Conceptualisation des processus d'instabilités gravitaires impliqués dans l'érosion de la côte rocheuse basque française

Lucie Guillen[1-2*], Yannick Thiery[1], Thomas Dewez[1], Clara Levy[1], Pierre Bourbon[3], Séverine Caritg[1], Lisa Martins[1-3], Philippe Razin[4], Christophe Garnier[3], Alessia Cucurrullo[2], Domenico Gallipoli[2-5]

[1] Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) – Orléans, France
[2] Laboratoire des Sciences pour l'Ingénieur Appliquées à la Mécanique et au génie Électrique (SIAME), Université de Pau et des Pays de l'Adour – Pau, France
[3] Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) – Pessac, France
[4] École Nationale Supérieure en Environnement, Géoressources et Ingénierie du Développement Durable (ENSEGID) – Bordeaux, France
[5] Università degli Studi di Genova – Genoa, Italy

Union Européenne – Fonds Européen de Développement Régional
Ezponda – Communauté d'Agglomération Pays Basque – Euskal Hirigune Elkargoa

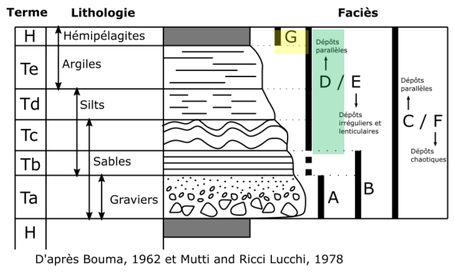
Introduction

Le trait de côte des Pyrénées-Atlantiques (64) est urbanisé à 70% et ses falaises s'érodent par différents types d'instabilités gravitaires (chutes de blocs, glissements rocheux, glissements de matériaux grossiers et fins, glissements-coulées, glissements composites) et à des vitesses variables (7 à 19 cm.an^{-1})[4]. Ces phénomènes mettent en danger la sécurité des personnes et des biens.

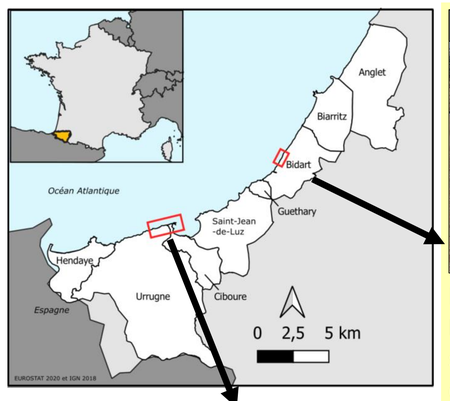
Les flyschs constituent la majorité de ces falaises susceptibles aux instabilités. Ces formations sont composées de 5 termes dont la présence et l'épaisseur varient[1], permettant de les classer par faciès selon différents critères (le rapport sable / argile, l'épaisseur des lits gréseux, la granulométrie, la géométrie des plans de stratification, les structures de dépôt[6]).

Cette étude a pour objectif de synthétiser l'influence des faciès des flyschs sur le type d'instabilité gravitaire et la vitesse d'érosion, de deux falaises héritées d'un même bassin sédimentaire.

Bidart présente un flysch de faciès G, constitué de marnes et d'argiles fines décantées[5, 10]. **Socoa** est un flysch de faciès D, constitué de marno-calcaires à la séquence de Bouma incomplète[5, 8, 10].



