OBSERVATOIRE CÔTE AQUITAINE
Réseau d'experts au service du littoral

BRGM Nouvelle-Aquitaine
Parc technologique Europarc
24, avenue Léonard de Vinci
33600 Pessac

tél : 05 57 26 52 70
fax : 05 57 26 52 71
www.observatoire-cote-aquitaine.fr

Référence : NT_BDX_2020_004 Pessac, 14/02/2020,

| |
|---|
| Rédacteurs : N. Bernon, C. Garnier |
| Projet de référence : AP19BDX115 |
| Diffusion externe validée par le responsable : ☒ oui ☐ non<br>Nom et fonction du responsable : Nicolas Pédron, directeur du BRGM Nouvelle-Aquitaine<br> |
| Liste de diffusion : Partenaires OCA, CAPB |

# Note de l'Observatoire de la Côte Aquitaine

## Commune de Saint Jean-de-Luz - Sectorisation du littoral en vue d'une gestion cohérente de l'aléa érosion

### Préambule

Dans le cadre de la mise en œuvre des actions prévues dans la Stratégie locale de gestion des risques côtiers (SLGRC) et notamment des réflexions nécessaires sur les projets de lutte contre l'érosion du littoral, la Communauté d'Agglomération Pays Basque (CAPB) souhaiterait pouvoir disposer de données cartographiques permettant de définir des linéaires littoraux « cohérents » vis-à-vis de l'aléa érosion et identifiés en fonction notamment des paramètres principaux suivants :

- Type de côte ;
- Nature et structure géologique (type de roche, degré d'altération, pendage...) ;
- Processus hydrogéologiques (pluviométrie, résurgences, circulations souterraines…) ;
- Facteurs hydrodynamiques (orientation de la houle, HS, états de mer) ;
- Connaissance historique du secteur (évolution du littoral, mouvement de terrain, parades géotechniques, etc.).

Les attentes de la CAPB vis-à-vis de cette demande sont les suivantes :

- Préciser les périmètres de travaux prévus dans le programme d'actions de la SLGRL ;
- Mutualiser les connaissances des aléas considérés à l'échelle de la « côte basque » aux communes, riverains et services de l'Etat pour aiguiller l'instruction réglementaire des demandes d'autorisations ;

Véritable réseau d'experts au service du littoral, l'Observatoire de la Côte Aquitaine est chargé de suivre l'érosion et la submersion sur le littoral régional. Le BRGM ainsi que l'ONF sont les porteurs techniques du projet, financé par l'Europe (FEDER), l'État, la Région Nouvelle-Aquitaine, les départements de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques et le Syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon (SIBA).

- Disposer d'informations précises de référence pour définir d'éventuels périmètres d'associations syndicales de propriétaires ou autres structures de regroupement de propriétaires.

Initialement souhaité à l'échelle de l'ensemble du littoral basque, il a été convenu en concertation avec la CAPB de travailler dans un premier temps sur un secteur restreint de la commune de Saint-Jean-de-Luz pour définir la méthode adaptée à la problématique et en évaluer les résultats avant déploiement sur l'ensemble du littoral. Il s'agit du littoral situé de la Pointe Saint-Barbe au Sud-Ouest, jusqu'à l'extrémité nord-est de la baie d'Erromardie. Ce secteur est intéressant car il est représentatif d'un grand nombre de types d'érosion du littoral basque, de plus cette analyse pourrait s'avérer être particulièrement utile pour la gestion du site à court terme (Figure 1).

**Figure 1 - Localisation du secteur d'étude-test (linéaire en rouge, orthophotographie © IGN, OCA, 2018)**

La présente note expose ainsi la méthode proposée pour aboutir à une sectorisation en tenant compte à la fois des caractéristiques géomorphologiques du linéaire côtier, et des potentiels études et travaux qui pourraient être mis en œuvre de façon cohérente (en termes notamment d'emprise ou de méthodologie commune) pour protéger les terrains situés en arrière du trait de côte. Pour illustrer cette méthode, des exemples d'application et le résultat à l'échelle du linéaire d'étude sont présentés.

## Méthode

Le sujet portant sur l'érosion des falaises rocheuses de la côte basque, l'information existante considérée comme la plus pertinente sur laquelle baser une méthode de sectorisation du littoral est d'ordre géomorphologique. En effet, la nature et la géométrie des falaises constituent les principaux facteurs de prédisposition (facteurs dits permanents) aux mouvements de terrains responsables du recul du trait de côte. La donnée la plus complète et exploitable sur ce thème à l'échelle de la côte basque, basée sur des reconnaissances de terrain détaillées et donnant lieu à une représentation cartographique au 1/25 000, est issue de l'étude réalisée par Nedellec *et al.* en 2005 et reprise dans les stratégies de gestion de la bande côtière (Garnier & Millescamps, 2014a et 2014b, Bernon *et al.*, 2016). Elle a abouti à un découpage géomorphologique du littoral basque, homogène en matière d'aléa mouvement de terrain, en une centaine de tronçons selon des critères physiques (géologie, topographie, hydrogéologie, dynamique marine, et nature et ampleur des phénomènes naturels observés).

