



Identification et cartographie des aléas liés aux talus et falaises du littoral de Loire-Atlantique

Présentation du 14/05/2013

Emmanuelle Plat - BRGM, SGR/PAL

Le Brgm en bref

- > **Le BRGM est l'établissement public spécialiste des applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol**

- > **Son statut : Etablissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle ministérielle**
 - Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
 - Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
 - Ministre du Redressement productif

- > **OBJECTIFS**
 - Comprendre les phénomènes géologiques, développer des méthodologies et des techniques nouvelles, produire et diffuser des données pertinentes et de qualité
 - Mettre à disposition les outils nécessaires à la gestion du sol, du sous-sol et des ressources, à la prévention des risques naturels et des pollutions, aux politiques publiques d'aménagement du territoire

Problématique des falaises côtières

> Principaux types d' action affectant les falaises côtières

- Recul par à coup du pied de falaise sapé par les vagues (falaises vives)
=> origine marine prédominante
- Recul par glissement ou éboulements successifs de falaises instables (toutes les falaises côtières)
=> origine continentale prédominante

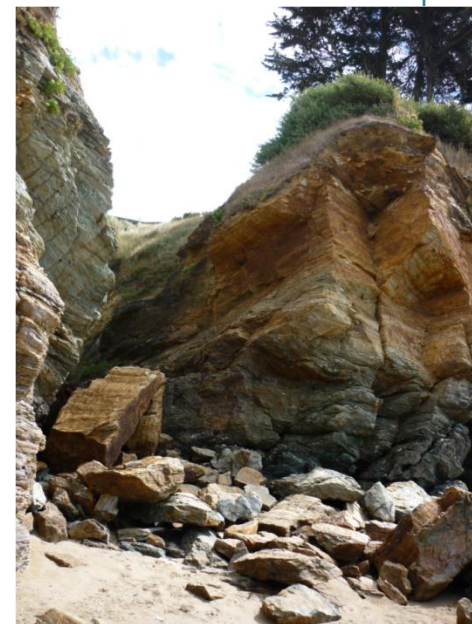
> Phénomènes affectant les falaises

- Eboulement
- Glissements
- Ravinement



Recul des falaises

> Alea mouvements de terrain / aléa recul des falaises



Rôle BRGM et Méthodologie générale

- Objectif : évaluation de l'évolution des talus et falaises côtiers de Loire Atlantique et caractérisation des aléas correspondants

Bilan des connaissances et analyse de l'évolution des côtes rocheuses sur des bases historiques

Documents BRGM ou fournis par les services

- rapports d'étude
- Thèses / mémoires
- Ouvrages généraux
- BD Mvt
- Autre

Analyse quantitative de l'évolution des côtes rocheuses

- Photographies aériennes
 - Documents cartographiques
 - (- Documents cadastraux)
- => calcul de la vitesse d'évolution**

Investigation de terrain

Missions de terrain

Observations qualitatives, mesures (nature des roches, structure, altération, fracturation, pendage) et photographies

Intégration SIG et fiches synthétiques

Découpage en secteur homogène (notamment vis-à-vis des types d'instabilités)

Fonction de différents facteurs : morphologie, géologie/lithologie, autres (actions marines, hydrogéologie, végétation...)

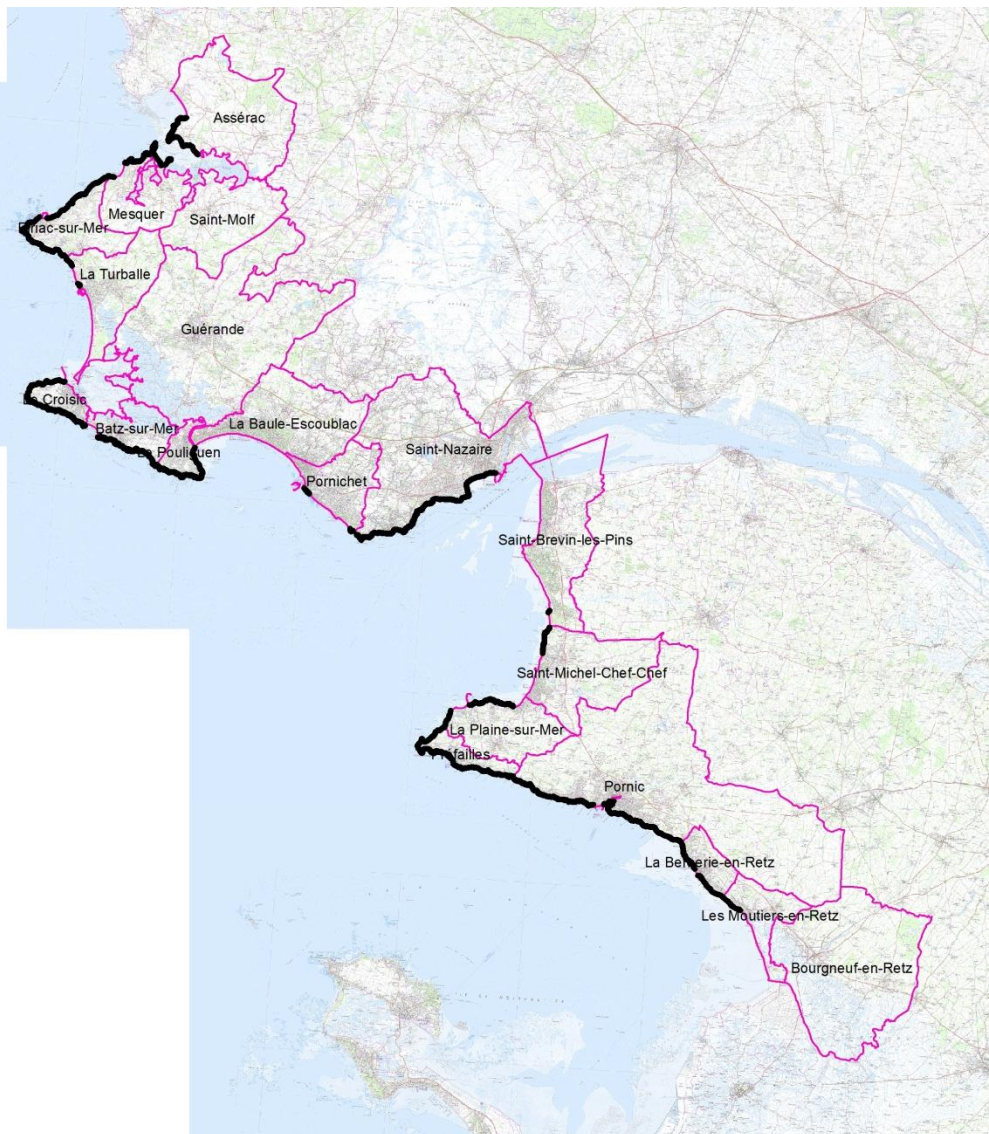
Qualification de l'aléa recul des falaises/talus et mouvements de terrain

Aléa mouvements de terrains (chutes de pierres et de blocs, glissements, ravinement)
Aléa recul des falaises/talus : évaluation prédictive du recul des falaises et talus côtier, à la perspective d'une échéance centennale
→ 4/5 niveaux d'aléa (nul, très faible, faible, moyen, fort)

➔ **Restitution cartographique (1/10 000)**

MÉTHODOLOGIE ET EXEMPLE

Zones cibles de l'étude



> **16 communes concernées**

Secteur 1 : Baie de Pont-Mahé –
Traict de Pen-Bé :

Asserac, Mesquer et Piriac-sur-Mer

Secteur 2 : Presqu'île

Guérandaise-Saint-Nazaire :

La Turballe, Le Croisic, Batz-sur-Mer, Le Pouliguen, Pornichet et Saint-Nazaire

Secteur 3 : Côte de Jade :

Saint-Brevin-les-Pins, Saint-Michel-chef-chef, La Plaine-sur-Mer et Préfailles

Secteur 4 : Baie de Bourgneuf
Nord :

Pornic, La Bernerie-en-Retz, Les Moutiers-en-Retz et Bourgneuf-en-Retz

Bilan des connaissances

> Atlas des cotes de Loire-Atlantique (1991) sur support papier (1/50 000)

> Etudes de bureaux d'étude

- Etude SOGREAH (2010)
- Etude SIMECSOL (2000)

> BD MVT

> Articles scientifiques

> Rapports BRGM

> Photographies aériennes (1950-1960)

> Orthophotographies (1950-1977-1999-2004-2009)

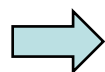
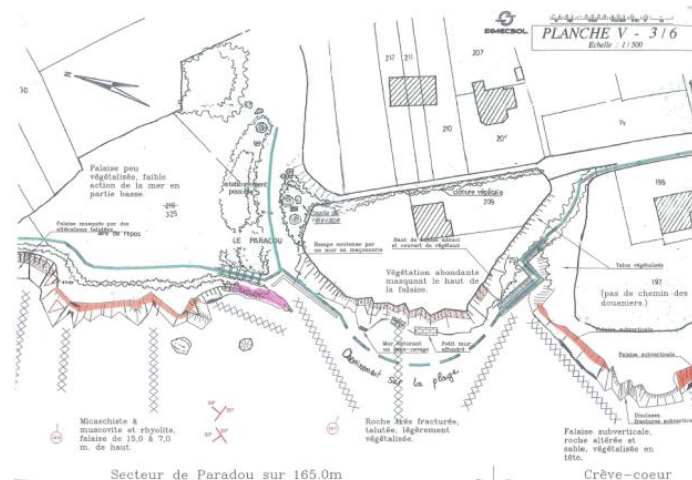
> LITTO3D

> Informations géologiques (carte géologique, notice...)

> Enquête communale

- Connaissance de mouvements de terrain
- Interventions sur littoral (sentier côtier, constructions, etc.)

> Fiche tempête



Traitement de la LITTO3D

➤ Développement d'une méthodologie de calcul des hauteurs et des pentes de falaises

LITTO3D → Zones de pentes et altitudes

Hauteurs des falaises (pas de 5 m)



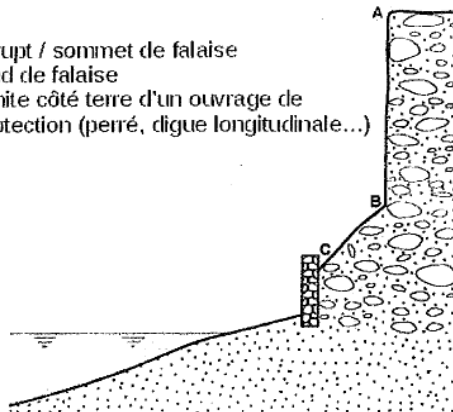
Traitement des orthophotographies

> Détermination du recul de falaise <> recul trait de cote

> Choix d'indicateurs de falaises

- Pied ou nez de falaise → chaque fois que possible
- Limite végétation

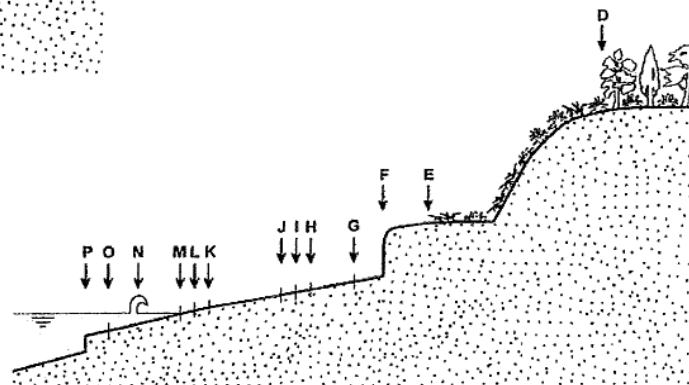
- A Abrupt / sommet de falaise
- B Pied de falaise
- C Limite côté terre d'un ouvrage de protection (perré, digue longitudinale...)



- D Limite côté mer d'une végétation arbustive établie (stable) sur une dune
- E Limite côté mer de végétation dunaire
- F Talus d'érosion
- G Ligne de débris (trace de tempête passée)
- H Trace d'un ancien très eau niveau de la mer
- I Ligne atteinte par un précédent niveau de pleine mer ou
- J Ligne correspondant à l'altitude d'une pleine mer moyenne (référence aux niveaux de marée)
- K Limite mouillé/sec ou de run-up maximum
- L Résurgence d'eau sur la plage

Source :
Boak and
Tuner, 2005

- M Ligne atteinte par l'eau (mesure instantanée)
- N Ligne du dernier gros déferlement au rivage
- O Ligne correspondante à l'altitude d'une basse mer moyenne (référence aux niveaux de marée)
- P Rupture de pente de la plage sous-marine ou talus pré-littoral



Traitement des orthophotographies

> Différents tests méthodologiques réalisés

- Echelle de lever
- Précision
- Calage des orthophotographies

> Validation sur quelques secteurs tests

- Obligation de vérifier le calage des orthophotographies
- Obligation de confronter aux observations de terrain

> Difficultés rencontrées

- Difficulté de positionnement de l'indicateur sur certaines orthophotographies anciennes (1950 ou 1977)
- Ombrage et végétation (arbres) rendent parfois difficile le positionnement (secteur de Saint Nazaire par exemple)
- Impossibilité d'avoir un indicateur unique
- Recul le plus souvent très localisé (au niveau d'indentation)
- Parfois, recul souterrain non visible sur orthophotographies
- Les actions de l'homme sont parfois très influentes (revégétalisation, etc.)

