

Sommaire

Introduction	2
I. L'érosion des plages	2
I.1 Définition.....	2
I.2 Les principales causes de cette érosion	3
II. Le tombolo ouest de la presqu'île de Giens	5
II.1 Tombolo ?.....	5
II.2 Formation du tombolo	6
II.3 Erosion du tombolo Ouest	6
III. Les moyens mis en œuvre face à l'érosion du tombolo ouest	8
III.1 Les méthodes déjà mises en œuvre.....	8
III.2 Les différentes solutions envisageables.....	9
Conclusion.....	9

Introduction

Le recul du trait de côte est un phénomène observable à l'échelle planétaire. Bien que d'origine naturelle, il est nettement accentué par l'action anthropique. Après avoir aménagé les côtes pour le développement des activités de tourisme balnéaire, qui ont un gros impact financier, l'homme a dû se rendre à l'évidence que la nature n'est pas facile à « domestiquer », et qu'elle reprend toujours ses droits. En effet, chaque année, à cause des mouvements de la mer et des tempêtes, les plages sont mises à mal, et les infrastructures artificielles sont fragilisées. Paradoxalement, les constructions humaines de protection du littoral ont des effets aggravants sur l'amaigrissement. Il sera traité ici du recul du trait de côte et de ses causes, et, à travers l'exemple du Tombolo Ouest de Giens, nous verrons les moyens mis en œuvre pour lutter contre ce recul, mais également quelques idées afin d'améliorer cette lutte.

I. L'érosion des plages

I.1 Définition

Vers la moitié du XX^{ème} siècle, le littoral a commencé à attirer les hommes et leurs activités de plus en plus près de la mer. Aujourd'hui, la littoralisation est un phénomène bien admit : les plages sont un lieu d'attraction pour toutes les activités, et sont souvent surpeuplées en été.

Les plages qui s'offrent à nous actuellement, qu'elles soient de sable ou de galets, ont été créées lors de la dernière période postglaciaire, il y a 5000 ou 6000 ans. Le niveau de la mer étant à l'époque 100 mètres (m) plus bas qu'aujourd'hui, en remontant avec la fonte des glaces, la mer a ramené avec elle des quantités gigantesques de sédiments détritiques sur les plateformes qu'elle allait recouvrir. Ces sédiments se sont accumulés le long du rivage pour former le littoral, les plages de sable et de galets, avec des champs de dunes à l'arrière.

Les plages peuvent sembler dépourvues de tout mouvement en apparence, mais ce n'est pas le cas. Elles sont soumises à de nombreuses contraintes, que ce soit dû aux éléments naturels (vagues, vents, tempêtes) ou aux activités humaines (cf. chapitre 1.2). Tous ces éléments provoquent des pressions sur les plages, -surtout en hiver, où les vagues de tempêtes sont plus hautes, fréquentes et très destructrices,- et le littoral s'use au fil du temps. Les uniques apports de sédiments de nos jours proviennent des cours d'eau en majorité, et sont de moins en moins importants car les hommes exercent un contrôle sur ces cours d'eau (barrages, régulation des flux...) qui provoque l'amenuisement des quantités de matériaux apportés. Il y a également un apport de matériaux par la dérive littorale¹, qui sont déposés lorsque la houle faiblit ; et les vagues de tempêtes en été et au printemps apportent des sédiments constructeurs pour le littoral. Le littoral subit donc des alternances de phases de démaigrissement (s'il y a plus de matériaux qui sont retirés à la plage que de matériaux apportés) et d'engraissement (budget sédimentaire positif), mais ces derniers temps, il y a un déséquilibre qui tend clairement vers

¹ Dérive littorale : courant provenant de l'obliquité de la houle par rapport aux vagues.

le démaigrissement partout dans le monde, avec une perte de terrain au profit de la mer. En effet, dans le monde, on compte 70% de plages en cours d'érosion, 20% stables, et seulement 10% de plages en cours d'augmentation. En France, 50% des plages sont touchées par l'érosion, les plages les plus touchées étant celles d'Aquitaine et du Languedoc. Ce chiffre est de 13% pour les côtes européennes.

