

## INTERACTIONS NATURE/SOCIÉTÉ ET VULNÉRABILITÉ DU LITTORAL : QUELQUES EXEMPLES EN BRETAGNE SUD

PIAN S.<sup>1</sup>, REGNAULD H.<sup>2</sup>, MENIER, D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Géographe, Université de Rennes 2, UMR 5564 LETG, laboratoire COSTEL, Rennes

<sup>2</sup> Géographe, Université de Rennes 2, UMR 5564 LETG, laboratoire COSTEL, Rennes

<sup>3</sup> Géologue, Université de Bretagne Sud, UMR 6118, laboratoire SOLITO & Géosciences Rennes1

### **Abstract**

*South Brittany societies (France) are more and more concerned with coastal vulnerability. Coastal vulnerability depends on both threats on society and coastal system's ability to respond to numerous constraints leading to changes. Moreover, coastal system behaviour are characterised by numerous feedbacks, including effects due to human pressure. Thus, this paper aims at assessing interrelation between natural and anthropogenic forcing factors, in order to develop a better understanding of coast behaviour and evolution in South Brittany. In such a context, fundamental data about coastal processes as well as their spatial distribution is needed. The study has focused on two areas on south Brittany Coast. The first one, the Lorient-Nord Penthièvre area, is a wave-dominated system, mainly composed of weathered rocky cliffs and beach-dune system. The second one, The Golfe du Morbihan, is a very sheltered tidal-dominated system. Geomorphological evolutions of these coastlines between 1952 and 2000 has been analysed by using numerical aerial photographs. Results clearly demonstrate human pressure on Brittany coasts has strongly increased for the last fifty years, leading to the apparition of new complex processes, in which human and natural components can hardly be isolated. A large amount of complexity, including coastal system's lagged response or space scale interfingerings, arises from these processes and should be taken into account for any coastal vulnerability assessment.*

*Key Words : Aerial photographs, Coastal géomorphology, Coastal evolution, Societal-natural interconnexion.*

*Mots-clés : Photographies aériennes, géomorphologie littorale, évolution du littoral, interactions nature société*