Dans l'objectif d'actualiser et si possible de préciser cette information, les données actuellement disponibles concernant les mouvements de terrain recensés, les venues d'eau, les discontinuités et la dynamique marine ont été intégrées à la cartographie existante. Elles n'ont cependant pas permis de préciser particulièrement le découpage du secteur d'intérêt issu de l'étude Nedellec *et al.* (2005). En effet, il est apparu délicat de dégager une tendance cohérente entre la distribution spatiale de ces données (Figure 5) et le découpage géomorphologique initial. Il convient de noter que ces informations peuvent être hétérogènes et non exhaustives. A titre d'exemple, le recensement des mouvements de terrain historiques résulte de différentes sources, telles que la base de données nationale sur les

mouvements de terrain, des analyses diachroniques d'images aériennes, ou plus directement de remontées terrain témoignant de désordres. Toutefois, ces données ont pu être prises en compte, soit de manière marginale, soit de façon plus générale lors de l'étape suivante.

Cette seconde étape a consisté à parcourir les données précitées (découpage issu de l'étude Nedellec *et al.* (2005) et données complémentaires) à dire d'expert, en y intégrant d'une part la connaissance terrain et d'autre part, les stratégies de protection (ou d'action de gestion) cohérentes susceptibles d'être réalisées sur les différents tronçons. En s'appuyant sur les campagnes annuelles de photographies aériennes obliques de l'OCA, les falaises ont ainsi été parcourues, considérant l'ensemble des paramètres précités d'ordre géomorphologique, les typologies de mouvement de terrain qui affectent les falaises, l'exposition aux houles incidentes, et les études et travaux éventuels pouvant être mis en œuvre dans un objectif de gestion de l'érosion côtière.

Cette méthode a abouti à modifier le découpage géomorphologique initial en effectuant certains regroupements et redécoupages.

### Sectorisation géomorphologique

Sur cette portion du littoral basque, le contexte géologique correspond aux flyschs crétacés. On distingue au droit du secteur d'étude, les flyschs à silex de Guéthary au Nord-Est, et au Sud-Ouest, les flyschs marno-calcaires de Socoa (Figure 2).

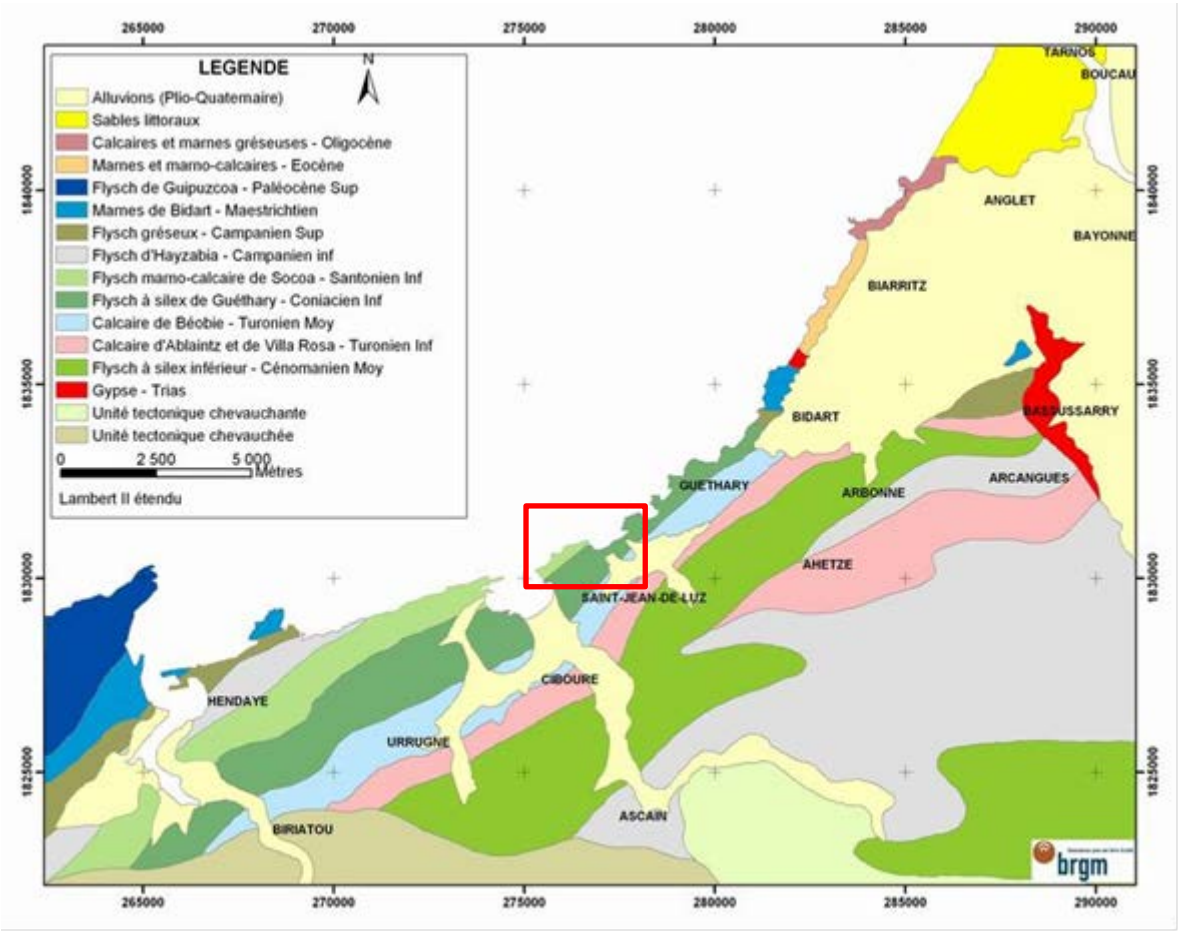



**Figure 2 - Carte géologique simplifiée de la côte basque et secteur d'étude (cadre rouge)**

Ces formations sont dans ce secteur fréquemment coiffées d'une frange d'altérites. D'épaisseur variable, elles se présentent sous la forme d'une marne argileuse, et dans ses faciès les plus évolués, d'une argile ocre englobant des fragments plus ou moins importants de flyschs altérés.