Les conséquences de cette érosion peuvent être graves pour les bords de mer peu protégés par des ouvrages de défense, ou non renforcés artificiellement en sédiments. Dans les cas les plus extrêmes, il faut s'attendre à une disparition de la plage, mais il pourra également se produire des érosions de falaises, provoquant des éboulements, et les habitations en front de mer, ainsi que les routes, les promenades, les stations balnéaires, les parkings..., seront beaucoup plus sensibles aux vagues et au vent car moins protégées par les plages.

Il est donc crucial d'avoir une bonne connaissance des causes les plus fréquentes et importantes de l'érosion des plages, afin de pouvoir agir au mieux et le plus efficacement possible pour protéger le littoral, qui a développé une place essentielle au sein de la société actuelle.

I.2 Les principales causes de cette érosion

Les problèmes d'érosion du littoral touchent de plus en plus de personnes, avec l'augmentation de la densité de populations sur les littoraux, et les causes en sont par conséquent de mieux en mieux étudiées. Dans le paragraphe précédent, il a été établi la tendance actuelle des plages à aller vers l'érosion, c'est-à-dire que le budget sédimentaire est négatif pour un grand nombre de plages. Cela peut être expliqué par diverses causes, qui seront énumérées ici.

La pénurie d'apports sédimentaires côtiers :

Il a déjà été vu que le stock sédimentaire s'est formé il y a environ 6000 ans, avec la remontée du niveau de la mer. Depuis, il n'y a plus aucun apport en quantités aussi importantes de ces sédiments qui provenaient de dépôts fluviaux, d'apports terrigènes par les vents et qui s'étaient accumulés pendant de très nombreuses années. Les seuls apports enregistrés aujourd'hui proviennent de l'érosion marine des falaises, des vagues de tempêtes en été (qui sont assez peu fréquentes) et des cours d'eau qui se jettent dans la mer. Le stock sédimentaire littoral est donc en majorité hérité, il n'y a pas assez de renouvellements d'apports en sédiments, ceci étant accentué par les éléments naturels (courants, houles, vents...) et surtout par l'homme.

La tectonique des plaques :

Ce sont les mouvements des plaques qui engendrent des séismes sous-marins, des tsunamis etc. En provoquant des mouvements horizontaux et verticaux parfois très violents, ils peuvent avoir des effets conséquents sur l'évolution du trait de côte. Ils peuvent déformer le littoral (jusqu'à 10 centimètres (cm) par siècle), et le rendre plus sensible à l'érosion, ou la provoquer directement.

La montée du niveau de la mer :

Le réchauffement climatique dont est aujourd'hui victime notre planète entraîne la fonte des calottes glaciaires, ce qui augmente la quantité d'eau liquide dans les réservoirs que sont les océans, et fait monter le niveau de la mer. En un siècle, le niveau de la mer s'est élevé en moyenne de 15cm, cette élévation étant plus faible sur les côtes d'Europe occidentale que sur les côtes américaines. La mer avance donc vers la terre, et ceci aux dépens des littoraux. Étant données les circonstances de pollution et d'effet de serre anthropique actuelles, on peut prévoir pour le futur une accentuation de l'érosion des plages.

Les tempêtes :

En automne et en hiver, les tempêtes sont plus fréquentes et agressives, et apportent avec elles houles et vagues destructrices. Les vagues hautes érodent les plages, allant parfois même jusqu'à l'arrière-plage, et pouvant emporter le cordon littoral² avec elles à leur retour vers la mer. Le sédiment enlevé s'accumule alors sous forme de bancs immergés, et l'estran est rétréci. Si les tempêtes sont trop fréquentes pour que les plages aient le temps de se reconstituer, l'érosion se met en place comme mécanisme dominant de la dynamique de la plage, et cette dernière démaigrit.

