

La gestion des risques côtiers d'érosion/submersion : approche intégrée et perspectives dans la Zone Atelier Brest-Iroise.



Alain Hénaff ⁽¹⁾, Elisabeth Michel-Guillou ⁽²⁾, Catherine Meur-Férec ⁽¹⁾, Iwan Le Berre ⁽¹⁾,
Frédérique Chlous ⁽³⁾, Nicolas Le Dantec ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ LETG-Brest Géomer UMR 6554, ⁽²⁾ CRPCC, ⁽³⁾ MNHN, ⁽⁴⁾ LDO UMR 6538

Telgruc-sur-Mer, Zone Atelier Brest-Iroise, 2015

1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

- 1.1 – Les risques côtiers à la convergence des dynamiques naturelles et anthropiques
- 1.2 – L'approche des risques côtiers par une variable-clef : la vulnérabilité

2 – 2 – Le thème des risques côtiers dans la Zone-Atelier Brest-Iroise

- 2.1 – Objectifs du thème « Vulnérabilité et risques côtiers » de la Zabri
- 2.2 – Une réflexion fondée sur des projets de recherche et l'interdisciplinarité
- 2.3 – Principales avancées

3 – Applications aux territoires de la Zabri et perspectives

- 3.1 – Une approche à deux échelles spatiales
- 3.2 – Actions menées sur les sites-ateliers
- 3.3 – Perspectives

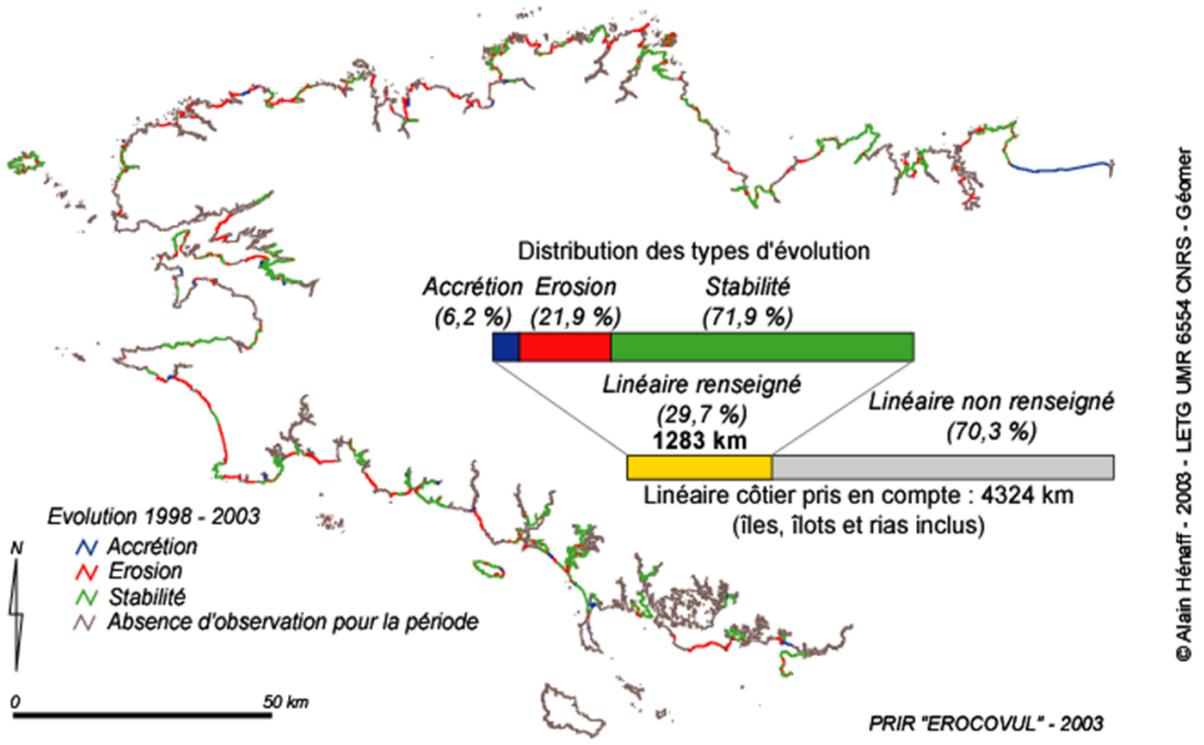


1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

1.1 - Les risques côtiers à la convergence des dynamiques naturelles et anthropiques

- **Une tendance généralisée au recul du trait de côte, aux échelles globale et locales**
Forts aléas naturels et fréquente anthropisation de l'aléa
- Contexte mondial : tendance érosive pour près des 2/3 des littoraux sableux du monde (Bird, 1987) ; concerne toutes les côtes à falaises par définition.
- ¼ des côtes françaises métropolitaines affecté
- Concerne près du ¼ des littoraux de Bretagne

L'évolution récente des rivages régionaux



1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

1.1 - Les risques côtiers à la convergence des dynamiques naturelles et anthropiques

Un contexte global et régional peu favorable à une réduction de la tendance érosive

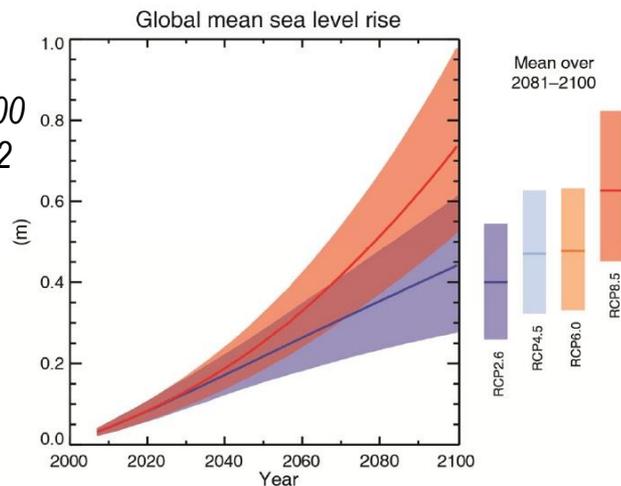
- Pénurie de sédiments : stocks reliques, très faiblement renouvelables, parfois exploités (à terre et en mer)



- Variabilité des conditions climato-océaniques
- Prévisions d'accélération de la légère remontée actuelle du niveau marin

Prévisions : 18 cm à 59 cm selon les modèles, pour 2100 (GIEC, 2007) ; de +26 à +82 cm suivant les modèles (GIEC, 2013)

http://refmar.shom.fr/fr/sea_level_news_2013/t3/hausse-niveau-mer-rapport-groupe-experts-giec-ipcc-septembre-2013



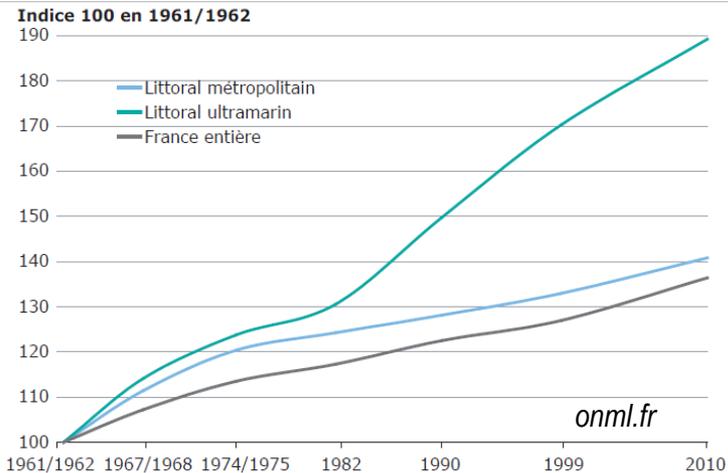
1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

1.1 - Les risques côtiers à la convergence des dynamiques naturelles et anthropiques

• Une dynamique de densification de l'occupation des côtes

Au niveau national

Densité de population en France depuis 1961-62



Communes côtières	
Territoire métropolitain	4 %
Population française	10 %
Densité (h/km ²) (moy. 113)	281
Logements neufs 1980-1996	12 %
Résidences secondaires	23 %
Capacités d'hébergement touristique	37 %