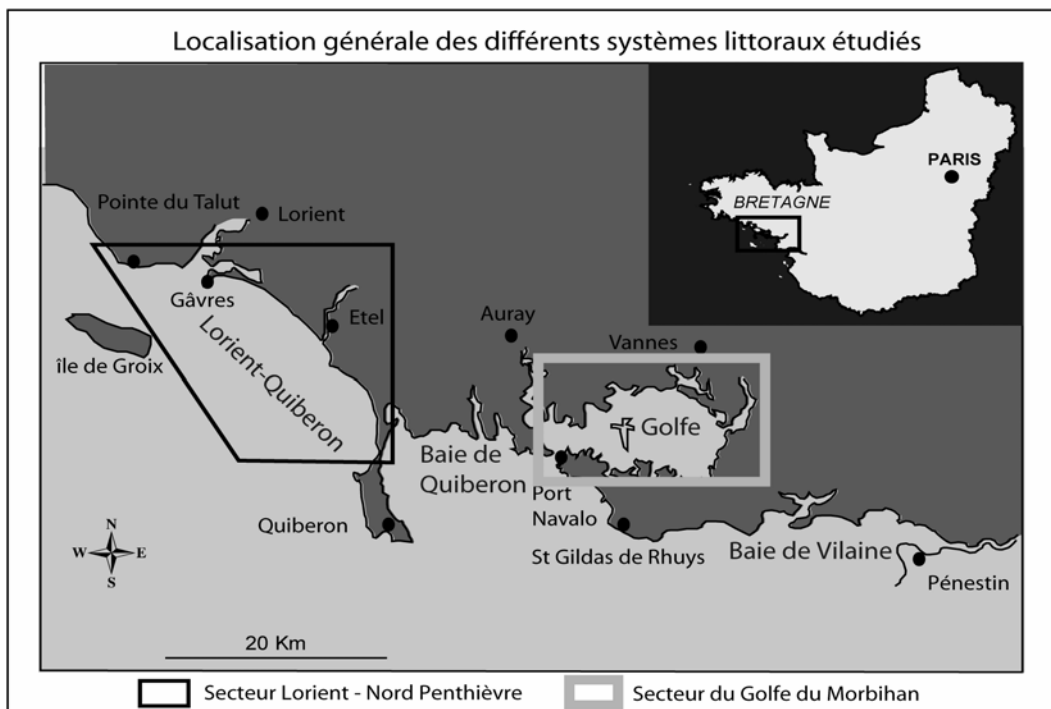
### **Introduction**

Le littoral de Bretagne Sud (France, Morbihan) est profondément marqué par l'empreinte de l'homme. Cette forte anthropisation interagit avec les dynamiques qui régulent l'évolution du littoral, en modifiant à la fois, sa morphologie, mais aussi les processus qui contrôlent son comportement. Aussi, afin d'évaluer la vulnérabilité, à moyen et long terme, de ce littoral, il est nécessaire d'étudier, précisément, la manière dont ces interactions *nature-société* interagissent avec le fonctionnement de ces systèmes littoraux. En effet, le degré de vulnérabilité susceptible d'affecter le littoral dépend, d'une part de la probabilité que soient, à terme, menacés des éléments sociétaux, d'autre part de la capacité du littoral à répondre aux contraintes qui sont exercées sur lui. Cette capacité du littoral à s'adapter aux diverses pressions susceptibles de contraindre son fonctionnement a été conceptualisée avec la notion de résilience (Klein, et al., 2003) qui dépend étroitement de la manière dont est régulé, sur le long et moyen terme, le comportement du littoral. Aussi, afin d'évaluer la vulnérabilité des littoraux Sud bretons, il apparaît nécessaire d'analyser leur fonctionnement dans leur totalité. Pour ce faire, un changement d'échelle par rapport aux travaux généralement entrepris par les collectivités, qui concentrent souvent leur attention sur le recul, à grande échelle, du littoral, est nécessaire. De plus, il convient également d'adopter une problématique radicalement différente. En effet, afin de mesurer la résilience d'un système littoral, il est, non seulement, nécessaire de saisir l'ensemble des mécanismes qui contrôlent son comportement, mais également les logiques spatiales dans lesquelles ces causalités sont supposées s'inscrire.

Autrement dit, décrire les différents facteurs responsables du recul du trait de côte ne suffit pas pour comprendre la vulnérabilité du littoral face à l'érosion. Il faut également définir les logiques qui expliquent la répartition dans l'espace des processus d'érosion. A ce titre, les travaux développés par *Bray et al. (1995)* fournissent un cadre théorique efficace pour analyser ces logiques spatiales, à travers la notion de cellule sédimentaire. Aussi, cette étude a-t-elle cherché à approfondir la compréhension du fonctionnement des systèmes littoraux de Bretagne Sud en étudiant les différents processus et logiques spatiales contrôlant leur évolution géomorphologique depuis les années 1950. Ce faisant, ces travaux ont voulu mettre en lumière les conséquences que les interactions *nature-société* pouvaient avoir sur la complexité des systèmes littoraux et la définition de leur vulnérabilité.

## 1. Présentation des secteurs étudiés

Figure 1 : Localisation des deux systèmes littoraux étudiés dans le cadre de l'article



Les travaux entrepris sur le littoral Morbihannais concernent la quasi-totalité du littoral du département du Morbihan puisque la zone d'étude s'étend de la pointe des Talut (Lorient) à l'embouchure de la Vilaine (Barrage d'Arzal). Dans le cadre de cet article, seuls les résultats obtenus pour deux de ces secteurs, le secteur Lorient (Pointe du Talut)-Nord Penthièvre et le Golfe du Morbihan seront présentés. Ces deux secteurs se distinguent par un degré d'exposition aux houles et vents dominants fort différent, et par conséquent ne sont pas animés par les mêmes types de dynamiques littorales.

### 1.1 Le secteur Lorient - Nord Penthièvre

Ce secteur correspond à la portion la plus exposée de notre zone d'étude. Il est orienté Nord Ouest / Sud Est, et est exposé perpendiculairement aux houles et vents dominants provenant d'un quart Sud Ouest. Toutefois, la côte reste quelque peu protégée des houles de l'Atlantique par l'île de Groix et la présence au large de hauts fonds, tels les plateaux des Birvideaux (*Vanney, 1997, Pinot, 1972*). Ces hauts fonds sont entaillés par une vallée fossile située dans le prolongement de la ria d'Etel (*Menier et al., 2006*).

Au Nord Est de Lorient, le littoral est constitué de falaises, taillées dans du granit et prolongées vers la mer par un platier rocheux. Elles sont surmontées par un horizon d'altération, d'une épaisseur n'excédant pas un mètre, et un sol peu épais, souvent colonisé par la végétation. Des plages de poches s'étendent aux pieds des falaises, et plusieurs anses se dessinent à proximité du port de Lorient. A l'Est de l'entrée du port, s'étend la petite mer de Gâvres, petite enclave abritée, où l'estran est occupé par une succession de schorre et de slikke. La pointe de Gâvres est taillée dans des falaises de granit altéré. Puis, de Gâvres jusqu'au Nord de Penthièvre s'étend un vaste cordon dunaire.

