



Analyse multicritère à grande échelle de facteurs de prédisposition à l'érosion (mouvements de terrain et sous cavages) de 2000 km de falaises côtières bretonnes

Jean-Michel Schroetter*, Julien Audo*, François Meunier*, Mélody Prémallion*, Fabien Aubertin*, Eric Palvadeau*, Emmanuel Blaise** et Serge Suanez**

*, BRGM (French Geological Survey) Brittany,
2, rue de Jouanet, 35700 RENNES

** , GEOMER - LETG UMR 6554 - CNRS,
Technopôle Brest Iroise - Place Nicolas Copernic,
29280 PLOUZANE





Ces résultats s'inscrivent dans un projet plus important qu'était la réalisation d'un :

Atlas des aléas littoraux des départements des Côtes d'Armor (22), du Finistère (29) et d'Ille-et-Vilaine (35)

pour le compte de la DREAL Bretagne dans un partenariat DREAL/BRGM 80/20

PLAN

- 1 - Présentation du projet et son contenu;**
- 2 - L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises ;**
- 3 - Quels résultats obtenus ;**
- 4 - Conclusions , perspectives ...**

1 Présentation du projet et contenu



une partie synthèse bibliographique

**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

une partie acquisition

1A : Synthèse bibliographique

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...)
et humaine**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

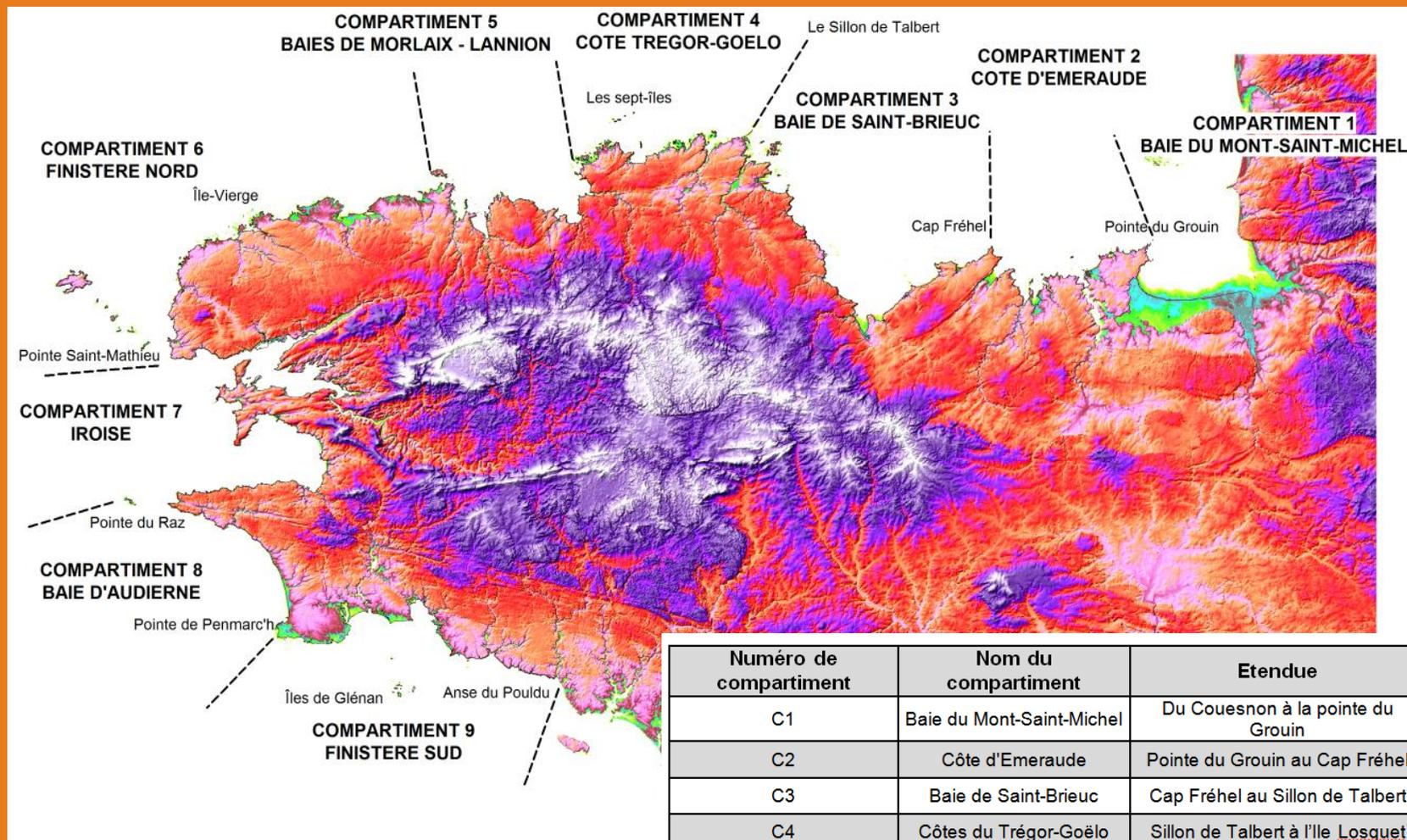
**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

**Synthèse des événements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**



1 Présentation du projet et contenu



Numéro de compartiment	Nom du compartiment	Etendue	Linéaire de côte (en km)
C1	Baie du Mont-Saint-Michel	Du Couesnon à la pointe du Grouin	44
C2	Côte d'Emeraude	Pointe du Grouin au Cap Fréhel	305
C3	Baie de Saint-Brieuc	Cap Fréhel au Sillon de Talbert	315
C4	Côtes du Trégor-Goëlo	Sillon de Talbert à l'Île Losquet	360
C5	Baies de Lannion et de Morlaix	Île Losquet à l'Île de Batz	255
C6	Côtes Nord-Finistère	Île de Batz à la pointe Saint-Mathieu	560
C7	Côtes d'Iroise	Pointe Saint-Mathieu à la pointe du Raz	640
C8	Baie d'Audierne	Pointe du Raz à Saint-Guérolé	95
C9	Côtes du Sud Finistère	Saint-Guérolé à la Laïta (Le Pouldu)	445



1 Présentation du projet et contenu



une partie synthèse bibliographique

**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

1A : Synthèse bibliographique

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...)
et humaine**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

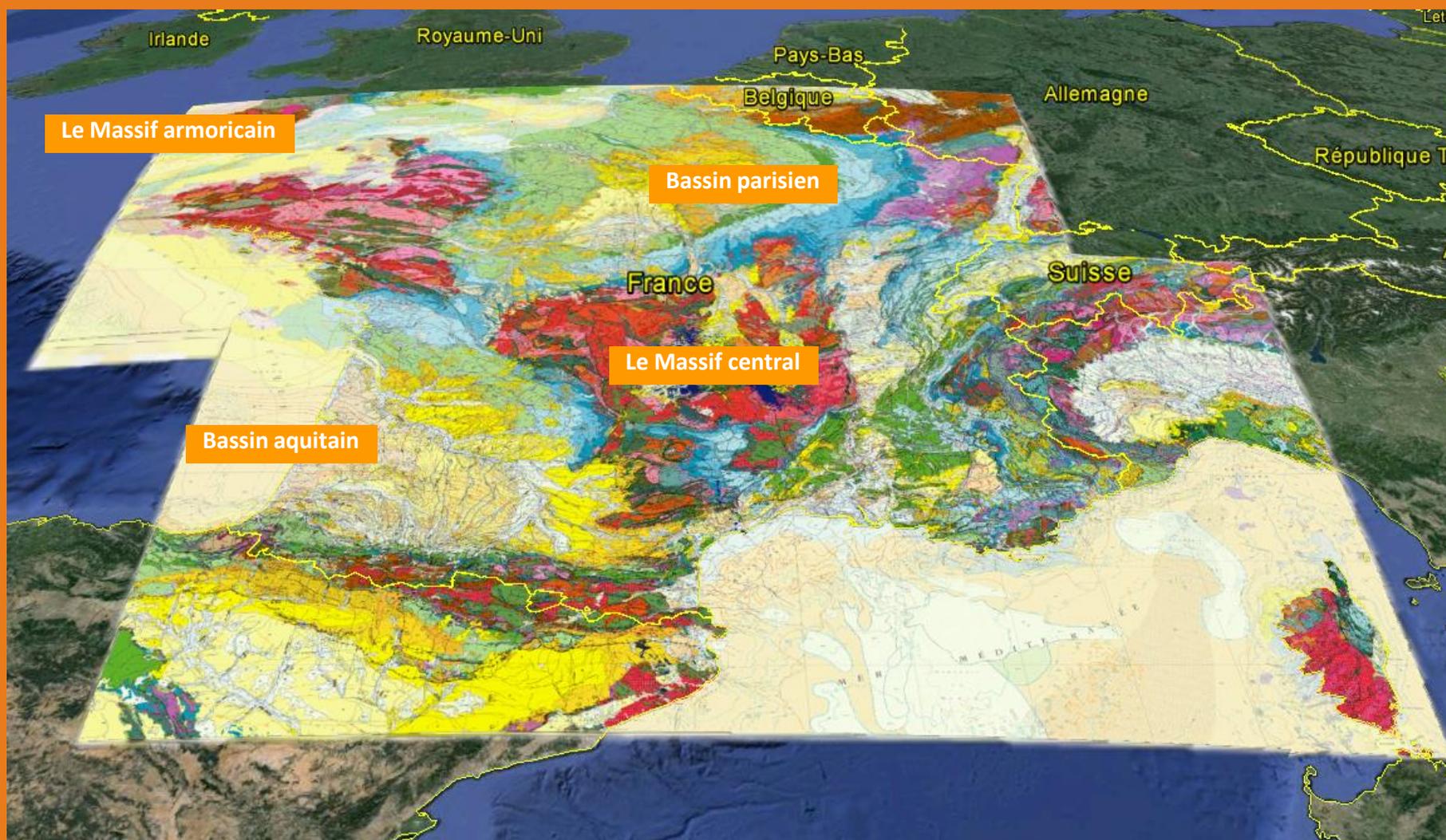
**Synthèse des événements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**

1 Présentation du projet et contenu



C'est un massif de socle (comme son homologue le Massif Central) entouré de bassins sédimentaires jurassiques et crétacés