IFEN, 2000 et 2009

Espaces bâtis bande 0-500 m	
1960	15 %
1975	26 %
1990	31 %

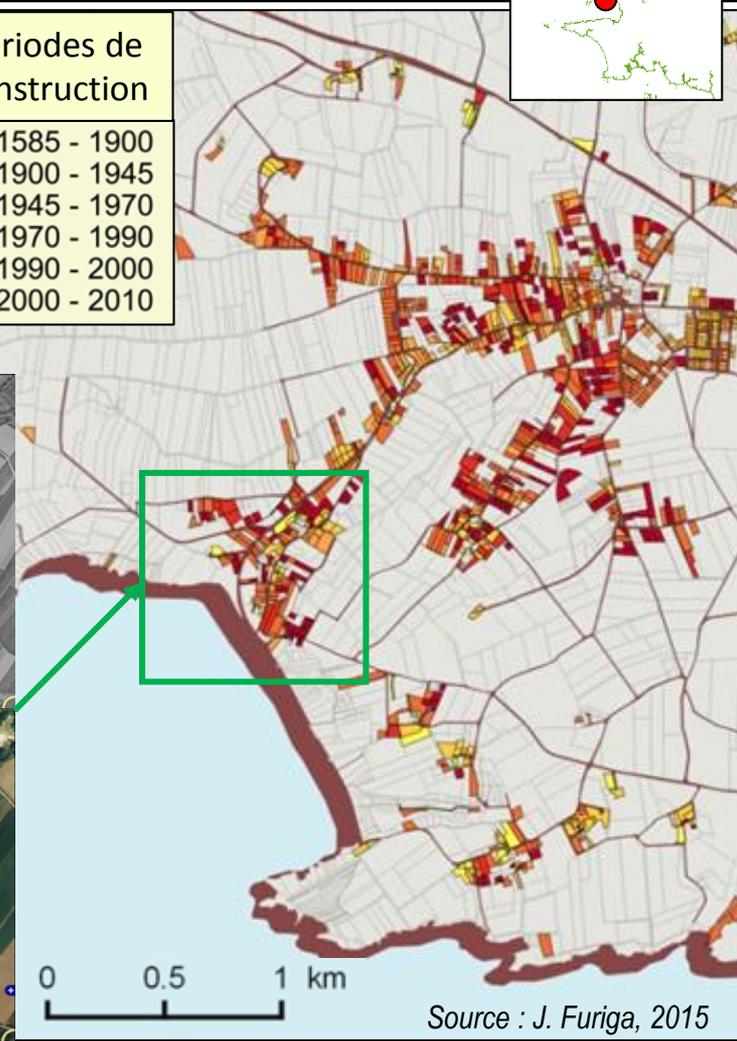
Robin et Verger, 1996

Au niveau régional et local

Évolution de l'urbanisation sur la commune de Telgruc-sur-Mer entre 1585 et 2010. DGFIP & DDTM29

Périodes de construction

1585 - 1900
1900 - 1945
1945 - 1970
1970 - 1990
1990 - 2000
2000 - 2010



1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

1.1 - Les risques côtiers à la convergence des dynamiques naturelles et anthropiques

- **Au total : des dynamiques naturelles et anthropiques convergentes à l'origine des risques d'érosion – submersion...**

Phénomène de franchissement d'ouvrage à Gâvres dans le Morbihan lors de la tempête Johanna. © DDTM 56



Ouest-France, 2008

... aux conséquences parfois dramatiques...



- **... et aux enjeux économiques et sociétaux importants**

- Coût économique des risques côtiers
- Croissance/enchérissement des enjeux corrélatifs de la croissance démographique et de l'urbanisation
- Perception du risque, attachement au territoire, capacité d'adaptation

Protections « individuelles » inadaptées



Porz-ar-Striz, Cléder, 2009

A. Hénaff, 2009

Des logiques locales au coup par coup



Mousterlin, 2008

A. Hénaff,

À Morgat, le trait de côte menacé par la mer

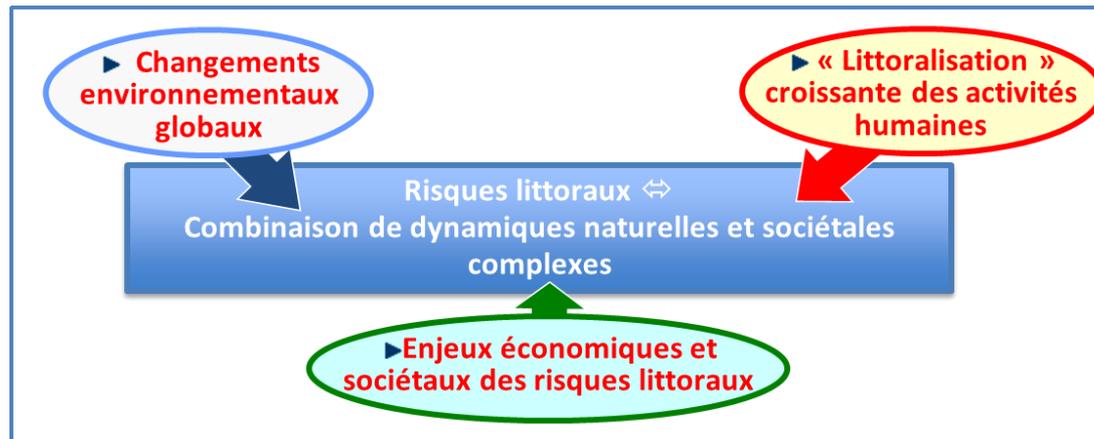
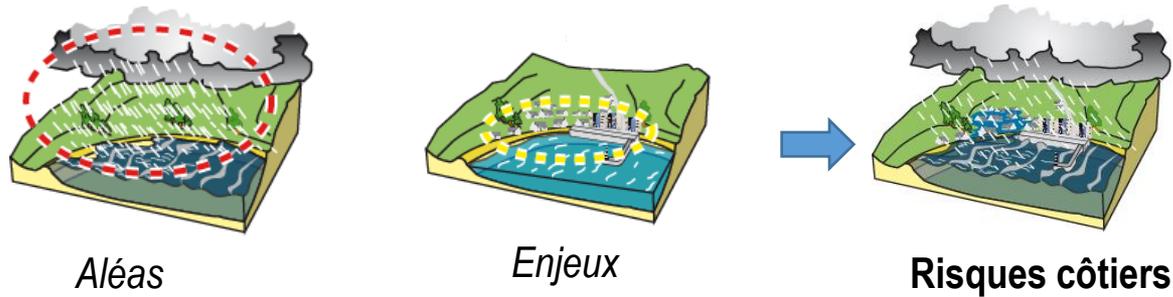


Ouest-France 16 mai 2013

L'espace sous les toilettes fait l'objet de travaux de sécurisation.

1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

1.2 – L'approche des risques côtiers par une variable-clef : la vulnérabilité



- **Nécessité d'une approche multi-dimensionnelle des risques côtiers** (temporelle et spatiale) au travers de la **vulnérabilité globale**

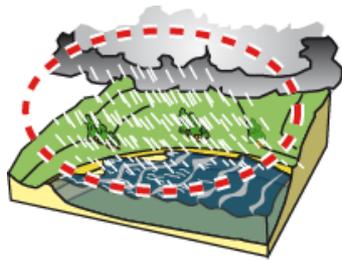
De nombreuses définitions de la vulnérabilité :

- **Vulnérabilité "classique"** : capacité d'endommagement des biens et des personnes.
- **Vulnérabilité globale** : capacité de réponse de la société à des crises potentielles (adaptation, résilience), liée à des facteurs conjoncturels (l'aléa) et structurels (contexte socio-économique, culturel, fonctionnel, institutionnel) (R. D'Ercole, 1994).

1 – Les risques côtiers d'érosion et de submersion

1.2 – L'approche des risques côtiers par une variable-clef : la vulnérabilité

- **Approche multi-dimensionnelle des risques côtiers par l'étude des quatre composantes de la vulnérabilité globale :**



Aléas

*phénomènes naturels parfois anthropisés :
érosion, rupture de cordon dunaire, etc.
intégré dans vulnérabilité pour éviter
dichotomie nature / sociétés*