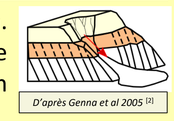
D'après Bouma, 1962 et Mutti and Ricci Lucchi, 1978



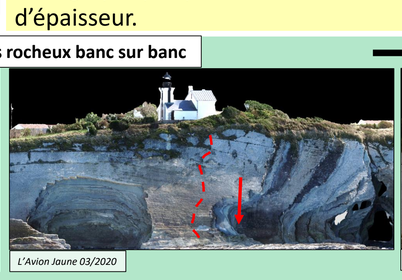


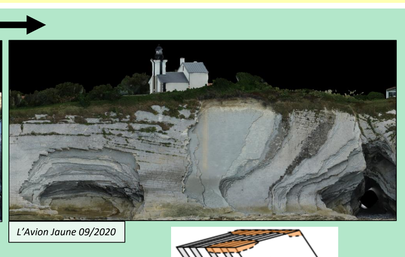


Bidart: falaise de 70 m de hauteur, linéaire de 900 m. Flysch de faciès G, altéré en tête, coiffé en discordance stratigraphique par une couverture alluvionnaire de 20 m d'épaisseur.





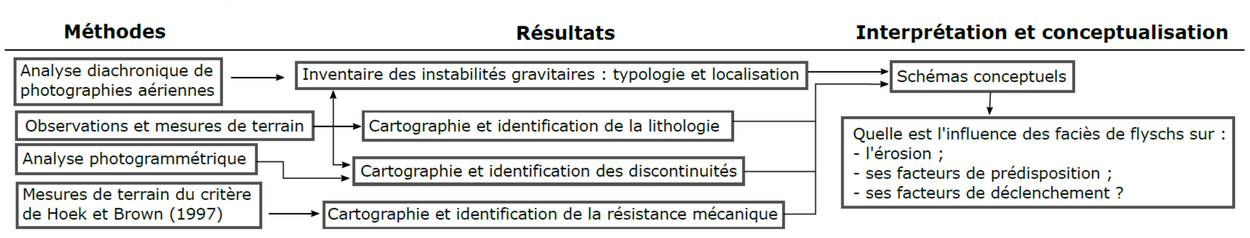




Socoa : falaise de 30 m de hauteur, linéaire de 1 700 m. Flysch de faciès D au pendage monotone de 045°. De ponctuelles lentilles d'altération sont présentes en tête.



Méthodologie



Critère	Résistance	Résistance à la compression uniaxiale (Mpa)	Évaluation sur le terrain
R4	Forte	50-100	Plusieurs coups de marteau sont nécessaires pour fracturer le matériau
R3	Moyennement forte	25-50	Ne peut pas être raclé au couteau. Fracturable par un seul coup de marteau
R2	Faible	5-25	Peut être raclé difficilement au couteau. Indentation superficielle à la pointe du marteau
R1	Très faible	1-5	Se désagrège par des coups de marteaux fermes
R0	Extrêmement faible	0,25-1	Indenté à l'ongle

Critère de Hoek et Brown 1997 [3]

Résultats

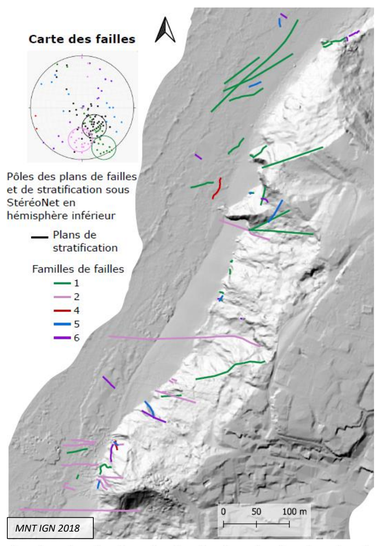
Bidart : un flysch aux marno-calcaires hétérogènes et sensibles à l'altération