1 Présentation du projet et contenu



- 542 millions d' années

- 251 millions d' années

- 65 millions d' années



Invasion marine et sédimentation



Formation de la chaîne cadomienne et de granites



Erosion du relief cadomien



Invasion marine et sédimentation



Formation de la chaîne hercynienne et de granites



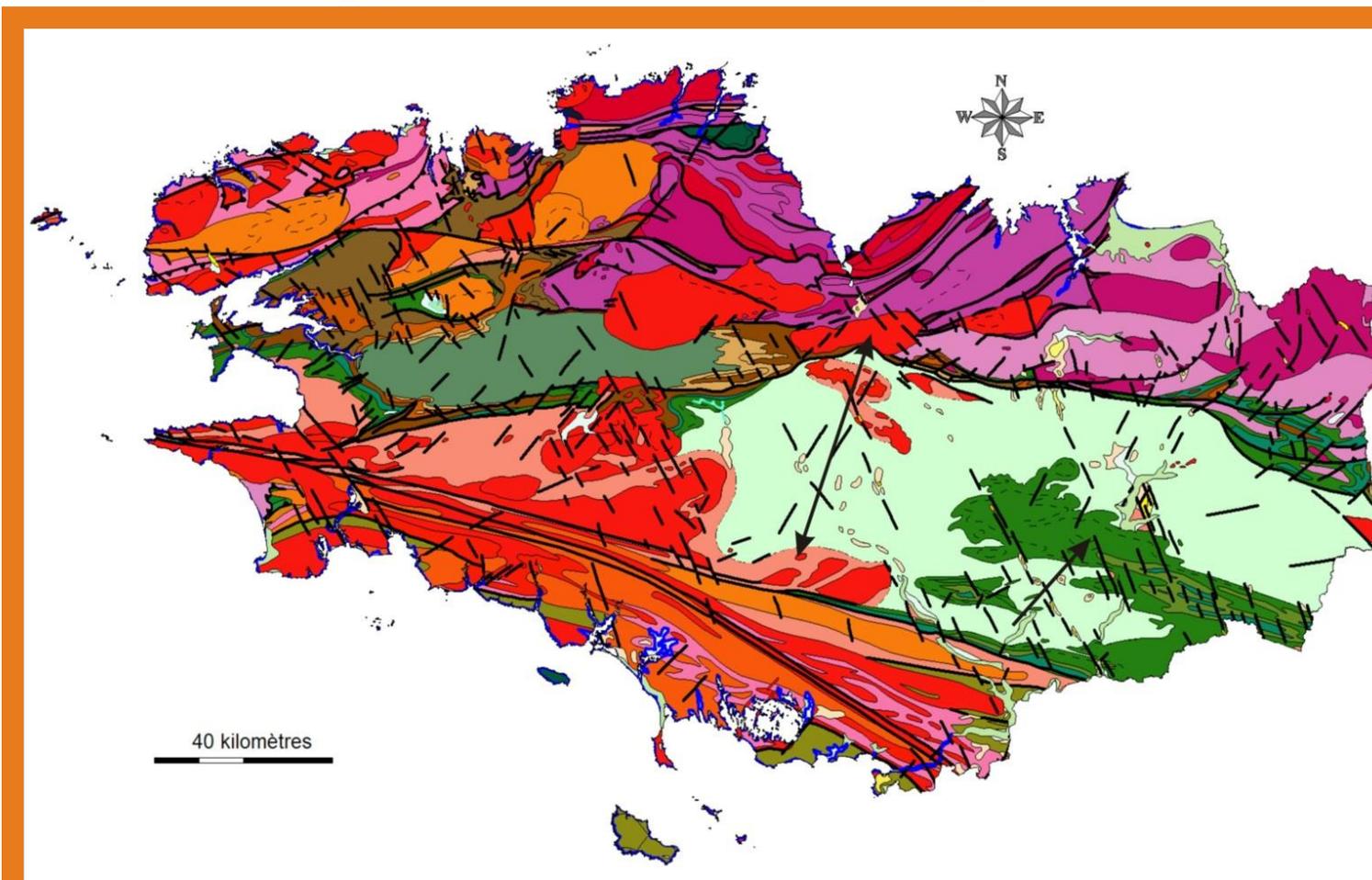
Erosion du relief hercynien



Ouverture de l'océan Atlantique et altération



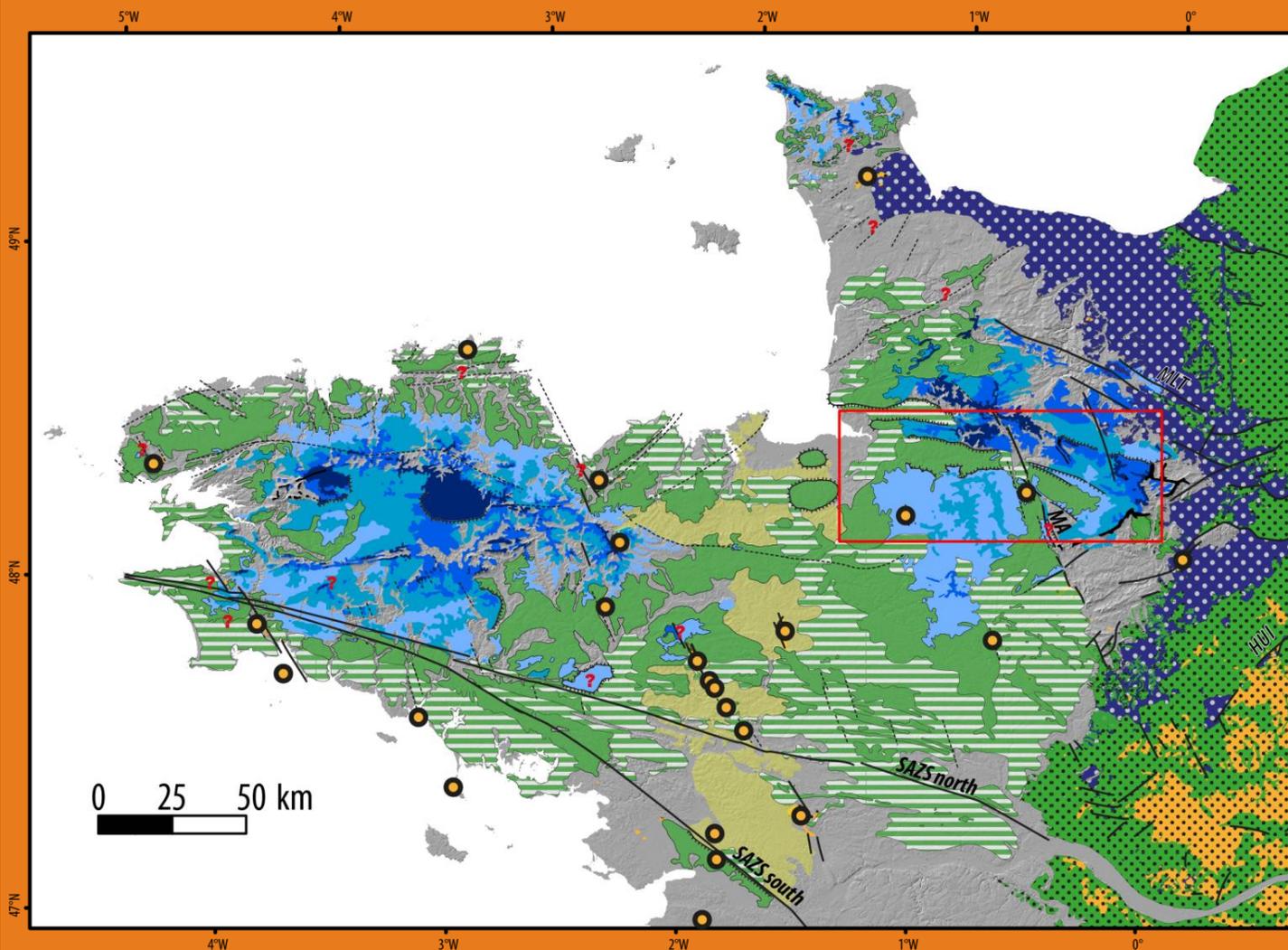
Formation du trait de côte actuel et Sédimentation calcaires et de sables rouges



Légende simplifiée de la carte géologique au millionième

- Failles diverses
- Granites, granodiorites hercyniens
- Monzogranites et granodiorites hercyniens
- Grès et schistes paléozoïques (Carbonifère)
- Schistes, quartzites paléozoïques (Siluro-dévonien)
- Pélites, grès, schistes paléozoïques (Ordovicien à Silurien)
- Granodiorites cadomiens
- Schistes briovériens métamorphiques
- Schistes briovériens peu à pas métamorphiques

1 Présentation du projet et contenu



ENREGISTREMENT SÉDIMENTAIRE (BASSIN DE PARIS)

- Jurassique
- Crétacé
- Eocène - Oligocène
- Bassins armoricains éocènes - oligocènes
- Failles majeures
- Failles probables
- Escarpements
- Zones douteuses

Les paléosurfaces continentales et le modèle d'âge de Bessin, 2014

MODÈLE D'ÂGE DES FORMES DU RELIEF ÉMÉRGÉ

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Reliefs résiduels | 4 Pré-Bajocien (Pré-170 Ma) |
| 1 | 5 Pre-Cénomaniens (Pré-100 Ma) |
| 2 Pré-Pliensbachien (Pré-190 Ma) | 5d dégradée |
| 3 | 6 Pré-Bartonien |

1 Présentation du projet et contenu



Afin au Plio-quaternaire, l'alternance de périodes froides et chaudes, va entraîner le déplacement du manteau d'altération et créer une couverture meubles (de limons et cailloutis, galets et blocs : Head, ou loess ou dépôts de pente) .

1 Présentation du projet et contenu



une partie synthèse bibliographique

**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

1A : Synthèse bibliographique

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...)
et humaine**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

**Synthèse des évènements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**



1 Présentation du projet et contenu



une partie synthèse bibliographique

Synthèse des agents hydrodynamiques par compartiments

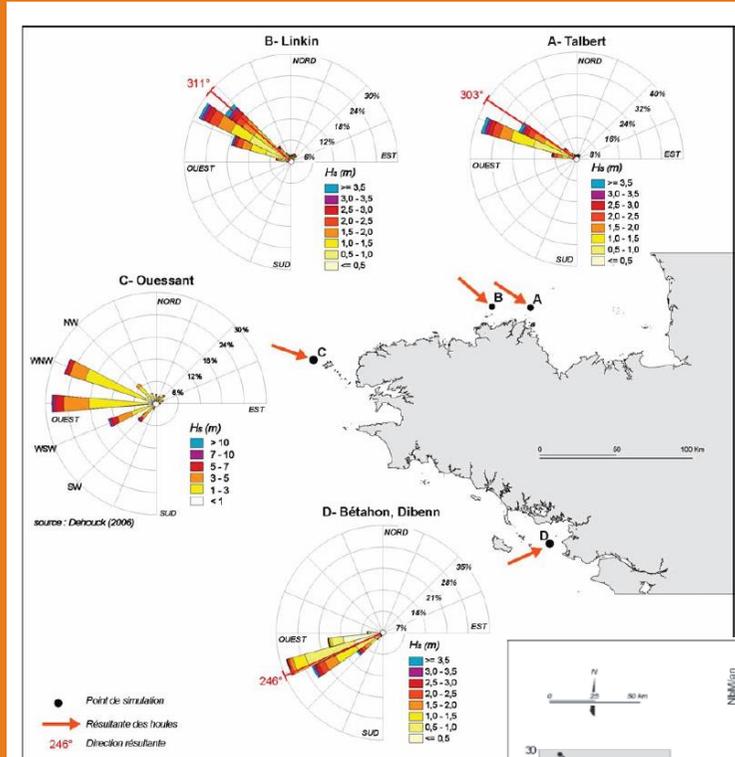
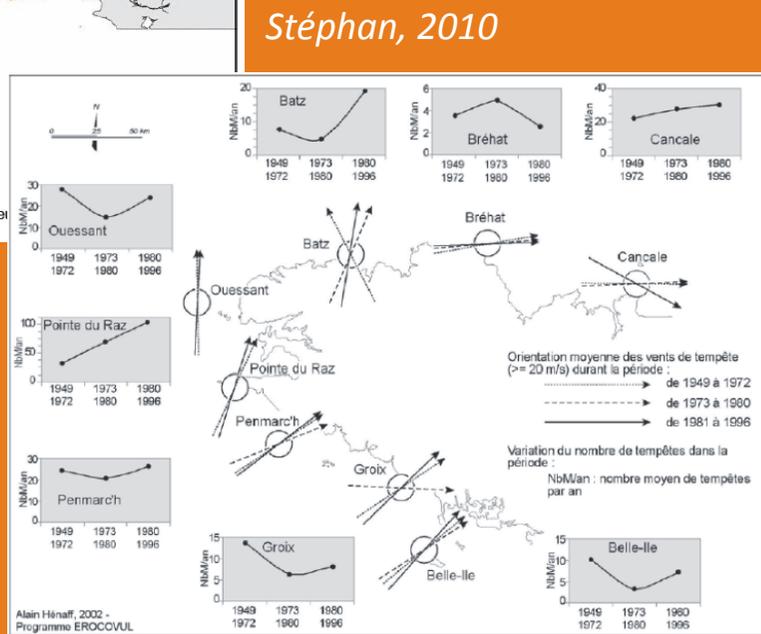
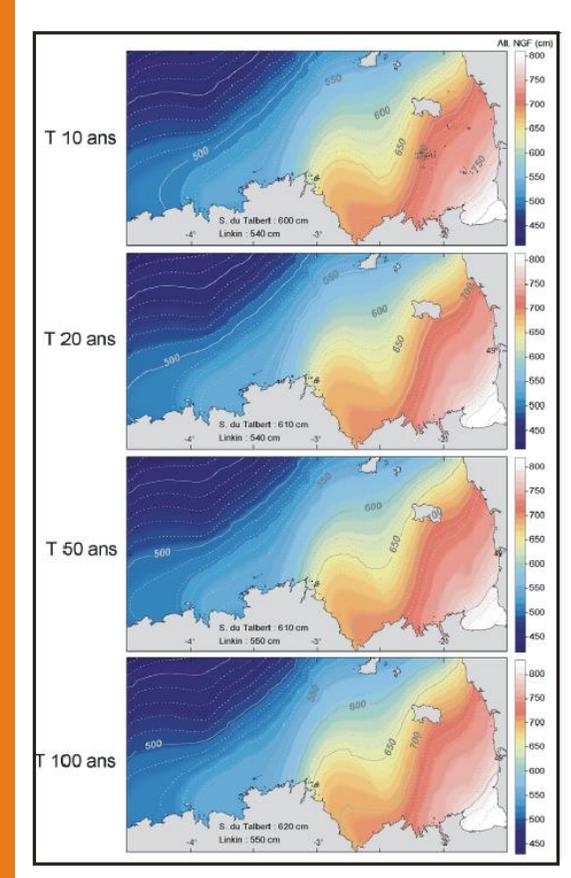


Figure 68 : Roses des houles annuelles obtenues au large des secteurs du modèle ANEMOC, et résultantes associées (période 1979-2002).

Roses des houles annuelles obtenues au large pour 4 nœuds du modèle ANEMOC et les résultantes (période 1979 – 2002)



Alain Hénaff, 2002 - Programme EROCCVUL



Niveaux d'eau extrêmes à la côte pour différentes périodes de retour (T), déterminés par convolution des surcôtes et de la marée astronomique, SHOM



1 Présentation du projet et contenu



une partie synthèse bibliographique

**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

1A : Synthèse bibliographique

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...)
et humaine**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

**Synthèse des évènements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**



1 Présentation du projet et contenu

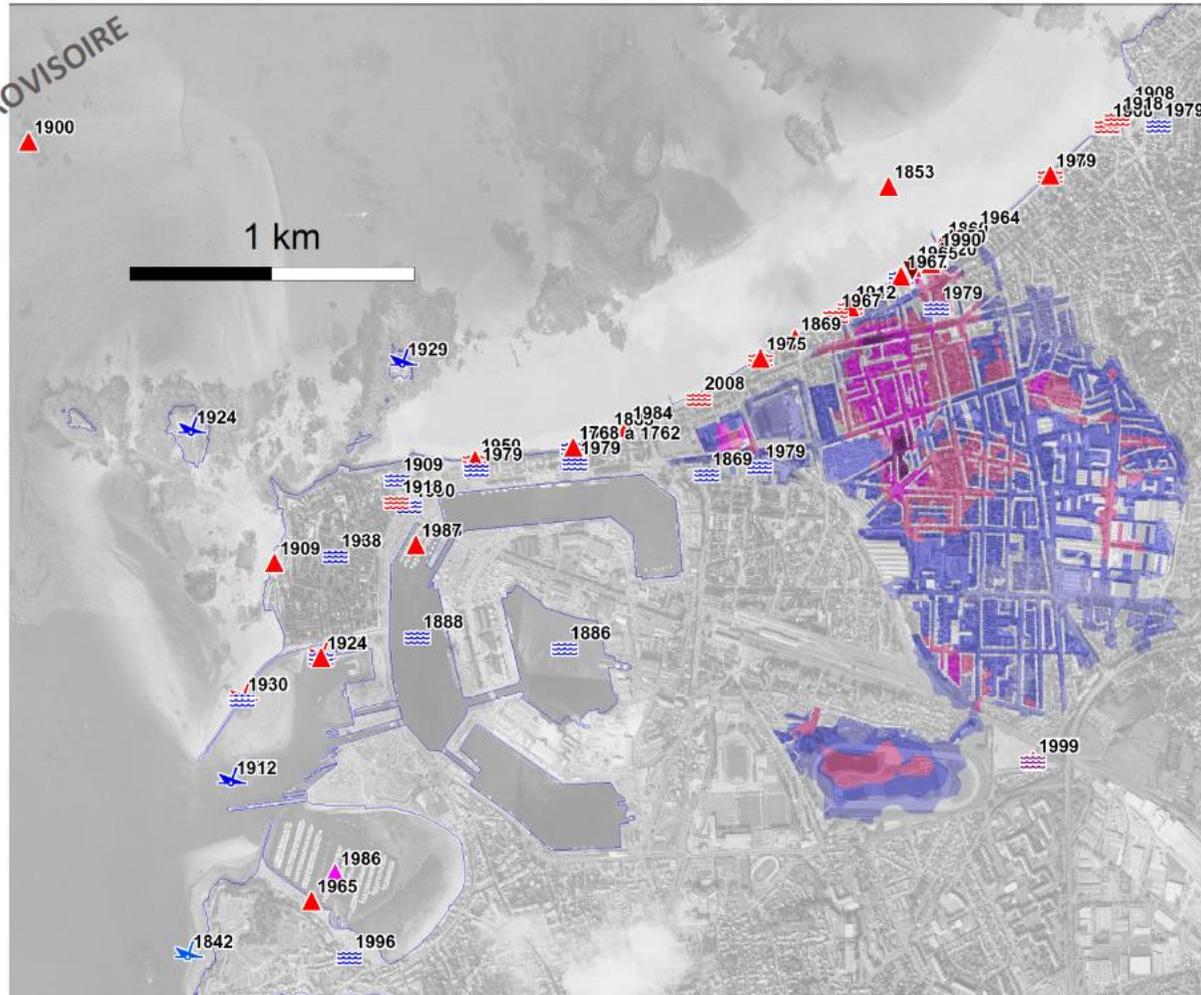
une partie synthèse bibliographique



Recensement d'évènements dommageables liés à des événements de tempêtes sur Saint-Malo et modélisation hydraulique de la hauteur d'eau en arrière de la brèche de la digue



DOCUMENT PROVISOIRE



Légende

Modélisation hydraulique de la hauteur d'eau (Ouverture de la brèche de 5 heures)

0,01	Hauteur d'eau (en m) de l'inondation due à la brèche de la digue (SOGREAH, 2001)
0,5	
1	
1,5	
2	