Les transports de matériaux par les marées, les houles et les vents :

En Méditerranée, la marée est trop faible pour avoir un réel impact sur l'évolution du trait de côte, contrairement à ce qu'il se produit en Manche et en mer du Nord. Dans ces zones, la marée peut atteindre une vitesse de 2 à 3 mètres par seconde, et transporter plus d'un million de m³ de sable ou galets par an.

Les houles (les vagues continuent de se propager librement en absence du vent qui les a générées), selon leurs directions, génèrent soit des transports de sédiments parallèles à la côte, soit perpendiculaires. Si rien ne vient compenser cette perte, la houle va être à l'origine d'un déficit sédimentaire du littoral.

Les vents sur terre ont également un rôle dans l'érosion du littoral. Ils mettent en mouvements le sable et détruisent les dunes dans les zones d'arrière-plage, pouvant faire volatiliser des milliers de m³ de sable aux plages.

L'influence anthropique :

L'homme a de plus en plus de responsabilités dans l'aggravation du phénomène d'érosion du littoral, et ceci de manières très variées, en étant directement sur le littoral ou indirectement en amont. Il a déjà été dit plusieurs fois que les apports de sédiments à la mer de nos jours se font principalement par les cours d'eau. Or, les hommes les contrôlent très souvent, par exemple à travers des barrages, qui piègent de gigantesques quantités de sédiments, ou encore par les régulations des flux d'eau, qui diminuent encore les apports.

² Cordon littoral : bande de terre composée de matériaux déposés par les courants marins et pouvant prendre différentes formes, dont entre autre, un tombolo, ayant peu de relief, et une nature alluvionnaire.

Sédimentation : le recul du trait de côte – tombolo ouest de la presqu'île de Giens

Parfois, quand une grande quantité de matériaux sédimentaires est nécessaire, pour des travaux de construction par exemple, elle est prélevée dans l'embouchure des fleuves, directement sur les plages, les avant-plages, mais également dans les dunes ; ceci aggravant encore la pénurie en apports sédimentaires.

Pour des raisons principalement financières, les dunes sont parfois arasées³. C'est parfois seulement pour une question de vue du paysage, ou encore pour permettre des constructions (villas, stations balnéaires, routes, parkings, postes de secours...) très près du bord de mer, bien que cela ait pu être, par le passé, dans le but de faciliter la défense du territoire. La présence de touristes, très nombreux en été, aggrave cette destruction de dunes, et les plages en sont fragilisées. En effet, les dunes sont une réserve de sable pour les plages, et elles affaiblissent les vagues de tempêtes en hiver, les empêchant ainsi de repartir avec autant de matériaux que si elles n'avaient pas été présentes.

Les constructions en front de mer ont un autre effet négatif : elles réduisent la largeur de l'estran, ce qui diminue le pouvoir de dissipation de l'énergie des vagues par les dunes, qui restent alors très violentes pour la plage. De surcroît, les parois des bâtiments, lorsqu'elles sont attaquées par les houles de tempêtes, renforcent la turbulence, augmentant encore la quantité de sable retiré à la plage, réduisant la largeur de la plage.

Une autre action de l'homme sur les littoraux se fait à travers l'émission de polluants : certains polluants dans la mer sont toxiques pour les herbiers de posidonies, qui ont des actions protectrices pour les plages.

Le dernier point portera sur les ports et les ouvrages de protection du littoral. Constructions artificielles, ils bloquent les processus naturels en place tels que la dérive littorale, -qui apporte des sédiments à la côte,- et perturbent l'équilibre de la plage.

Toutes ces activités humaines accélèrent le phénomène d'érosion du littoral et l'apport de nouveaux sédiments est trop faible pour permettre la compensation. Pour finir, il faut penser au réchauffement climatique, qui est provoqué par l'homme, et qui aggrave les phénomènes naturels d'érosion tels que le niveau de la mer, qui continue de monter, ou encore les tempêtes et les cyclones qui sont de plus en plus fréquents et violents en hiver.