Figure 2: plage de Kerminthy, 13 Février 2007. Erosion de la dune, pente en profil concave. La barrière de ganivelle est fortement dégradée, et des encoches sont visibles sur le flanc de la dune.



Des campagnes de terrain menées en 2006 et 2007 ont montré que la plupart des falaises, élaborées dans des matériaux altérés, portaient des traces d'érosion. Par ailleurs, une série de profils de plage ainsi que l'observation de l'orientation des rides de sables après plusieurs tempêtes semblent suggérer que le cordon dunaire n'est pas en déficit sédimentaire. Toutefois, dans plusieurs secteurs, la dune est marquée par des signes d'érosion : elle s'achève vers la plage par une pente concave alors que la végétation est dégradée.

Enfin, la présence de l'homme est partout visible. Elle se fait plus discrète uniquement sur la partie du massif dunaire appartenant au domaine militaire. Des barrières de ganivelles sont installées le long de la plupart des dunes. Les secteurs de Lorient, Gâvres et Etel sont extrêmement urbanisés et le littoral y est intensément aménagé.

## 1.2 Le Golfe du Morbihan

Le Golfe du Morbihan, quant à lui, apparaît comme le secteur le plus abrité de notre zone d'étude. Situé à l'Est de la baie de Quiberon, il ne communique avec la pleine mer qu'au niveau du goulet de Port Navalo, dont l'étroitesse (900 m) accélère la vitesse des courantstidaux. A l'entrée du Golfe, les courants de marée peuvent être violents et atteindre 9 nœuds pour une marée de coefficient 120 (Marcos et al., 1996). Le Golfe du Morbihan est parsemé de nombreuses îles, notamment l'île aux Moines et l'île d'Arz, dont l'orientation contrôle en grande partie la distribution des conditions énergétiques et hydro sédimentaire au sein de cet espace. En effet, de l'entrée du Golfe à l'Ouest de l'île aux Moines, s'étend un bassin plus fortement agité, où les conditions hydrodynamiques sont plus énergiques et par conséquent les dépôts sédimentaires plus grossiers, type sable. A l'inverse, à l'Est de l'île, s'étend un secteur beaucoup plus abrité où les faibles conditions hydrodynamiques encouragent une forte sédimentation, silto-vaseuse, qui, une fois colonisée par la végétation, aboutit souvent à la formation de schorre (Pian et Regnaud, 2007).

Enfin, sur l'ensemble du pourtour du Golfe, se tiennent de petites falaises, de 4/5m en moyenne, taillées dans du granit altéré ou des roches métamorphiques et surmontées par un horizon d'altération sur lequel s'est souvent développé un sol colonisé par une végétation continentale, arbustive ou arborée.

## **2. Cartographie de l'évolution du littoral entre 1952 et 2000 : méthode et analyse**

Afin d'identifier les différentes causalités et logiques spatiales contrôlant l'évolution géomorphologique de ces littoraux depuis les années 1950, ces travaux se sont appuyés sur l'utilisation de photographies aériennes, couplée à des campagnes terrain (2006-2007) à terre et en mer.