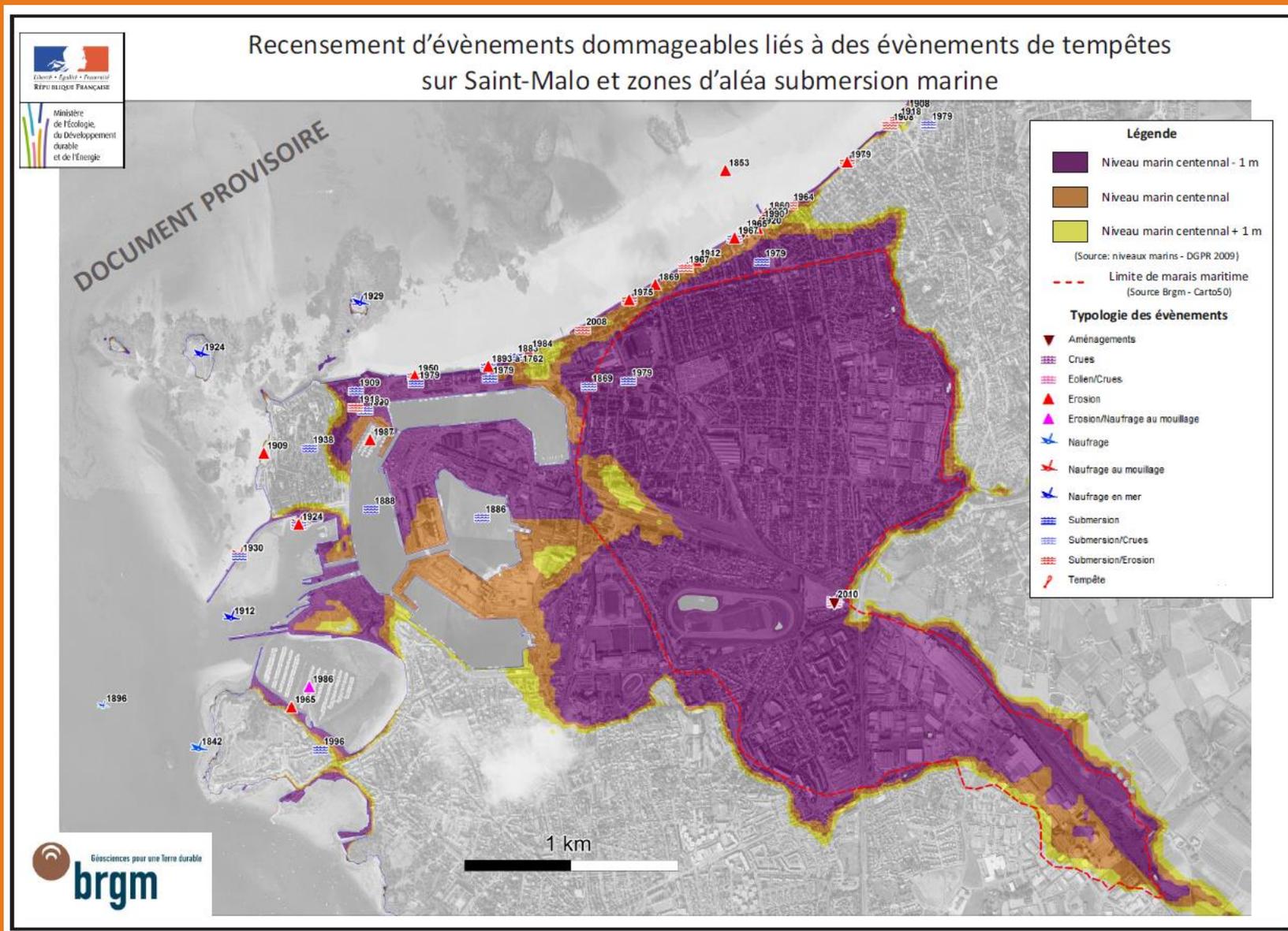
Typologie des évènements

- Aménagements
- Crues
- Eolien/Crues
- Erosion
- Erosion/ Naufrage au mouillage
- Naufrage
- Naufrage au mouillage
- Naufrage en mer
- Submersion
- Submersion/Crues
- Submersion/Erosion
- Tempête



1 Présentation du projet et contenu

une partie synthèse bibliographique



1 Présentation du projet et contenu



**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

une partie acquisition (archives et terrain)

1A : Synthèse bibliographique

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...)
et humaine**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

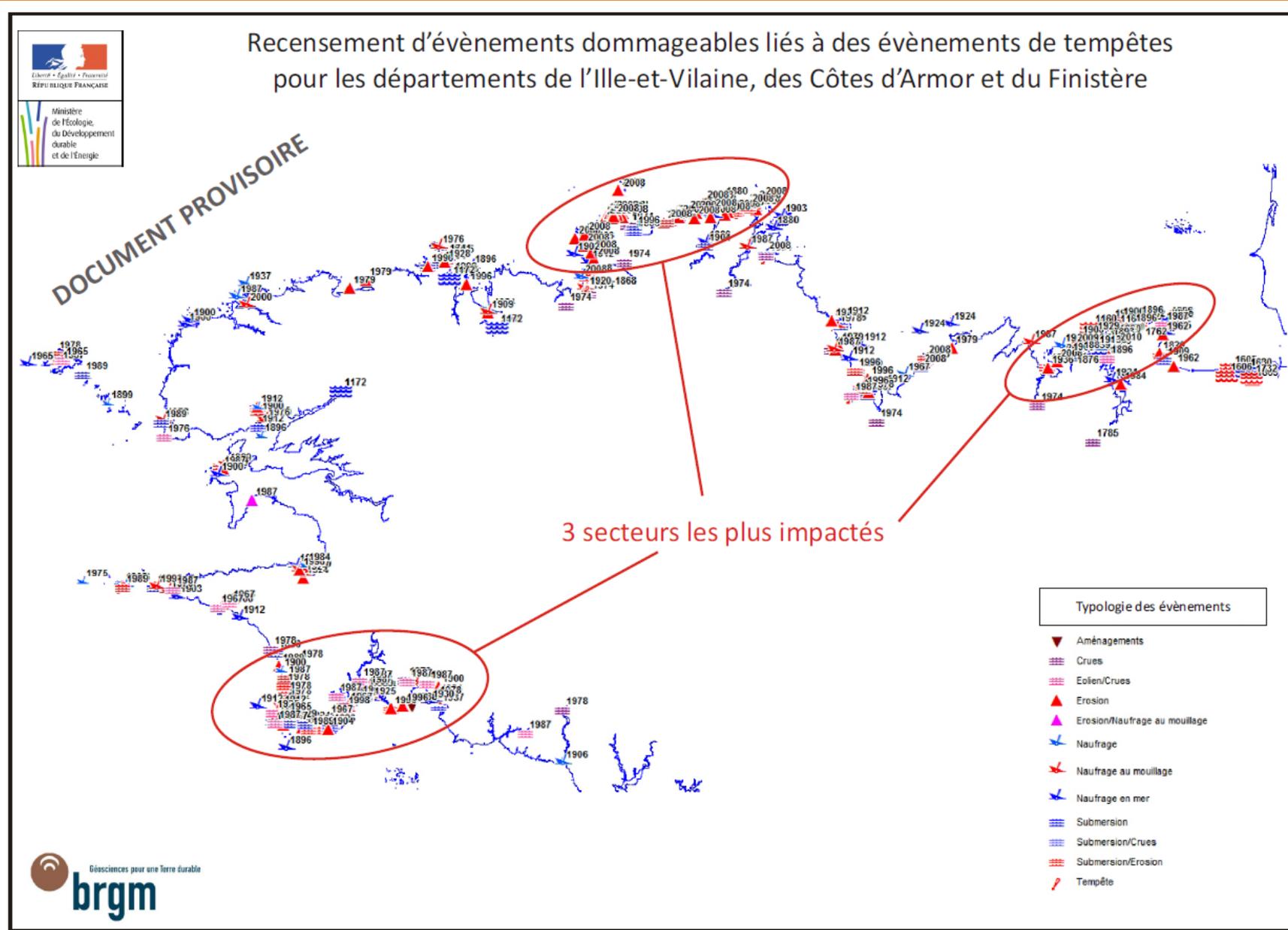
**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

**Synthèse des événements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**



1 Présentation du projet et contenu



3 secteurs les plus impactés

une partie acquisition (archives et terrain)



1 Présentation du projet et contenu



**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

une partie acquisition (archives et terrain)

1A : Synthèse bibliographique

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...) et humaine**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

**Synthèse des événements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**



1 Présentation du projet et contenu



**Atlas des aléas littoraux
des départements
d'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor
et du Finistère : Phase 1**

une partie acquisition (archives et terrain)

1A : Synthèse bibliographique

**1B : Etat des lieux du milieu
physique, Evolution du trait
de côte**

**Présentation physique (géologie,
géomorphologie ...) et humaine**

**Investigation de terrain :
Caractérisation du trait de côte :
géomorphologie, géologie etc.
et relevés de terrain**

**Présentation hydrodynamique
(marées, états des mers etc.)**

**Evolution du trait de côte :
sur la période 1950 - 2000**

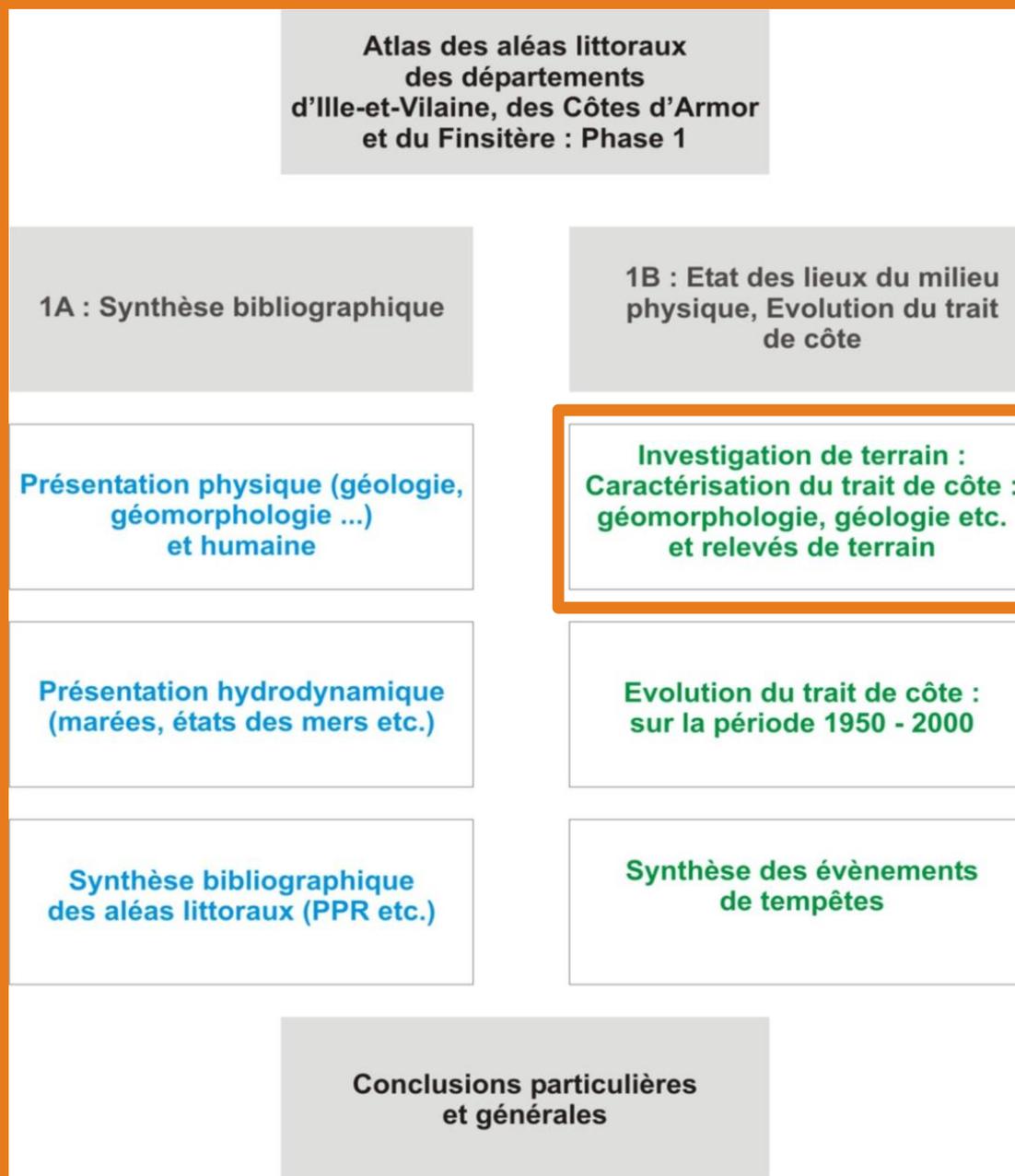
**Synthèse bibliographique
des aléas littoraux (PPR etc.)**

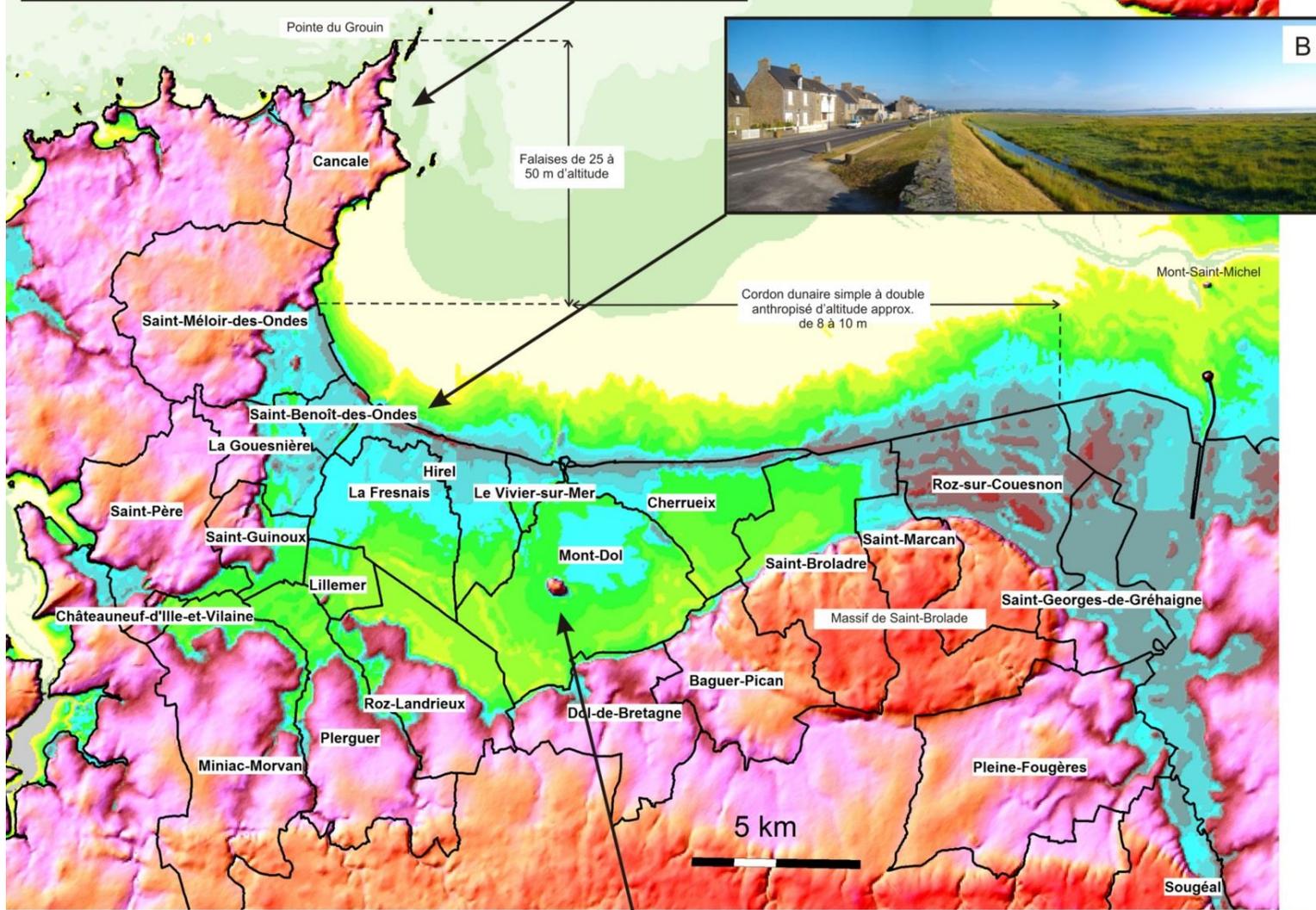
**Synthèse des événements
de tempêtes**

**Conclusions particulières
et générales**



L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion;





A : Vue de la baie depuis la pointe du Grouir (Vue vers le Sud-Est)

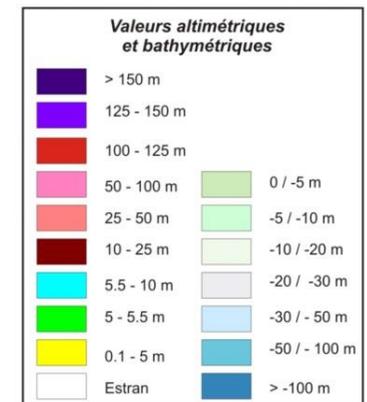
B : Vue de la digue de protection du marais de la baie (Vue vers l'Ouest, depuis Hirel)

C : Panorama de la baie depuis le sommet du MONT-Dol, avec l'annotation des limites géomorphologiques majeures.