Enjeux

*personnes et biens
exposés aux l'aléas*



Gestion et représentations

*politiques publiques de prévention,
mesures de protection et de réparation*

*Conscience du risque, attachement
au territoire, capacité d'adaptation*



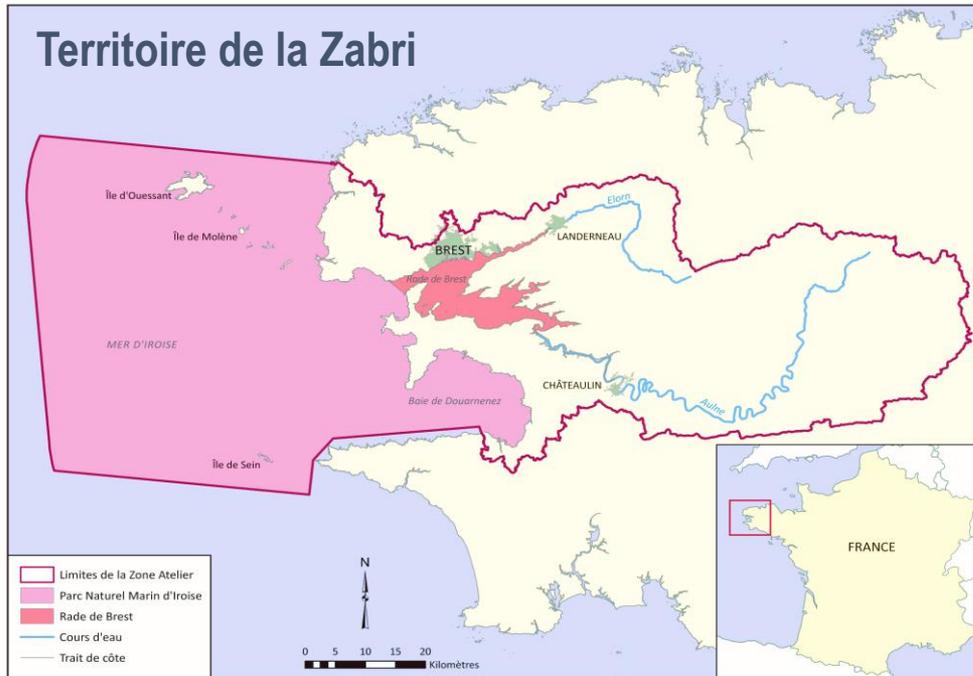
Risques côtiers

- **Expertises conjointes pluri et interdisciplinaires** étendues des risques côtiers
SHS + SDU
- Association **recherches académiques & appliquées** = labos, bureaux d'étude, gestionnaires
- **Sites-ateliers communs** sur les territoires côtiers

2 – Le thème des risques côtiers dans la Zone-Atelier Brest-Iroise

2.1 – Objectifs du thème « Vulnérabilité et risques côtiers » de la Zabri

Territoire de la Zabri



Création de la Zabri en mai 2012

Objectif :

améliorer notre **compréhension du fonctionnement** et de **l'évolution du socio-écosystème côtier**, dans un contexte de changement et dans une perspective de gestion intégrée.

Contexte :

- 300 km de côtes, diversité géomorphologique et d'exposition
- Changements environnementaux
- Littoralisation croissante des activités humaines

Organisation

Thèmes	Axes
Vulnérabilité et risques côtiers	Relations « Sciences-Société »
Changement global, État écologique et perspectives socio-écosystémiques	Modèles, systèmes d'information
Gestion, usages, conservation	

Sous-thèmes « Vulnérabilité et risques côtiers » identifiés

-  Conséquences à long terme des variations des conditions climatiques, météo-océaniques et anthropiques sur les littoraux
-  Comment les risques côtiers d'érosion et de submersion sont-ils perçus et gérés ?
-  Comment progresser vers des stratégies de prévention et de gestion ?

2 – Le thème des risques côtiers dans la Zone-Atelier Brest-Iroise

2.2 – Une réflexion fondée sur des projets de recherche et l'interdisciplinarité

► Le thème de la vulnérabilité littorale et des risques côtiers (IUEM)

	<ul style="list-style-type: none"> Axe de recherche transverse de l'IUEM <i>Vulnérabilité des milieux marins et des sociétés face aux changements globaux et locaux</i> <i>Approche systémique de la vulnérabilité sur le continuum Terre-Mer</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Axe de recherche du Labex-Mer <i>Axe 5 – Observation, modélisation, élaboration de scénarios en zone côtière</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Axe de la Zone-Atelier INEE Brest-Iroise (ZABri) <i>Axe 1 – Vulnérabilité et risques côtiers</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Thème de recherche des deux équipes de l'UMR 6554 LETG - <i>Changements d'usages, conflits, mutations territoriales à l'interface terre/mer</i> - <i>Forçages environnementaux et anthropiques sur la dynamique des milieux "sensibles"</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Axe 2 de l'UMR 6538 DO : Les « transferts Terre-Mer » à l'échelle de temps court
	<ul style="list-style-type: none"> Axe 2 de l'UMR Amure : Durabilité des socio-écosystèmes et politiques publiques

► Autres structures impliquées

- Observatoire marin de l'IUEM (OSU) – Série « Suivi géomorphologique » des accumulations littorales
- DYNALIT (labellisé SOERE par AllEnvi depuis 2011) – Suivi de l'évolution littorale

► Disciplines impliquées dans les projets

Géographie



IUEM-UBO

Géologie



IUEM-UBO-Ifremer

Economie et droit



Psychologie
environnementale



UBO

Géographie et
sociologie



UBO

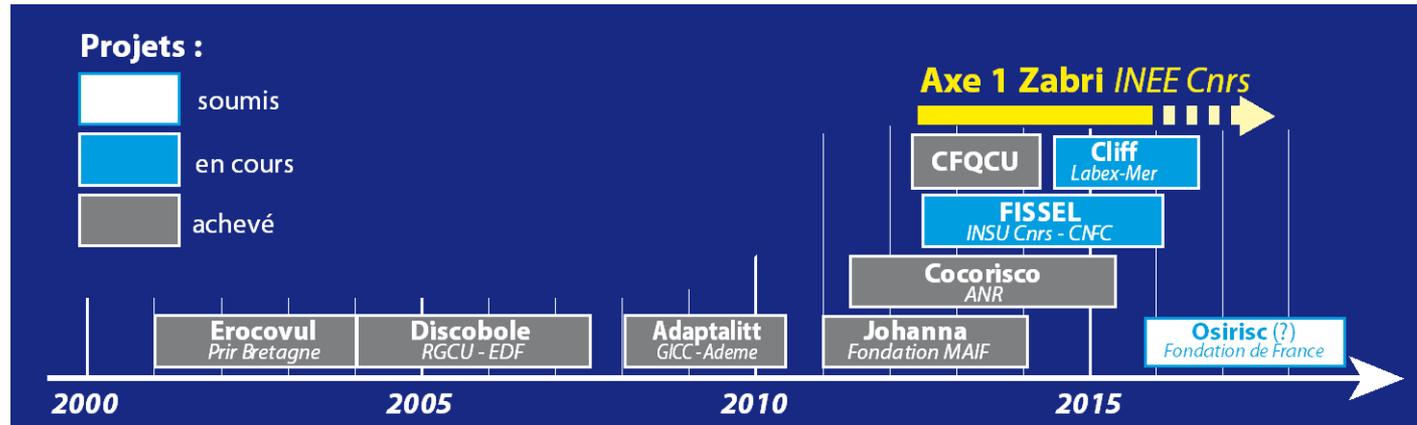


MNHN

2 – Le thème des risques côtiers dans la Zone-Atelier Brest-Iroise

2.2 – Une réflexion fondée sur des projets de recherche et l'interdisciplinarité

Chronologie des projets relatifs aux risques côtiers d'érosion-submersion



En cours

CLIFF – depuis 2013 - Caractérisation des littoraux à falaise – Labex-Mer

ZABri – depuis 2012 – Axe 1 Vulnérabilité et risques côtiers – INEE Cnrs

Achevés

COCORISCO – 2011-2015 – Connaissance, compréhension et gestion des risques côtiers. Programme « Changement environnementaux globaux et Sociétés » – ANR