Investigations de terrain

> Objectif :

- Hauteur et géométrie de la falaise et/ou talus ainsi que des terrains meubles qui peuvent la surmonter
- Description succincte des formations constituant cette falaise (ou talus) et de leurs caractéristiques géo-mécaniques ainsi que de leurs éventuelles propensions à subir des mouvements de terrain ou de l'érosion localisée
- Evénements encore détectables au moment de la visite
- Présence de renforcements, d'ouvrages assurant la stabilité ou une protection contre l'érosion
- Orientation de la falaise, caractère abrité / semi-exposé / exposé

Investigations de terrain (fiches de terrain)

IDENTIFICATION

NumFiche : 1
Commune : Préfailles
Lieu-dit : La Raïse

Date : 16/05/2012
Auteur : EP - TD
Longueur : 37 m

DESCRIPTIONS

Formation géologique

Formation des porphyroïdes de Vendée : métarhyolite et méta-arkose à muscovite (présence de veines de Quartz)

Altération

Formation altérée en tête sur 2/3 m. Découpage en petites blocs. Altération en boule par endroit

Formations Sup

Néant

Versant

Falaise rocheuse subverticale de 5,5 m à 6 m (certaines parties en surplomb)

Structure (Pli, strat, discontinuité)

Schistosité horizontale

Fracturation (Densité, ouverture, remplissage, familles (orientation), rugosité)

Nombreuses fractures dont fractures ouvertes parallèle au plan de la falaise

Famille de faille principale (N 5°, 60° W) et (N 70°, 55° S)

Végétation

Herbe en tête avec quelques herbes grasses aérobaliées en milieu de paroi

Venue d'eau

Néant

Exposition

Falaise d'arrière plage

Confortement actuel

Néant

ENJEUX

- Construction :
- Sentier :
- Route :
- - Plage de baignade :

EVENEMENTS

Éléments mobilisés (Taille, forme -arrondi, anguleux-, fraicheur des plans, lichen, litho)

Néant

Sapement en pied Dimension (sous cavage...), niveaux concernés

Léger sapement au niveau des fractures

Éléments mobilisables

Blocs individualisés en haut de falaise altérée

Indentation de la cote

Néant

Erosion différentielle

Néant

DIAGNOSTIC

Catégorie géomorphologique : 1

Type d'instabilité pouvant affecter la zone et fréquence :

	Proba départ	Zone impactée
Chutes de pierre (<1dm ³)	Fort	Haut de plage sous falaise
Chutes de blocs (1dm ³ < <1 m ³)	Fort	
Chutes de gros blocs (>1 m ³)	Faible	
Éboulement en masse (> 10 m ³)	Moyen	
Glissement		
Coulée		
Erosion de tête		

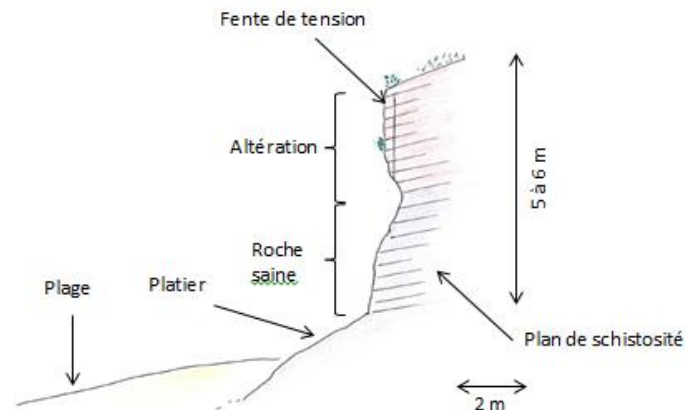
Niveau d'aléa (en l'état actuel de nos connaissances) : XXXX

Recul de la falaise : Evolution très lente entre 1950 et 2009

PHOTOS

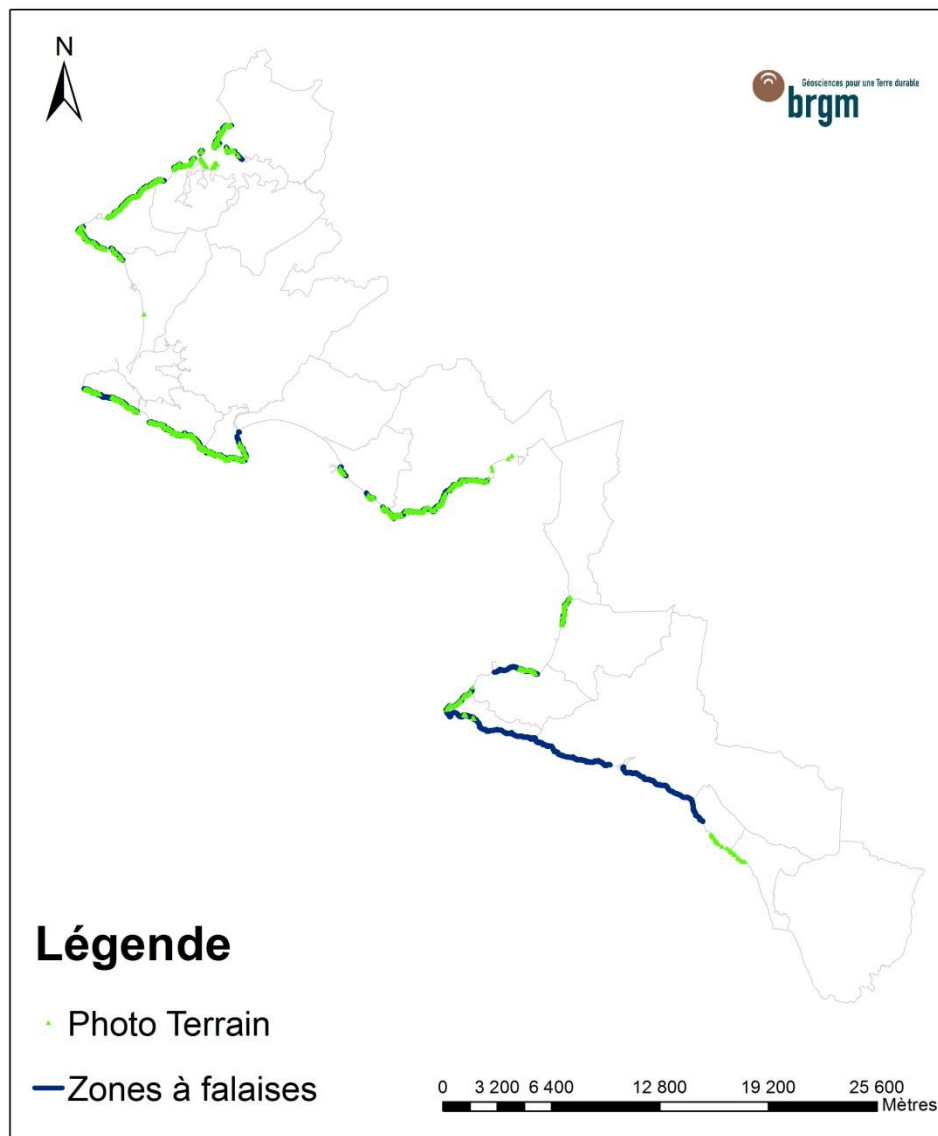


COUPE



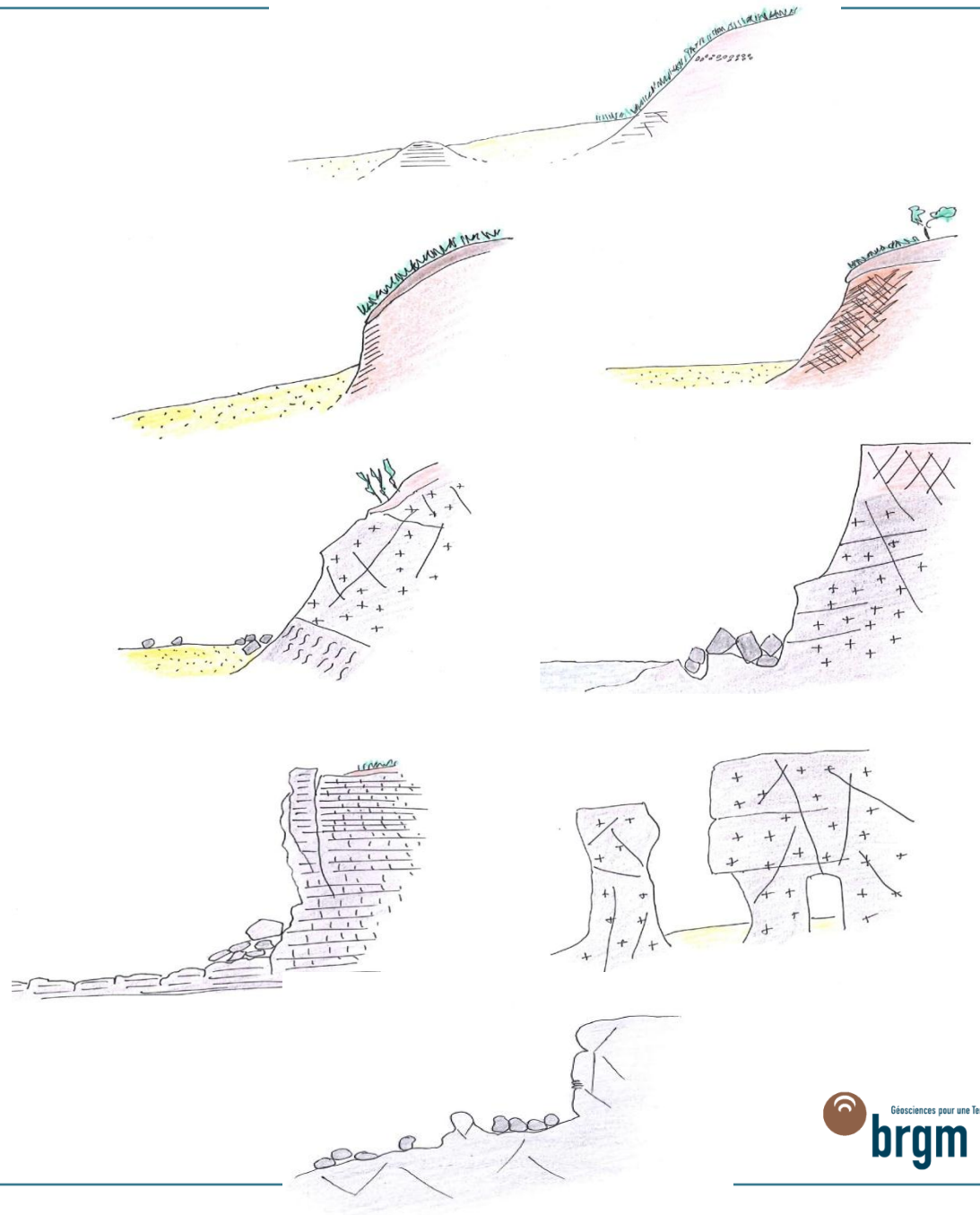
Investigations de terrain (synthèse)

- > Quasi-totalité du littoral investigué hors 3 communes (Préfailles, Pornic et la Bernerie objet d'une étude SIMECSOL détaillée en 2000)
- > 23 jours de terrain
- > Rédaction de 248 fiches issues des observations de terrain
- > 7029 photographies géoréférencées
- > Intégration de l'ensemble des observations au SIG



Détermination de grands types géomorphologiques

- > Croisement de l'ensemble des données disponibles
- > Regroupement en 9 grands types géomorphologiques (dont un correspondant aux cotes artificialisées)



Détermination de grands types géomorphologiques

> Rédaction de fiches avec schéma de synthèse

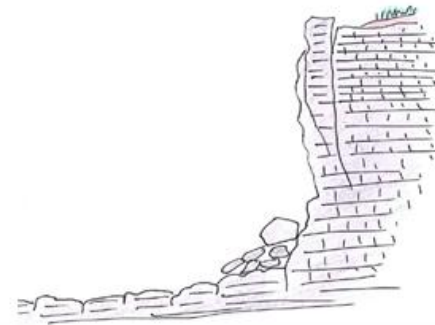
Description géomorphologique : Falaise en roche saine ou quasi saine (horizon fracturé), souvent très redressée, de 8 m de hauteur moyenne (mais pouvant atteindre une vingtaine de mètres) se poursuivant par un platier rocheux. La roche présente de nombreuses fractures parallèles au plan de la falaise individualisant des blocs et des gros blocs que l'on retrouve généralement en pied.

NB : Des falaises micaschisteuses plus altérées ont été associées à ces falaises lorsqu'elles présentent des morphologies similaires.

Type de roche concernée : Tous type de roche

Altération : Roche saine ou quasi saine dans la masse (horizon fracturé, à l'exception des micaschistes plus altérés)

Schéma :



Instabilités : Ces zones peuvent être à l'origine de chutes de pierres, de blocs, de gros blocs et plus rarement d'éboulements en masse et de glissements de terrain. L'aléa associé est faible à moyen.

Type d'érosion : Erosion marine et continentale

Secteurs concernés : La grande côte, Pomic et Préfailles (orientation S-SO)

Exemples :



Qualification des aléas

> Aléa instabilités

- **Aléa** : probabilité de survenance sur une zone donnée, d'un évènement donné, d'une intensité donnée, sur une période donnée
 - Approche terrain par évènements
 - Approche restitution par intensité (facilite la prise en compte)
 - Pas de notions d'enjeux
- Guide méthodologique donne peu de pistes pour les falaises
- Guide pour l'élaboration des PPR → transcription pour notre étude

	Définition	Exemple de mesures de prévention
Aléa très faible	Falaise rocheuse de faible hauteur pouvant présenter des instabilités de type chutes de pierres par exemple, mais dont le volume de matériaux reste très limité	Pas de mesure de prévention nécessaire
Aléa faible	Falaise montrant par endroit des traces de petites chutes de pierres, blocs ou de ravinements peu important	Purges de blocs instables en falaise, confortement légers
Aléa moyen	Falaises ou pentes littorales instables, avec des volumes de matériaux déplacés modérés (blocs de quelques m3)	Drainage d'une zone instable, confortement important
Aléa fort	Mouvements de terrain suffisamment important pour engendrer le déplacement de gros blocs (>1 m3) ou de masses instables de plusieurs milliers de m3	Stabilisation d'un glissement de terrain important, confortement d'un plan de falaise instable

Qualification des aléas

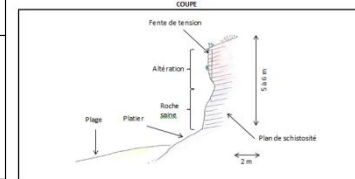
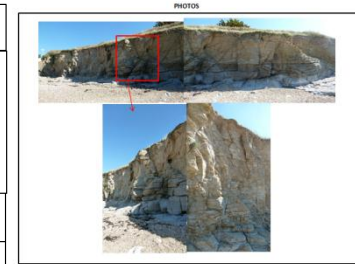
> Aléa Recul

- **Alea toujours fort dans la zone identifiée**
- **Evaluation du taux de recul**
 - Traitement orthophotographique : le plus souvent sur 50 ans (1950-2004)
 - Comparaison avec les résultats de SOGREAH (souvent cohérents avec nos valeurs)
 - Prise en compte de la probabilité d'occurrence des mouvements de terrain
- **Détermination de l'incertitude associée au taux**
 - Lié au calage des orthophotographies et à la précision de digitalisation
 - Prise en compte des résultats de SOGREAH