Géomorphologie et bathymétrie de la baie du Mont-Saint-Michel

(Mnt à 25 m IGN, et Bathy IFRMER)





A : Vue de l'Anse des Sévigné depuis le Cap Fréhel (Vue vers le Sud-Est)

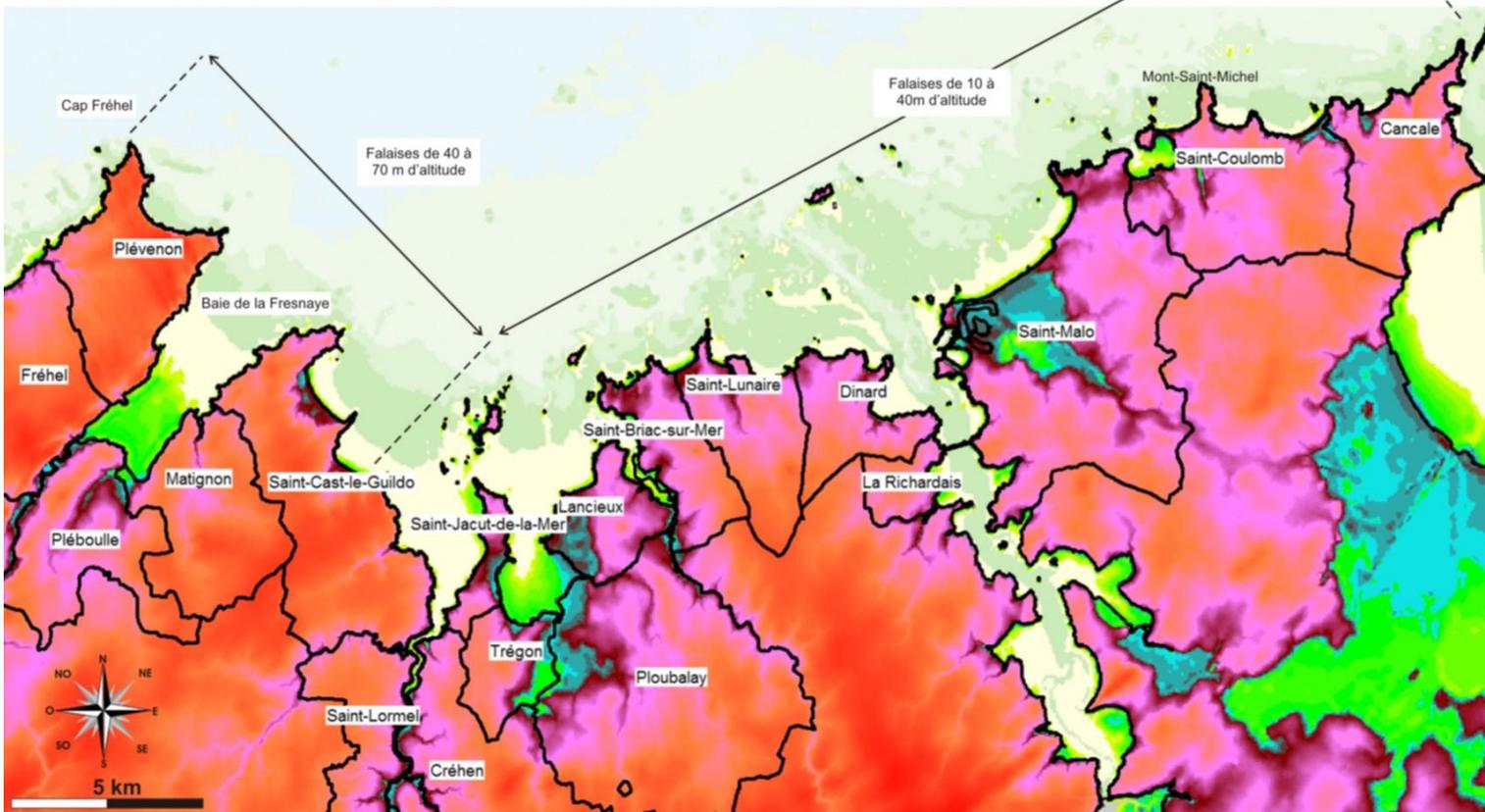


B : Vue de la baie de la Fresnaye (Vue vers l'Ouest, depuis Matignon)

C : Vue d'une plage adossée et de la limite saisonnière du niveau de sable (avant la pointe de Minga)

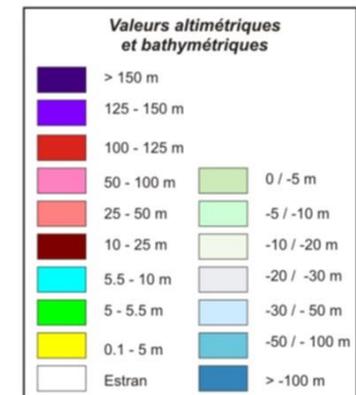


D : Géomorphologie des falaises depuis la pointe du Grouin et Saint-Malo)



Géomorphologie et bathymétrie du compartiment C2 : Côte d'Emeraude

(Mnt à 25 m IGN, et Bathy IFRMER)



Géomorphologie et bathymétrie
du compartiment C5 : Baies de Lannion
et de Morlaix

(Mnt à 25 m IGN, et Bathy IFREMER)

A : Îlots et platier rocheux, vue vers le
Nord-Est de la pointe de l'Arcouest

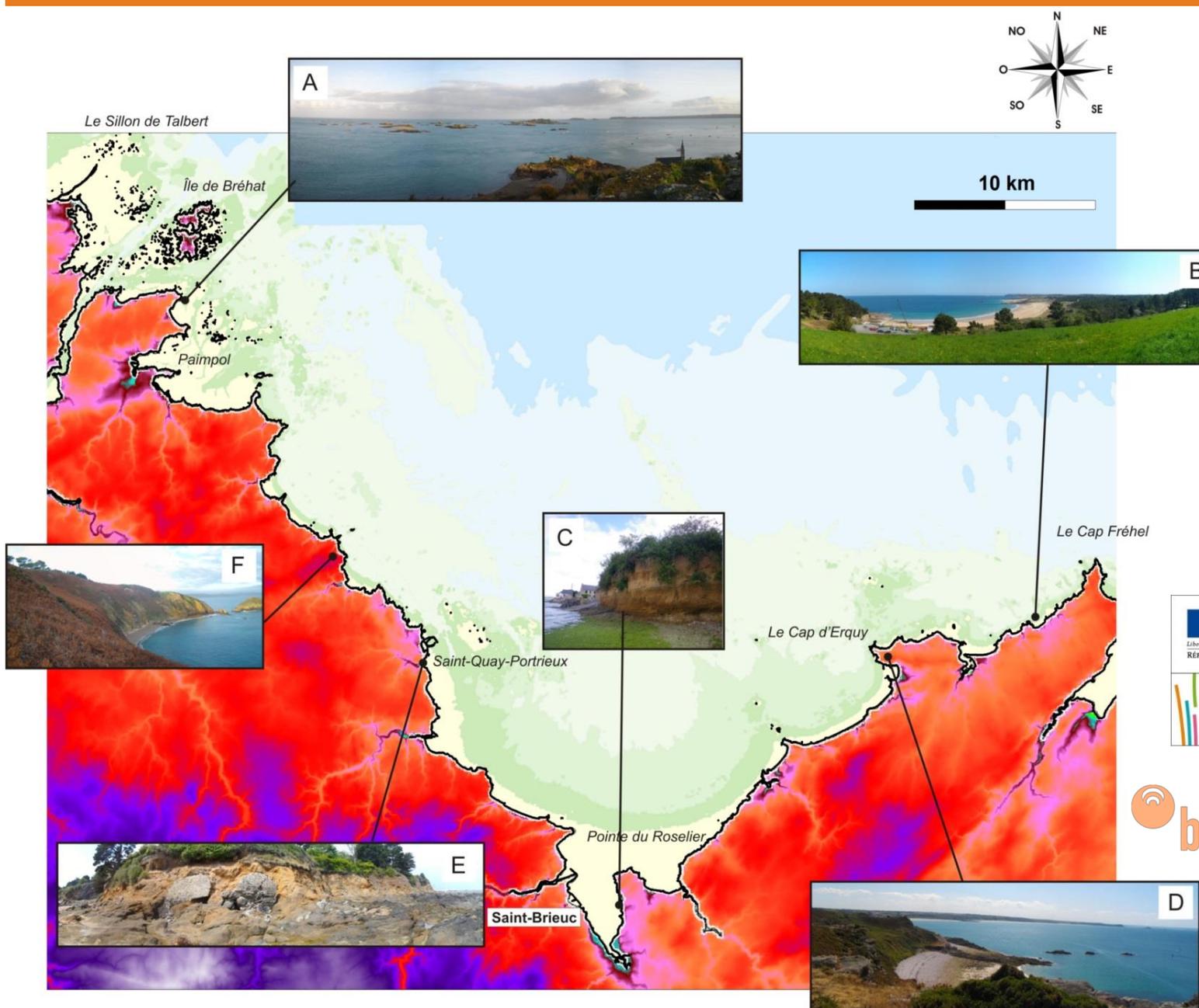
B : Les dunes d'en bas, massif dunaire situ
entre deux entre pointes rocheuses (Fréhel)

C : Falaises meubles de dépôts de pente
en érosion (en fond de baie)

D : Vue d'Erquy, vers le Sud-Ouest :
Cordon de galets adossé et échancrures
découpant les falaises

E : Falaises altérées en érosion, Sud
de Saint-Quay-Portrieux

F : Falaises les plus hautes de Bretagne,
100 m NGF Plouha



Valeurs altimétriques et bathymétriques

Dark Purple	> 150 m
Purple	125 - 150 m
Red	100 - 125 m
Pink	50 - 100 m
Light Pink	25 - 50 m
Dark Red	10 - 25 m
Cyan	5.5 - 10 m
Bright Green	5 - 5.5 m
Yellow	0.1 - 5 m
White	Estran
Light Green	0 / -5 m
Green	-5 / -10 m
Light Green	-10 / -20 m
Grey	-20 / -30 m
Light Blue	-30 / -50 m
Blue	-50 / -100 m
Dark Blue	> -100 m





Géomorphologie et bathymétrie
du compartiment C4 : Trégor-Goëlo
(Mnt à 25 m IGN, et Bathy IFRMER)

A : Vue aérienne du Sillon de Talbert
(Source Jean Le Moigne)

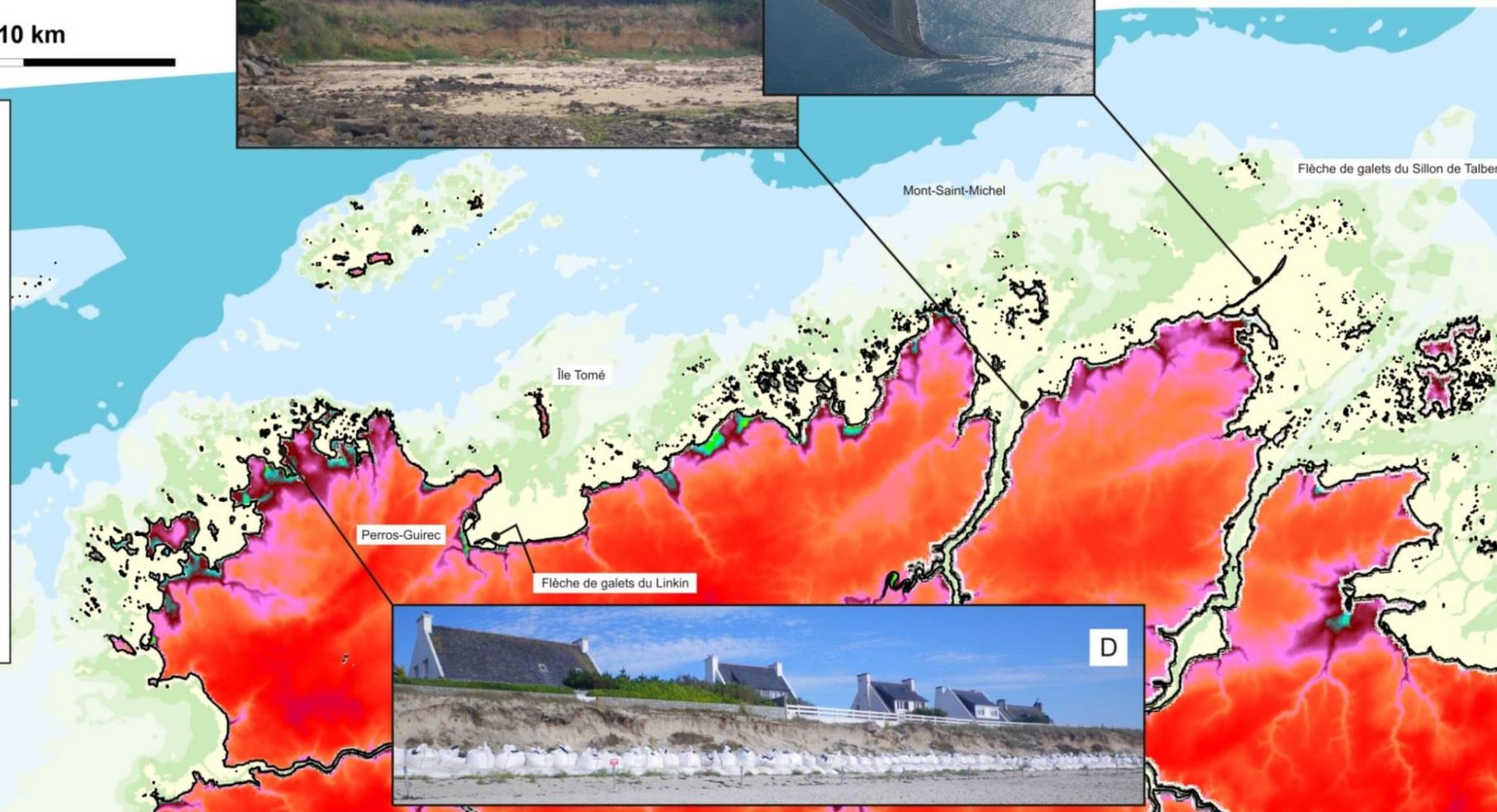
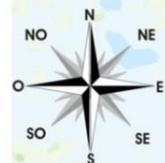
B : Falaise meuble sur un platier plus ou moins
rocheux, composé de blocs et galets peu roulés