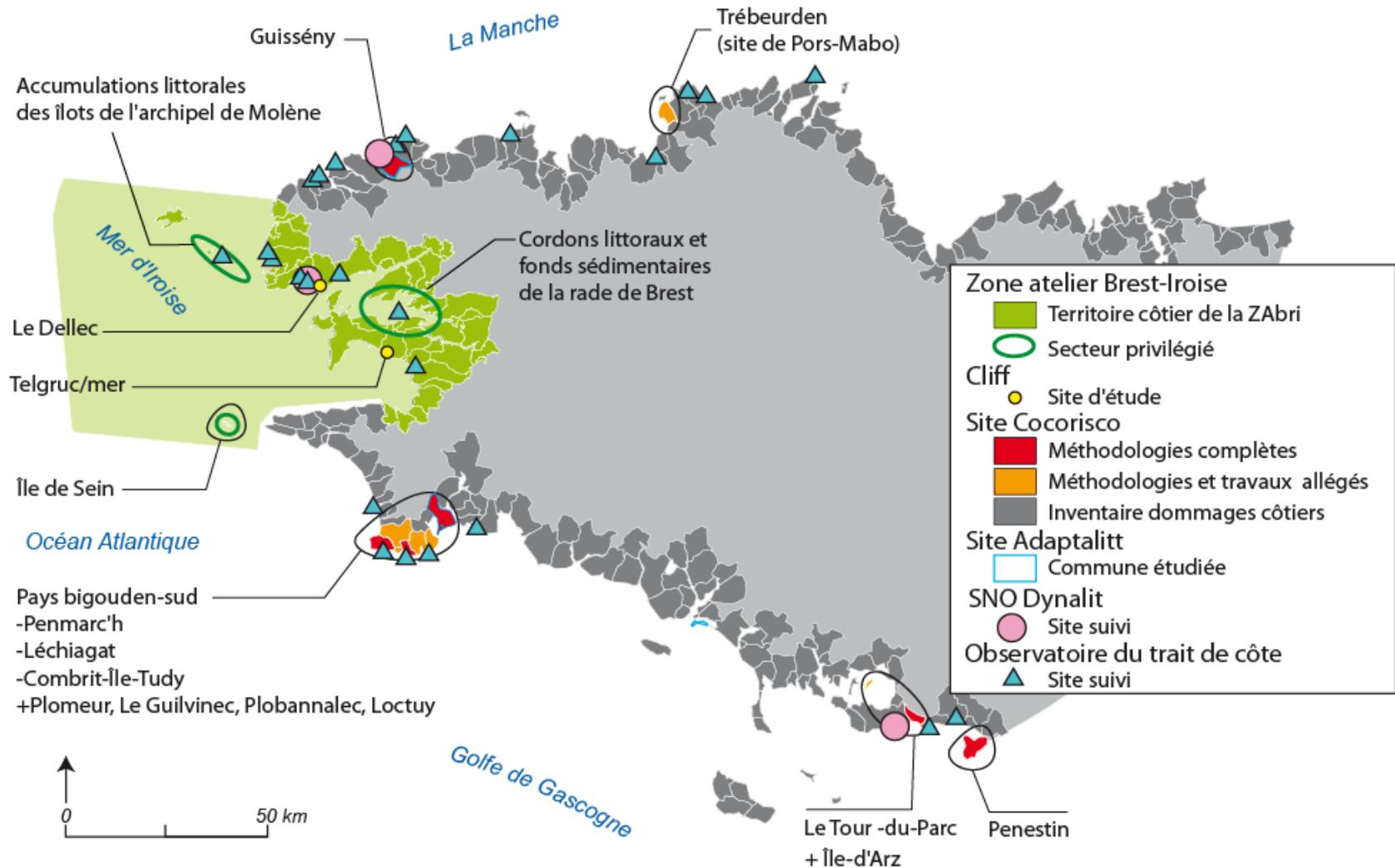
CFQCU – 2013-2014 - Étude et gestion des risques côtiers : expérimentation d'un réseau d'échanges académique et scientifique Québec/France - CFQCU

JOHANNA – 2011-2013 - Vers une prédiction des coûts liés aux submersions marines lors des tempêtes en zone littorale – Fondation MAIF

2 – Le thème des risques côtiers dans la Zone-Atelier Brest-Iroise

2.2 – Une réflexion fondée sur des projets de recherche et l'interdisciplinarité

Sites littoraux (régionaux) progressivement pris en compte par les projets successifs



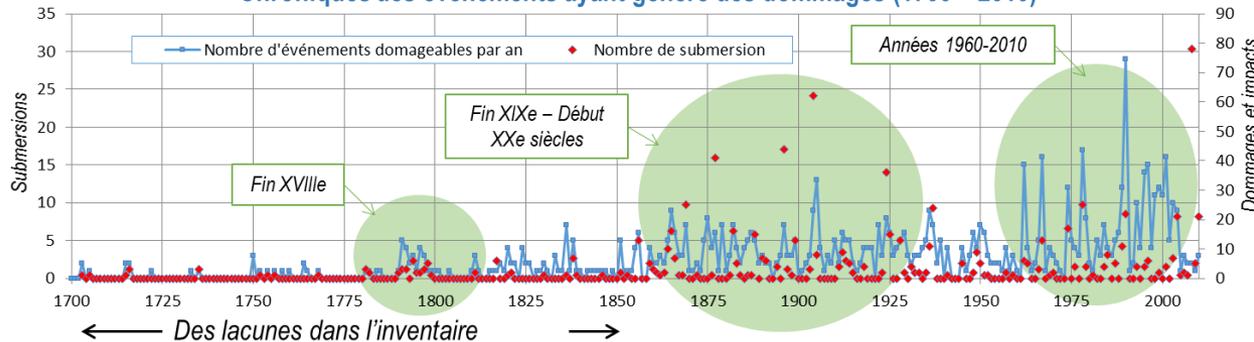
2.3 – Principales avancées

Les aléas

Méthodologie : prise en compte des **aléas sur le temps long** (nécessairement > dernières années/décennies) ... pour en finir avec les tempêtes du siècle, le jamais vu, l'imprévisible... + **Suivis topo-morphologiques/bathymétriques**

Résultats : **chronique des dommages littoraux régionaux** (fin XVIIIe s – actuel) et événements météo-marins finiholocène (depuis 7500 BP) en lien avec remontée du niveau marin ; caractérisation des aléas (magnitude, intensité des dommages, durée, aire de répartition, probabilité (en cours))

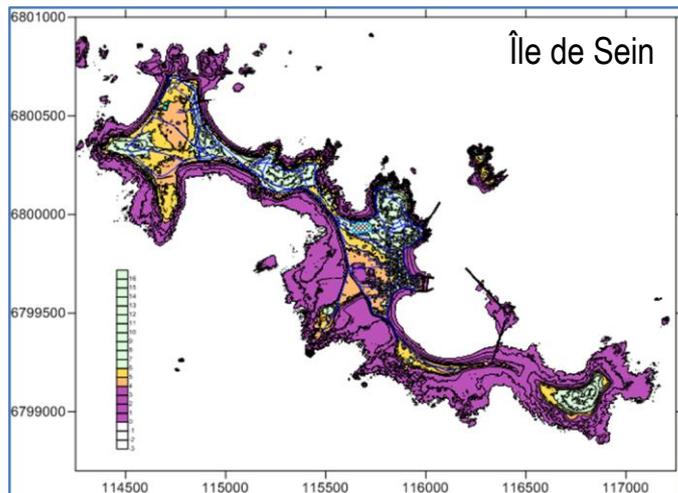
Chroniques des événements ayant généré des dommages (1700 – 2010)



Répartition des dommages au cours des derniers siècles (Bretagne)

4203 dommages recensés		Dont 707 submersions	
-XVIIIe : 98	-XVIIIe : 45	-XVIIIe : 45	-XVIIIe : 45
-XIXe : 736	-XIXe : 272	-XIXe : 272	-XIXe : 272
-XXe : 2382	-XXe : 390	-XXe : 390	-XXe : 390
-XXIe : 938	-XXIe : 140	-XXIe : 140	-XXIe : 140

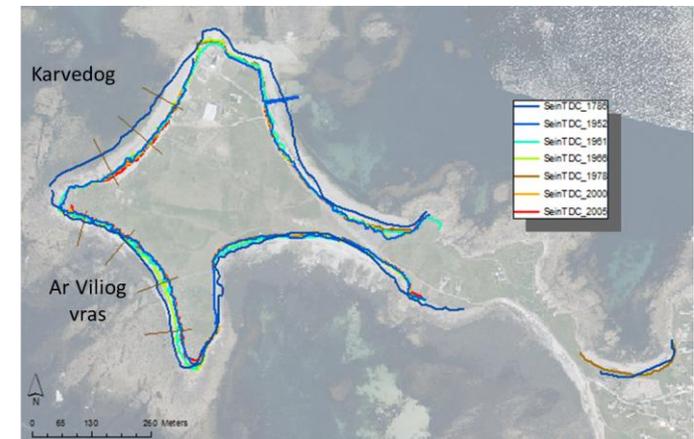
Dynamiques littorales sur long-terme et dernière décennie en lien avec les conditions météo-océaniques



Levés topographiques, décembre 2011



Evolutions littorales à l'ouest de l'île de Sein



2.3 – Principales avancées

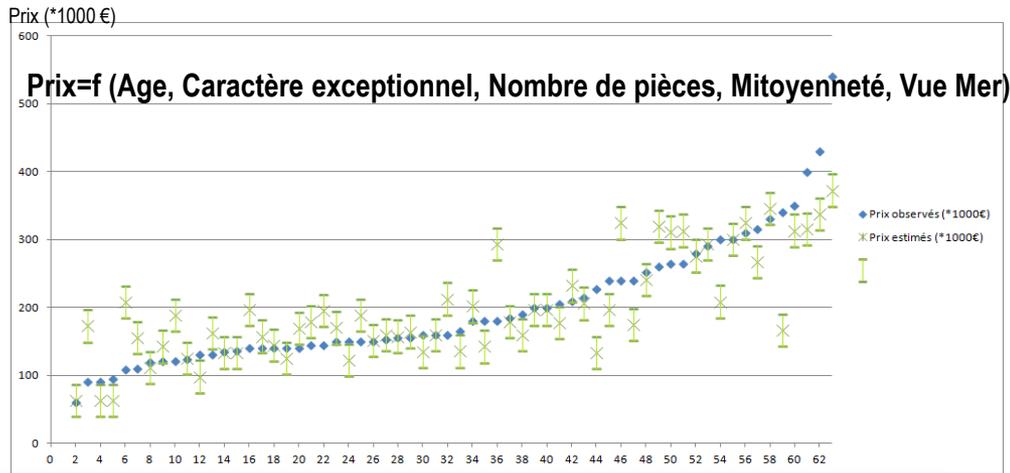
Les enjeux Méthodologie : identification des enjeux (bâti, routes, infrastructures, occupation/usage du sol) ; cartographie des enjeux , mise en évidence de l'accroissement des enjeux sur les territoires à risques ; modélisation de la valeur des biens en fonction des caractéristiques du bâti

Résultats : expression des enjeux (bâti) en termes monétaires ; scénarios de submersion (niveau extrême SHOM, aléa centennal ?) ...