Base de données constituée

ID_Fiche

IDENTIFICATION		
Nom/Fiche: 1	Date: 16/05/2012	
Commune: Piffaillies	Autor: BR-70	
Lieu-dit: La Basse	Longueur: 37 m	
DESCRIPTIONS		
Excavation altération	Excavation (Ouvrir, ouverture, remplissage, fermes, ouverture, rigole)	
Formes des escarpements de Vénédic: molaire	Nombreuses fractures dont fractures ouvertes	
Mytilus et mûres entrainés à marée basse (présence de vestiges de Quaternaire)	présence de plan de glissement	
Altération	Forme de l'affleurement (N°S°E°) ou (N°O°°E°)	
Formation altérée en blocs sur 2,5 m. Décapage en entonnoir. Altération en boue par endroits	Matériau	
Excavation/chaux	matériau en blocs avec quelques herbes grasse	
Néant	abandonnés en milieu de paroi	
Niveau	Zone d'axe	
Faune rocheuse substrat/ta de 0,5 m à 0,6 m	Néant	
(en petites parties en surplomb)	Escarpement	
Structure (N, S, SW, NW, SE, NE)	Faune d'arrière plage	
Schéma horizontal	Caractéristique/actuel	
Néant	Néant	
ENLUX		
□ Coproduction:		
□ Service:		
□ Musée:		
• Plage de balnéaire:		
EVENEMENTS		
Éléments mobilisés (Paille, forme amovible, engrais, matériel des pays, etc., etc.)	Éléments mobilisables	
Néant	Blocs mobilisables en haut de falaise arrière	
Sécheresse/Logement (niveau de charge, L, niveau inférieur)	Insolation de la côte	
Néant	Néant	
Legit déplacement au niveau des fractures	Excavation/différenciale	
Néant	Néant	
DIAGNOSTIC		
Catégorie géomorphologique: 1		
Type d'instabilité possible affectant la zone et l'époque:		
	Pisage observé	Zone impactée
Chutes de pierres (> 100 kg)	Sol	
Chutes de blocs (> 1000 - < 100 kg)	Sol	Haut de plage sous
Chutes de projectiles (> 10 kg)	Plaque	Roche
Éboulement massifs (> 10 m ³)	Moyen	Sable
Éboulement		
Chutes		
Érosion de la		
Chutes		
Mettre à jour les fiches actuelles de non-actualisées: 000		
Recul de la falaise: Evolution très lente entre 1950 et 2009		



Niveau d'aléa

- Mouvement de terrain
- Recul de falaise avec zone impactée

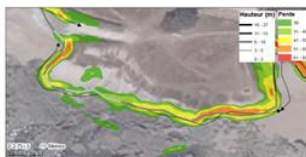
RESULTATS

Présentation des résultats

- > Rapport (présentation méthodologie et résultats) *en cours de finalisation*
- > Annexe = fiches secteurs homogènes
- > Base de données

F_002

Commune : Préfailles
Lieu-dit : Ker Eleonie
Longueur : 99,580694 m
Auteur : EP



DESCRIPTIONS

Formation géologique : Formation des porphyroïdes de Vendée : méta-rhyolite et méta-arkose à muscovite

Altération : Fracturé (une zone un peu altérée)

Formations_Sup : Environ 50 cm de TV

Versant : Falaise de 5,7 m en moyenne pouvant atteindre 8,2 m avec large platier rocheux

H min : 2,9 m Hmoy : 5,9 m Hmax : 9,2 m

Structure : Foliation subhorizontale

Fracturation : Très fracturé

Végétation : Pelouse en tête en retrait d'environ 1 m par rapport à la tête de falaise

Venue d'eau : Néant

Confortement actuel : Néant (cimentation au niveau de la falaise)

EVENEMENTS

Éléments mobilisés : Très nombreux blocs en pied de taille pluridécimétrique à métrique

Sapement en pied : Un unique sous-cavage au niveau du chemin

Éléments mobilisables : Quelques gros blocs en sommet de falaise

Indentation de la cote : Indentation métrique

DIAGNOSTIC

INSTABILITES :

Chutes de pierres : Faible

Chutes de blocs : Moyen à fort

Chutes de gros blocs : Faible

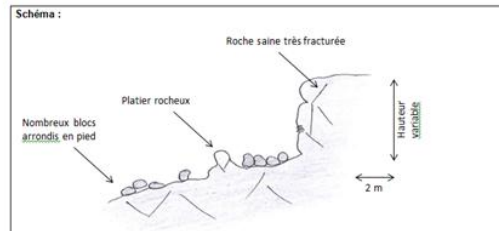
Eboulements en masse : Très faible

Glissements : Nul

⇒ Alea instabilité : Faible

RECU :

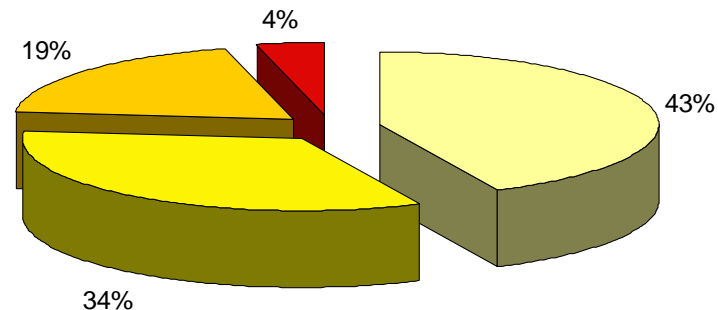
Taux : $0,035 \pm 0,04$ m/an



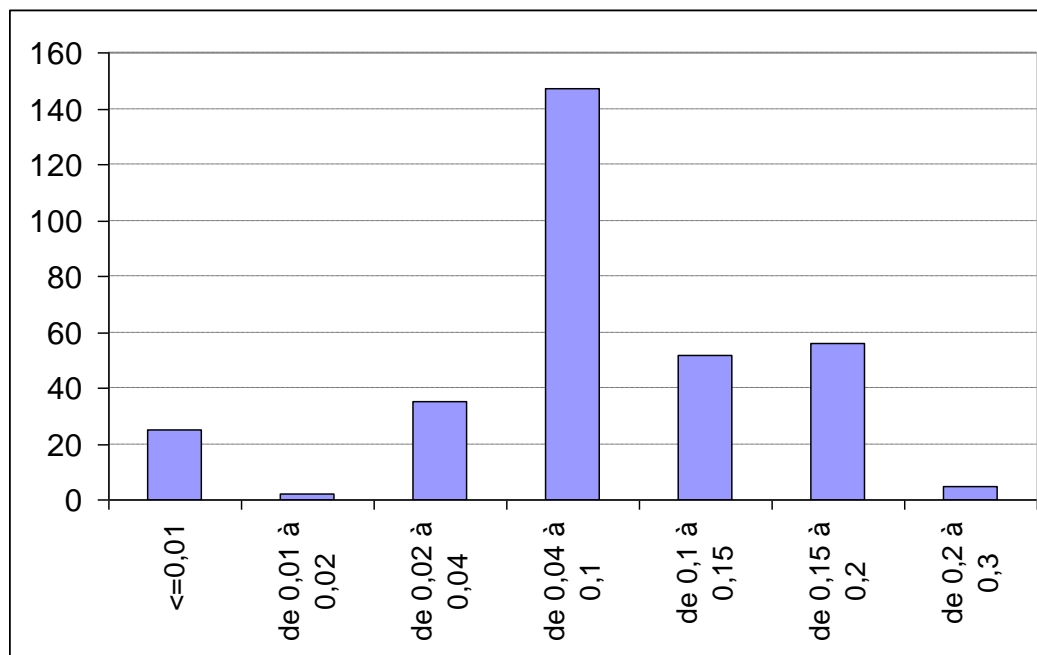
Présentation générale des résultats

> Répartition de l'aléa instabilité

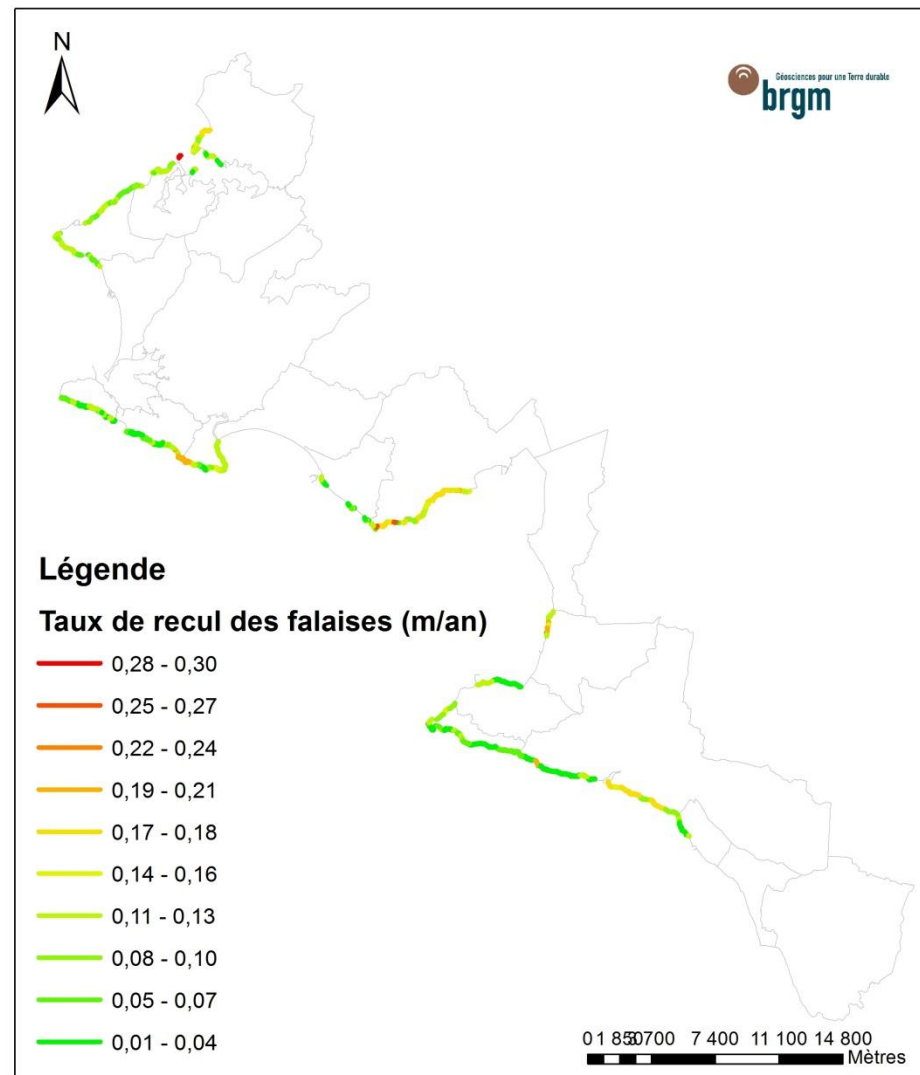
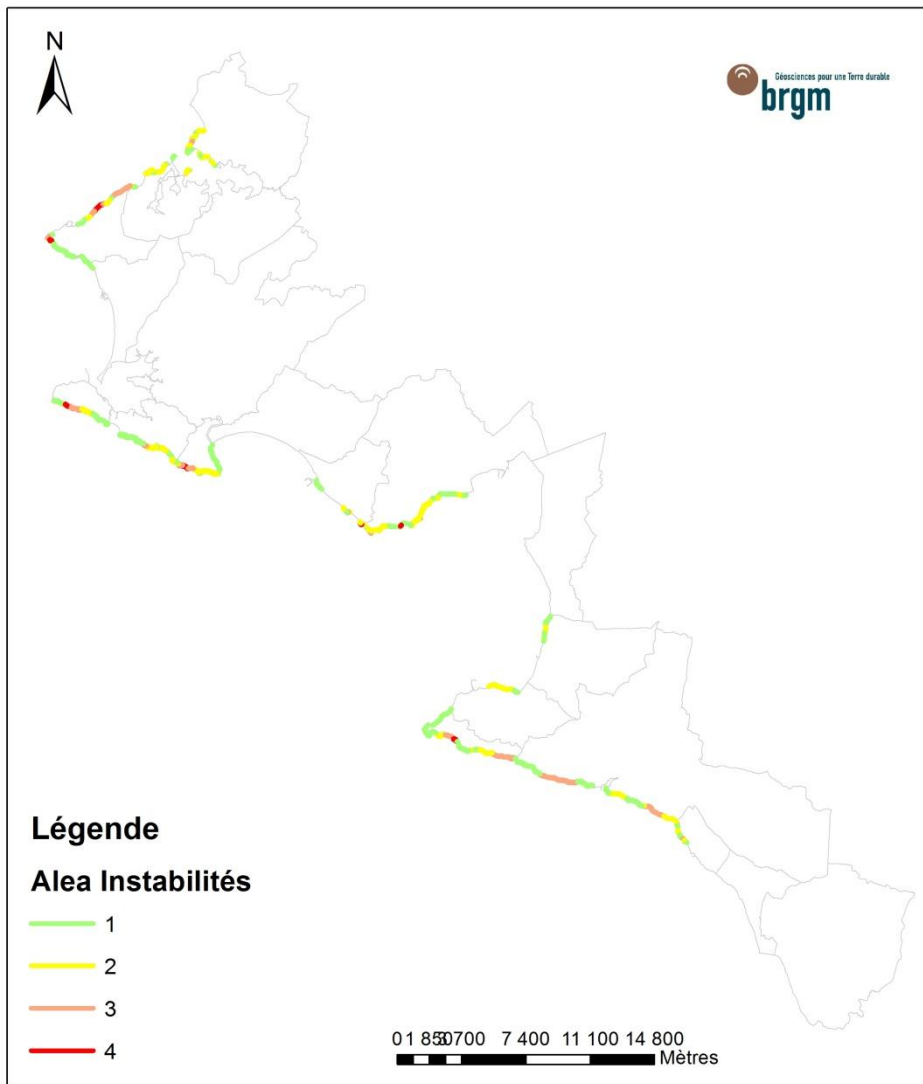
Aléa très faible
Aléa faible
Aléa moyen
Aléa fort