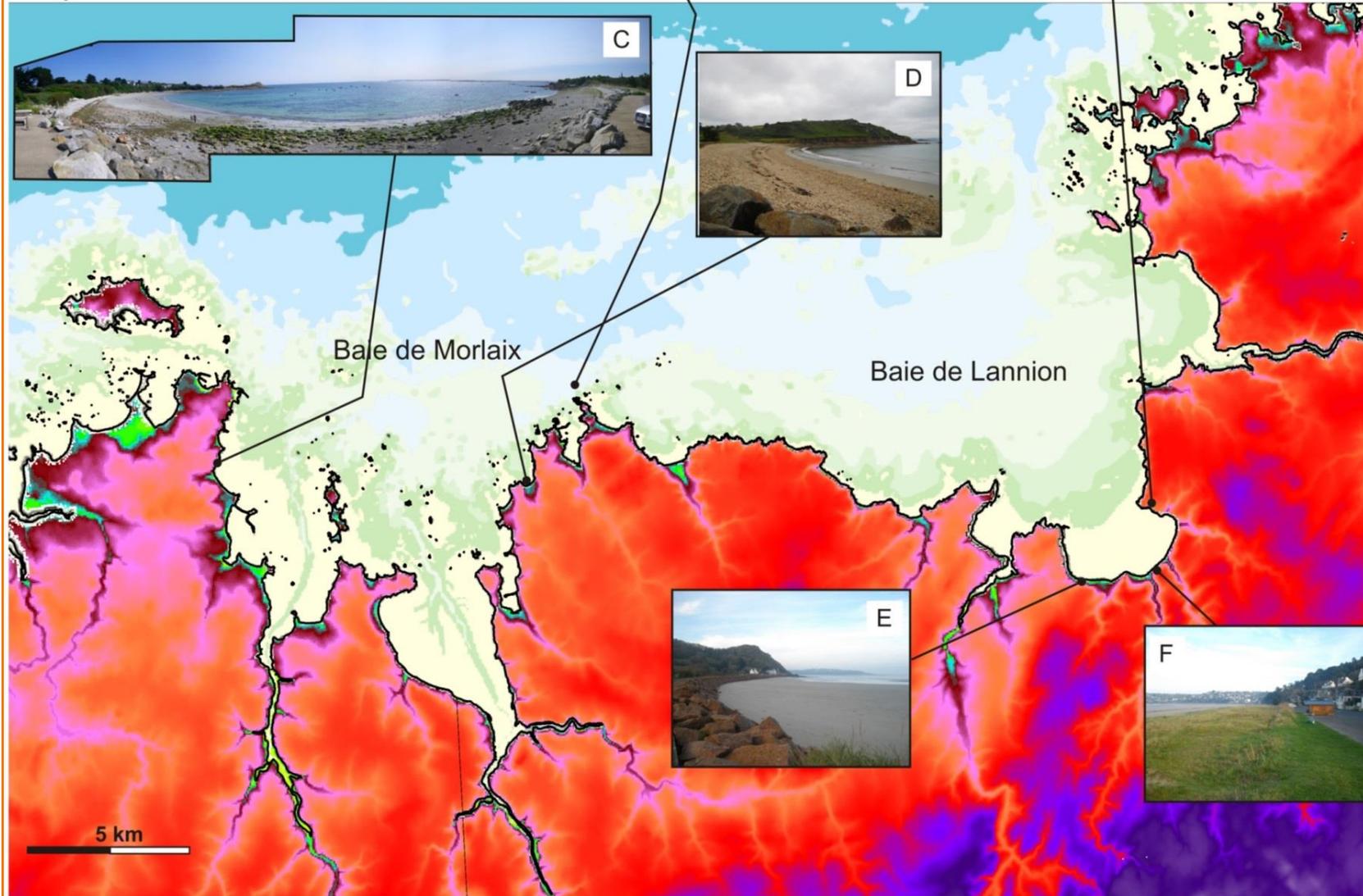
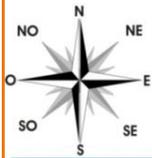
C : Côte rocheuse entrecoupée de cordons de
sable ou de galets (Perros-Guirec)F

D : Dunes de sables en érosion adossées au
granite rose de Perros-Guirec (La grève rose)

10 km

Valeurs altimétriques
et bathymétriques





A : Panorama depuis la pointe de Trimel (Vue vers Roscoff)

B : Panorama de falaises meubles de dépôts de pente et de l'estran de la baie de Lannion.

C : Panorama de l'anse de Pen Prat

D : grève de galets adossée et falaise meuble

E : Fond le baie de Lannion et de son enrochement

F : Fonde la baie de Lannion et du codon de sable.

Valeurs altimétriques et bathymétriques



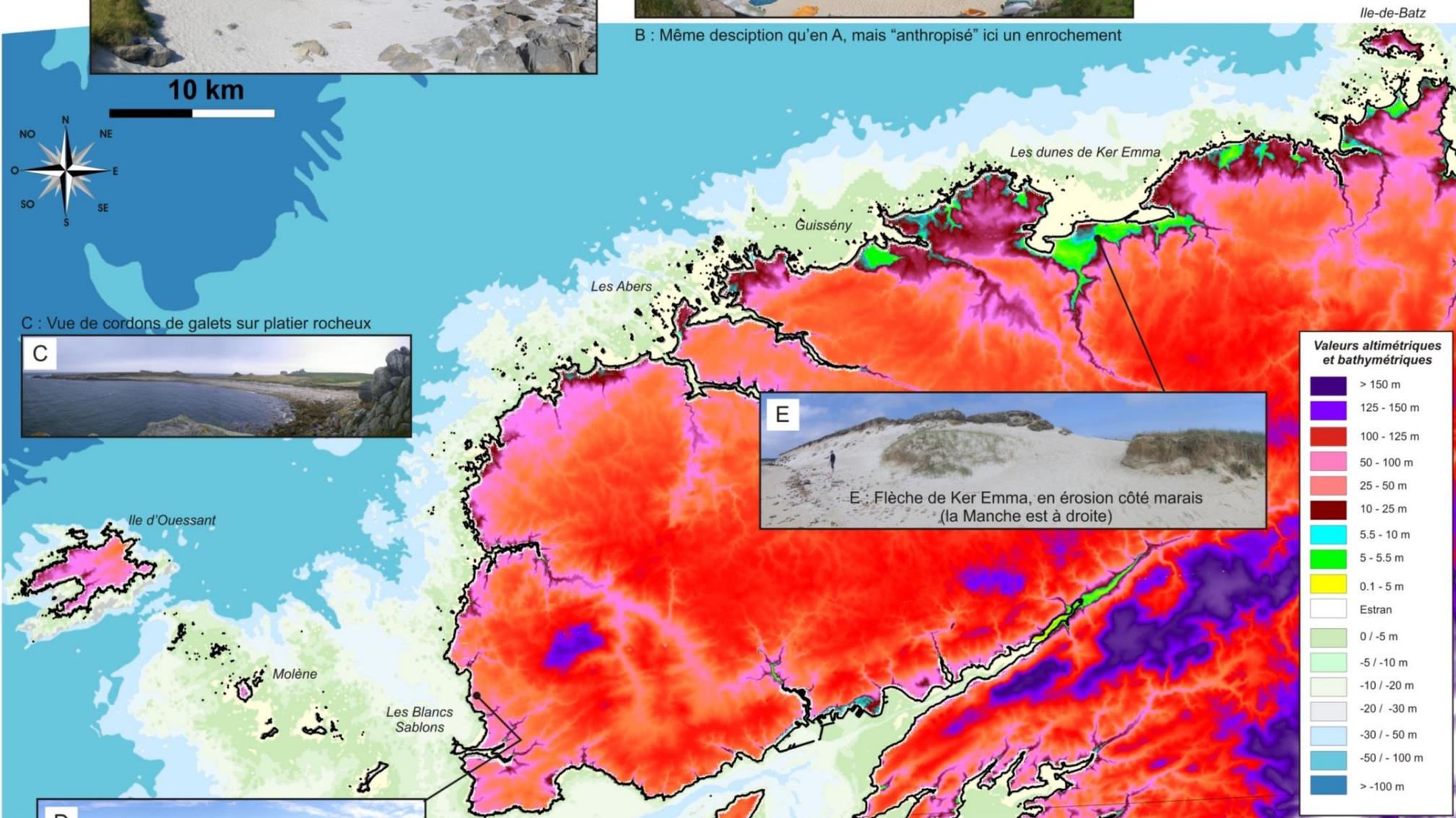
A : Côte basse avec formations superficielles
(ici massif dunaire sur un platier rocheux)



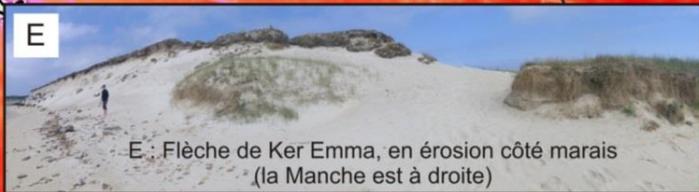
B : Même description qu'en A, mais "anthropisé" ici un enrochement

Géomorphologie et bathymétrie
du compartiment C5 : Baies de Lannion
et de Morlaix

(Mnt à 25 m IGN, et Bathy IFREMER)



C : Vue de cordons de galets sur platier rocheux



E : Flèche de Ker Emma, en érosion côté marais
(la Manche est à droite)



La Pointe Saint-Mathieu

D : Vue vers le Nord,
des falaises du Sud
compartiment

B : Cordon de galets schisteux à l'entrée de l'embouchure du Faou (Vue vers le Faou)



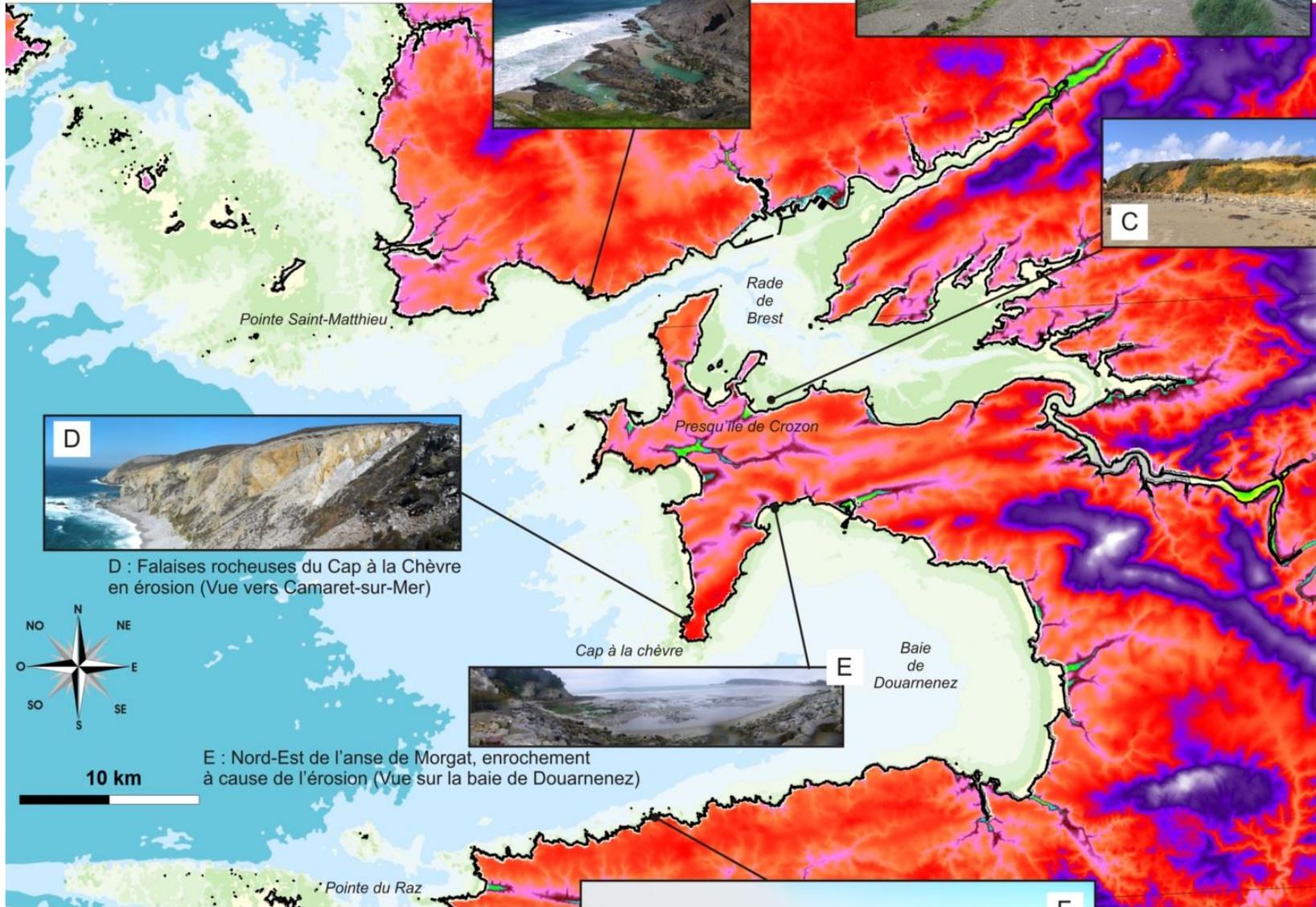
Géomorphologie et bathymétrie du compartiment C5 : Baies de Lannior et de Morlaix

(Mnt à 25 m IGN, et Bathy IFREMER)

A : Vue des falaises de la partie Nord du compartiment C7 (regard vers la pointe Saint-Mathieu)



C : Falaises meubles d'altérites dans la rade de Brest



Valeurs altimétriques et bathymétriques

Dark Purple	> 150 m
Purple	125 - 150 m
Red	100 - 125 m
Pink	50 - 100 m
Light Pink	25 - 50 m
Dark Red	10 - 25 m
Cyan	5.5 - 10 m
Bright Green	5 - 5.5 m
Yellow	0.1 - 5 m
White	Estran
Light Green	0 / -5 m
Light Green	-5 / -10 m
Light Green	-10 / -20 m
Light Green	-20 / -30 m
Light Blue	-30 / -50 m
Blue	-50 / -100 m
Dark Blue	> -100 m



D : Falaises rocheuses du Cap à la Chèvre en érosion (Vue vers Camaret-sur-Mer)

E : Nord-Est de l'anse de Morgat, enrochement à cause de l'érosion (Vue sur la baie de Douarnenez)



F : Falaises du Cap Sizun - Poite du Raz découpées par le fracturation tectonique N150