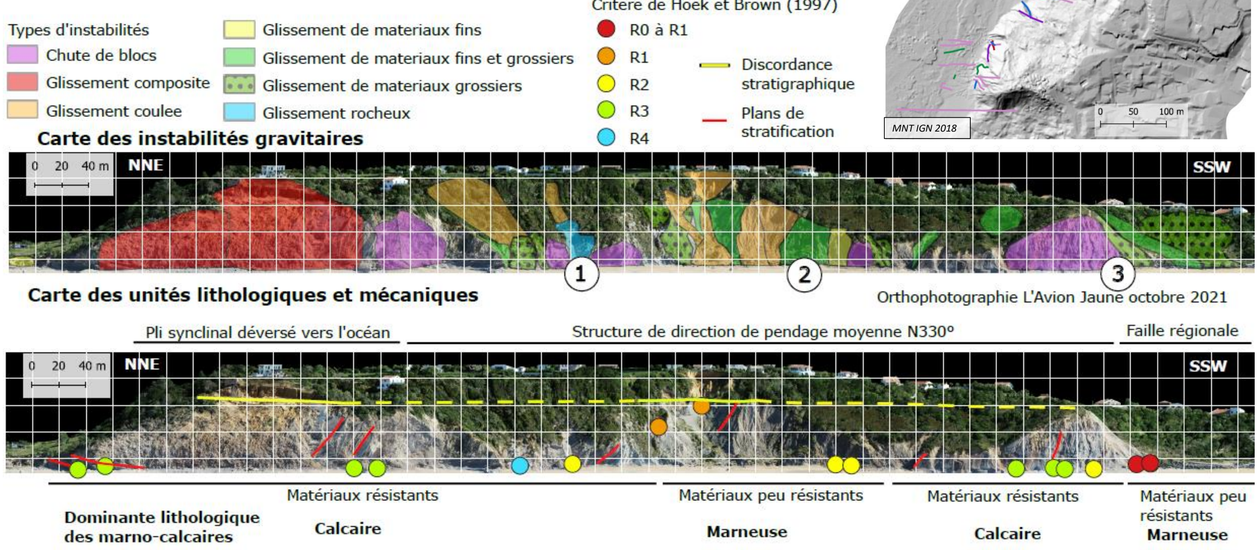
- 7 types d'instabilités (figure ci-dessous) ;
- Variation lithologique : (i) latérale : 4 unités lithologiques définies sur la résistance mécanique des marno-calcaires et (ii) verticale, avec l'altération présente en toit des flyschs, et surmontée d'alluvions et de sables ;
- 5 familles de failles ;
- Plan de stratification moyen d'orientation N330°.