> Vitesse de recul des falaises



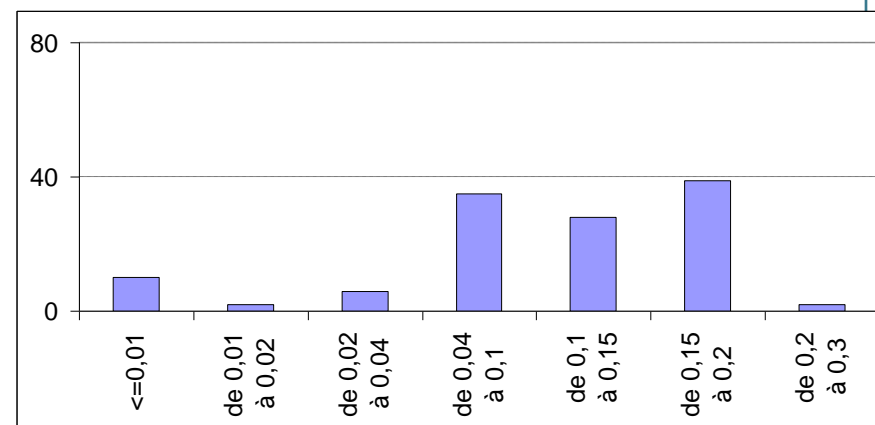
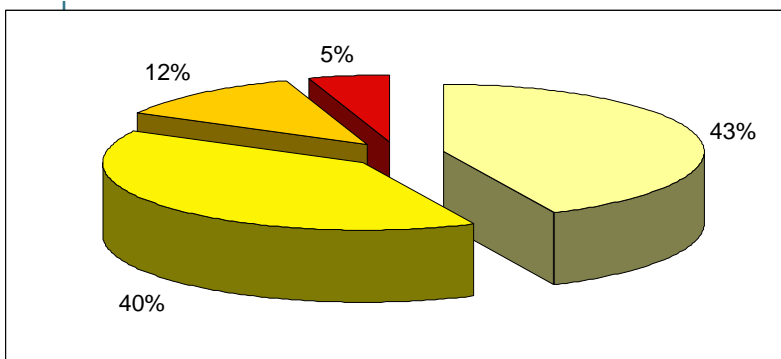
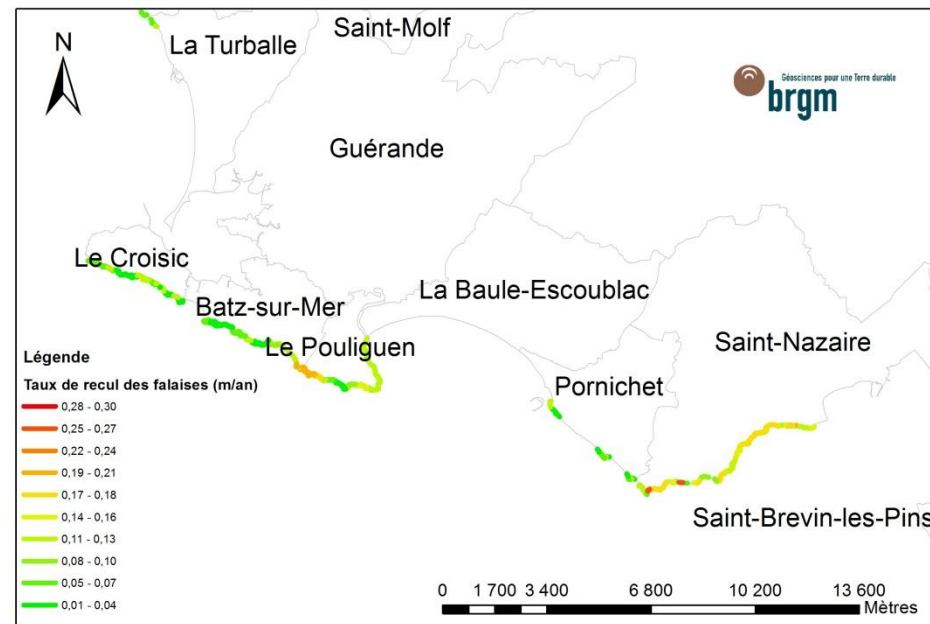
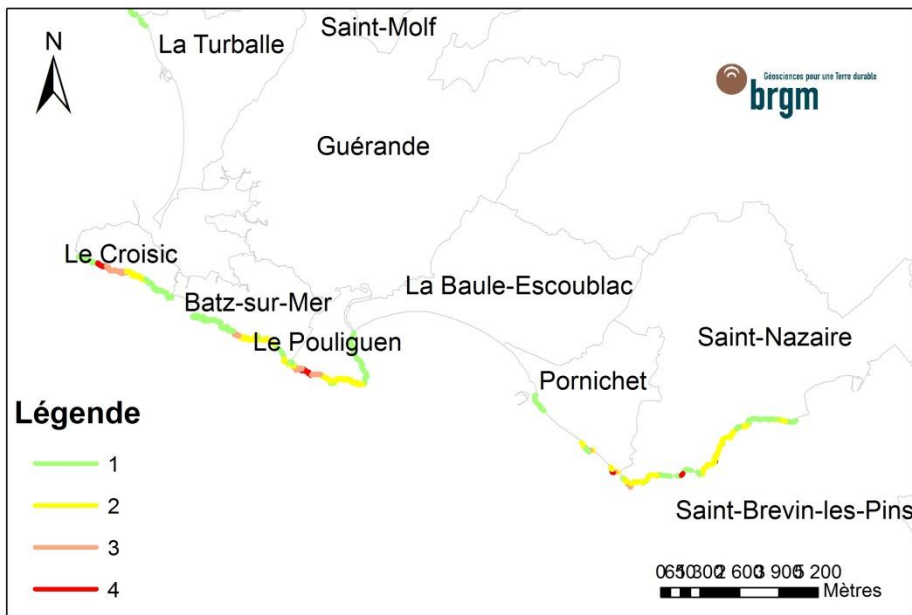
Vue d'ensemble



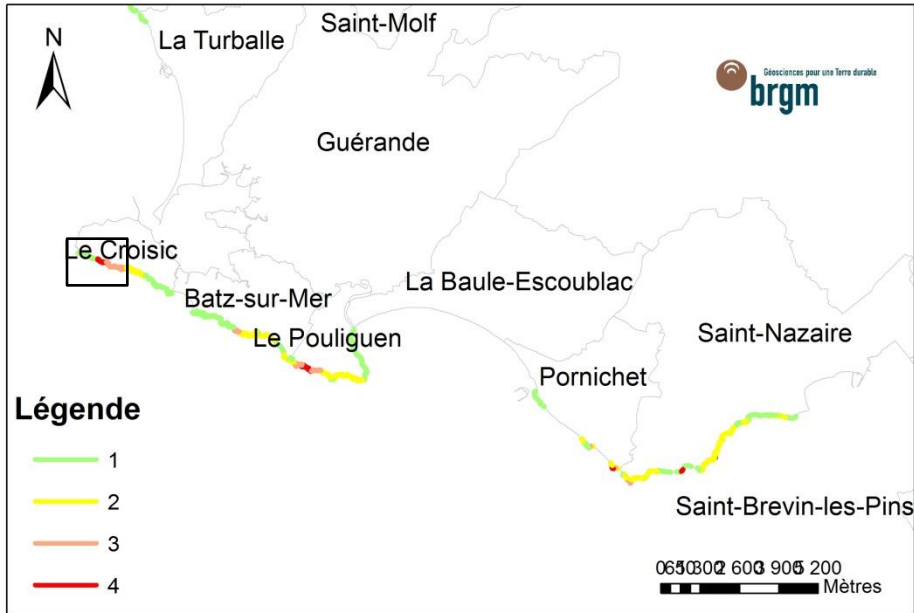
Résultats secteur 2

> 32 640 m

> 108 tronçons



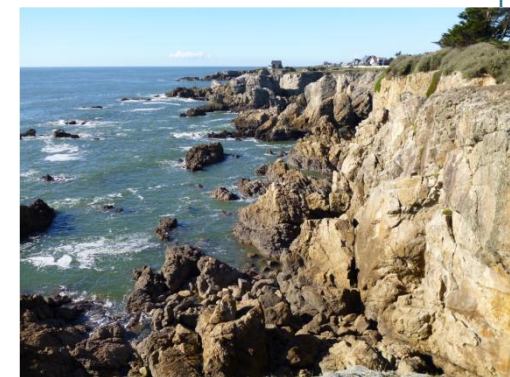
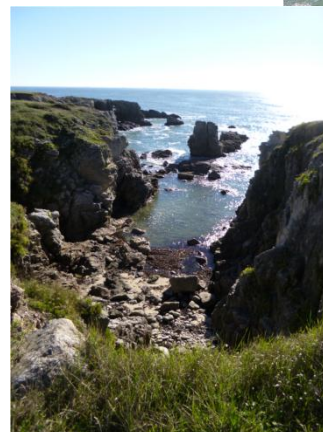
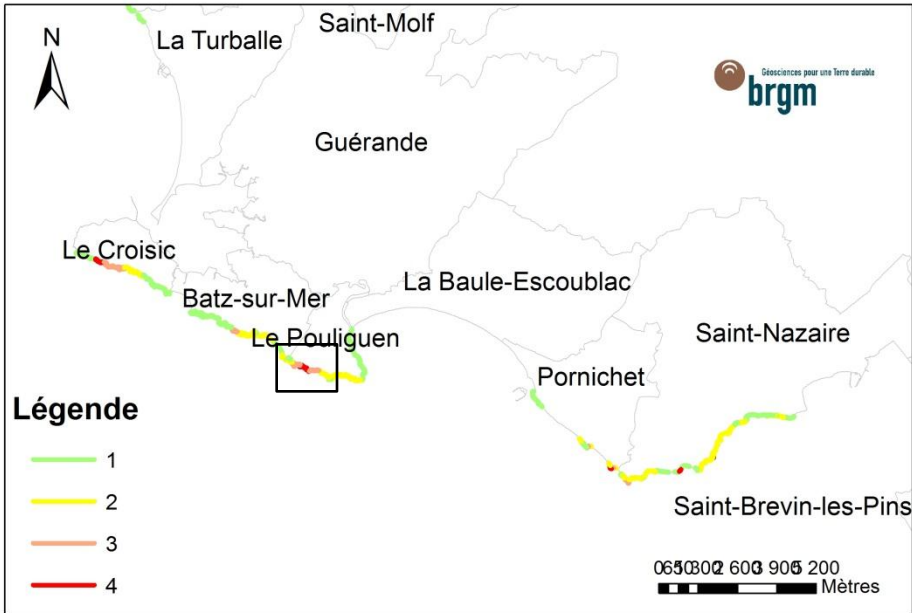
Exemples d'aléa instabilité



- > **Description :** Falaise de 8 à 10 m de hauteur constituée de granites de Guérande très fracturé, avec important platier rocheux et blocs arrondis en pied
- > **Éléments mobilisés :** Très nombreux blocs arrondis en pied (plurimétriques à métriques) mais également des blocs plus anguleux (la falaise continue à alimenter les éboulis)
- > **Éléments mobilisables :** Pierres mais surtout blocs et gros blocs voire importants volumes de roche
- > **Recul :** 0,05 à 0,1 m/an

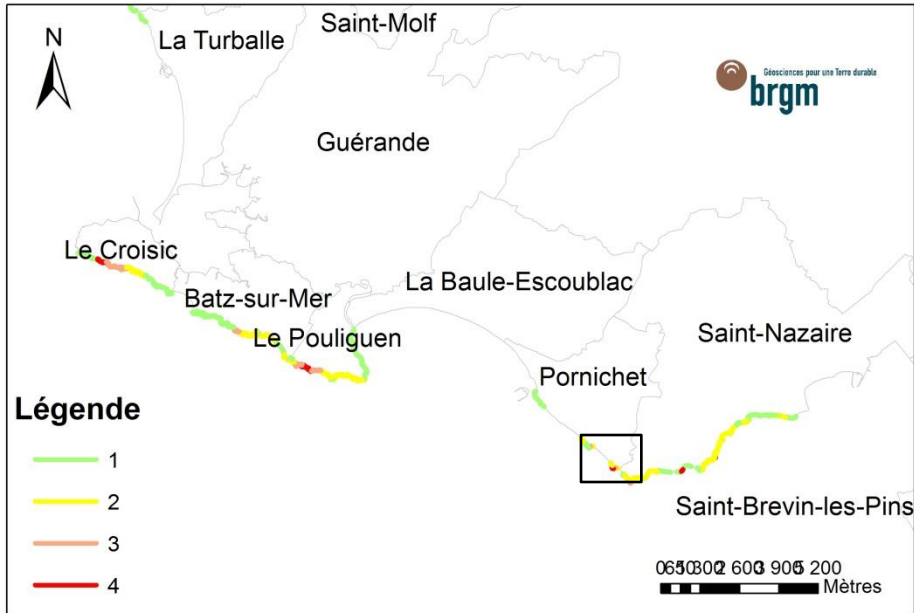


Exemples d'aléa instabilité



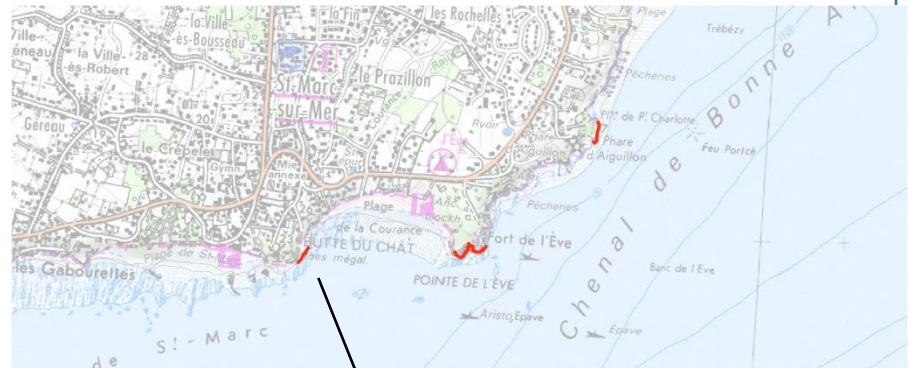
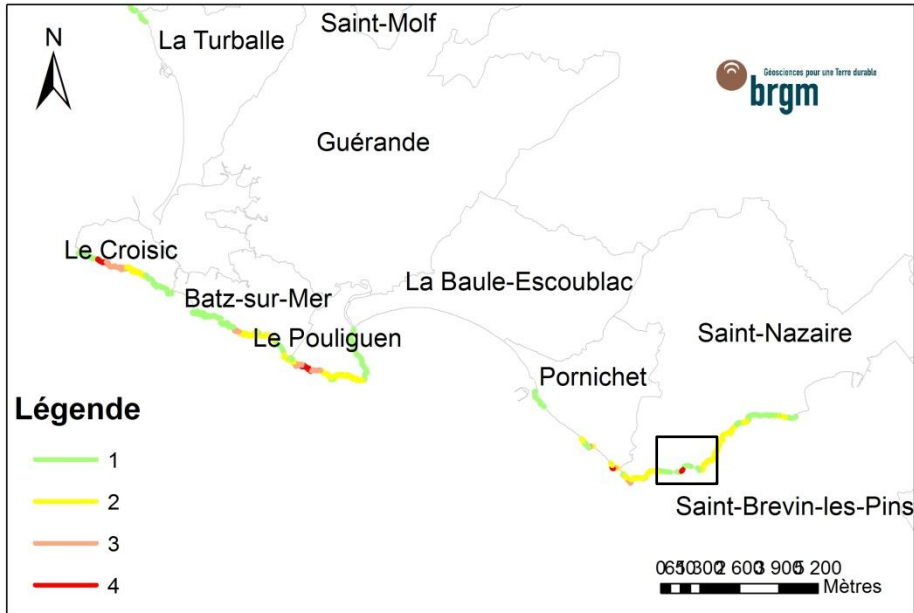
- > **Description : Versant de 10 à 12 m subvertical, voire en surplomb constitué de gneiss granitoide leucocrate**
- > **Éléments mobilisés : Galets, gros galets, blocs voire gros blocs**
- > **Éléments mobilisables : Pierres et blocs**
- > **Recul : 0,16 m/an**