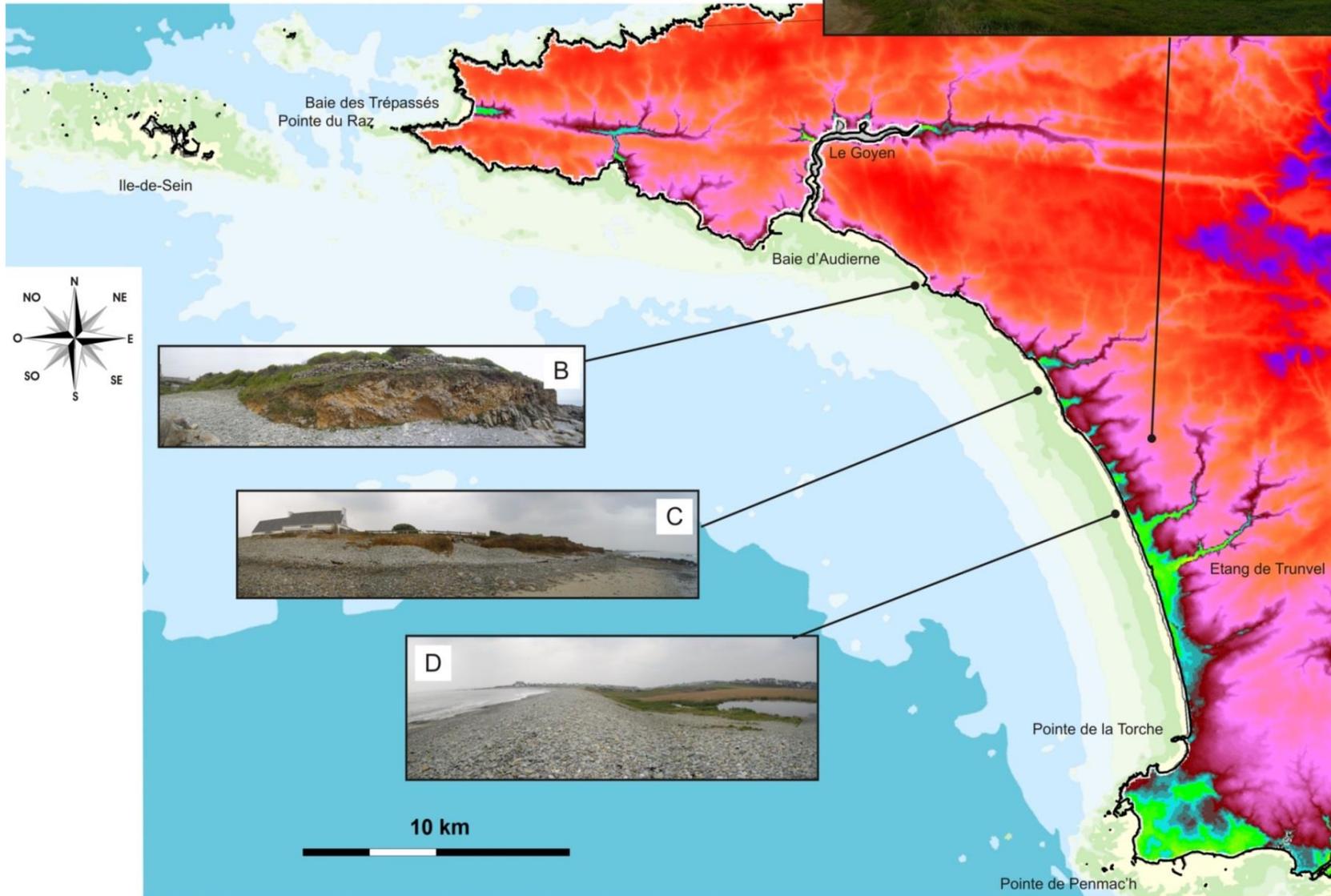


A : Panorama (vue vers le Sud-Ouest) : depuis les collines de la baie d'Audierne (en contre-bas, l'océan et les marais maritimes);

B : Falaise basse altérée de roches granitiques et cordon de galets adossé;

C : Falaise basse altérée de roches métamorphiques et cordon de galets adossé, en arrière plan les premières habitations;

D : Cordon de galets en avant d'un marais maritime envahi par des lobes de débordement de tempêtes (overwash).



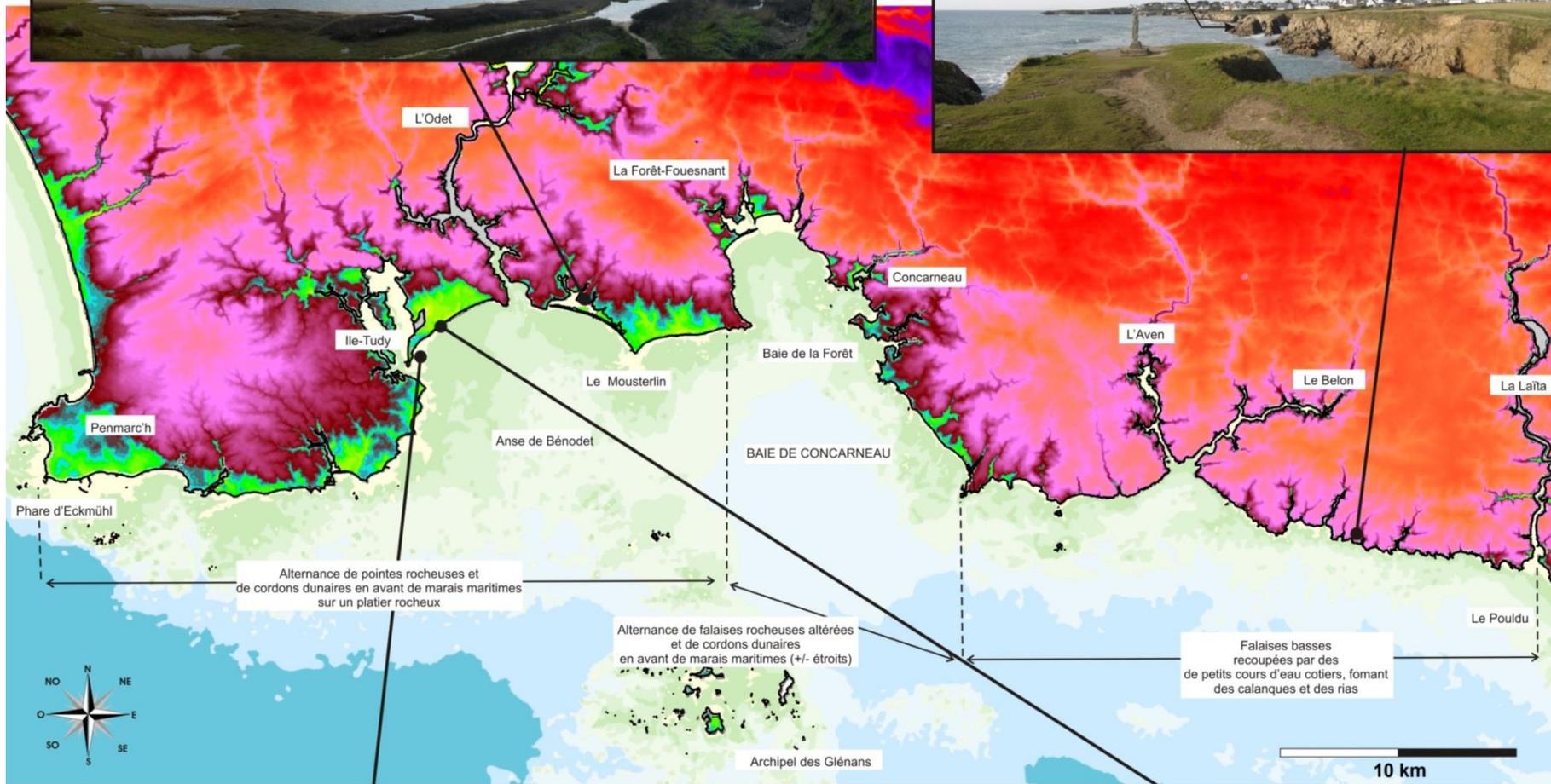
Valeurs altimétriques et bathymétriques



A : Vue depuis la Mer Blanche vers la mer, Bénodet-Fouesnant (Vue vers le Sud)



B : Vue vers le Sud-Ouest, au nord de Doëlan, falaises basses très découpées



Valeurs altimétriques et bathymétriques

Dark Purple	> 150 m
Purple	125 - 150 m
Red	100 - 125 m
Pink	50 - 100 m
Light Pink	25 - 50 m
Dark Red	10 - 25 m
Cyan	5.5 - 10 m
Light Green	5 - 5.5 m
Yellow	0.1 - 5 m
White	Estran
Light Green	0 / -5 m
Light Green	-5 / -10 m
Light Green	-10 / -20 m
Light Blue	-20 / -30 m
Light Blue	-30 / -50 m
Dark Blue	-50 / -100 m
Dark Blue	> -100 m



E et F : Vue de l'Ile-Tudy et de son platier rocheux (E); Grande plage de l'Ile-Tudy et ses habitations

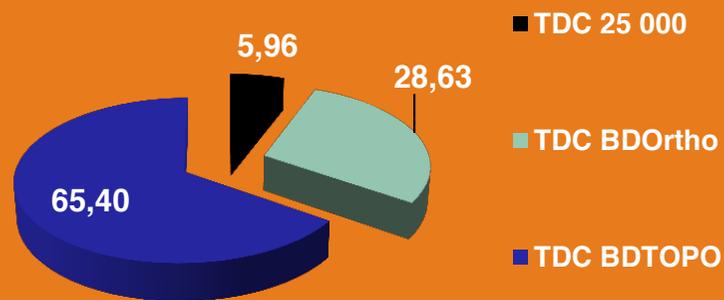
C et D : Cordon dunaire de Treven-Kermor en érosion (C); Aménagements de ce cordon et Erosion (D)

2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion;



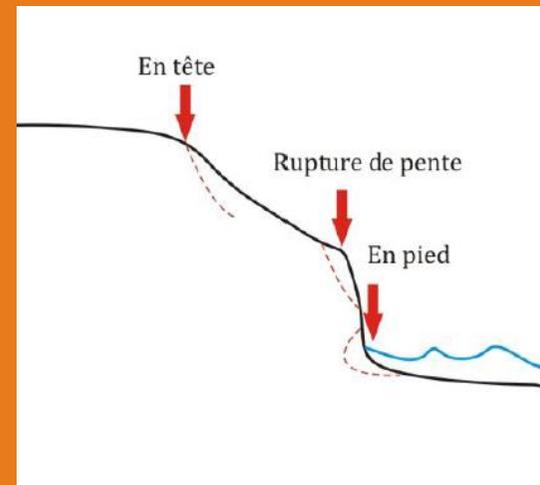
Quel support pour le trait de cote ?

Le choix d'HistoLitt V2,0 car il est assez homogène en comparaison à une digitalisation de critères géomorphologiques ...



Les sources du trait de côte HistoLitt V2.0 (SHOM-IGN) correspondant au Niveau de Haute-Mer pour une coefficient de marée de 120, avec une mer belle ...

Différentes limites géomorphologiques pouvant être digitalisées sur les côtes à falaise, il est aussi possible d'ajouter la limite de végétation ...



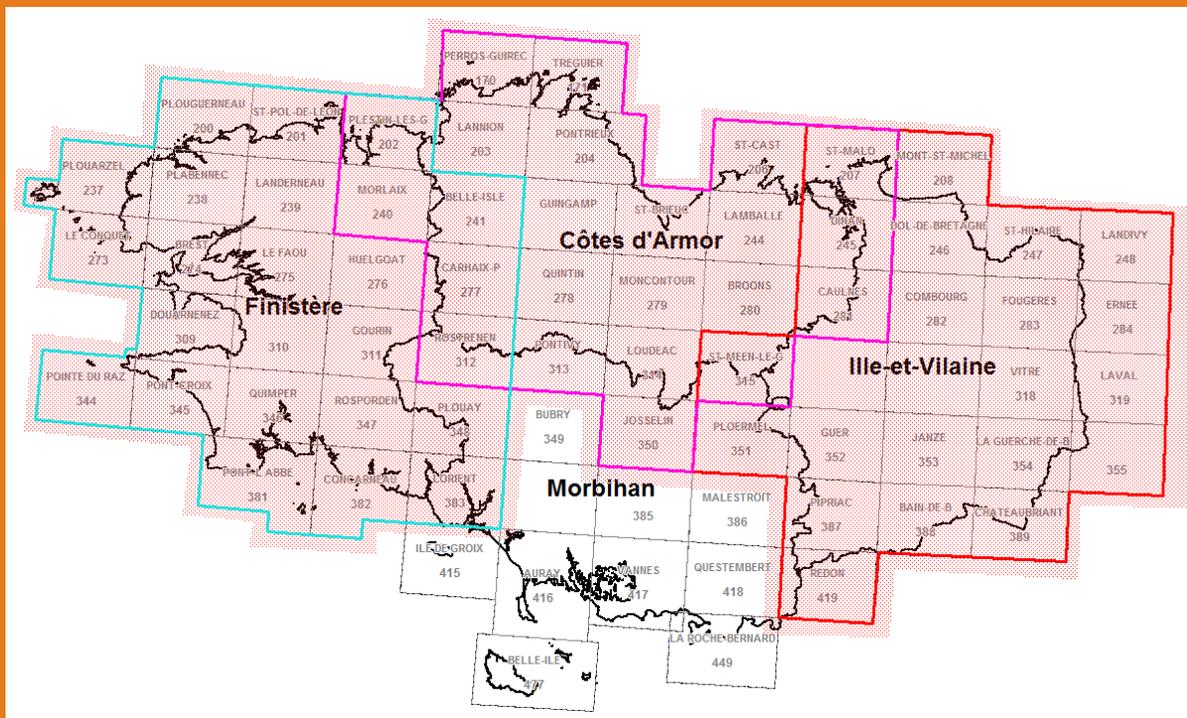
2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion;



Quel support pour le trait de cote ? HistoLitt V2,0 SHOM-IGN

Quelle géologie sur ce trait de cote ?

L'harmonisation des cartes géologiques au 1/50 000 et des investigations de terrain (échelle 1/15 000)



Découpages de cartes géologiques au 1/50 000 De la Bretagne et des cartes au 1/50 000 harmonisées de chaque département ...

Mais c'est la création de 475 caissons ou formations géologiques !!!



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion;



Quel support pour le trait de cote ? HistoLitt V2,0 (SHOM-IGN)

Quelle géologie sur ce trait de cote ? L'harmonisation des cartes géologiques au 1/50 000 et des investigations de terrain Au 1/15 000 ...

Mais c'est la création de 475 caissons ou formations géologiques !!!

Un travail de simplification de la géologie sur des critères :

(Goldich, 1938)

- Lithologiques,
- Expertise du géologue régional,
- Géomécaniques,
- et de disposition à l'altération ...

Classification des minéraux par rapport à Leur résistance mécanique et à l'altération ...

<i>Peu résistants</i>	Olivine	Plagioclases Ca
	Augite	Plagioclases Ca-Na
	Hornblende	Plagioclases Ca-Na
	Biotite	Plagioclases Na
	Feldspaths K	
	Muscovite	
<i>Très résistants</i>	Quartz (zircon, tourmaline...)	



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion



Quel support pour le trait de cote ? HistoLitt V2,0 (SHOM-IGN)

Quelle géologie sur ce trait de cote ? L'harmonisation des cartes géologiques au 1/50 000 et des investigations de terrain Au 1/15 000 ...

Mais c'est la création de 475 caissons ou formations géologiques !!!