→ **Typologie du bâti**

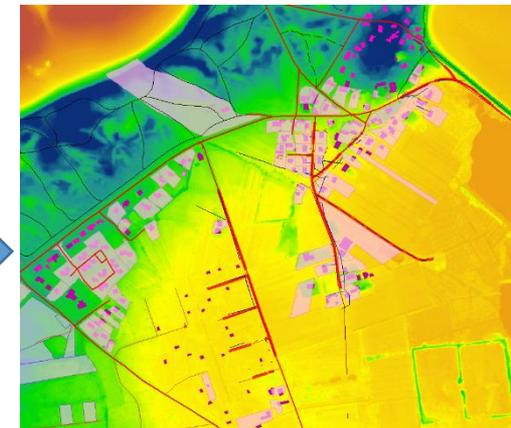
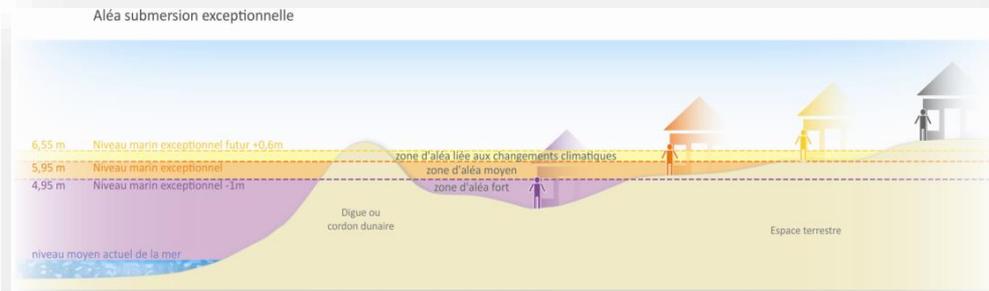


→ **Valeur des biens**



Travail réalisé à AMURE : enquête auprès des agences immobilières (69 biens) / Modélisation de la valeur des habitations + Fonction d'endommagement (Programme Johanna -Thèse Fondation Maïf – C. ANDRE)

→ **Scénarios**



2.3 – Principales avancées

La gestion

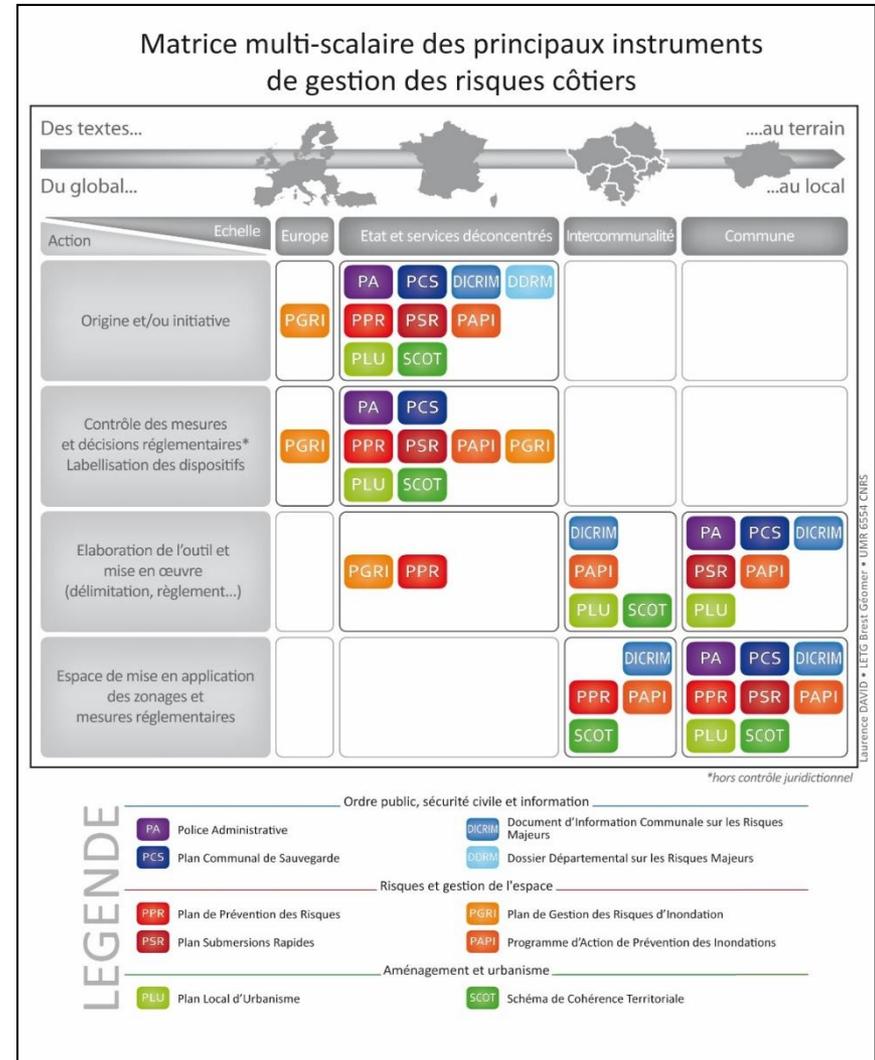
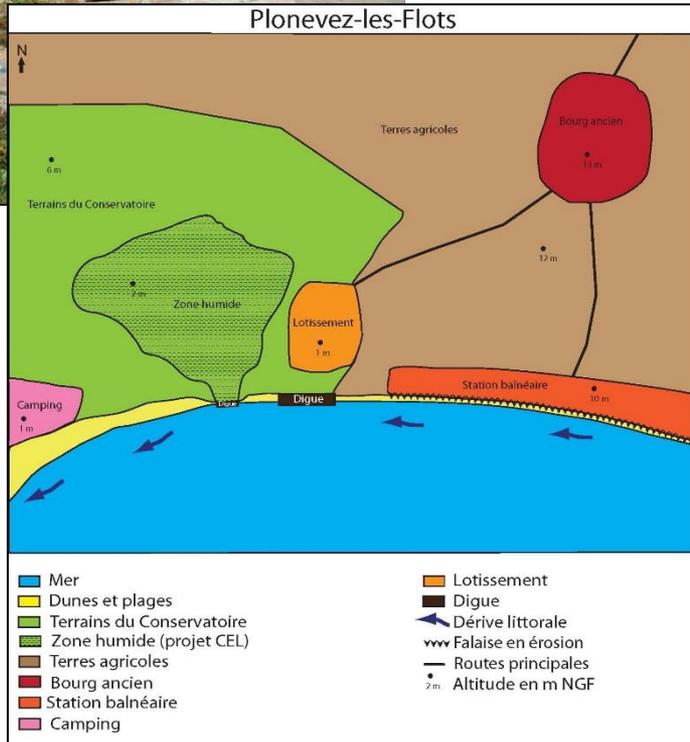
Méthodologie : modèle de commune littorale confrontée à la diversité des problèmes (érosion/submersion) au regard des réglementations, moyens de gestion et politiques publiques

Résultats : mise en évidence de l'existence des outils législatifs suffisants mais complexité d'application à différentes échelles spatiales