### **2.1 Quantification et localisation des phénomènes d'érosion**

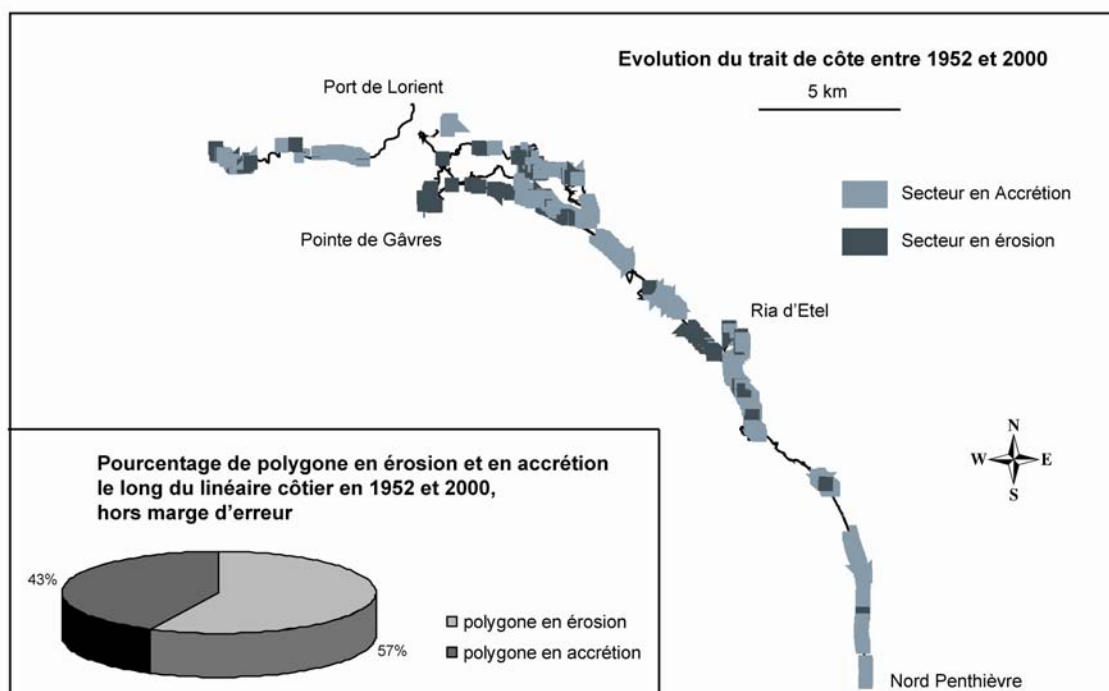
L'utilité des photographies aériennes en géomorphologie littorale a déjà largement été discutée dans la littérature (*Hénaff, 2004, Lambert et al., 2007...*), alors que la mobilité du trait de côte, à long et moyen terme, semble refléter assez bien la logique de la répartition spatiale des processus d'érosion et d'accrétion au sein des systèmes littoraux (Moore, 2000). Aussi, afin d'identifier les dynamiques d'érosion et d'accrétion animant les systèmes littoraux étudiés, les variations enregistrées par la position du trait de côte entre 1952 et 2000 ont été localisées, quantifiées et analysées, pour chaque secteur, à partir de photographies aériennes anciennes datant de 1952 et d'une orthophotographie produite en 2000 par l'IGN.

Cette analyse s'est déclinée en plusieurs étapes. Tout d'abord, les photographies aériennes datant de 1952 ont été numérisées avec une résolution de 1000dpi, géo-rectifiées à l'aide du logiciel ArcGis9.2© et assemblées en mosaïque avec le logiciel Envi.4© afin d'obtenir un document semblable à l'orthophotographie. Puis, la position occupée par le trait de côte sur chacun de ces documents a été numérisée, en retenant comme indicateur géomorphologique la limite sable/végétation ou roche/végétation qui coïncide successivement avec le haut de plage ou le pied de dune (*Robin, 2002*), et le sommet des falaises colonisées par la végétation. Cet indicateur a été retenu suite à une série de campagnes terrain, menées en Juin et Juillet 2006 et entre janvier et juillet 2007, qui ont permis d'identifier quelles étaient les formes les plus mobiles sur le littoral et les plus à même d'avoir enregistré sa dynamique sur le long et moyen terme. Ensuite, toujours à l'aide du logiciel ArcGis9.2, les variations enregistrées par la position du trait de côte sur la période considérée ont été calculées en créant des polygones à chaque point d'intersection existant entre les traits de côte de 1952 et de 2000. A chacun de ces polygones un ensemble d'attributs a été associé, décrivant principalement, les mouvements de la ligne rivage entre 1952 et 2000 et le degré d'anthropisation ayant marqué le système littoral durant cette période. Enfin, des marges d'erreur, comprenant à la fois le risque d'imprécision lié à la géo-rectification des clichés de 1952 et celui lié à la numérisation de la position des traits des côtes ont été calculées et intégrées à l'analyse. De manière générale, elles n'excèdent pas 5.80m.

### **2.2 Résultats obtenus pour le secteur Lorient-Nord Penthièvre**

Les figures ci-dessous synthétisent les principaux résultats obtenus, hors marge d'erreur, pour le secteur Lorient-Nord Penthièvre.

Figure 3 : Mobilité du trait de côte entre 1952 et 2000 entre Lorient et Nord Penthièvre