Un travail de simplification de la géologie sur des critères :

- Lithologiques,
- Expertise du géologue régional,
- Géomécaniques,
- et de disposition à l'altération ...

Pour aboutir à

- 11 formations géologiques pour les côtes à falaises,
- et 14 formations géologiques pour les côtes meubles.



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion



11 formations géologiques pour les côtes à falaises

		Total
Trait de côte (total 22, 29 et 35)		
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	459,40
	Roches métamorphiques	261,70
	Roches métamorphiques basiques	23,43
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	156,79
	Roches de type gres armoricain	63,05
	Roches volcano-sédimentaires	14,57
	Roches plutoniques a volcaniques basiques	33,50
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,94
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40
	Filons rocheux	27,72
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	167,89

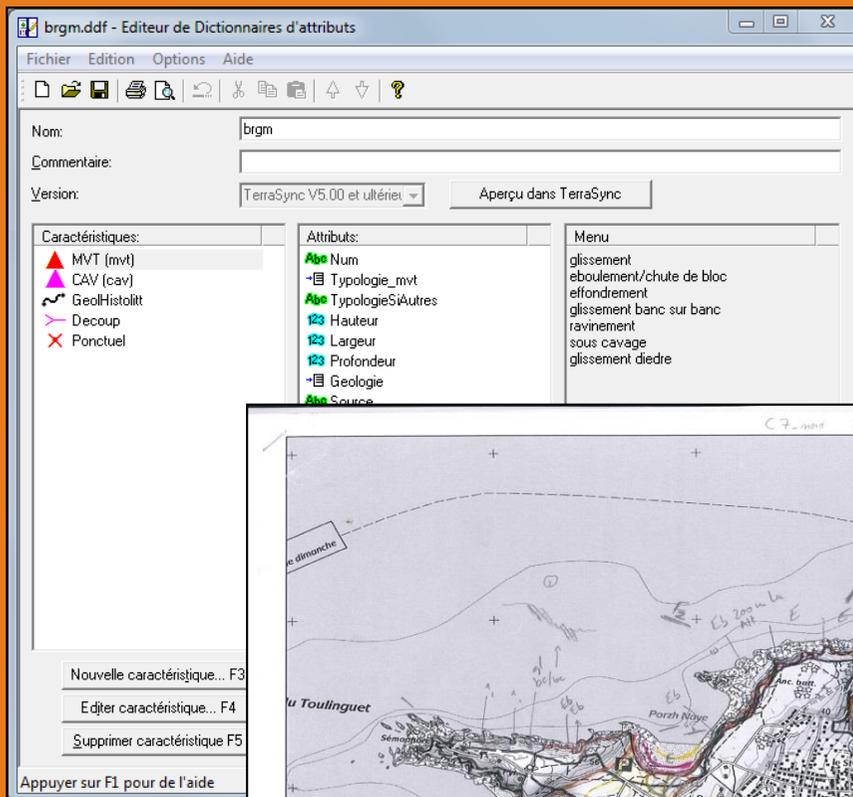


2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;

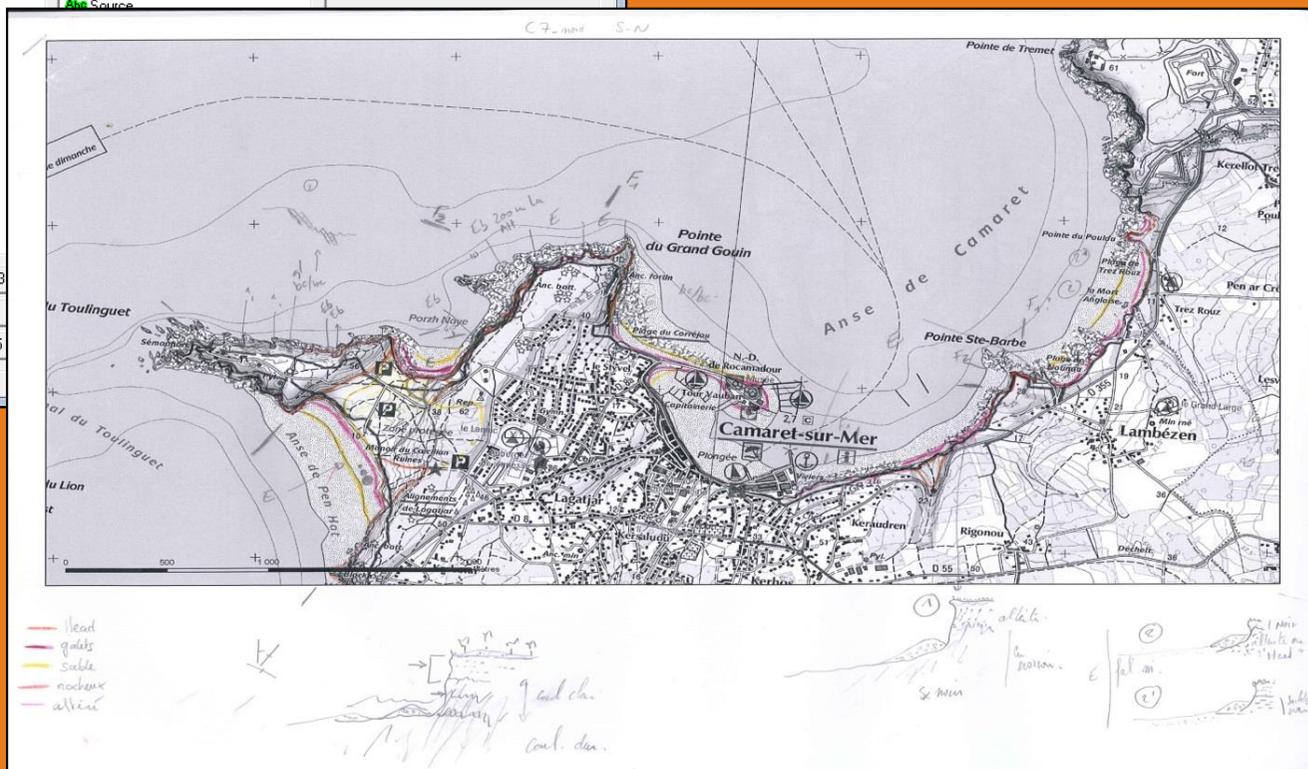
Acquisition des mouvements de terrain ou traces d'érosion, standardisée



GPS de poche
Trimble Juno3B



Un logiciel SIG
Embarqué et de post
Traitement (TerraSync
& PathFinder)

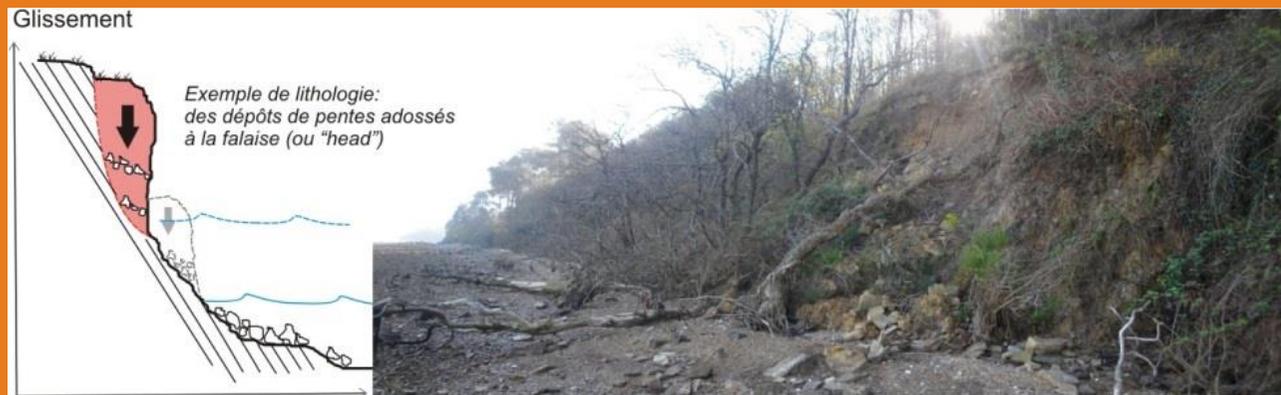


Et une
traditionnelle
minute de terrain

2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



Une typologie des mouvements de terrain ou traces d'érosion standardisée



Glissement dans les dépôts de pente

Glissement banc sur banc dans les formations schisto-gréseuses



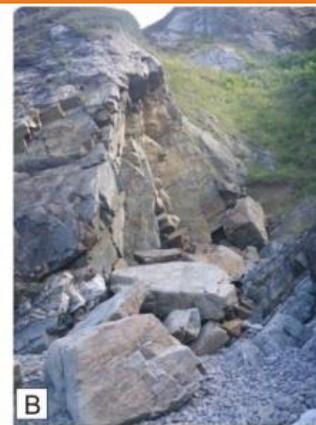
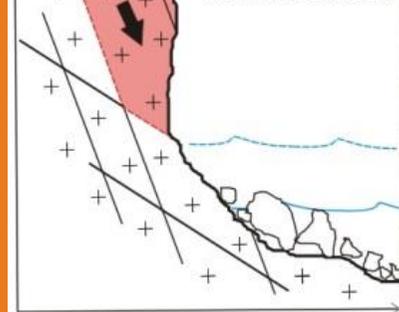
2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



Une typologie des mouvements de terrain ou traces d'érosion standardisée

Glissement de dièdres

Exemple de lithologie : tout type mais affectée par au moins deux discontinuités



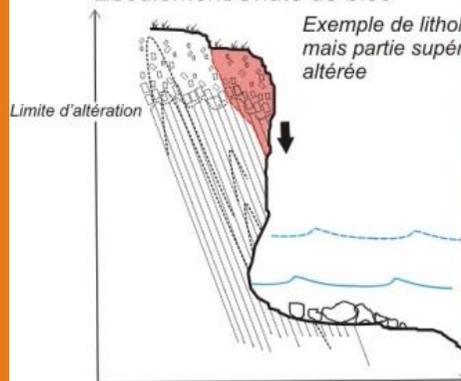
Glissement de dièdres

Eboulement rocheux ou chutes de blocs

Eboulement/Chute de bloc

Exemple de lithologie : tout type mais partie supérieure de la falaise altérée

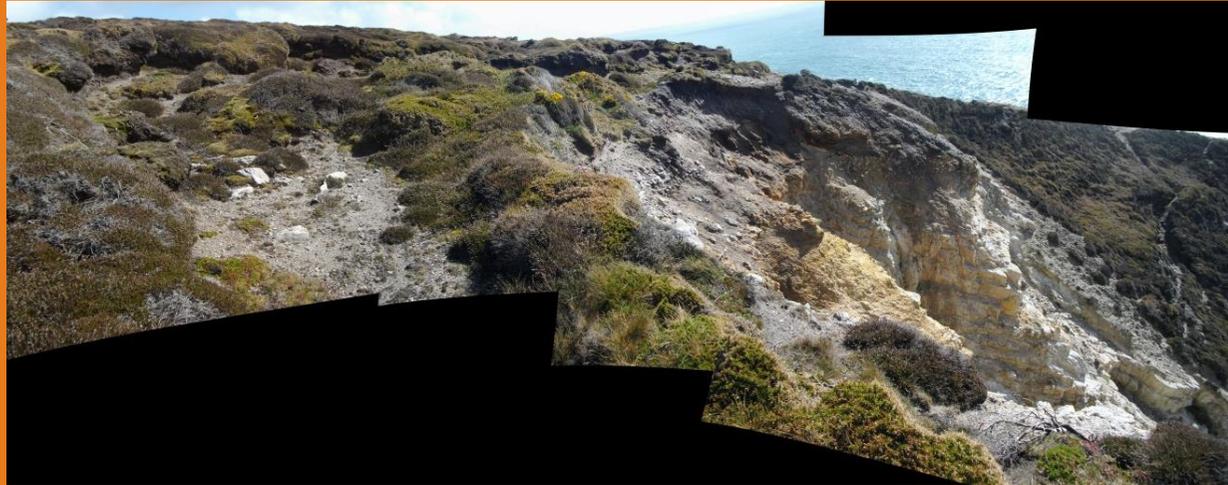
Limite d'altération



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;

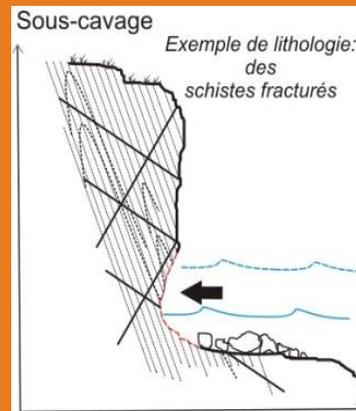


Une typologie des mouvements de terrain ou traces d'érosion standardisée



Ravinement en tête de falaises

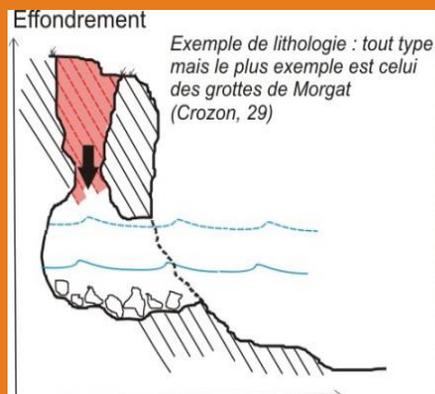
Sous cavage



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



Une typologie des mouvements de terrain ou traces d'érosion standardisée



Effondrement

BILAN

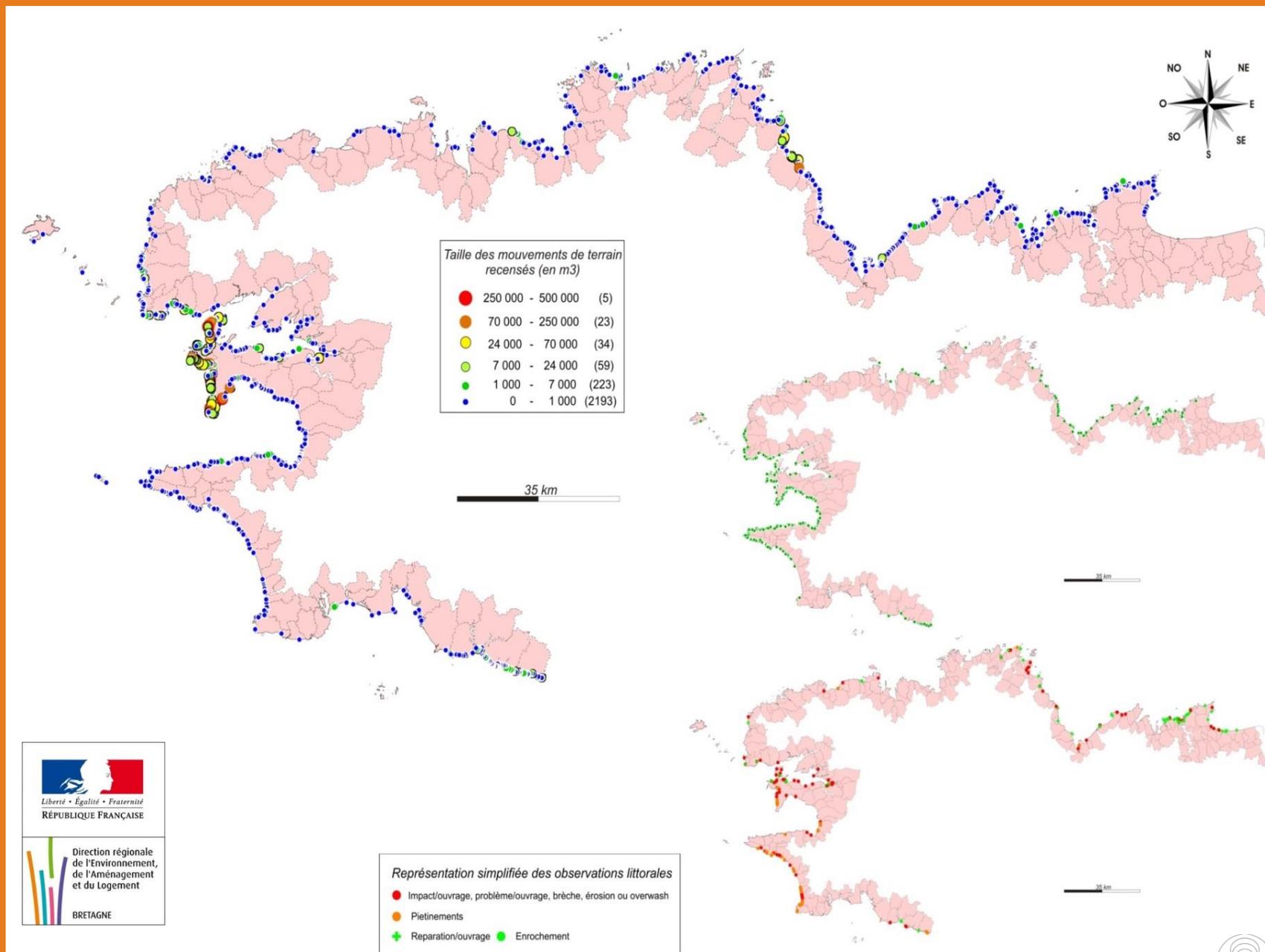
2537 mouvements de terrain ont été recensés sur le littoral des trois départements. Leur répartition géographique se fait pour l'essentiel sur les falaises rocheuses mais aussi sur les falaises meubles composées soit de dépôts de pente soit de cordons dunaires sableux ou à galets.