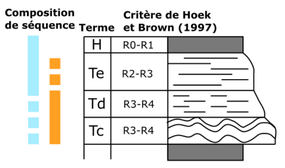


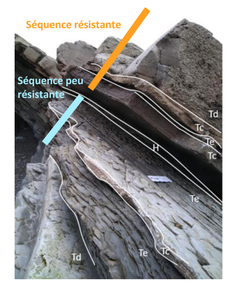


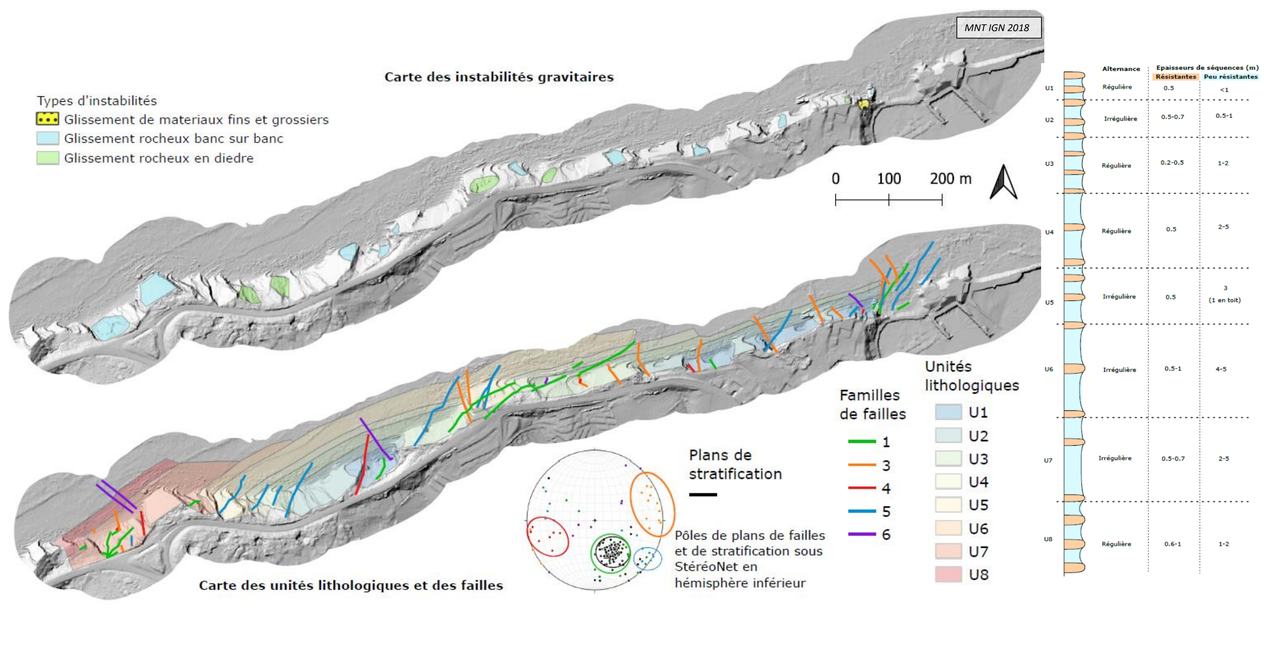


Socoa : un flysch aux lithologies homogènes et à la répétition hétérogène

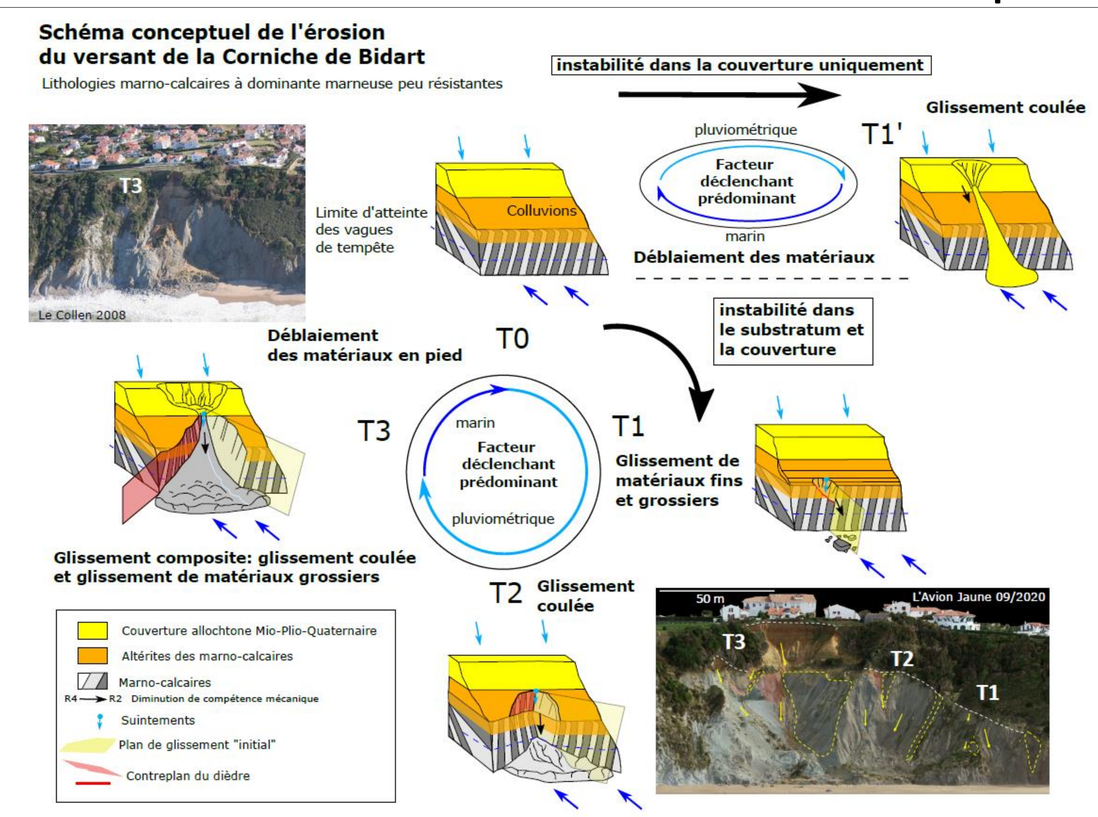
- 3 types d'instabilités : glissements rocheux (en banc sur banc et en dièdre), glissements de matériaux fins et grossiers, chutes de blocs ;
- 8 unités lithologiques classées selon la répétition et l'épaisseur de séquences plus ou moins résistantes ;
- 5 familles de failles ;
- Plan de stratification moyen de N330-045°.