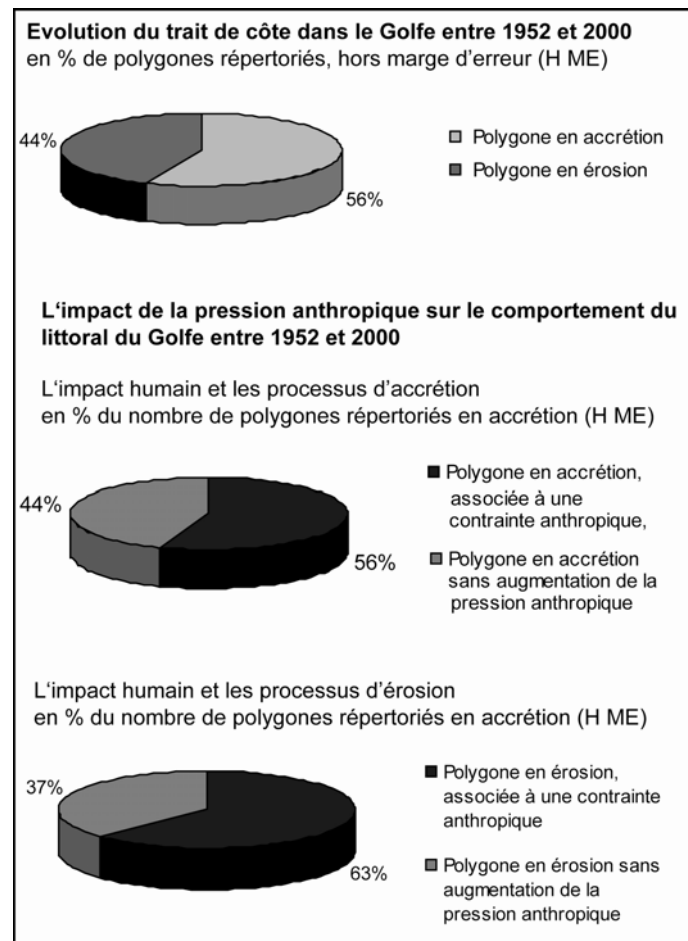
Entre 1952 et 2000, le comportement du littoral semble être dominé par des logiques d'accrétion, bien que les processus d'érosion ne soient pas négligeables et concernent 43% des polygones répertoriés, hors marge d'erreur, le long du linéaire côtier. Les processus d'érosion touchent principalement les falaises élaborées dans du matériel altéré, au Nord Ouest de Lorient, et au niveau de la pointe de Gâvres. Les polygones en accrétion se situent, en grande majorité, au niveau du cordon dunaire, et plus particulièrement au Sud, à l'aval de la dérive littorale. Toutefois, quelques secteurs semblent être animés, au sein du cordon dunaire, par des dynamiques érosives. Ils se situent au Sud Ouest de Gâvres et au Nord Est d'Étel. De plus, sur la période étudiée, le littoral a été profondément anthropisé. Ainsi, 58% des polygones en érosion sont associés à une anthropisation de l'espace littoral, se marquant soit par une urbanisation accrue, soit par la mise en place d'aménagements lourds, type route, ou d'infrastructure touristique.

### 2.3 Résultats obtenus pour le Golfe du Morbihan

Les principaux résultats ont révélé que la dynamique du Golfe était dominée par des phénomènes d'accrétion et de sédimentation, s'expliquant généralement par le développement de végétation, type Spartines ou Salicornes, sur l'estran. Ces processus d'accumulation, sur un plan vertical, sont étroitement associés à un mouvement de recul, sur le plan horizontal, des petites falaises (<10m) (Pian et Regnaud, 2007). L'érosion des falaises concerne l'ensemble du pourtour du Golfe. A l'inverse, les processus de sédimentation sont plus importants dans les secteurs plus abrités, et notamment à l'Est de l'île aux Moines. De plus, le Golfe du Morbihan apparaît comme un espace fortement anthropisé, où le trait de côte n'évolue plus *naturellement* : en effet 63% des polygones répertoriés en érosion sont associés à une contrainte anthropique, contre 56% pour les polygones en accrétion. Par ailleurs, cette anthropisation apparaît être antérieure à 1950. En effet, sur les photographies de 1952, un certain nombre d'aménagements type digue, parcs à huîtres, remblais de pierre, mur de défense contre la mer... sont déjà visibles.

En outre, l'intervention de l'homme dans l'aménagement des paysages littoraux se marque également par l'introduction d'espèces végétales nouvelles, comme la plantation d'arbres ornementaux au sommet des falaises.