95 % des volumes de ces mouvements de terrain font moins de **7 000 m³**, soit un effectif total de **2416**.

3.66 % des volumes font moins de **70 000 m³**, soit un effectif total de **93**, et enfin **1.1 %** des volumes sont supérieur à **70 000 m³**, pour un effectif total de **28**, dont les plus importants sont de **500 000 m³**.



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



A partir de ces données, quel indicateur de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises pouvait être utilisé pour évaluer une « prédisposition à l'érosion » ...

4 indicateurs ont été extraits :

- Indicateur 1 : Le rapport linéaire en érosion / linéaire sain,
- Indicateur 2 : Le rapport linéaire altéré / linéaire sain,
- Indicateur 3 : Le calcul de la densité de mvt au km linéaire pour chaque formation géologique,
- Indicateur 4 : Et le calcul de la densité de cav au km linéaire etc.



2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



A partir de ces données, quel indicateur de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises pouvait être utilisé pour évaluer une « prédisposition à l'érosion » ...

4 indicateurs ont été extraits :



- Indicateur 1 : Le rapport linéaire en érosion / linéaire sain,
- Indicateur 2 : Le rapport linéaire altéré / linéaire sain,
- Indicateur 3 : Le calcul de la densité de mvt au km linéaire pour chaque formation géologique,
- Indicateur 4 : Et le calcul de la densité de cav au km linéaire etc.

		en km	altéré	en érosion	altéré en éro	Total	En érosion/Non érodé		Note_Ero
Trait de côte (total 22, 29 et 35)		2084,22						en %	
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	0,04	4,17	2
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	0,06	6,36	2
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	0,15	14,97	3
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	0,23	22,59	4
	Roches de type gres amoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	0,01	1,42	1
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	-	-	-
	Roches plutoniques à volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	0,31	31,48	5
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	-	-	-
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	-	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	-	-	-
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	1,22	121,96	20

2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



A partir de ces données, quel indicateur de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises pouvait être utilisé pour évaluer une « prédisposition à l'érosion » ...

4 indicateurs ont été extraits :

- Indicateur 1 : Le rapport linéaire en érosion / linéaire sain,
- Indicateur 2 : Le rapport linéaire altéré / linéaire sain,
- Indicateur 3 : Le calcul de la densité de mvt au km linéaire pour chaque formation géologique,
- Indicateur 4 : le calcul de la densité de cav au km linéaire pour ...



		en km	altéré	en érosion	altéré en érosion	Total	Roch alt./Roch saine		Note alt.
								en %	
	Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22							
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	0,08	8,41	2
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	0,09	8,58	2
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	0,16	16,34	3
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	0,25	25,07	4
	Roches de type gres armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	0,01	1,35	1
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	0,02	2,25	1
	Roches plutoniques a volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	0,40	39,58	5
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	0,02	2,05	1
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	-	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	-	-	-
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	-	-	-

2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



A partir de ces données, quel indicateur de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises pouvait être utilisé pour évaluer une « prédisposition à l'érosion » ...

4 indicateurs ont été extraits :

- Indicateur 1 : Le rapport linéaire en érosion / linéaire sain,
- Indicateur 2 : Le rapport linéaire altéré / linéaire sain,
- Indicateur 3 : Le calcul de la densité de mvt au km linéaire pour chaque formation géologique,
- Indicateur 4 : Et le calcul de la densité de cav au km linéaire etc.



		en km	altéré	en érosion	altéré en éro	Total	Nbre/mvt	Mvt/km	Note_mvt
	Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22							
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40	362	0,79	1
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70	633	2,42	2
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43	101	4,31	3
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79	514	3,28	2
	Roches de type gres armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05	130	2,06	2
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57	54	3,71	3
	Roches plutoniques a volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50	76	2,27	2
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94	12	1,10	1
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40	6	15,00	20
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72	133	4,80	5
	Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89	554	3,30	2

2 L'analyse multicritère de facteurs de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises;



A partir de ces données, quel indicateur de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises pouvait être utilisé pour évaluer une « prédisposition à l'érosion » ...

4 critères ont été extraits :

- Indicateur 1 : Le rapport linéaire en érosion / linéaire sain,
- Indicateur 2 : Le rapport linéaire altéré / linéaire sain,
- Indicateur 3 : Le calcul de la densité de mvt au km linéaire pour chaque formation géologique,
- Indicateur 4 : Et le calcul de la densité de cav au km linéaire etc.



		en km	altéré	en érosion	altéré en éro	Total		Nbre/cav	Cav/km	Note_cav
	Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22								
Falaises rocheuses et meubles	Roches granitiques	406,80	34,20	10,90	7,50	459,40		398	0,87	1
	Roches métamorphiques	233,36	12,68	7,65	8,01	261,70		227	0,87	1
	Roches métamorphiques basiques	19,83	0,55	0,31	2,74	23,43		18	0,77	1
	Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	121,76	6,14	3,60	25,29	156,79		244	1,56	2
	Roches de type gres armoricain	61,33	0,84	0,88		63,05		355	5,63	5
	Roches volcano-sédimentaires	14,25	0,32	-	-	14,57		24	1,65	2
	Roches plutoniques à volcaniques basiques	24,00	1,48	0,00	8,02	33,50		19	0,57	1
	Roches volcanites et metavolcanites acides	10,72	0,22	-	-	10,94		1	-	-
	Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40	-	-	-	0,40		1	-	-
	Filons rocheux	22,90	1,88	0,54	2,40	27,72		62	2,24	3
Depots de pente (colluvions aux alluvions)	75,64	-	92,25	-	167,89		55	0,33	1	

3 Résultats



A partir de ces données, quel indicateur de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises pouvait être utilisé pour évaluer une « prédisposition à l'érosion » ...

4 indicateurs ont été extraits :

- Indicateur 1 : Le rapport linéaire en érosion / linéaire sain,
- Indicateur 2 : Le rapport linéaire altéré / linéaire sain,
- Indicateur 3: Le calcul de la densité de mvt au km linéaire pour chaque formation géologique,
- Indicateur 4 : Et le calcul de la densité de cav au km linéaire etc.



Est-il possible de déterminer si tel ou tel type de roche a des prédispositions à l'érosion ou pas ?

3 Résultats

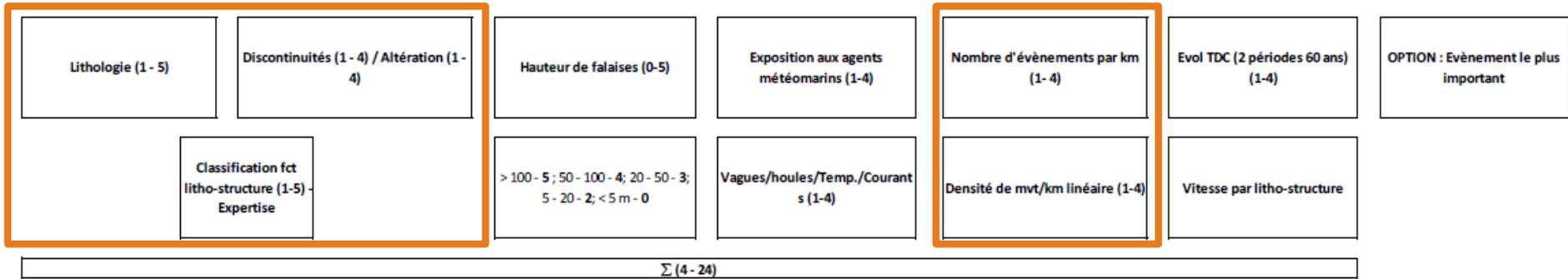


Est-il possible de déterminer si tel ou tel type de roche a des prédispositions à l'érosion ou pas ?

Evaluation de l'aléa « érosion » sur les côtes à falaises bretonnes :

Partie : facteur de prédisposition

Partie : facteur déclenchant Partie : facteur discriminant



Note finale de prédisposition à l'érosion des côtes à falaises

	Total
Trait de côte (total 22, 29 et 35)	2084,22
Falaises rocheuses et meubles	
Roches granitiques	459,40
Roches métamorphiques	261,70
Roches métamorphiques basiques	23,43
Roches sédimentaires (schisto-gréseuses)	156,79
Roches de type grès armoricain	63,05
Roches volcano-sédimentaires	14,57
Roches plutoniques à volcaniques basiques	33,50
Roches volcanites et metavolcanites acides	10,94
Roches quartzitiques (ou localement mylonitiques)	0,40
Filons rocheux	27,72
Depôts de pente (colluvions aux alluvions)	167,89

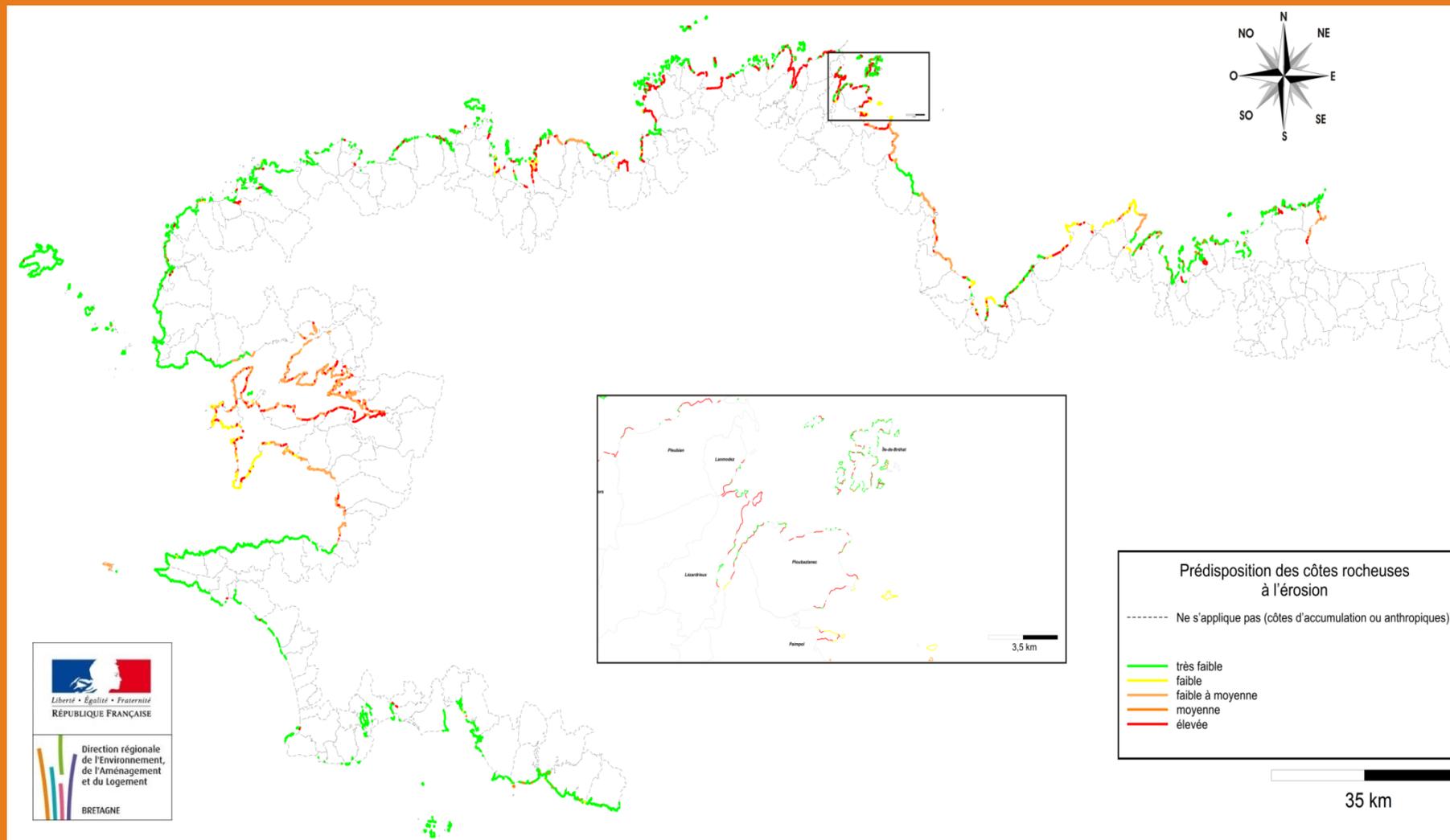
Moyenne	Note finale
1,5	1
1,8	1
2,5	2
3,0	3
2,3	2
2,0	2
3,3	3
1,0	1
5,0	4
4,0	4
7,7	5



3 Résultats



Prédisposition à l'érosion des cotes à falaises



4 Conclusions & perspectives



Des résultats intéressants puisqu'ils expliquent une certaine géomorphologie côtière, mais qui peuvent être améliorés

Notamment avec l'intégration de :

- la géomorphologie;
- Et l'analyse pour chaque lithologie « saine ou altérée »;
- Et faire entrer dans la grille d'évaluation les facteurs déclanchants et aggravants en confrontant les linéaires de mêmes lithologies « saines ou altérées » aux agents météorologiques et météorologiques.

Cependant, en se basant que sur l'analyse des lithologies, cette étude peut constituer par la bancarisation des données, un point de départ à l'analyse des aléas gravitaires littoraux en Bretagne, qui pourra être enrichi et utilisé dans la gestion des zones cotières pour la prévention des risques ...