La cartographie géomorphologique du trait de côte réalisée dans le cadre de l'étude de Nedellec *et al.* en 2005 avait été reprise en 2014 et 2016 pour les études de stratégies locale et régionale de gestion de la bande côtière (Garnier & Millescamps, 2014a et 2014b, Bernon *et al.*, 2016). Elle distingue 10 tronçons numérotés de 62 à 69 sur le secteur d'étude de St-Jean-de-Luz (le tronçon 64 étant divisé en trois sous-ensembles). Pour les descriptions géomorphologiques complètes, il convient de se reporter au rapport d'étude et aux fiches qui l'accompagnent.

**Figure 3 - Sectorisation du secteur d'étude en 10 tronçons homogènes (Nedellec *et al.*, 2005)**

### Données complémentaires

Les données cartographiques actuellement disponibles et pertinentes vis-à-vis du phénomène de recul du trait de côte sont les suivantes : venues d'eau (résurgences au sein de la paroi, mise à jour en 2019), discontinuités (fracturation, stratification résultant de travaux de thèse de Peter-Borie, 2008), mouvements de terrain historiques (mise à jour en mai 2019). Elles sont représentées sur la Figure 5.

Bien que ces informations de référence soient précieuses, il n'a pas été possible de les hiérarchiser de façon cohérente dans l'objectif d'individualiser des nouveaux secteurs. En effet, s'il est possible de discerner la baie d'Erromardie, notamment dans sa partie Nord-Est, du reste de la côte, une individualisation à une échelle plus grande apparaît subjective. Les densités de discontinuités, de résurgences et de mouvements de terrain varient d'un tronçon à l'autre sans que n'apparaisse une relation directe entre ces trois facteurs et le découpage géomorphologique initial. Il est probable que ces observations ne soient pas suffisamment complètes, dans l'espace et dans le temps, pour s'avérer déterminantes.

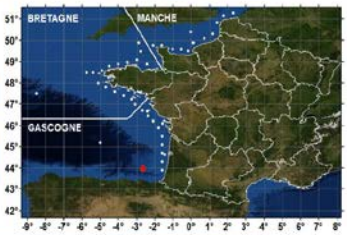
Concernant la dynamique marine, le lien entre l'océan et l'érosion des falaises côtières est à rechercher dans l'interaction, d'une part entre les formations géologiques constitutives des falaises et de l'estran, et d'autre part, et les états de mer qui les atteignent. Les données sur les états de mer sont accessibles à partir du site internet Candhis (http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/). La bouée de Saint-Jean-de-Luz enregistre les paramètres de la houle sur une période de 4,35 ans (du 24/04/2013 au 31/01/2018) à l'entrée de la baie. 90 % des vagues présentent une hauteur significative spectrale inférieure à 3,1 m pour des périodes comprises entre 4 s et 14 s et de direction orientée en majorité nord-ouest.

A l'aide de simulations rétrospectives sur la période 1958 - 2002, les travaux de Bulteau *et al.* (2013) reposent sur l'exploitation de la base de données BoBWA-10kH et proposent des extractions de ces paramètres de vagues au droit de bouées fictives. Pour celle située à une centaine de kilomètres au large de la côte basque, les données sur les états de mer sont exposées sur la Figure 4.

**Description du point**

Les données de vague proviennent de la base de données BoBWA-10kH (http://bobwa.brgm.fr/).

| Position (lat – lon) | Profondeur | Distance à la côte |
|---|---|---|
| (44°N – -2,7°E) | 1239 m | ≈ 106 km |
| Nom du point dans BoBWA-H | Pas de temps | Période simulée (jj/mm/aa) |
| ww3_-2.7E_44N | 6 h | 01/01/58 – 31/08/02 |




**Analyse des données**

| | Minimum | Maximum | Moyenne | Médiane | Mode |
|---|---|---|---|---|---|
| Hs (m) | 0,13 | 13,15 | 2,07 | 1,66 | 1,14 |
| Dp (°) | 0 | 360 | 297 | 299 | 293 |
| Tp (s) | 2,6 | - | 11,5 | 11,4 | 13,5 |

Hs = hauteur significative ; Dp = direction pic de provenance des vagues (convention nautique) ; Tp = période pic

**Figure 4 - Données issues de l'exploitation de la base de données BoBWA-10kH (Bulteau *et al.*, 2013) (BRGM/RP-62730-FR)**

Les données de la bouée Candhis et celles issues de BoBWA-10kH concordent. Cette dernière fournissant entre autres des valeurs moyennes des paramètres de vague, et sur la base d'une chronique plus longue, il est proposé de considérer ses résultats. Toutefois, la morphologie de l'avant-côte influence grandement l'orientation et l'intensité de la houle à la côte au droit des falaises. Si une analyse à petite échelle est envisageable, notamment sur la base de l'exposition du linéaire aux houles incidentes, il reste difficile d'établir un lien direct entre ces paramètres et la susceptibilité au recul des falaises du linéaire d'étude. La dynamique marine, au travers de cette information sur la direction moyenne des houles incidentes, a donc été considérée de façon qualitative et elle est reportée à titre indicatif sur la Figure 5.