Exemples d'aléa instabilité



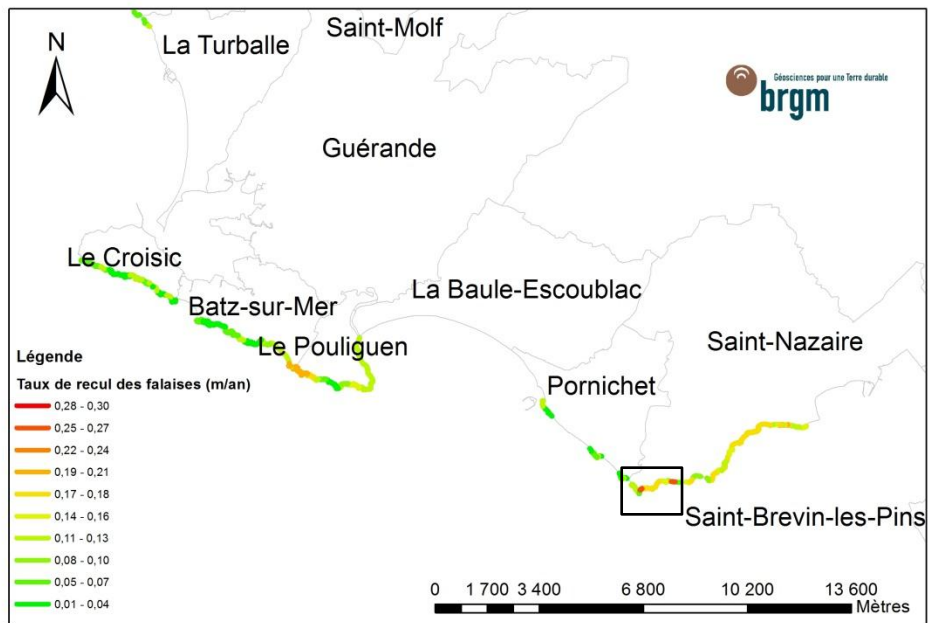
- > **Description : Falaise de 15-20 m subverticale avec sapement en pied**
- > **Éléments mobilisés : amas de blocs et gros blocs en pied, particulièrement au niveau de la pointe Eboulements en masse récent de très gros blocs en pied de falaise**
- > **Éléments mobilisables : Nombreux gros blocs désolidarisés de la falaise**
- > **Recul : 0,06 m/an**

Exemples d'aléa instabilité



- > **Description : Falaise de 12 à 15 m de hauteur d'environ 75 ° de pente constituée de granite (horizon fissuré)**
- > **Éléments mobilisés : blocs et gros blocs arrondis à sub-anguleux amassés en pied**
- > **Éléments mobilisables : Nombreux blocs voire gros blocs individualisés (par fractures ouvertes). Présence de cassures fraîches dans le versant attestant de manifestation récente**
- > **Recul : 0,16 m/an**

Exemples d'aléa recul

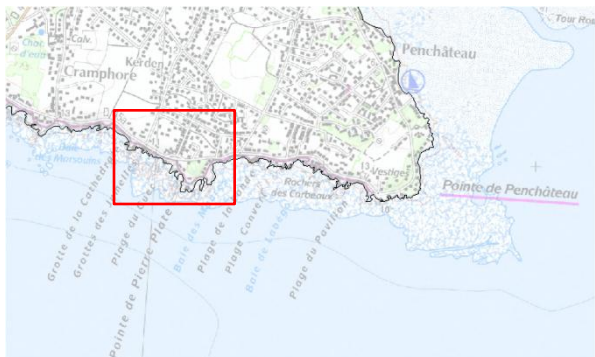


- > Recul de 12,5 m entre 1950 et 2004
- > Recul d'environ 0,26 m/an

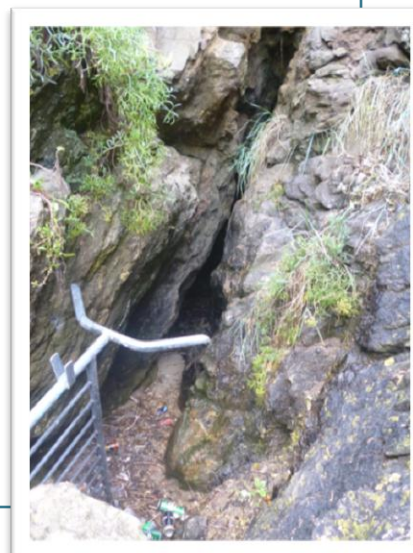
Quelques recommandations

> Lever et suivi des cavités

- Le Pouliguen (pointe de Penchâteau, pierre plate)



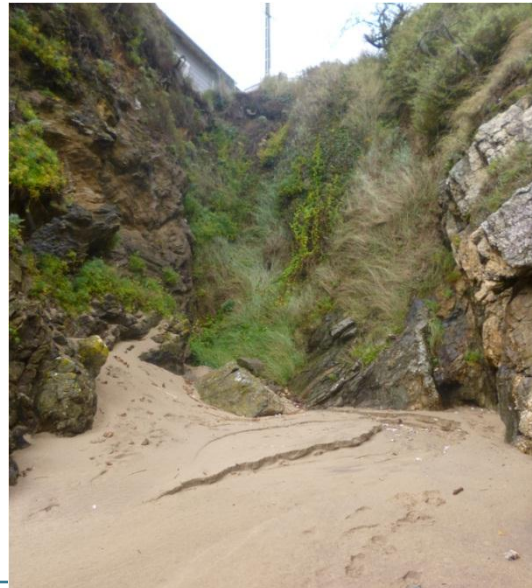
- Saint Nazaire (Bellefontaine)



Quelques recommandations

➤ Recul au niveau d'une zone de faille affectant une habitation

- Saint Nazaire (Bellefontaine)



ANNEXE

Contexte/Objectif

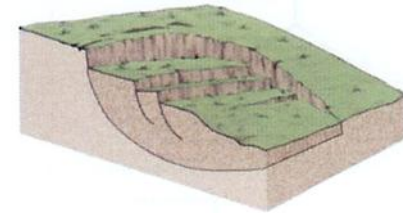
> Rôle du BRGM

- Objectif : évaluation de l' évolution des talus et falaises côtiers de Loire Atlantique et caractérisation des aléas correspondants
- Convention signée le 9 décembre 2011 pour une durée de 12 mois
- Démarche proposée
 - Bilan des connaissances sur les falaises côtières en Pays de la Loire et analyse de l' évolution des côtes rocheuses sur des bases historiques
 - Analyse géologique et expertise naturaliste du linéaire, découpage typologique
 - Définition de l' aléa par secteur typologique, synthèse de l' évolution des falaises / talus et évaluation du recul à 100 ans
 - Zonage d' aléa et restitution cartographique

Problématique des falaises côtières

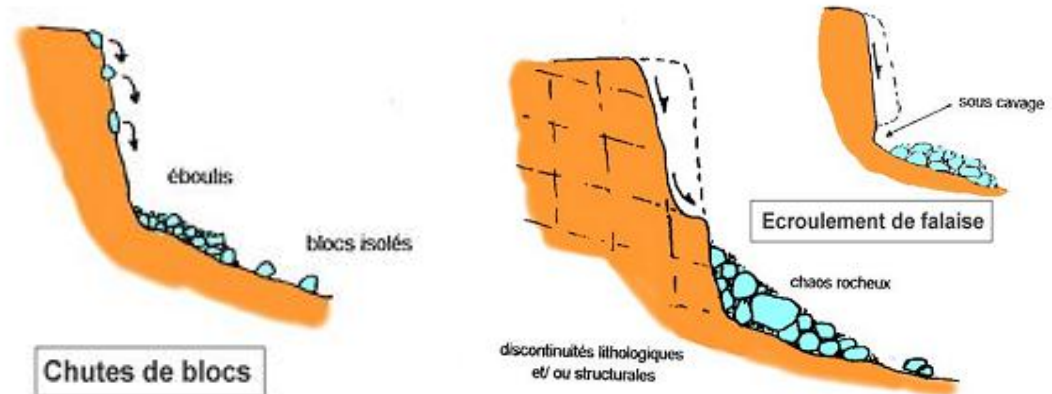
> Glissements de terrain

- Déplacement de terrains le plus souvent meubles le long d'une surface de rupture
- **Facteurs de prédisposition** : pente, altération, hauteur de versant, nappe
- **Facteurs déclenchant** : pluie (remontée de nappe), actions anthropiques (déblais, remblais)



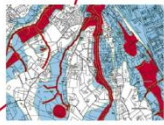
> Eboulements

- Phénomènes rapides ou événementiels mobilisant des éléments rocheux avec peu de déformation préalable d'une pente abrupte jusqu'à une zone de dépôt
- **Facteurs de prédisposition** : fracturation, pente, altération, sous-cavage, présence de vides, hauteur de paroi
- **Facteurs déclenchant** : pluie (infiltration et mise en pression dans les fissures), gel/dégel, séismes, actions anthropiques (surcharge, travaux, vibration...)



Type d'évènement	Volume unitaire	Volume impliqué
Chute de pierre	Vol. unitaire inférieur à 1 dm ³	Volume global faible
Chute de bloc	Vol. unitaire inférieur à 1 m ³	Volume global variable
Chute de gros bloc	Vol. unitaire supérieur à 1 m ³	Vol. global supérieur à 1 m ³
Eboulement en masse	Variable	Vol. global supérieur à 10 m ³
Glissement meuble de talus		Volume global variable
Coulées		Vol. global supérieur à 1 m ³

Principaux documents méthodologiques utilisés



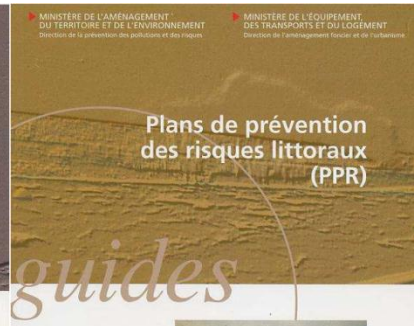
CAHIER DE RECOMMANDATIONS SUR LE CONTENU DES PPR

risques naturels majeurs



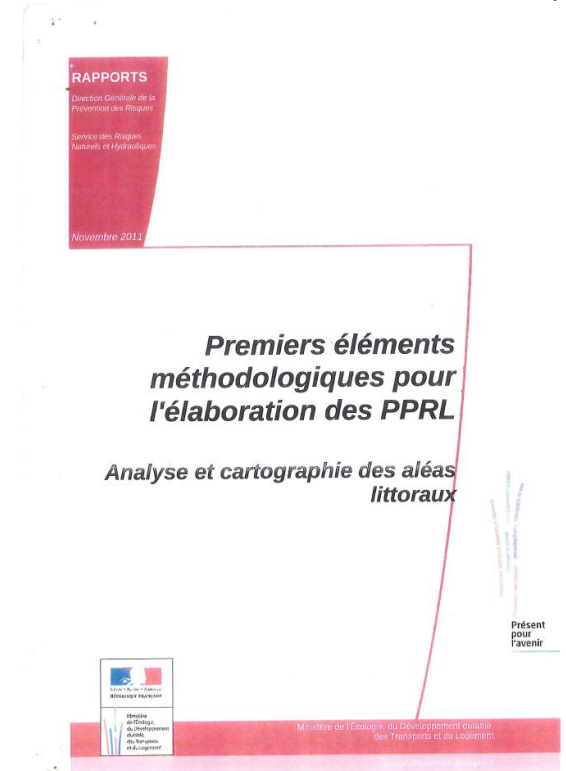
GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

La documentation Française



GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

La documentation Française



Zones cibles de l'étude

> Définition de falaises littorales communément admise, proposée par Guilcher (1954)