PLONÉVEZ-LES-FLOTS :
UN TERRITOIRE FICTIF POUR SOULIGNER LES DILEMMES DES ÉLUS
FACE À LA GESTION DES RISQUES CÔTIERS

Catherine Meur-Ferrec, Yann Rabuteau



2 – Le thème des risques côtiers dans la Zone-Atelier Brest-Iroise

16

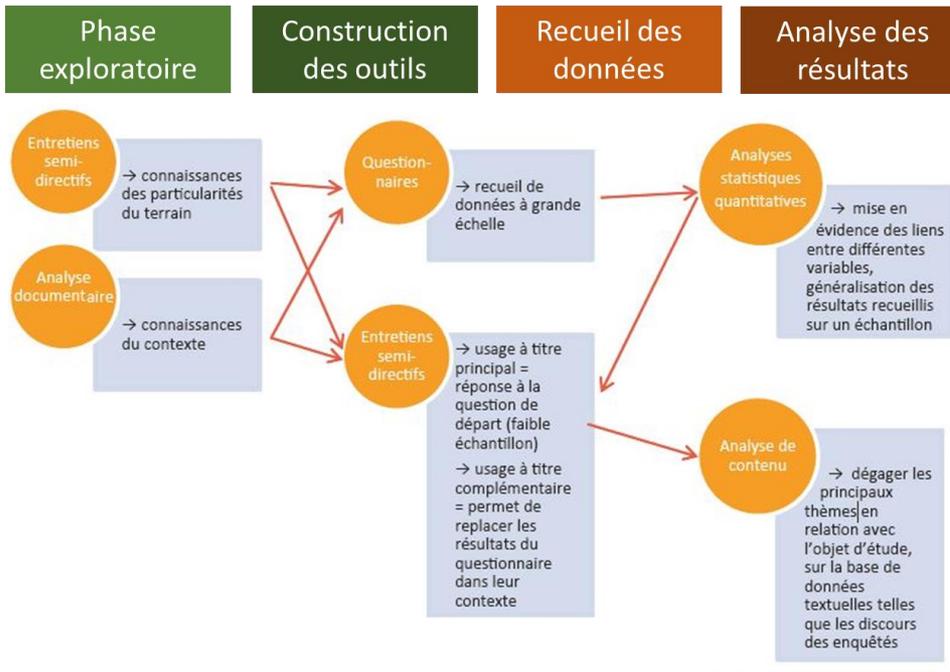
2.3 – Principales avancées

Les représentations

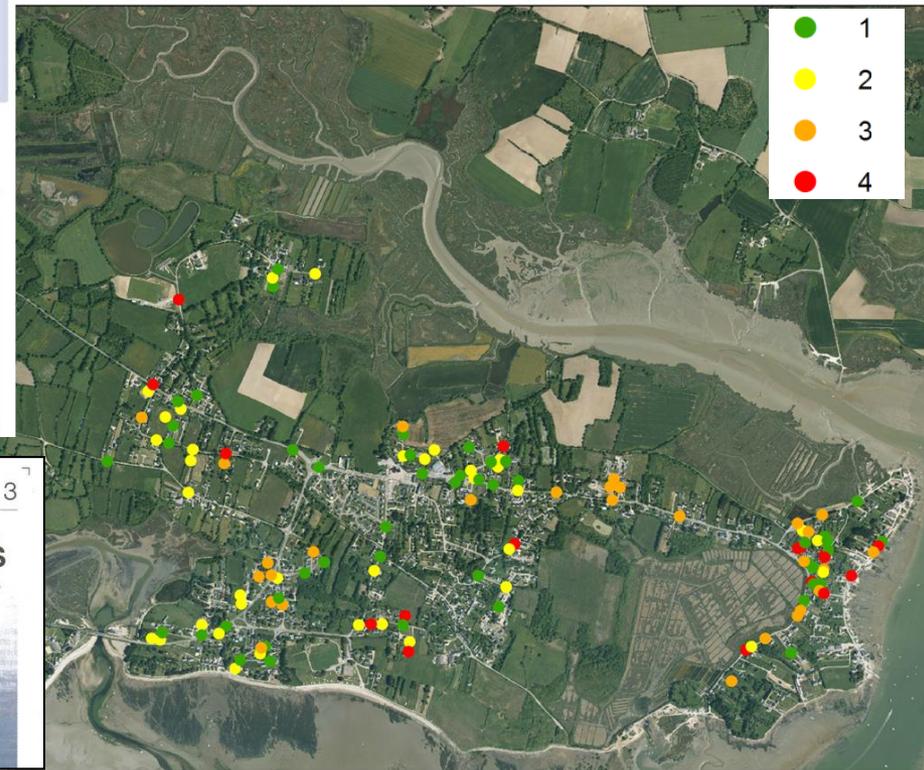
Méthodologie : conduite et étapes des enquêtes sur les représentations

Résultats : variabilité sociale et spatiale des représentations des risques

Récapitulatif : L'enquête et ses étapes



Sensibilité aux risques côtiers



Ouest-France
Mercredi 3 mars 2010

La tempête Xynthia

Ouest-France, 03/03/2010 3

Une maison « les pieds dans l'eau » : un rêve à risques

Les zones inondables seraient au nombre de trente sur les côtes atlantiques, de la Manche et de la Mer du Nord. Pourtant, on continue d'y construire.

Une envie partagée. Ils sont estivaers, résidents secondaires. Retraités, ils veulent leur maison sur la côte, les pieds dans l'eau. C'est une tendance lourde depuis plus de trente ans. Le littoral français compte 895 communes, concourent 6 millions d'habitants et présente une densité de 260 habitants au km². C'est 2,6 fois de plus que sur le reste du territoire. En Bretagne, par exemple, 40 % de la population habite la zone littorale. Entre 1990 et 2006, on estime que près de 100 000 logements ont été bâtis dans

devenue constructible ou le reste. Ces propriétaires sont aussi des électeurs. Jérôme Bignon, sans langue de bois : « Difficile de regarder des gens droit dans les yeux en leur disant : "Votre terrain qui valait beaucoup d'argent et qui était constructible ne l'est plus" ou "Votre maison, c'est terminée, il faut la détruire." » Il insiste : « Il faut que l'Etat aide les élus à être fermes. »

Que faire ? Il existe une boîte à outils.

Jérôme Bignon, président du Conservatoire du littoral. « Tout le monde a une responsabilité ».

2.3 – Principales avancées

Principales productions disciplinaires et interdisciplinaires

■ Publications

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaires
International	Revue à comité de lecture	17	6
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	1	0
	Communications (conférence)	15	4
France	Revue à comité de lecture	5	3
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage	1	3
	Communications (conférence)	9	4
Actions de diffusion	Articles vulgarisation	2	0
	Conférences vulgarisation	5	13
	Autres	5	7

- Formation des étudiants avancés à la recherche (ateliers, stages de master, thèses interdisciplinaires) et des gestionnaires (école d'été, mooc)

- Site : www.risques-cotiers.fr/fr



- Méthodes et outils de diagnostic et d'analyse des risques côtiers

Gestion des risques
d'érosion et de submersion
marine. Guide
méthodologique

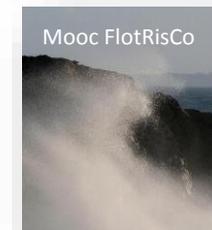


Janvier 2015

Juin-juillet 2014



Semaine thématique
interdisciplinaire
ECORISCO : école d'été
+ colloque international



Avril 2015
MOOC « Risques
côtiers »