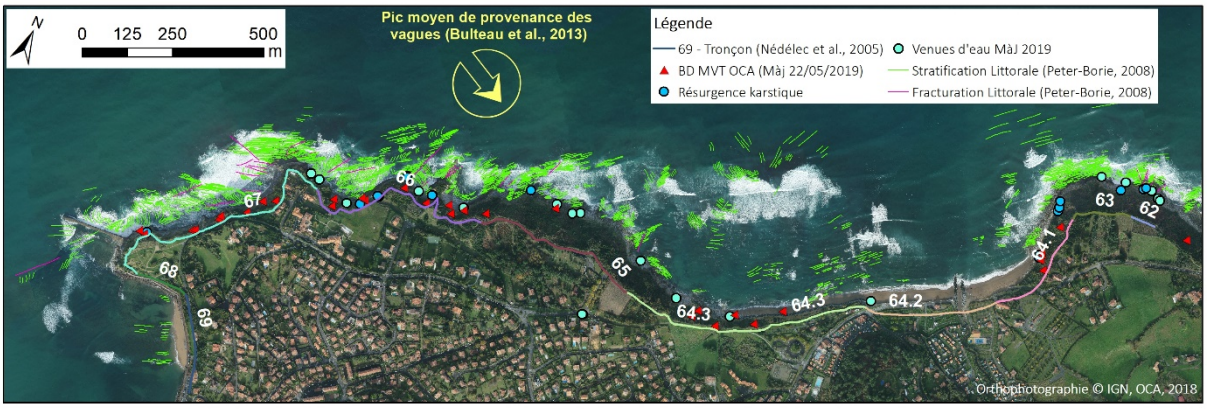



**Figure 5 - Données complémentaires renseignant sur la nature physique du secteur d'étude et son exposition aux houles incidentes moyennes**

Dans ce chapitre, les données disponibles complémentaires relatives aux critères souhaités pour établir une sectorisation du linéaire d'étude ont été exposées. Ces données concernent les paramètres naturels de forçage intrinsèques et externes considérés comme éléments déclencheurs des mouvements de terrain affectant les falaises.

Lors de la réalisation de l'exercice de sectorisation sur la portion de linéaire de Saint-Jean-de-Luz, elles se sont révélées erratiques et n'ont pas permis de mettre en évidence des relations directes entre l'évolution des falaises et ces paramètres, considérés individuellement ou combinés. Ces éléments de connaissance ne peuvent à ce stade être pris en compte qu'à partir d'une analyse à dire d'expert vis-à-vis de l'érosion des falaises, la sectorisation géomorphologique étant le socle d'information le plus pertinent et cohérent sur lequel baser une réflexion de sectorisation dans un objectif de gestion, et notamment de protection. Le rôle prépondérant de la nature géomorphologique des falaises pour

expliquer le recul du trait de côte sur la côte basque, devant la pente des falaises et la présence de venues d'eau, a déjà été souligné par une étude réalisée par Le Cozannet *et al.* en 2016. Elle met également en évidence les difficultés d'intégrer dans une analyse des données hétérogènes (en quantité et qualité), et l'importance de la connaissance du gestionnaire de la base de données pour limiter les incertitudes lors de leur interprétation.

### Sectorisation en vue de la mise en place d'une stratégie de protection

Plusieurs ouvrages de protection sont présents sur le littoral d'étude. Ils sont représentés sur la Figure 6. Il pourrait être utile de disposer d'un retour d'expérience sur le rôle et l'efficacité de ces parades existantes.

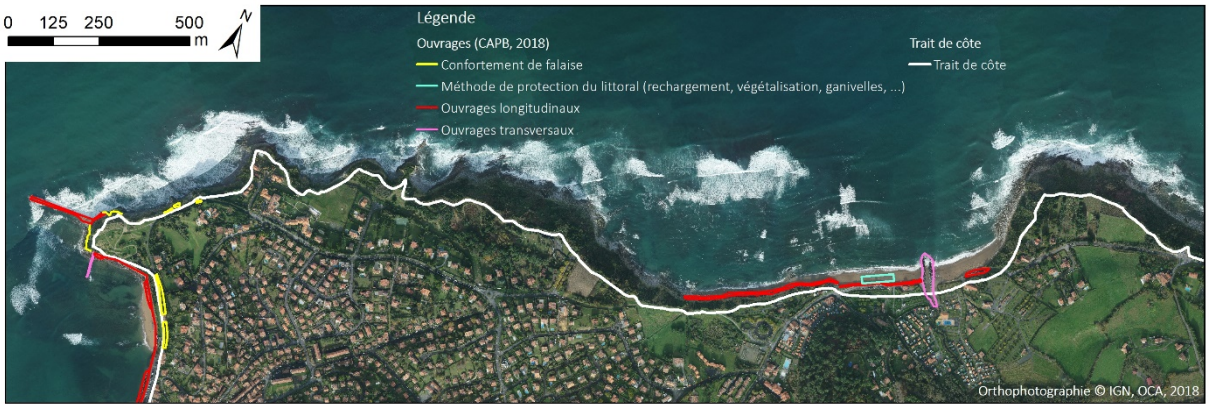



**Figure 6 - Typologie d'ouvrages et actions de gestion présentes sur le littoral d'étude**

Chaque tronçon géomorphologique a fait l'objet d'une analyse à dire d'expert, intégrant de façon qualitative les données complémentaires et une vision « études et travaux » en vue de protéger le linéaire côtier par secteurs homogènes. Il est à noter que cette démarche reste à ce stade théorique et exploratoire. Elle ne remet pas en cause les choix de gestion effectués dans la stratégie locale de gestion des risques côtiers de la CAPB, qui considère notamment les enjeux et s'appuie sur des analyses coûts/avantages et multicritères des scénarios de gestion étudiés.