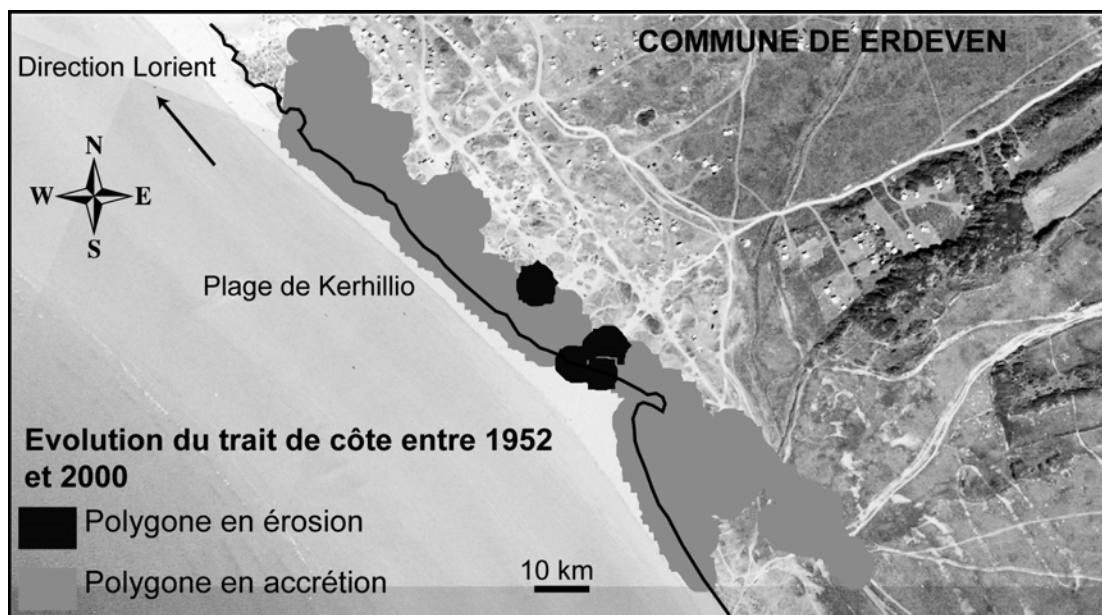
Figure 4 : Evolution du Golfe entre 1952 et 2000 : l'impact de la pression anthropique



### 3. Interprétation

Les résultats présentés précédents, couplés aux observations menées sur le terrain ont permis de mieux saisir les dynamiques contrôlant les évolutions de chacun de ces systèmes littoraux. L'évolution du secteur Lorient-Nord Penthièvre semble en partie contrôlée par le jeu des courants littoraux et de la dérive littorale. En effet, le Sud du cordon dunaire, situé à l'aval de la dérive littorale, apparaît être résolument en accrétion entre 1952 et 2000, alors que les secteurs en érosion sont plutôt concentrés à l'amont de la dérive littorale, dans la partie Nord du cordon. Concernant le recul des falaises, les campagnes terrain menées en 2007 ont montré qu'il résultait d'une érosion gravitaire, contrôlée par des facteurs subaériens. Ainsi, ce secteur s'apparente à un massif corps sableux, accrochés à des falaises en érosion fournissant localement du matériel, et au sein duquel les sédiments sont redistribués par le jeu des courants littoraux. Dans les secteurs où l'accumulation est plus importante, les sédiments sableux ont été peu à peu colonisés par la végétation dunaire, aboutissant ainsi à l'extension de la dune. Toutefois, dans certains secteurs très localisés, pourtant bien alimentés par la dérive littorale, la dune porte en elle des traces d'érosion : elle s'achève vers la plage en pente concave, la végétation dunaire est fortement dégradée, et la comparaison des photos de 1952 et 2000 montre un recul du trait de côte vers l'intérieur des terres.

Figure 5 : Processus érosifs dans un massif dunaire bien alimenté par la dérive littorale : l'exemple de Kerhillio



Dans ces secteurs, l'érosion semble étroitement liée à l'anthropisation de la frange littorale, à la mise en place de chemins traversant la dune et à leur fréquentation accrue. De même, le recul des falaises semble en partie accéléré par le piétinement des sommets. Ainsi, 24% des polygones en érosion sont directement associés à la mise en place d'un chemin côtier entre 1952 et 2000<sup>1</sup>.

De son côté, le comportement du Golfe du Morbihan est principalement contrôlé par des facteurs hydro-sédimentaires et sub-aériens. Les processus d'accrétion renvoient à des logiques de sédimentation, contrôlée par le faible hydrodynamisme du Golfe, notamment à l'Est de l'île aux Moines. D'un autre côté, le recul des falaises résulte d'une altération de la roche en place, et est, pour partie, contrôlé par les mécanismes de l'érosion gravitaire. Cette érosion produit des matériaux sédimentaires qui s'accumulent en contrebas des falaises. Généralement, ils ne sont pas remobilisés. Toutefois, les observations menées sur le terrain en 2007 laissent penser que ce matériel peut être redistribué localement par le jeu des courants de marée et de la mer de vent. De plus, les dynamiques anthropiques interfèrent fortement avec les processus d'érosion qui contrôlent l'évolution du Golfe. Ainsi, le recul des falaises semblent corrélé avec la présence d'une végétation arborée, bien développée, type pins et cyprès, sur les sommets. Cette végétation a été introduite en Bretagne, sous la forme d'arbres ornementaux, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Actuellement, les conséquences de cette intervention anthropique jouent un rôle non négligeable dans l'évolution du littoral du Golfe et contrôlent, en partie, son fonctionnement en favorisant l'érosion des falaises par chablis.