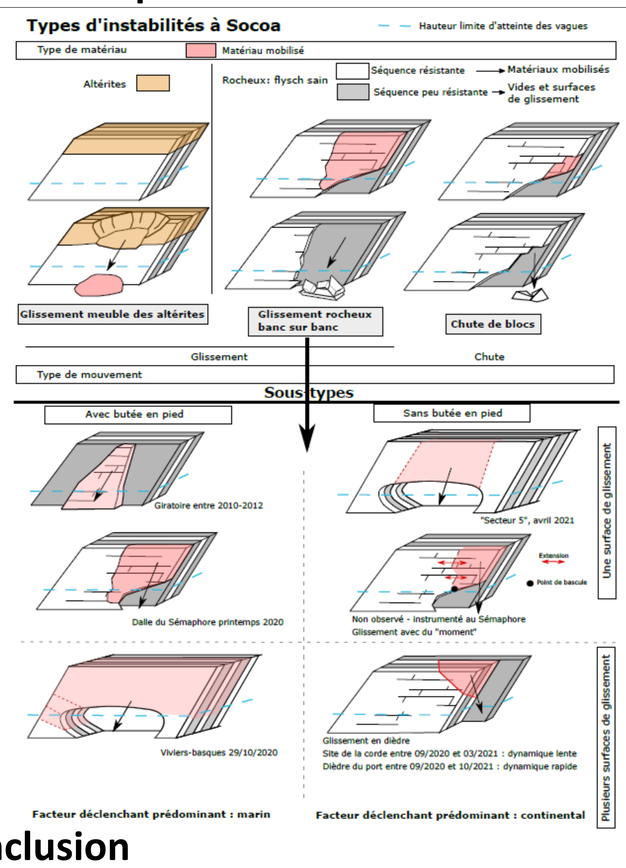




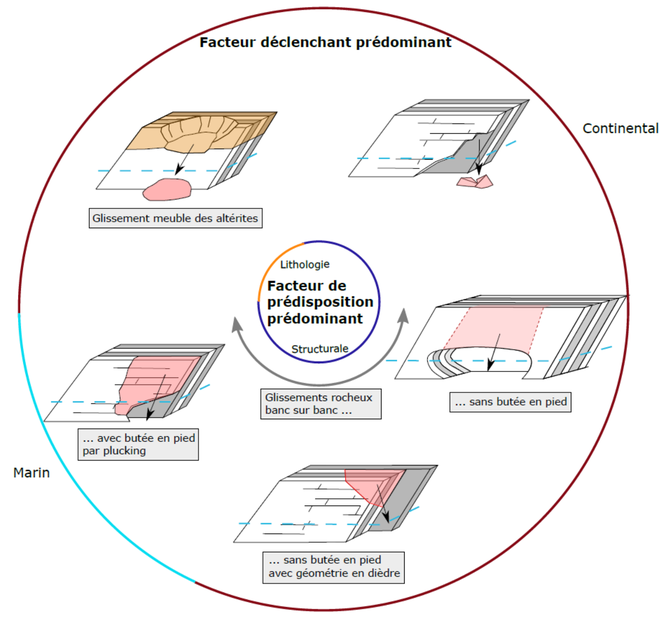
Interprétation et conceptualisation



→ Limite : la couverture alluvionnaire supérieure n'est pas représentative du modèle de faciès de flysch.