Ainsi, considérant uniquement l'aléa mouvement de terrain, la stratégie de protection à mettre en œuvre sur chaque tronçon est dépendante de la dynamique de mouvement de terrain qui affecte la falaise, à savoir en premier de la typologie des phénomènes à craindre et de leur intensité prévisible, ces facteurs étant eux-mêmes directement dépendants des critères évoqués précédemment (géométrie / géologie de la falaise, venues d'eau, etc.). En premier lieu, on distinguera les secteurs au droit desquels les aléas en présence sont uniquement de type « chute de blocs/éboulement », uniquement de type « glissements de terrain », ou par une combinaison de ces deux phénomènes. De ces typologies de mouvement de terrain dépendront les parades à mettre en œuvre visant, si ce n'est à les contrer, à diminuer les aléas. L'intensité potentielle des phénomènes constitue également un paramètre déterminant pour le choix des confortements à réaliser.

Les solutions de confortement envisageables ont été abordées de façon succincte au regard du contexte géomorphologique de chaque tronçon et indépendamment des choix de gestion retenus dans la stratégie locale de gestion des risques côtiers. Les éléments fournis dans cette note constituent une première approche mais ne peuvent être considérés comme définitifs et adaptés. Une étude géotechnique de détail et une analyse de la faisabilité réglementaire (autorisations environnementales, emprises foncières par exemple) seraient en effet nécessaires pour chaque tronçon.

## Résultats

Pour illustrer l'application de la méthode, deux exemples concrets de regroupement et découpages opérés sur Saint-Jean-de-Luz sont présentés ci-dessous.

- Regroupement des tronçons 62, 63 et d'une partie de 64.1 : Pointe de Xibau Berria (Figure 7)

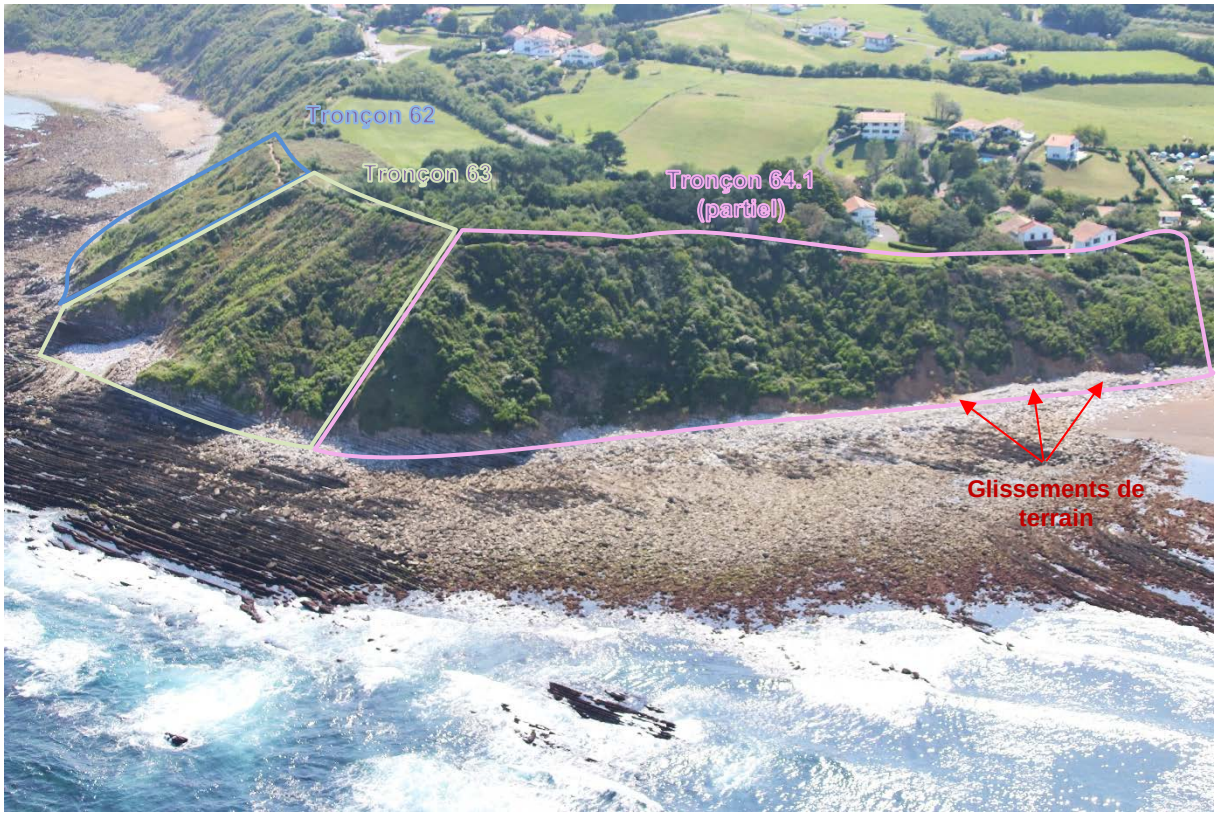



**Figure 7 - Vue aérienne du tronçon de la Pointe Xibau Berria d'après le découpage géomorphologique de Nedellec *et al.*, 2005 (62 + 63 + partiellement 64.1) (Photographies : © OCA, Olivier Chaldebas, 2018)**