#### 4. Interactions *nature* - *société* et vulnérabilité du littoral

Dans chacun des systèmes littoraux étudiés, le facteur anthropique joue un rôle non négligeable. En effet, les processus d'érosion, au sein du massif dunaire qui s'étend de Gâvres jusqu'à Penthièvre, résultent d'une combinaison de facteurs anthropiques et naturels. Il en est de même pour le recul des falaises dans le Golfe du Morbihan. Il en résulte une évolution assez complexe, brouillant les logiques de la distribution spatiale des processus d'érosion et d'accrétion.

<sup>1</sup> Ne sont pris en compte que les chemins côtiers traversant et/ou débouchant directement dans les polygones obtenus par l'analyse diachronique présentée précédemment.

Au sein du cordon dunaire, deux types de secteurs sont concernés par les processus d'érosion. Au Sud Ouest de Gâvres, à l'amont de la dérive littorale, certains secteurs enregistrent un recul du trait de côte. Cette érosion s'inscrit dans le fonctionnement normal d'une cellule sédimentaire (Carter 1999, Bray 1997). En outre, ces secteurs sont fortement aménagés. Aussi le recul du trait de côte peut à terme menacer des éléments sociétaux et accroître la vulnérabilité de ce littoral. Par ailleurs, au sud du cordon dunaire, d'autres secteurs, pourtant bien alimentés en sédiments par la dérive littorale, connaissent un recul du trait de côte, directement lié à la dégradation de la dune et de la végétation dunaire. A priori, cette situation est profondément contradictoire, puisqu'au sein d'une cellule sédimentaire, les espaces alimentés en sédiment par les courants littoraux n'enregistrent normalement pas de recul du trait de côte, mais ont, au contraire, tendance à s'engraisser (Carter 1999, Bray 1995). Or, en certains points du massif dunaire, où la pression anthropique est plus importante, cette logique n'est plus respectée : le corps sableux, dans son ensemble s'engraisse, comme en témoigne l'avancée générale du cordon dunaire ; mais très localement, le trait de côte recule (figure 5). Autrement dit, la dune, en tant que forme géomorphologique, s'érode très localement, mais le système plage-dune, dans son ensemble, ne semble pas en déficit sédimentaire.

Dans un tel système, les interactions nature- société impliquent deux formes différentes de vulnérabilité face aux processus d'érosion : Au Sud Ouest de Gâvres, les processus d'érosion ne témoignent pas d'un dysfonctionnement du système littoral, mais dans la mesure où ils menacent des infrastructures lourdes, telle que l'unique route qui permet d'accéder à Gâvres, ils participent à la vulnérabilité du littoral. Au Sud du cordon dunaire, les processus d'érosion n'entravent pas le fonctionnement du système dans son ensemble, ils ne menacent pas directement des aménagements, mais ils dénotent une incohérence, à une échelle locale, dans les mécanismes qui régulent le comportement du littoral. Dans ce cas, l'interaction *nature-société* crée une forme particulière et très localisée de vulnérabilité.

Concernant le Golfe, le recul des falaises résulte d'une interaction forte entre facteurs anthropiques et naturels. Le concept d'érosion accélérée, développée notamment par Neboit (1999) permet d'appréhender en partie ce phénomène, en décrivant comment des processus 'naturels' telle que l'altération d'une roche par les eaux de ruissellement, peuvent être accélérés suite à l'intervention de l'homme. En effet, la croissance du réseau racinaire des arbres ornementaux favorise la percolation des eaux de pluie le long des fractures, diaclases ou failles (d'itinéraires privilégiés) du substratum et *accélère* ainsi, localement, les processus d'altération de la roche. Ce phénomène est particulièrement bien visible dans le Golfe, où le sol est peu épais, et ne protège que faiblement la roche en place, par ailleurs fortement diaclasée, des processus d'altération. Par ailleurs, lorsque le recul de la falaise devient trop important, les arbres ne peuvent plus se maintenir sur le sommet des falaises. Ils s'affaissent et entraînent dans leur chute des monceaux de terre, *accélérant* alors encore davantage le recul de la falaise. Autrement dit, l'érosion par chablis des falaises du Golfe peut être considérée comme une forme particulière d'*érosion accélérée*. Toutefois, dans ce cas, les effets de l'intervention anthropique sont différés dans le temps. L'accélération de l'érosion n'est provoquée que plusieurs dizaines d'années après la plantation des arbres, alors même que ceux-ci sont complètement intégrés au paysage, et ont pu se reproduire naturellement. Dans un tel contexte, l'érosion n'est plus seulement provoquée par deux processus, l'un naturel, l'autre anthropique qui agissent l'un sur l'autre ; mais bien par un seul processus *l'érosion par chablis*, qui contient en lui des éléments à la fois naturels et anthropiques. En ce sens, ce type de processus peut être qualifié d'hybride. L'existence de tels processus pose à nouveau des questions concernant le lien entre interactions nature/société et vulnérabilité du littoral. En effet, les pressions anthropiques exercées par le passé sur le trait de côte ont abouti dans le Golfe à l'apparition d'une dynamique complexe, mêlant étroitement facteurs anthropiques et naturels, qui contribuent ensemble à créer et accélérer des processus érosifs.