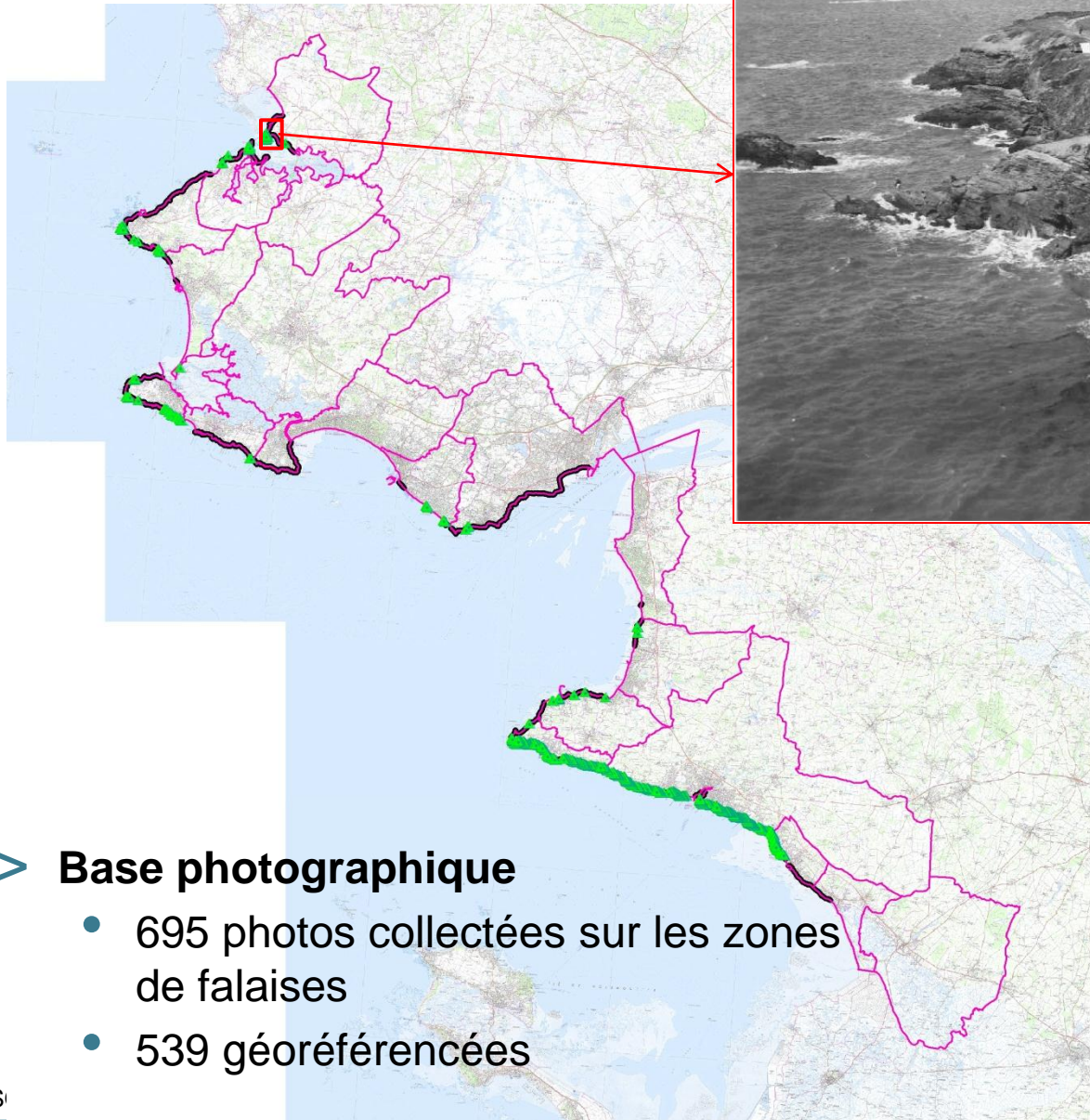
« Un ressaut non couvert de végétation, en forte pente (entre 15° et le surplomb), de hauteur très variable, au contact de la mer et de la terre et qui est dû à l'action ou à la présence marine. »

> Quelques remarques :

- Regroupe les microfalaises (décimétriques), hautes falaises (entre 100 et 500 m) et mégafalaises (> 500 m)
- Côtes rocheuses \neq Falaises côtières
- Falaises côtières \neq Côte rocheuse
- Falaises vives/falaises mortes

=> Croisement des zones identifiées par SOGREAH et par l'atlas des côtes de Loire Atlantique + validation terrain

Constitution d'un SIG

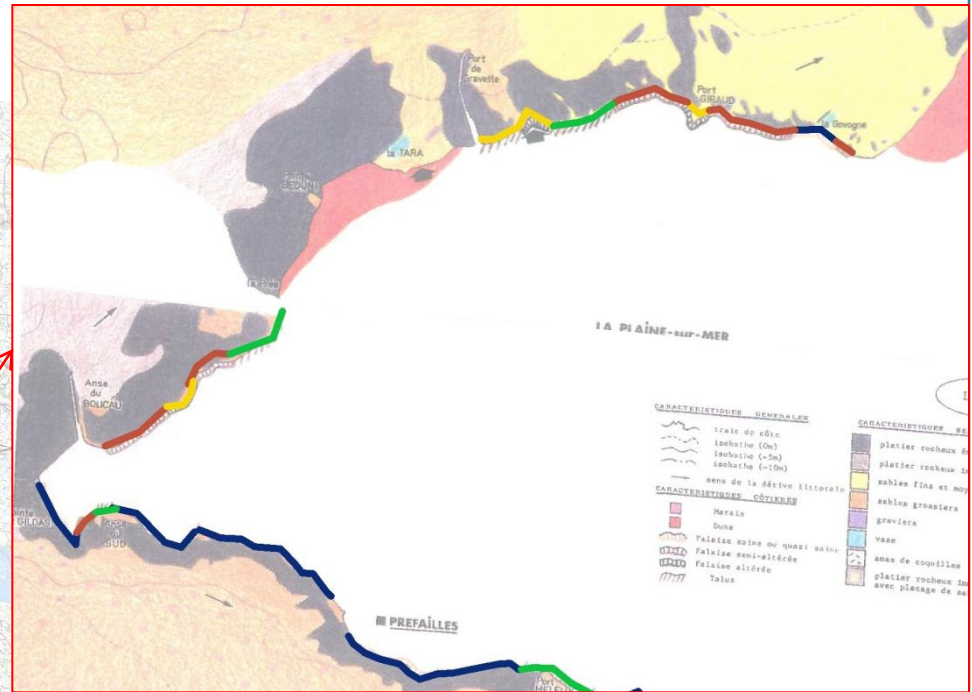
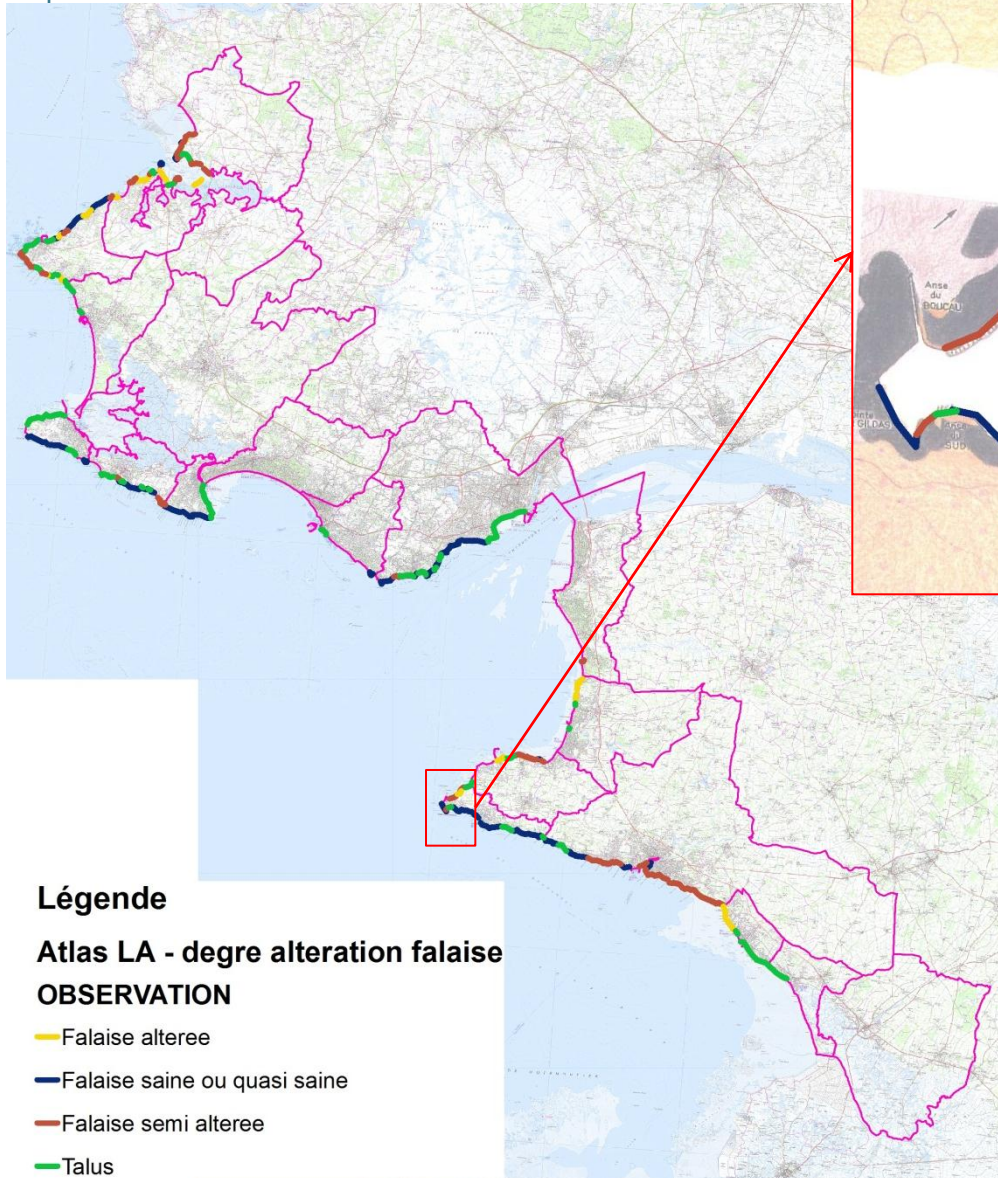


> Base photographique

- 695 photos collectées sur les zones de falaises
- 539 géoréférencées

- > Vues aériennes (1950-1960)
- > Comparaison avec les observations terrain...
- > Quelquefois non datées

Constitution d'un SIG

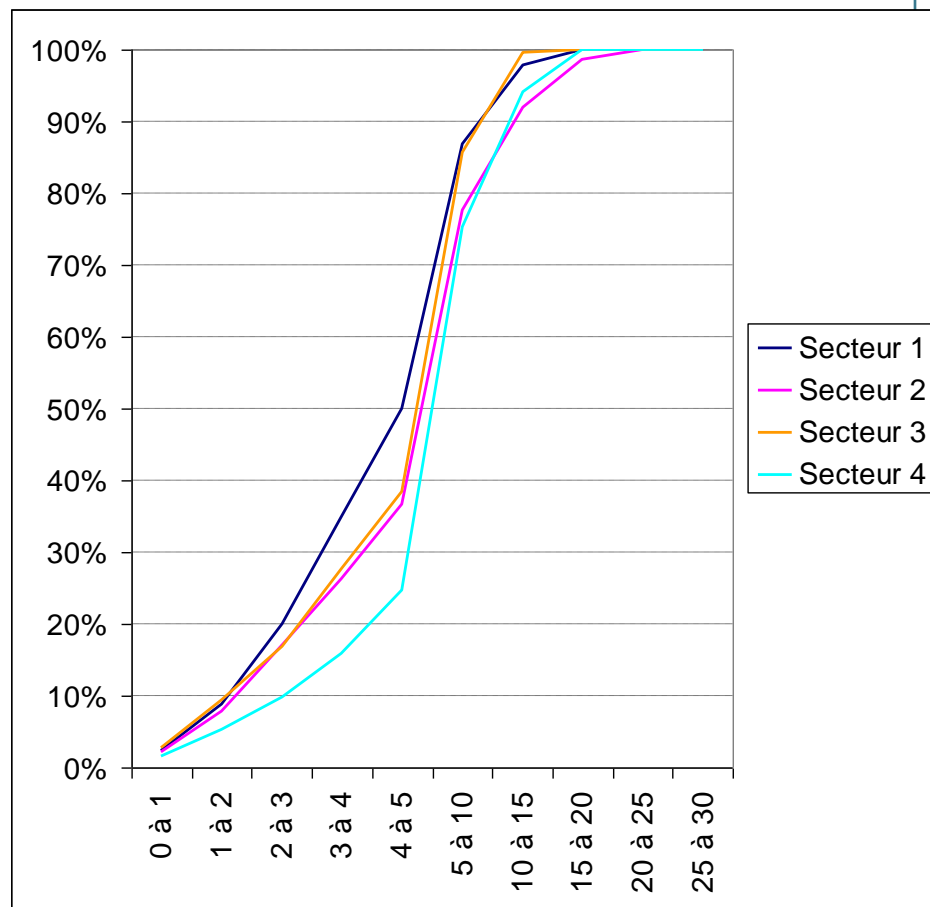
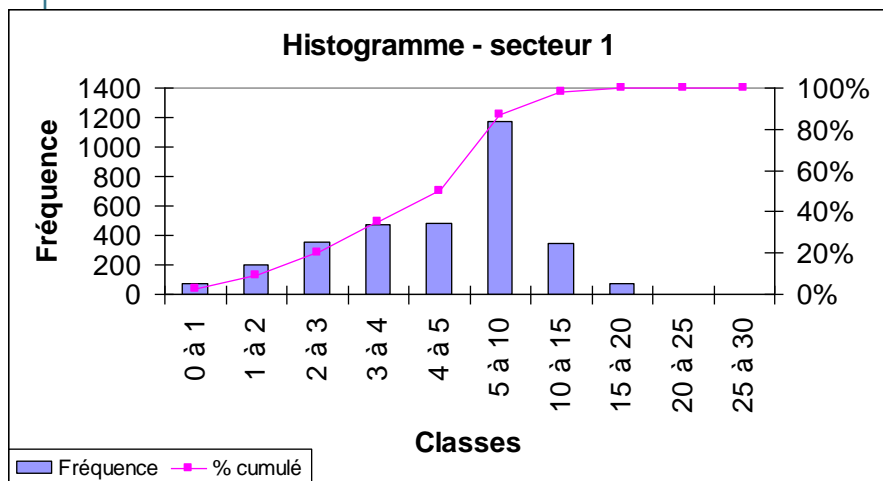


> Atlas des côtes de Loire Atlantique

- 1/50 000
- Géoréférencement → Digitalisation
- 122 entités selon degré d'altération

Traitement de la LITTO3D

➤ Les hauteurs calculées sur les différents secteurs



Traitement des orthophotographies

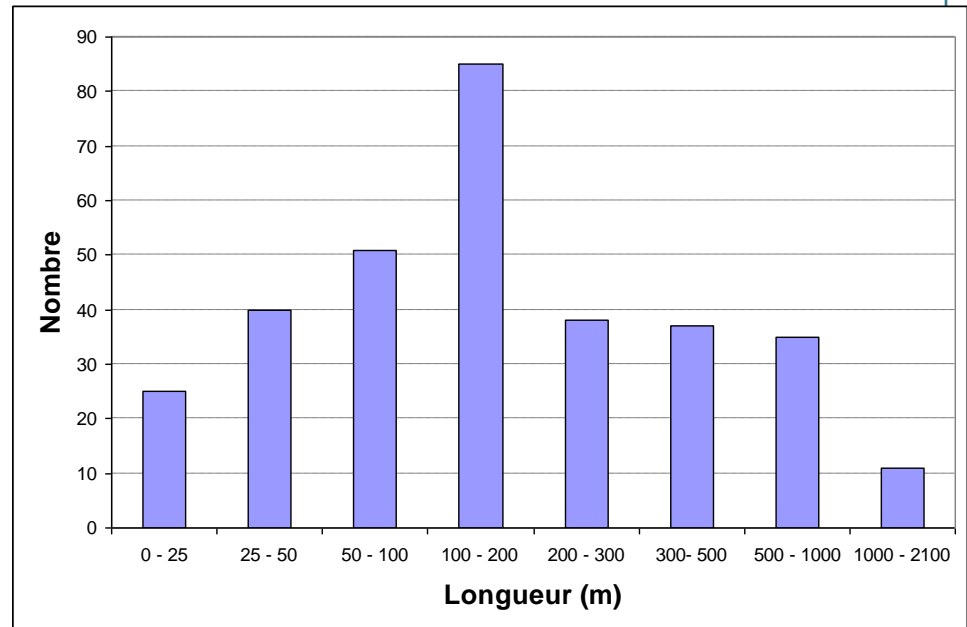
> Avantages et inconvénients des différents indicateurs