Il s'agit d'un versant d'une hauteur de 45 mètres de hauteur à l'est et diminuant jusqu'à 20 mètres environ à l'approche de la baie d'Erromardie, présentant en partie basse des flychs à silex de Guéthary sur plusieurs mètres de hauteur et surmontés par une couche d'altérites plurimétrique. Cette morphologie se poursuit jusqu'à la limite est de plage d'Erromardie, où le versant n'est plus constitué que par des altérites plus ou moins évoluées. Les venues d'eau répertoriées sont présentes sur l'ensemble de la pointe, les mouvements de terrain se sont produits au sud du tronçon 64.1. Il s'agit de glissements de terrain toujours actifs dans les altérites (Figure 7 et Figure 8).

L'estran est rocheux, constitué d'une surface d'abrasion dans les flyschs. Directement en pied de falaise et sur une dizaine de mètres vers le large, se trouvent des pierres et petits blocs issus du démantèlement de l'estran et de la partie basse de la falaise. Ils disparaissent progressivement vers l'avant-côte en faveur des flyschs, et sont remplacés vers le sud par les sables de la baie d'Erromardie.

Les mouvements de terrain susceptibles de se produire sur ce secteur sont les éboulements et chutes de blocs dans les flyschs déstructurés à la base, ainsi que les glissements dans les altérites sus-jacentes. Les parades susceptibles d'être mises en œuvre sur ce tronçon sont de la même nature. En première approche et selon les secteurs, les interventions (combinées ou individuelles) concourant à l'amélioration de la stabilité du versant sont de type : drainage des eaux (superficielles et souterraines), confortements dans les flyschs déstructurés de la base et dans les altérites, et/ou reprofilages dans les formations altérées.

Il apparaît délicat d'envisager un confortement à long terme de ce tronçon étant donné l'attaque directe du pied de falaise par la dynamique marine ; une reprise de l'ensemble du versant serait alors nécessaire, nécessitant d'importants moyens d'intervention et une importante combinaison de parades.

Cette nouvelle sectorisation est présentée sur la Figure 8.

**Figure 8 - Regroupement des 62, 63 et 64.1 (partiellement) correspondant à la Pointe Xibau Berria. A gauche découpage géomorphologique initial (Nedellec *et al.* (2005)), à droite nouveau découpage (fond cartographique : orthophotographie © IGN, OCA, 2018)**

- Sectorisation au sein des tronçons 67 et 68 en deux ensembles (67_1, et 67_2 + 68) (Figure 9)

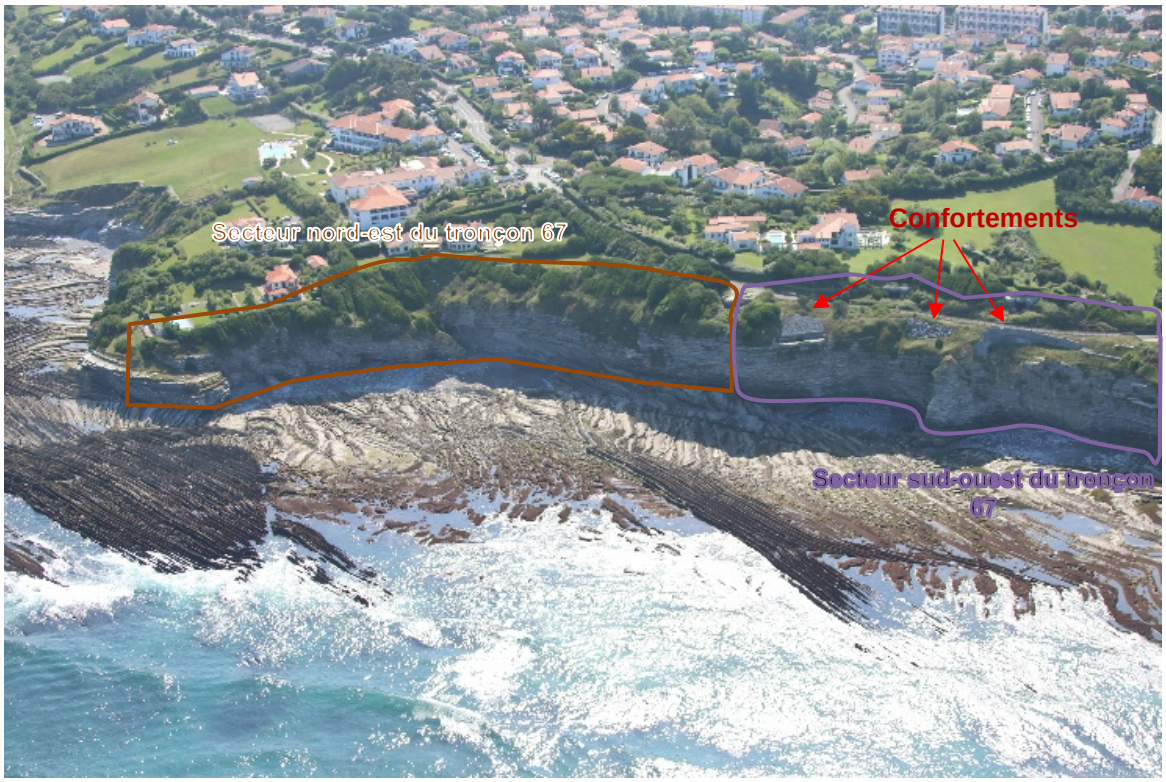


**Figure 9 - Vues aériennes des tronçons 67 et 68 d'après le découpage géomorphologique de Nedellec *et al*., 2005 (Photographies : © OCA, Olivier Chaldebas, 2018)**