→ Le type d'instabilité est contrôlé par la lithologie (altérée ou rocheuse) et la structurale (présence de discontinuités).



Conclusion

A **Bidart**, le flysch de **faciès G** est constitué d'hémipélagites à la **résistance mécanique hétérogène**. Elles sont **susceptibles à l'altération** et aux glissements de matériaux grossiers et fins en partie supérieure des flyschs. La partie inférieure s'érode par chute de blocs ou glissements de matériaux grossiers voire rocheux selon la résistance mécanique.

A **Socoa**, le flysch de **faciès D** associe quatre termes lithologiques par des **répétitions et épaisseurs hétérogènes**. Cela impacte l'épaisseur de **séquences plus ou moins résistantes**. Les séquences peu résistantes constituent des vides et surfaces de glissement pour les séquences résistantes qui chutent ou glissent.

Perspectives

- Modéliser les instabilités pour contraindre les facteurs contributifs ;
- Confronter ces instabilités aux taux d'érosion ;
- Analyser la récurrence des évènements au regard des tempêtes et fortes précipitations ;
- Comparer ces sites à d'autres secteurs de la côte basque aux faciès et instabilités similaires ;
- Confronter ce modèle de type d'instabilité par faciès de flysch à d'autres falaises étudiées dans le monde.

Remerciements : ces travaux sont financés par le projet Européen FEDER EZPONDA, piloté par la Communauté d'Agglomération du Pays Basque

Références

1. Bouma, A.H., 1962. Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation, Elsevier. ed. Amsterdam.
2. Genna, A., Capdeville, J.-P., Dubreuilh, J., Mallet, C., 2005. Évolution récente et actuelle de la côte basque française (analyse et perspectives). C. R. Geoscience.
3. Hoek, E., Brown, E.T., 1997. Practical Estimates of Rock Mass Strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 34, 1165–1186. https://doi.org/S1365-1609(97)80069-X
4. Martins, L., Thiery, Y., Guillen, L., Dewez, T., Levy, C., Garnier, C., 2021. Caractérisation spatiale et temporelle du recul du sommet de falaises basques : recherche méthodologique. Bulletin de l'Association de Géographes Français, Les risques littoraux 2021-3–4.
5. Mathey, B., 1986. Les Flyschs Crétacé supérieur des Pyrénées basques. Age, anatomie, origine du matériel, milieu de dépôt et relations avec l'ouverture du golfe de Gascogne (Thèse Doctorat Sciences Naturelles). Université de Bourgogne, Dijon.
6. Mutti, E., Lucchi, F., 1972. Turbidites of the northern Apennines: introduction to facies analysis. International Geology Review 20, 125–166. https://doi.org/10.1080/00206817809471524
7. Mutti, E., Ricci Lucchi, F., 1974. La signification de certaines unités séquentielles dans les séries à turbidites. Bull. Soc. Géol. France S7-XVI.
8. Offroy, Bernard, 1984. Approche des mécanismes de sédimentation gravitaire : Exemple des dépôts carbonatés des flyschs Crétacé supérieur des Pyrénées Atlantiques (Thèse de Doctorat). Université Paris VII.
9. Prémaillon, M., Regard, V., Dewez, T.J.B., Auda, Y., 2018. GlobR2C2 (Global Recession Rates of Coastal Cliffs): a global relational database to investigate coastal rocky cliff erosion rate variations. Earth Surface Dynamics 6, 651–668. https://doi.org/10.5194/esurf-6-651-2018
10. Razin, P., 1989. Evolution tecto-sédimentaire alpine des Pyrénées basques à l'Ouest de la transformante de Pamplona. Université de Bordeaux III.