Indicateur	Avantage	Inconvénient
Pied de falaise (limite sable/rocher par exemple)	Recul du fait d'agents marins	<ul style="list-style-type: none">- pas toujours visible (indentations, zones de surplomb ou ombre)- position parfois difficile à choisir par exemple dans le cas des falaises à dénudations- Non prise en compte des secteurs du littoral qui reculent à cause d'agents continentaux
Abrupt/sommet de falaise	Recul du fait des agents continentaux mais aussi des agents marins	<ul style="list-style-type: none">- souvent masqué par la végétation et notamment la présence d'arbres en tête de falaise- localisation précise est parfois délicate
Limite de végétation	Le recul de la végétation est souvent un bon indicateur du décapage de la tête de falaise du fait d'agent continentaux. Ce décapage initie souvent l'érosion progressive de la roche.	<ul style="list-style-type: none">- végétation avance et recul au gré des opérations de revégétalisation et peuvent induire des erreurs d'interprétation
Sentier côtier	<ul style="list-style-type: none">- Nettement identifiable sur les différentes photographies aériennes- recul stratégique (pour cause de dangerosité pour les piétons). Mise- Mise en évidence des travaux de comblement réalisés au niveau des indentations.	<ul style="list-style-type: none">- sur-estime vraisemblablement le recul car lors de son déplacement, il est souvent positionné en net retrait par rapport à la falaise

Présentation générale des résultats

> 296 zones homogènes identifiées et décrites de tailles variables

Données	Longueur (m)
Longueur totale (m)	81 017
Longueur min (m)	3
Longueur moy (m)	252
Longueur max (m)	2 075



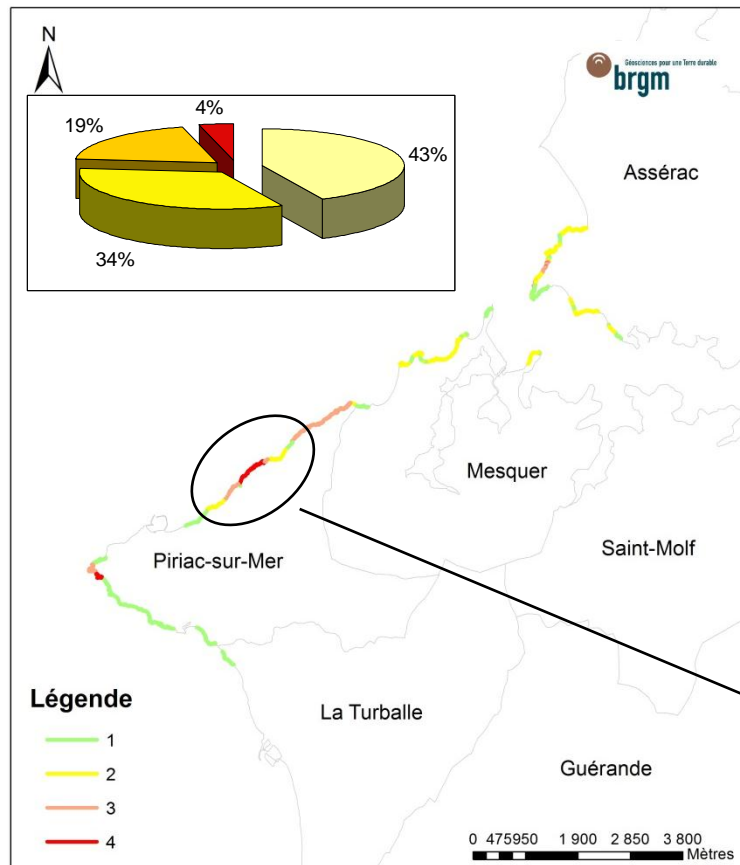
> Pour chaque zone :

- Aléa instabilité
- Aléa recul (taux de recul)

Résultats secteur 1

> 16 475 m

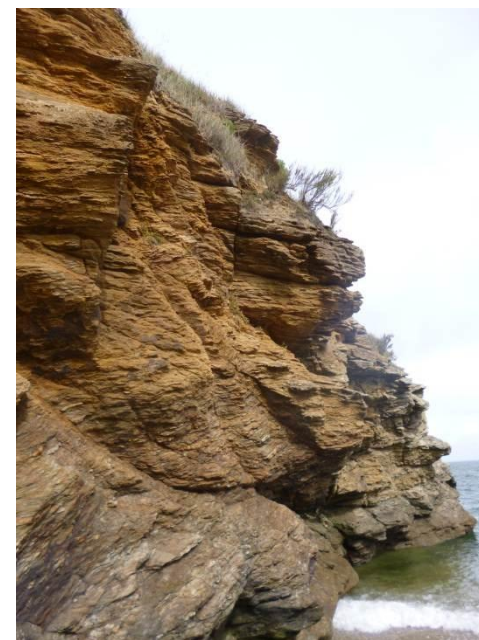
> 103 tronçons



- Description : Falaise d'environ 9 m de hauteur de micaschistes plus ou moins altérés

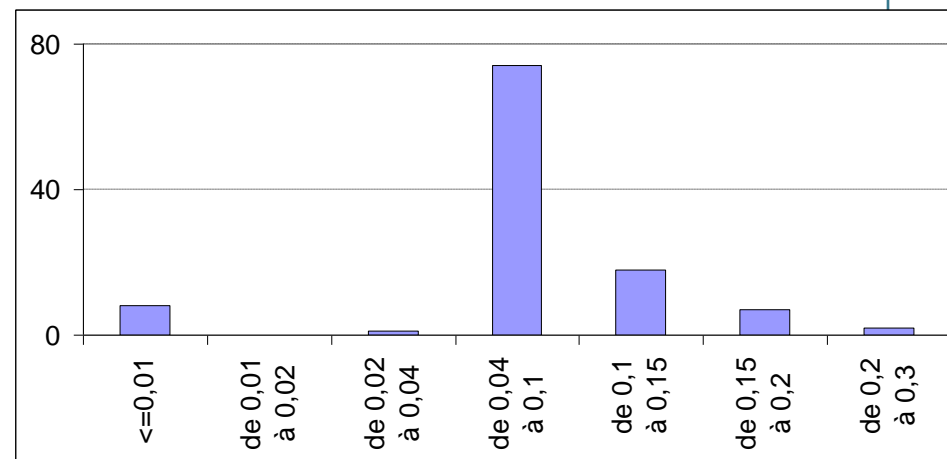
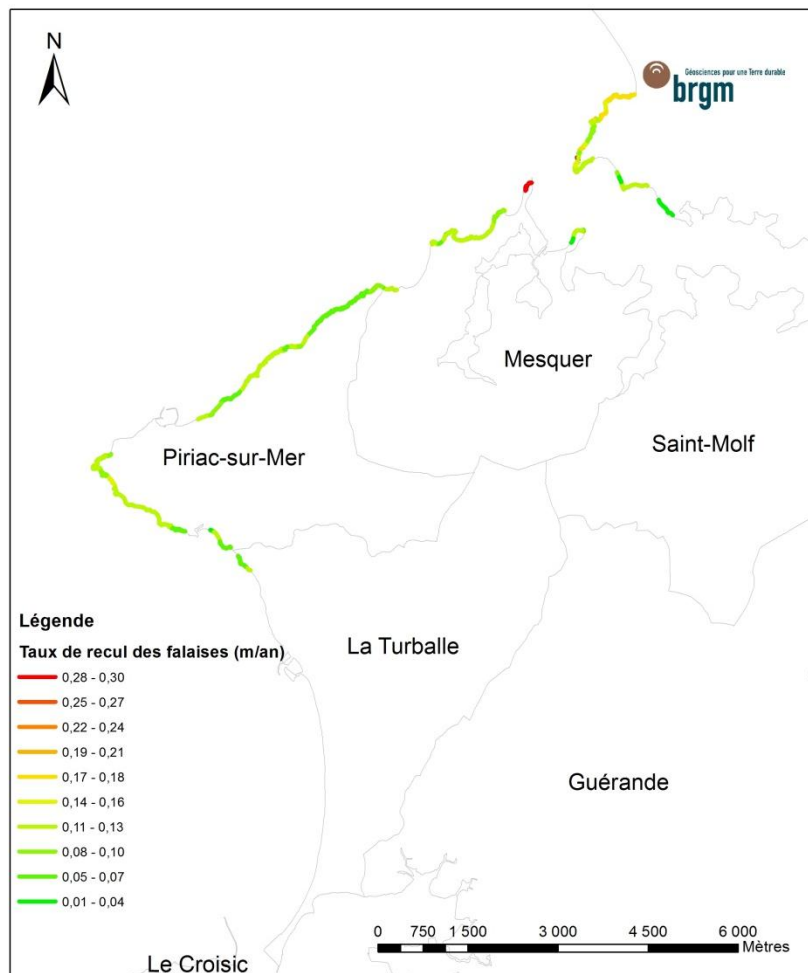
- Eléments mobilisés : Eboulement en masse d'un chaos de pierres, blocs et gros blocs s'est produit assez récemment

- Eléments mobilisables : Pierres, blocs, gros blocs de plus ou moins gros volumes



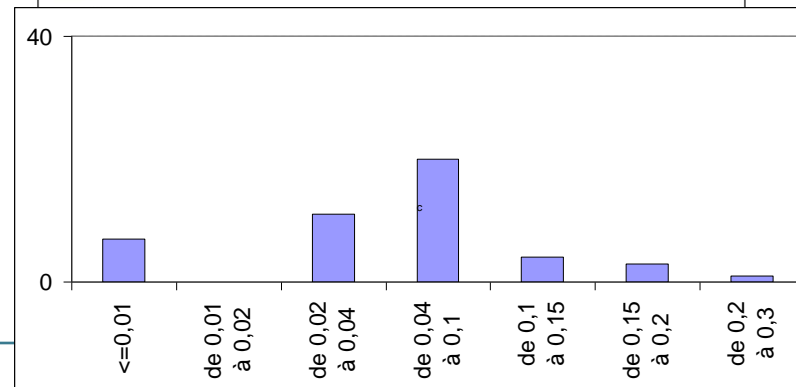
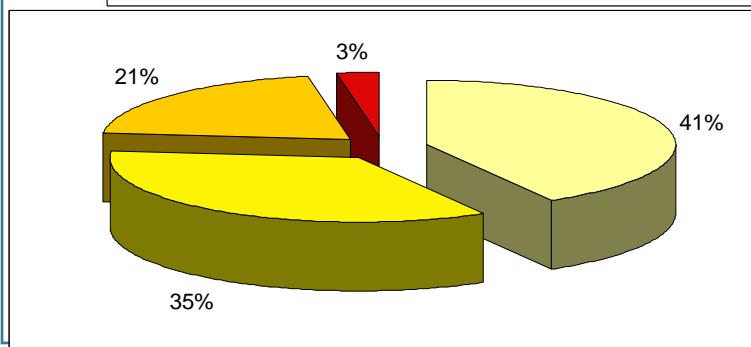
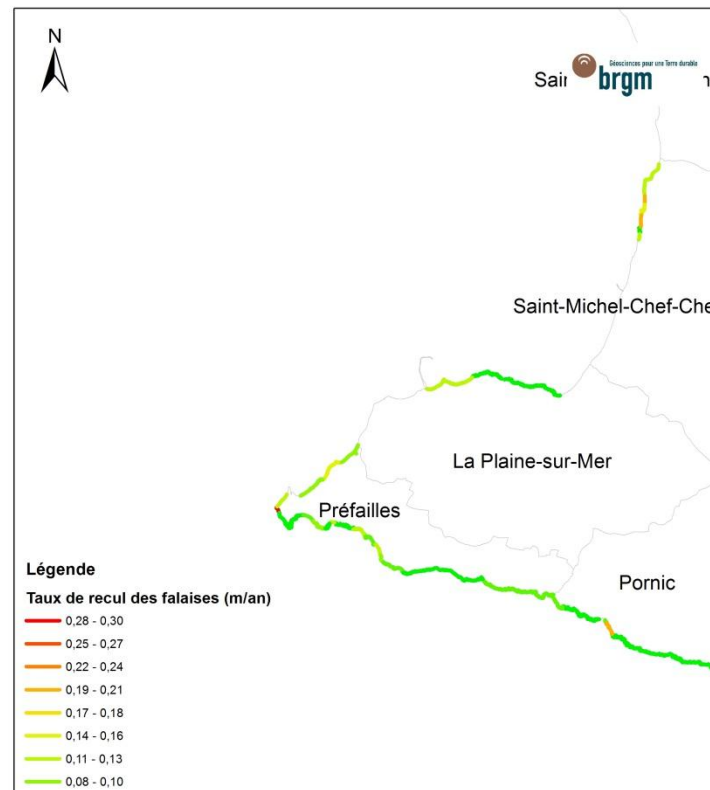
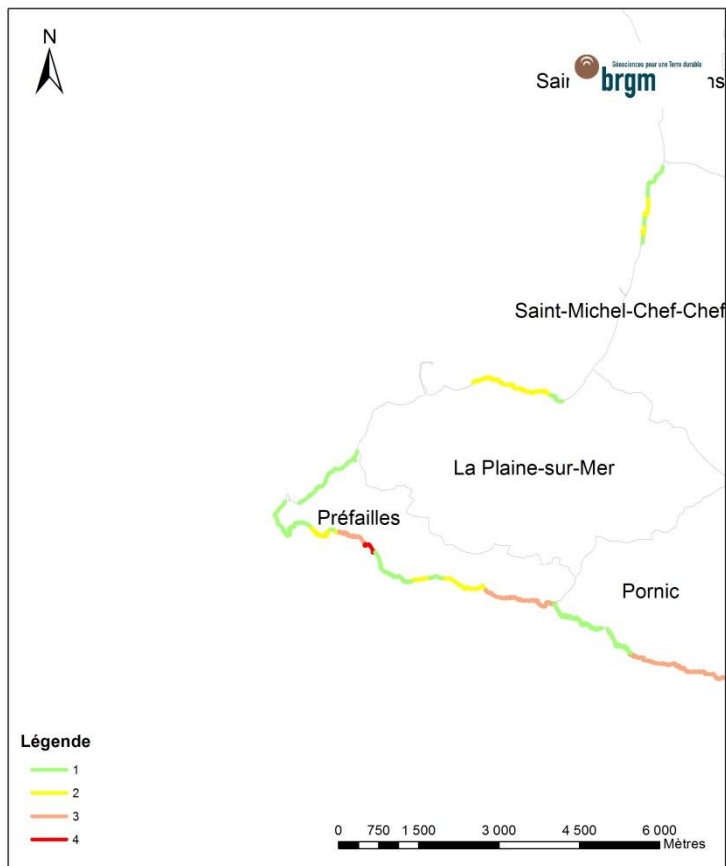
Résultats secteur 1