Dans ce secteur, le tronçon géomorphologique 67 correspond à une falaise subverticale localement sous-cavée formée dans les flyschs marno-calcaires de Socoa, et coiffée par des altérites, sur un linéaire de 800 mètres environ.

Dans la première partie du tronçon 67, à partir du nord-est (Figure 9), la falaise haute de 20 à 35 mètres comprend une frange altérée à forte pente sur plusieurs mètres d'épaisseur.

Dans la partie sud-ouest du tronçon 67, la hauteur de la falaise rocheuse diminue en direction de la baie, et la pente dans les formations altérées sus-jacente est moins raide (Figure 9). Le sommet de ce versant se situe plus à l'intérieur des terres, en partie derrière la promenade Feodor Chaliapine. Des murs de soutènement ont été réalisés (Figure 9 et localement en pied de falaise, Figure 6), certains au droit de mouvements de terrain recensés (Figure 10). Cette morphologie se poursuit au niveau de La Pointe Sainte Barbe (Figure 9). Il est à noter que l'unique venue d'eau recensée correspond à un boyau karstique (Figure 10). A l'intérieur de la baie de Saint-Jean-de-Luz, au niveau du tronçon 68, seules les altérites sont visibles à l'affleurement et la pente du versant est relativement faible comparativement au tronçon 67. La partie basse du versant est confortée par un perré et la partie haute, correspondant à la frange altérée, est aménagée en parc.

Les mouvements de terrain dans ce secteur sont de types éboulements dans la partie basse rocheuse de la falaise (flyschs subverticaux), et glissements de terrain dans la partie haute altérée.

L'estran est rocheux sur l'ensemble du secteur. La dynamique marine diffère entre la façade océanique ouverte et l'intérieur de la baie, plus protégée des houles incidentes (orientation de la falaise, digue de Sainte Barbe).

En matière de sécurisation, des parades pourraient limiter les éboulements (ancrage, voile béton, comblement des sous-cavages, perrés…) dans la paroi subverticale basale et ainsi limiter le risque de déstabilisation des terrains sus-jacents. La stabilisation de la partie altérée sommitale pourrait nécessiter la mise en œuvre de reprofilages, d'ouvrages de soutènement (mur, paroi moulée, etc.),

d'une gestion des écoulements des eaux superficielles, et de mesures visant au rabattement de l'éventuelle nappe d'eau souterraine contenue dans les altérites. Toutefois, les contraintes pour la sécurisation de la partie nord-est du tronçon 67 (67_1) sont plus fortes, en raison de falaises plus hautes et d'une frange altérée plus raide qu'au droit du secteur plus à l'ouest. Les études pour la sécurisation et les solutions à mettre en œuvre sont susceptibles d'être plus complexes que sur le reste du linéaire de ce tronçon, même si les principes de confortement jugés pertinents sont globalement analogues.

La prise en compte de ces différents éléments d'analyse ont conduit à découper le tronçon n°67, sur la base essentiellement des différences géomorphologiques observées, de l'absence apparente d'ouvrage et d'une stratégie de confortement différente. La seconde partie du tronçon 67 et le tronçon 68 ont été regroupés, considérant la pointe Sainte Barbe comme une unité géomorphologique affectée par les mêmes problématiques et pouvant faire l'objet d'une stratégie de protection d'ensemble. Cette sectorisation est représentée sur la Figure 10.

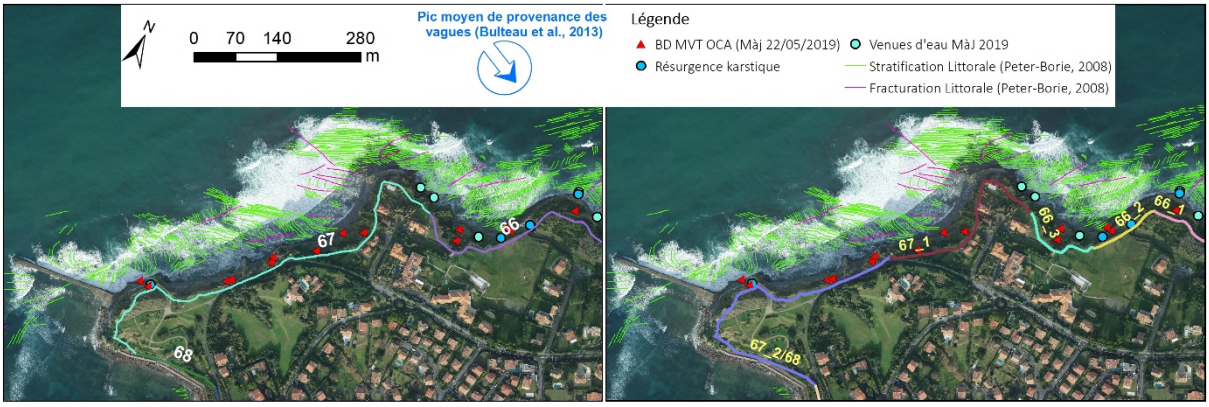



**Figure 10 - Découpage du tronçon 67 (67_1) et regroupement de la seconde partie du tronçon 67 et du tronçon 68 (67_2/68). A gauche découpage d'origine issu de Nedellec *et al.* (2005), à droite nouveau découpage (fond cartographique : orthophotographie © IGN, OCA, 2018)**