- Contribution à l'IDS Indigéo



3 – Applications aux territoires de la Zabri et perspectives

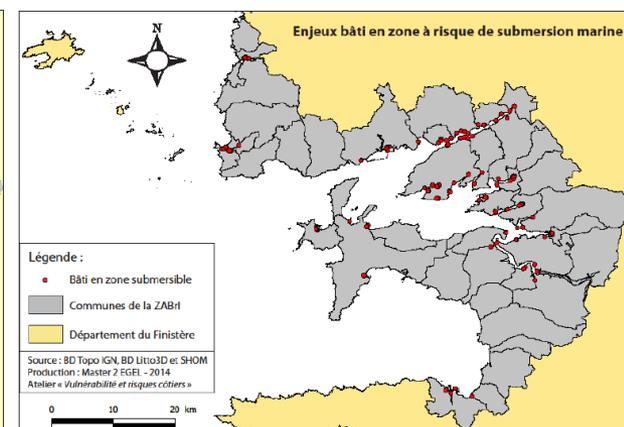
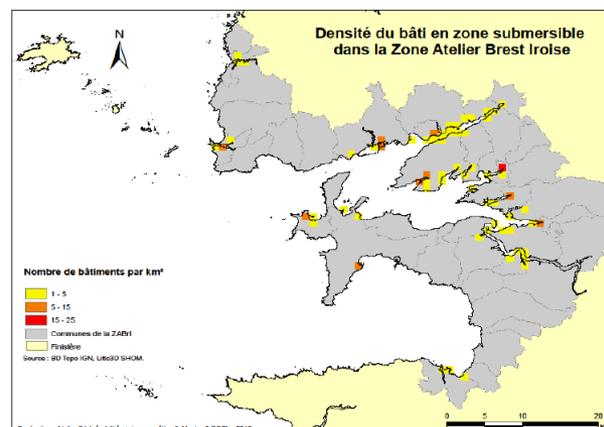
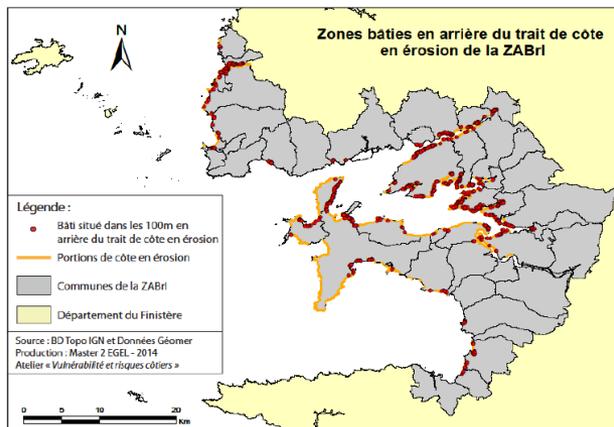
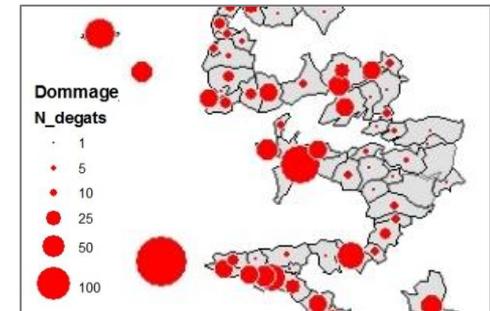
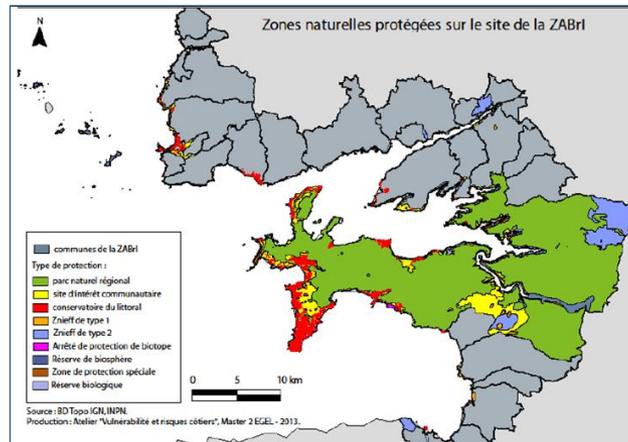
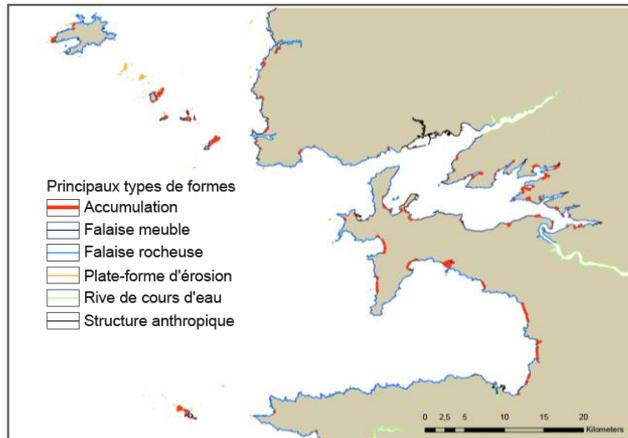
3.1 – Une approche à deux échelles spatiales

Au sein des laboratoires impliqués, réflexions menées sur deux échelles spatiales :

1) amélioration de la connaissance de cette problématique à l'échelle du territoire littoral de la Zabri

2) focus sur quelques sites représentatifs et pertinents pour cette thématique

Capitalisation de l'information géographique existante, complément et analyse spatiale



3.1 – Une approche à deux échelles spatiales

Au sein des laboratoires impliqués, réflexions menées sur deux échelles spatiales :

- 1) amélioration de la connaissance de cette problématique à l'échelle du territoire littoral de la Zabri
- 2) focus sur quelques sites représentatifs et pertinents pour cette thématique

Outil d'évaluation de la sensibilité des formations littorales aux aléas d'érosion submersion fondé sur des bio et géo-indicateurs



Fév. 2013

• **Objectifs** : produire un outil de diagnostic et de suivi de la sensibilité permettant de s'affranchir des dispositifs de mesure lourds ; **cotation d'indicateurs naturels** (biologiques et géomorphologiques) observés et évalués sur le terrain.

Un outil d'identification de sites pertinents pour l'amélioration de la connaissance des diverses dimensions des risques côtiers

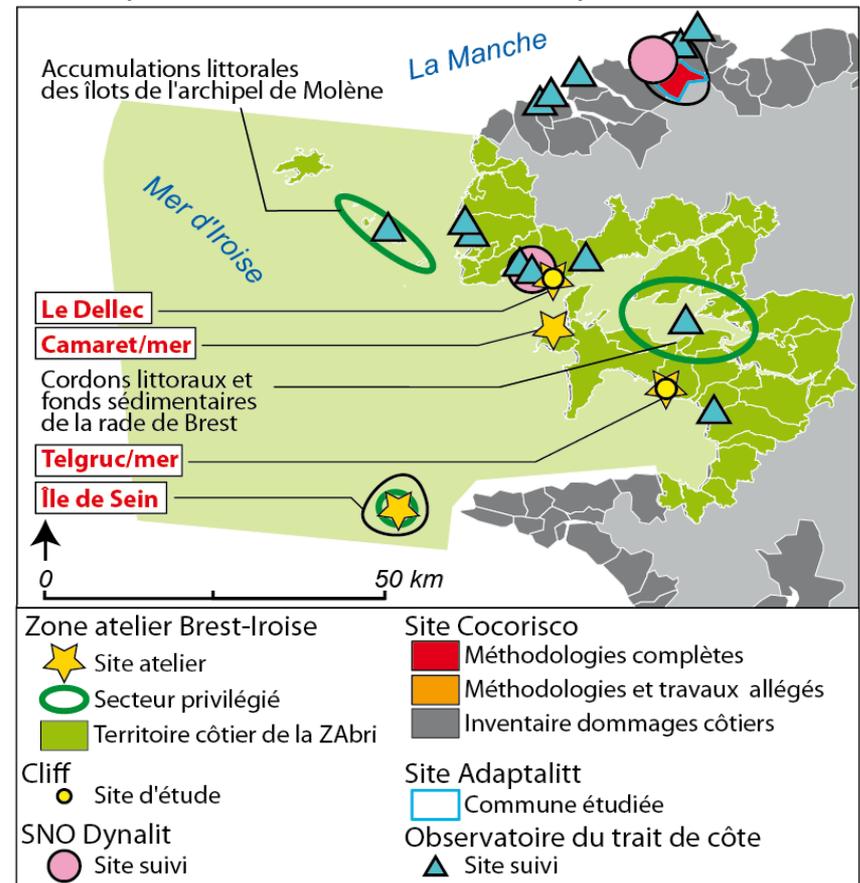


Fév. 2014

• **Objectifs** : sur la base de l'évaluation de la sensibilité aux aléas érosion/submersion **identification objective de 4 à 5 sites particulièrement pertinents** pour :

- 1) l'évaluation et le suivi des risques côtiers
- 2) la mise en place de capteurs environnementaux (mesures des paramètres météo-marins)

Sélection de 11 + 8 sites potentiellement intéressants puis choix de 4 sites-ateliers pour la Zabri



• Site-atelier : Sein



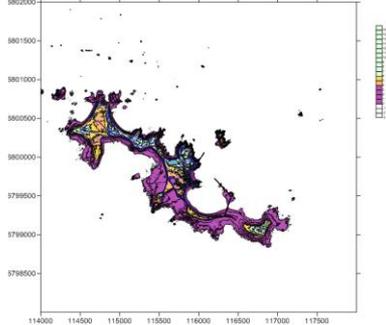
Cartographie de l'érosion actuelle



Evolutions du trait de côte



Zones inondables



Paramètres météo



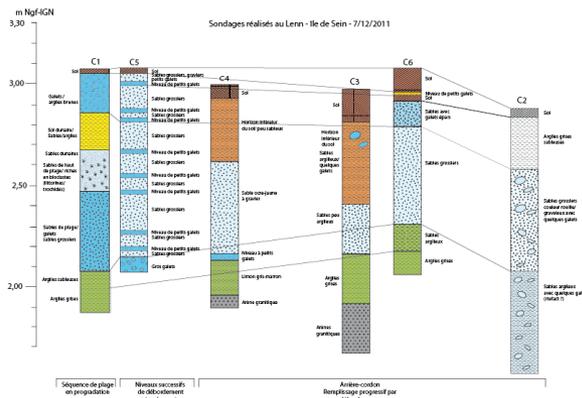
Suivis topographiques Cordon de Goulenez



Falaises meubles d'Ar Kestell



Submersions du Lenn



- **Site-atelier : Camaret**



Illustration d'un phénomène de vagues ayant submergé le Sillon dans les années 60. Depuis les travaux d'enrochement, Camaret ne connaît plus de tels assauts de la mer.

DICRIM Camaret

Route du Veryac'h. Un pan de falaise s'est détaché

9 février 2014



Un pan de falaise en tuff s'est effondré, le long de la route d'accès à la cale du Veryac'h.