Dans ce cas, la vulnérabilité du littoral face à ces processus d'érosion est assez difficile à analyser : elle est en partie héritée, elle s'inscrit dans le fonctionnement normal du système littoral, mais en même temps elle est accrue par l'accélération des rythmes d'érosion.

## Conclusion

Ainsi, la complexité des interactions pouvant exister entre la sphère sociétale et les mécanismes physiques contribue à créer des modes de fonctionnement très complexes, dans lesquels il est difficile d'isoler les contraintes purement anthropiques des contraintes naturelles. En effet, l'anthropisation de l'espace littoral contribue autant à transformer les formes littorales, que les processus qui régulent leurs comportements. Pour exemple, les processus d'interférence d'échelles spatio-temporelles sont accrus : les réponses du littoral à diverses pressions anthropiques peuvent être différées dans le temps, alors que le facteur humain contribue parfois à créer de nouveaux processus, brouillant les logiques classiques de la distribution spatiale des processus d'érosion et d'accrétion. Il en résulte alors parfois des comportements atypiques, comme un recul, très localisé du trait de côte, dans un ensemble en accrétion. Dans un tel contexte, évaluer la vulnérabilité du littoral devient une tâche quelque peu ardue, dans la mesure où elle nécessite d'identifier le comportement du littoral sur le long et moyen terme, en prenant en compte ces processus complexes, provoqués par l'intervention de l'élément anthropique.

## Références Bibliographiques

- Bray M.J., Carter D.J., Hooke J.M., 1995. Littoral cell definition and budget for central southern England. *Journal of Coastal Research*, 11, p. 391-400
- Carter R.W.G. 1999. *Coastal environments: an introduction to the physical, Ecological and Cultural Systems of coastlines*, Academic Press, seventh edition, 617 p.
- Hénaff A., 2004. Les aménagements des littoraux de la région Bretagne en vue de leur défense contre l'érosion depuis 1949, *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, n°3, p. 346-359
- Klein R.J.T., Nicholls R.J., Thomalla F., 2003. Resilience to natural hazards: How useful is this concept ? *Environmental Hazards*, 5, p. 35-45
- Lambert A., Vincent R., Samat O., Provansal M., Sabatier F., 2007. Lutte contre l'érosion littorale : efficacité des méthodes de stabilisation par drainage de plage, le cas de la baie d'Agay, Var, *Méditerranée*, 108, p. 105-117
- Marcos F., Janin J.M., Le Saux J.M., 1996. *Modélisation hydro dynamique du Golfe du Morbihan*, EDF-DER, 47 p.
- Menier D., Reynaud J.Y., Proust J-N., Guillocheau F., Guennoc P., Tessier B., Bonnet S., Goubert E., 2006. Inherited fault control on the drainage pattern and infilling sequences of late glacial incised valleys, SE coast of Brittany, France. S.E.P.M. (Society for sedimentary Geology) Special Publication N° 85, Incised valleys in Time and Space, ISBN 1-56576-122-7
- Moore , 2000. Shoreline Mapping techniques, *Journal of coastal research*, 16, p. 111-124
- Neboit-Guilhot R., 1999. Autour d'un concept d'érosion accélérée : l'homme, le temps et la morphogenèse *Géomorphologie*, n°2, GFD
- Pian S., Regnaud H., 2007. La carte qui change les concepts, *EspaceTemps.net*, <http://espacetemps.net/document2466/html>

Pinot J.-P., 1974. Le pré-continent breton, entre Penmarc'h , Belle-Île et l'escarpement continental, étude géomorphologique. Lannion, Impram, 256 p.

Robin R., 2002. La Géomatique et les risques côtiers, Habilitation à Diriger des Recherches, p. 397-409

Vanney J.R., 1977. Géomorphologie de la marge continentale sud-armoricaine. S.E.D.E.S, Paris, 473 p.