Ce travail d'analyse mêlant les connaissances disponibles et une vision prospective sur la stratégie potentielle de protection du littoral (indépendamment des choix de gestion retenus dans la stratégie locale de gestion des risques côtiers de la CAPB) a abouti à la sectorisation du linéaire d'étude tel que présenté sur la Figure 11. En définitive, le découpage ainsi obtenu identifie 13 tronçons distincts à partir de regroupements et découpages de la sectorisation géomorphologique initial du linéaire en 10 tronçons.

**Figure 11 - Sectorisation du linéaire côtier d'une partie de la commune de Saint-Jean-de-Luz, en haut découpage géomorphologique initial (Nedellec *et al.*, 2005), en bas, en vue d'une gestion cohérente de l'aléa érosion**

## Conclusion

Dans le cadre de la SLGRL, la CAPB a sollicité l'OCA pour disposer de linéaires littoraux « cohérents » vis-à-vis de l'aléa érosion, au travers de la prise en compte d'une part, des éléments de connaissance nouveaux relatifs à la nature physique des falaises et à la dynamique marine, et d'autre part, d'une vision études et travaux potentiels pour la sécurisation des falaises.

L'OCA a ainsi proposé de mettre au point une méthode sur un linéaire restreint, avant d'envisager une extension sur la totalité du linéaire basque. Elle a été testée sur une partie du linéaire de la commune de Saint-Jean-de-Luz.

Lors de cet exercice, reposant sur le découpage géomorphologique réalisé en 2005 (Nedellec *et al.*, 2005), la prise en compte d'informations nouvelles est apparue difficile à intégrer de façon homogène et représentative sur l'ensemble du linéaire. En effet, ils n'apportent pas d'éléments suffisamment robustes pour revoir la sectorisation initiale en profondeur. Une approche à dire d'expert a donc été privilégiée de manière à intégrer ces données nouvelles. En revanche, la prise en compte dans la démarche menée d'un potentiel volet « études et travaux » en vue du confortement des falaises et versants a amené à revoir le découpage initial issu de l'étude Nedellec et al., 2005.

La démarche proposée est à ce stade exploratoire. Elle n'interfère en aucune façon sur les choix et les orientations de la stratégie locale de gestion des risques côtiers. Il s'agit d'un travail préliminaire à partir duquel une extension de la méthode à l'échelle de la côte basque pourra être discutée.

## Bibliographie


BERNON N., MALLET C., BELON, R., avec la collaboration de HOAREAU A., BULTEAU T. et GARNIER C. (2016) - Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte sur le littoral de la côte aquitaine aux horizons 2025 et 2050. Rapport final. BRGM/RP-66277-FR, 99 p., 48 Ill., 16 tab., 2 ann., 1 CD.

PETER-BORIE M. (2008) - Les massifs rocheux du Crétacé supérieur du labourd occidental : processus d'altération et instabilités littorales. Thèse de doctorat, 370 p..

BULTEAU T., NICOLAE LERMA A., LECACHEUX S. (2013) - Projet Climats de houle - Phase 2 : Analyse des valeurs extrêmes de vagues le long de la côte Atlantique et en Manche. Rapport BRGM/RP-62730-FR, 49 p., 26 fig., 3 ann..

GARNIER C., MILLESCAMPS B. (2014-a) - Agglomération Côte Basque Adour : Évaluation de l'aléa érosion côtière en 2023 et 2043 dans le cadre de la stratégie locale de gestion de la bande côtière. Rapport final BRGM/RP-63780-FR, 78 p., 78 fig., 5 tab., 4 ann.

GARNIER C., MILLESCAMPS B. (2014-b) – Agglomération Sud Pays Basque : Evaluation de l'aléa érosion côtière en 2023 et 2043 dans le cadre de la stratégie locale de gestion de la bande côtière. Rapport final BRGM/RP-63588-FR, 116 p., 63 fig., 2 tableaux, 3 ann.

LE COZANNET G.; BULTEAU T., GARCIN M., GARNIER C., MÜLLER H., HOAREAU A. and MALLET C. (2016) - Detecting errors in coastal databases using Bayesian Networks. In: Vila-Concejo, A.; Bruce, E.; Kennedy, D.M., and McCarroll, R.J.(eds.), Proceedings of the 14th International Coastal Symposium (Sydney, Australia). Journal of Coastal Research, Special Issue, No. 75, pp. 1162 - 1166. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.

NEDELLEC JL, ZORNETTE N., MATHON C., collaboration AUBIE S. et IMBAULT MH. (2005) - Observatoire de la Côte Aquitaine - Evaluation et cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur la Côte Basque. BRGM/RP-52783-FR rapport final, 9 illustrations, 2 ann., 41 p.