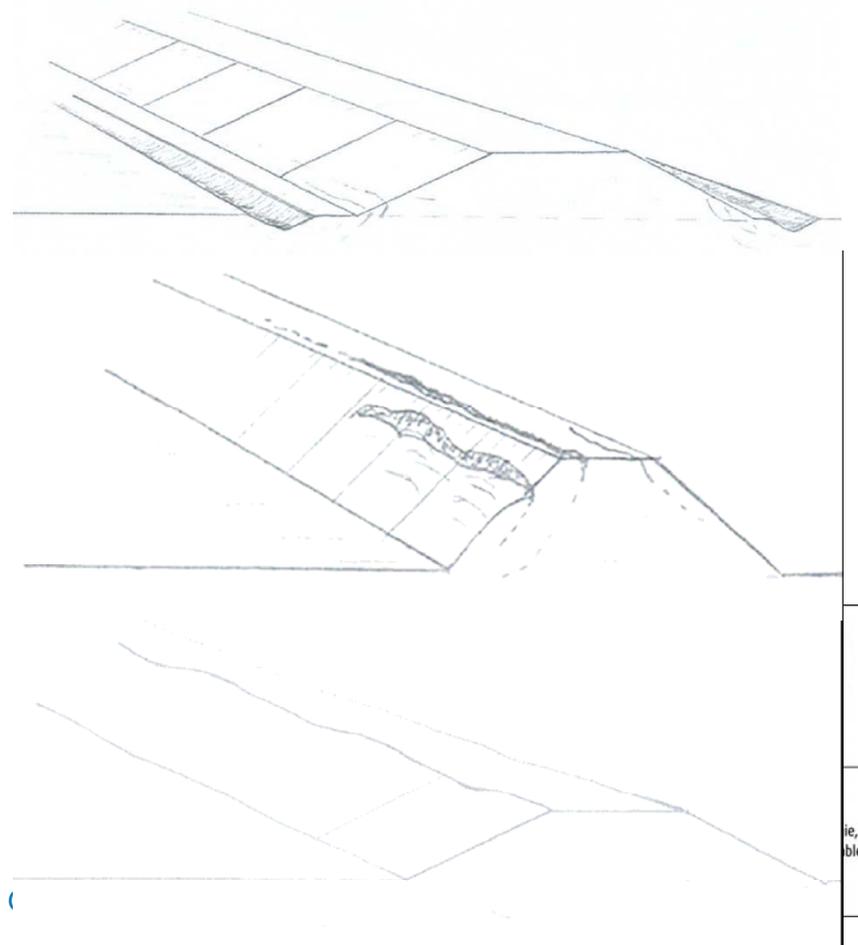
Avis avant réparation attente plan Digue

Particularité des digues sur sols compressibles



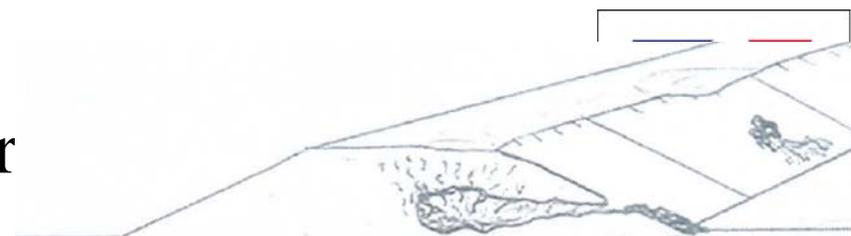
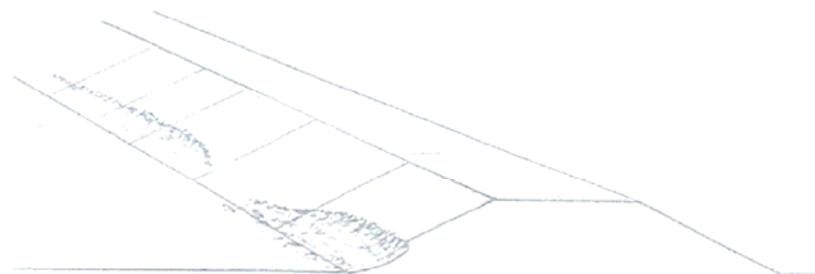
Déformations lentes de la digue:

- affaissements en pied de digue
- affaissements ponctuels liés au corps de digue
- fissures longitudinales en crête de digue
- affaissements liés aux sols supports



Déformations **rapides** de la digue (érosion, affouillement)
Jusqu'à la rupture:

- l'érosion externe côté mer
- l'érosion externe côté terre
- les terriers d'animaux fouisseur



Difficultés d'acheminement de matériaux
Sols incompétents nécessitant des traitements adaptés



Coûts élevés

Les digues fluviales et maritimes REX sur les inspections de digues maritimes post Xynthia

- La quasi totalité des digues (essentiellement en terre) n'est pas conçue pour résister durablement à une surverse. La capacité résistive de la plateforme (en terre enherbée la plupart du temps) reste difficile à évaluer.
- les matériaux de réparation des digues ou de reconstruction ne font pas l'objet de sélection vis à vis de leurs caractéristiques

Pas de dossiers d'ouvrage consultables



Capacité résistive des digues appréciée à travers :

- le relevé des désordres de surface de la digue,
- l'érosion du pied de talus amont et du talus aval
- la nature constitutive de la carapace du talus

Conclusions

Ne faut-il pas passer de l'analyse générale et qualitative
(dires d'expert) ?

à

des analyses particulières et justifiées (dimensionnement
de la structure aux contraintes de site et aux critères fixés
par le maître d'ouvrage)

puis à

des méthodologies applicables à plus grande échelle