> 16 475 m
> 103 tronçons



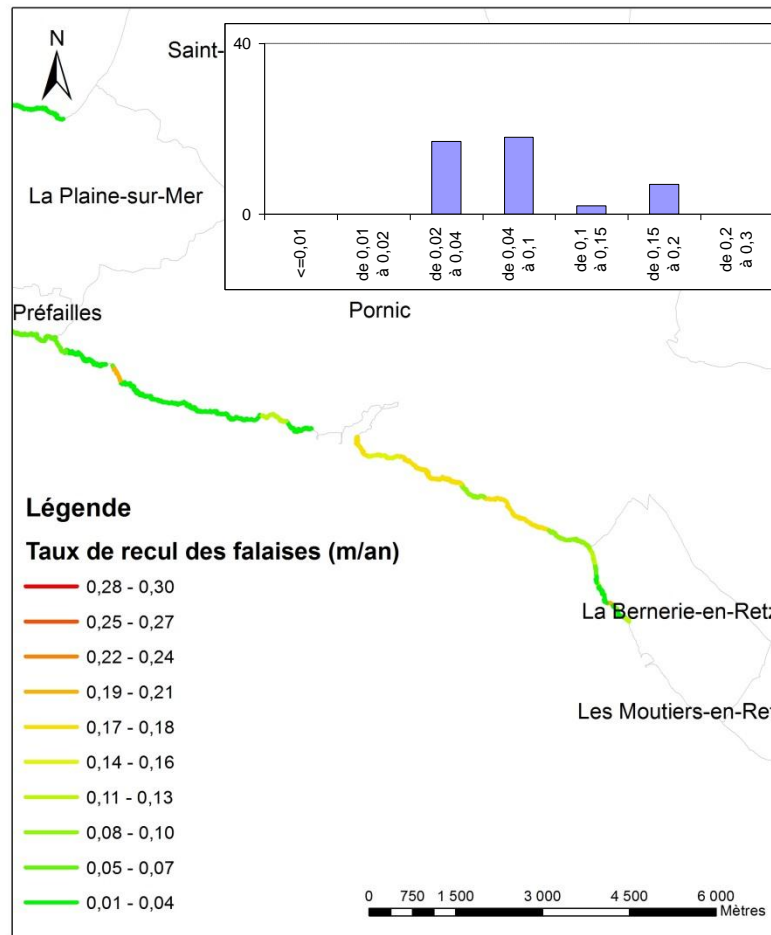
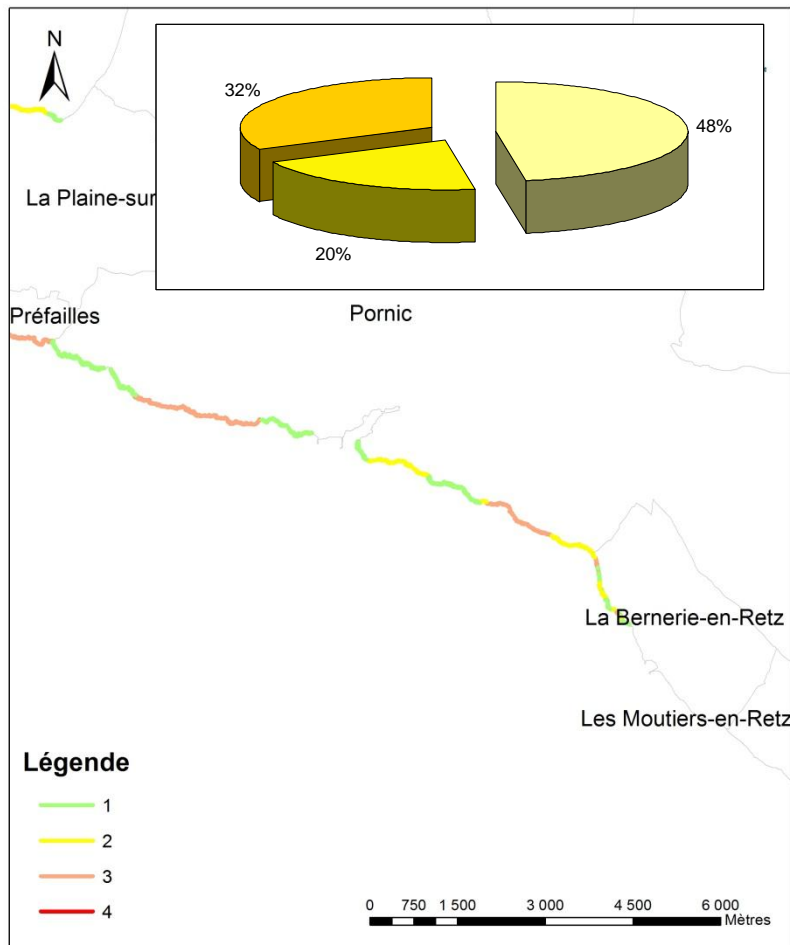
Résultats secteur 3

> 15 972 m
> 44 tronçons

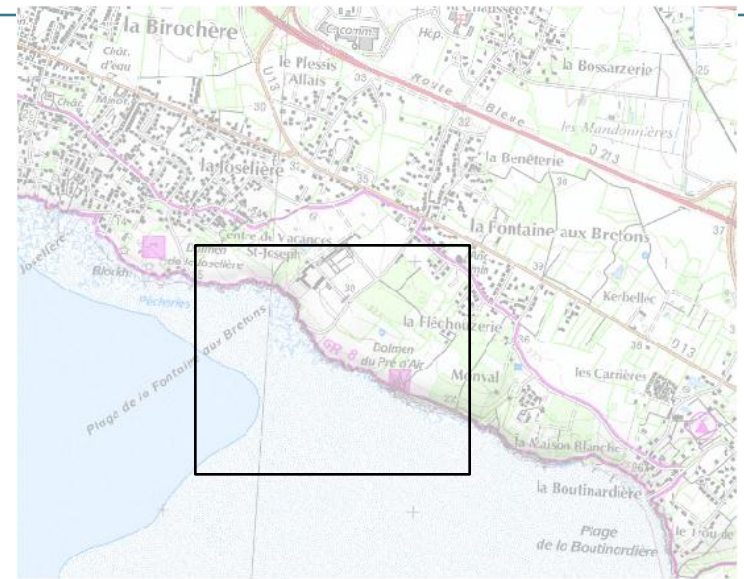
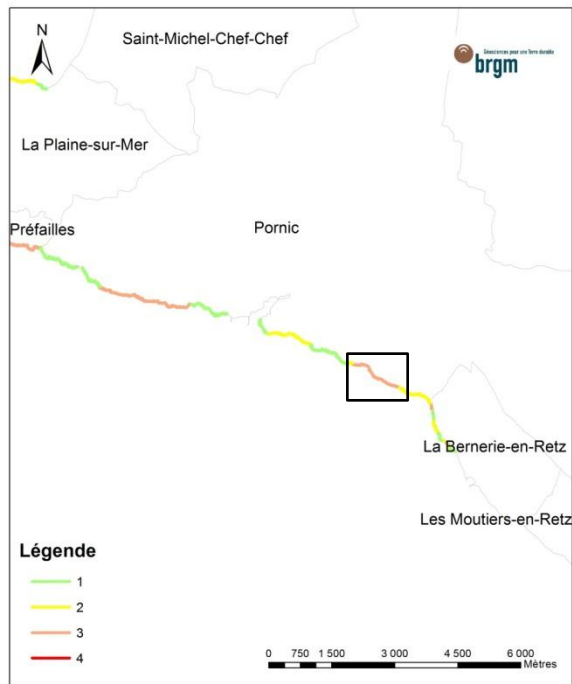


Résultats secteur 4

> 15 929 m
> 41 tronçons



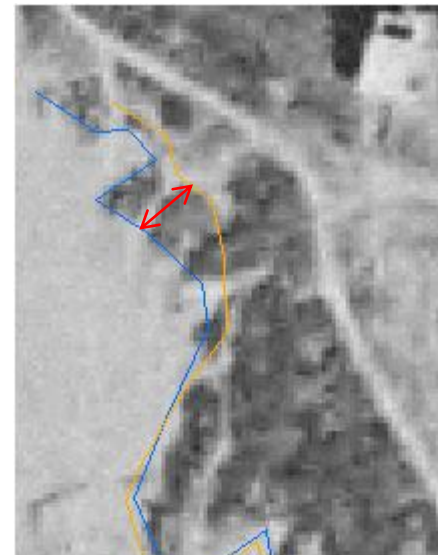
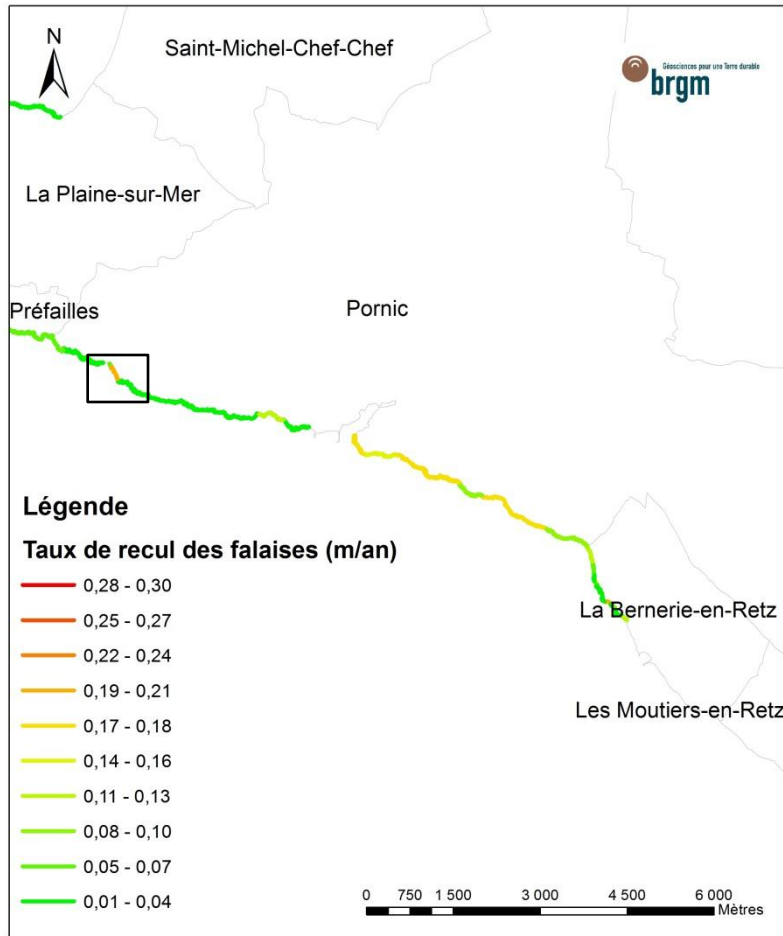
Exemples d'aléa instabilités



- > **Description :** Falaise de 11,5 m en moyenne pouvant atteindre près de 20 m, au dessus d'un estran rocheux et sableux. Falaise verticale mais souvent talutées en partie supérieures
- > **Éléments mobilisés :** Nombreux éboulis en pied de gros à gros blocs)
- > **Éléments mobilisables :** Blocs, gros blocs et pierres (quelques surplombs)

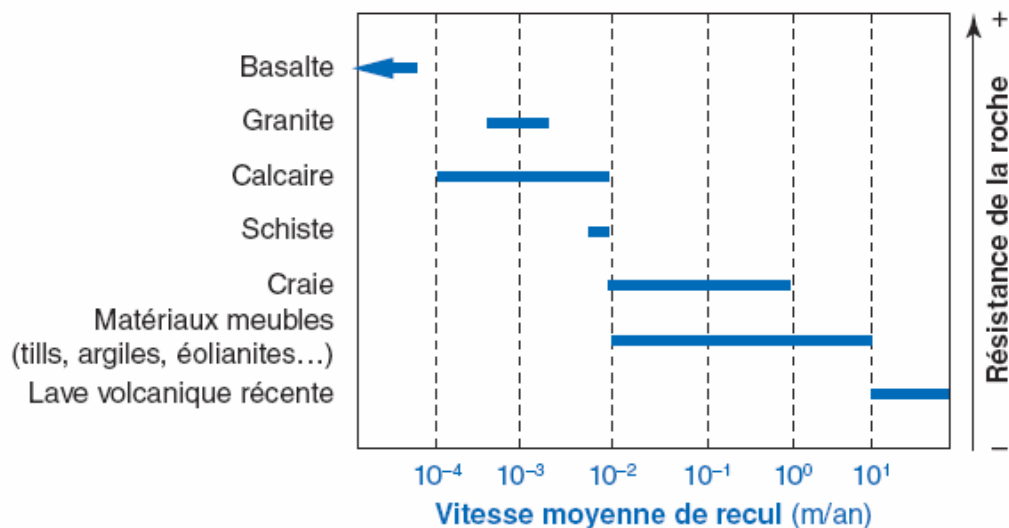


Exemples d'aléa recul



- > Localement, recul de 6 m entre 1977 et 2004
- > Recul : 0,2 m/an

Ordre de grandeur de recul



*Recul moyen des falaises en fonction des matériaux constitutants
(Woodroffe, 2002)*

Exemple de recul estimé sur d'autres côtes rocheuses :

D'après Aubié et al. (2005), la côte Basque présente un recul moyen du pied de falaise estimé à 0,3 m/an et 0,8 m/an au maximum. Par ailleurs, Dewez et al. (2008) ont instrumenté une falaise de craie sur la côte normande. Celle-ci présente un recul moyen mesuré compris entre 0,13 et 0,94 m/an (en prenant en compte les chutes de très gros blocs très peu fréquentes).