Dans la nuit de vendredi à samedi, sous l'effet des intempéries de ces derniers jours, un pan de falaise en tuff s'est effondré, le long de la route d'accès à la cale du Veryac'h. La route a été interdite d'accès par arrêté de la commune. Par ailleurs, hier, de Camaret à Roscanvel, en passant par Crozon, les sapeurs-pompiers de Camaret sont intervenus à une vingtaine de reprises en Presqu'île. Essentiellement pour des fils électriques ou dégager des arbres tombés sur les chaussées, du fait des fortes rafales de vent. Ils ont également apporté leur renfort aux sapeurs-pompiers de Crozon, à cause d'une inondation, boulevard de la France-Libre.

Ouest-France 2014



<http://espace-svt.ac-rennes.fr/lithotheque/crozon/arret5.html>



Illustration d'un éboulis à Kerbonn – photo prise le 15 mai 2013 – Camaret-sur-Mer

DICRIM Camaret

Camaret-sur-Mer. Un pan de falaise s'effondre près du Casse-cou

Camaret-sur-Mer - 25 Janvier 2014



Des pans de falaises s'effondrent, en raison des coulées de pluie persistantes, sur le littoral de la commune de Camaret | Ouest-France

Ouest-France 2014

En cours :

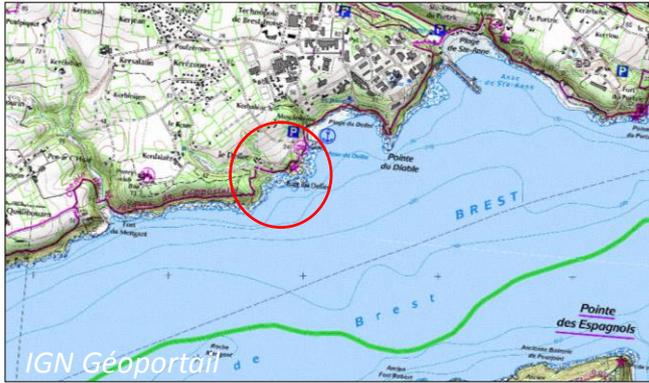
- Atelier d'étudiants de M2 Master Psychologie - Spécialité Psychologie sociale des représentations (UBO)

- Monographie communale étudiants du M1 EGEL (IUEM/UBO)

• Site-atelier : Le Dellec



Cartographie de l'érosion actuelle



Suivis topographiques



Paramètres météo

A. Hénaff, 2015

N. Basara, 2015



Evolutions du trait de côte

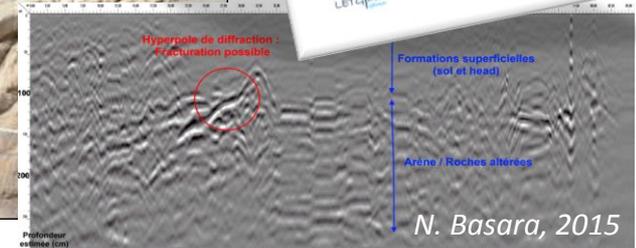


A. Hénaff, 2015

Caractérisation géologique et formations superficielles falaises et plate-forme



N. Basara, 2015



N. Basara, 2015

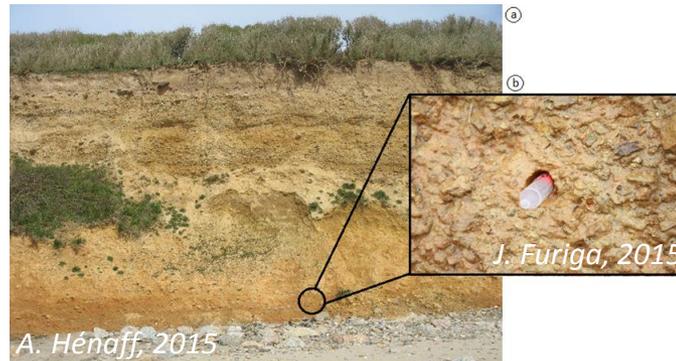
- Site étudié : Trez-Bellec (Telgruc)



Cartographie de l'érosion actuelle



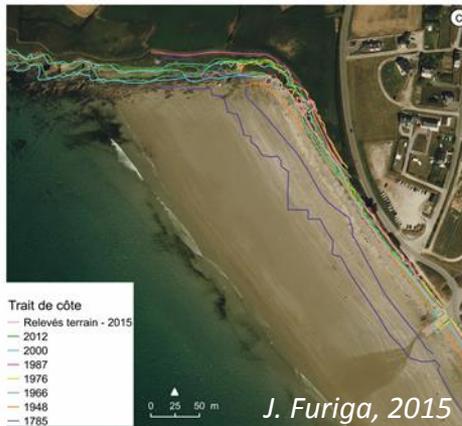
Caractérisation géologique et formations superficielles falaises meubles



Topographie

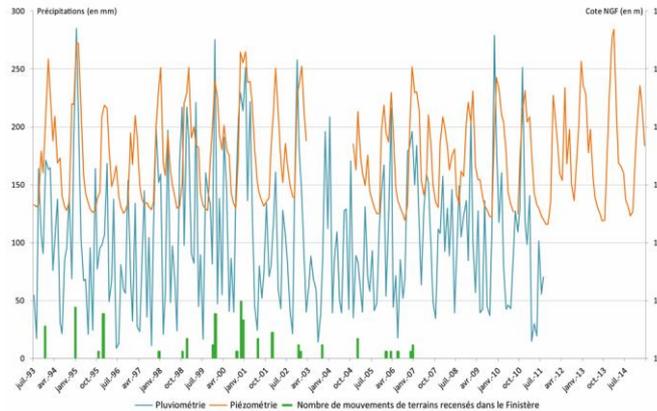


Evolutions du trait de côte



Étude diachronique des traits de côte à l'anse de Trez-Bellec

Analyse précipitations et nappe



J. Furiga, 2015

Cubage des volumes glissés



Bilan

1) Les stratégies de gestion des risques côtiers d'érosion et de submersion nécessitent une approche intégrée des quatre composantes de la vulnérabilité systémique

		Obs. IUEM trait de côte + SOERE						Sites-ateliers ZABri			
		Plage de Porsmilin	Plage de Trégana	Plage de Corsen	Plage des Blancs-Sablons	Archipel de Molène	Cordons Rade de Brest	Sein	Le Dellec	Camaret-sur-Mer	Teigruc-sur-Mer
FACTEURS STRUCTURELS	Lithologie					X	X	X	X		X
	Formations superficielles	X	X	X	X	X	X	X	X		X
	Topographie	X	X	X	X	X	X	X	X		X
ALEAS Erosion et submersion	Evolutions long terme					X	X	X	X		X
	Suivis topo-morphologiques court terme	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Suivis bathymétriques	X	X								
	Paramètres météorologiques							X	X	à venir	
	Paramètres océanographiques	X	X	X	X	X		X	à venir		
	Piézométrie/Humidité sols								à venir	à venir	X
	Dommages historiques et suivis						X	X	X	X	X
	REPRESENTATIONS	Enquêtes perception							X		X
GESTION	Moyen et stratégies de gestion							X		à venir	X
	Evolution							X		à venir	X
ENJEUX	Evaluation financière									à venir	
	Suivis							X		à venir	

Une véritable prise en compte dans le cadre de l'axe 1 de la ZABri

Composantes « privilégiées » (notamment aléas) mais insuffisance pour évaluation de la vulnérabilité globale

- Mesures et protocoles existants (à l'échelle des OSU/SOERE et des ZA)
- Instrumentation disponible
- Suivis et observations
- Capteurs environnementaux

Des composantes à renforcer

- « Instrumentation » à affiner
- « Métriques » (?) à développer voire à inventer

2) Cependant, aucune de ces composantes n'est figée dans le temps

- toutes connaissent des évolutions
- la vulnérabilité globale évolue donc au cours du temps.

- **Bilan et perspectives**

3) Evolutions temporelles et spatiales de la vulnérabilité \Leftrightarrow Une demande sociétale :

- **Quels méthodes et outils / indicateurs pour un suivi de l'ensemble de ces dynamiques ?**

- Suivi des aléas

- Suivi des dynamiques côtières



*OSU / SNO / Observatoires universitaires et régionaux
ZA INEE Cnrs*

- Manque d'équivalent pour le suivi des enjeux, de la gestion et des représentations.

Observations multi-critères et pluri/interdisciplinaires sur les sites ateliers de la Zabri en lien avec le projet de développement d'un observatoire intégré des risques côtiers (OSIRISC)

Autres perspectives

- **Elargissements possibles de la thématique et extension disciplinaires** : pollutions, ...

\Leftrightarrow **risques environnementaux côtiers**

- **Une opportunité pour continuer à :**

- intégrer les étudiants (niveau Master) à ces travaux de recherche

- les former aux techniques, instruments, et outils de suivi

- les initier à la recherche disciplinaire et interdisciplinaire (*Ateliers et stages d'étudiants, sessions de mesures environnementales/enquêtes/etc... sur le terrain, possibilités de thèses...*).