II. Le tombolo ouest de la presqu'île de Giens

II.1 Tombolo ?

Tombolo est un terme géomorphologique utilisé par les géographes, géomorphologues, océanographes, etc. Gulliver, géographe anglais, propose en 1899 de généraliser l'emploi du terme italien tombolo : langue de sable qui s'avance dans la mer.

³ Arasement : action de raser, d'aplanir. Dans ce cas, c'est la destruction des dunes dans le but d'avoir un terrain plat.

Les cordons littoraux soudés au littoral par une de leurs extrémités sont des pointes libres ou flèches de sable ou de galets (de forme allongée). Une pointe libre qui s'accroche à l'île de Giens, qu'elle relie au continent par sa langue de sable ou de galets constitue le tombolo.

II.2 Formation du tombolo

À Giens, la proximité des deux embouchures du Gapeau et de la Roubaud et la présence de courants marins favorables ont permis la formation de, non pas un, mais deux dépôts de sédiments entre le littoral et l'île. Pendant la période glaciaire, toutes les îles étaient au sec, à l'air libre. Le niveau marin est remonté progressivement depuis la fin de la dernière ère glaciaire, s'est stabilisé il y a 6000 ans et n'a plus bougé depuis. On estime que le tombolo se serait formé lors de la remontée des eaux qui a rapporté des dépôts sédimentaires détritiques ainsi que par les apports sédimentaires significatifs du Gapeau et de la Roubaud.

Le tombolo ouest est le plus précaire, il est contrôlé par une houle de secteur ouest à sud ouest et possède actuellement une largeur minimale de 30 à 80 m sur une grande partie de sa longueur. Il est soumis aux tempêtes liées à des vents d'ouest. C'est la partie la plus au nord qui est la plus soumise à ce phénomène car non protégée par l'île de Giens, qui freine et casse les vagues. De plus, les apports sédimentaires terrigènes sont nuls car le Gapeau et la Roubaud n'alimentent plus le tombolo ouest depuis la fermeture des tombolos. Aujourd'hui les apports sédimentaires sont seulement dus au dépôt de sédiments biogènes qui se développent dans les herbiers de posidonies.

II.3 Erosion du tombolo Ouest

Associée aux phénomènes naturels qui sont les moteurs de l'érosion, la pression anthropique que subit le tombolo ouest depuis plusieurs siècles ne fait qu'augmenter la puissance de ces phénomènes.

L'érosion due aux tempêtes

Le tombolo ouest, comme il a été vu plus haut, est soumis à une houle d'ouest à sud ouest, qui peut se révéler assez forte en hiver, contribuant à une érosion importante. En effet lors des tempêtes, les vagues possèdent des longueurs d'ondes réduites avec une forte amplitude. Le reflux va donc emmener les sédiments érodés au large. Ces derniers seront piégés par les herbiers de posidonies et redistribués au rivage en été, mais pas forcément au même endroit. On constate actuellement une forte érosion au nord du tombolo ouest, et une redistribution des sédiments au niveau de la partie sud aujourd'hui en phase d'accrétion. Ceci peut être facilement observé grâce aux remblais de galets provenant de la Durance. Ceux-ci ont été déposés dans la partie nord il y a une vingtaine d'années, et se retrouvent aujourd'hui principalement dans la partie médiane voire sud. La dérive littorale s'effectuant principalement du nord vers le sud.

Les différentes actions de l'homme

Dés le début du XVII^{ème} siècle, et ce jusqu'à la fin du XVIII^{ème} siècle, les travaux réalisés pour l'agrandissement du port de Toulon ont nécessité de prélever une grande quantité de sable. De même pour l'aménagement des tables salantes au cours du XIX^{ème} siècle. Sachant qu'il n'y a pas, voire très peu d'apport terrigène depuis plusieurs siècles, ces différentes actions ont réduit de façon importante et irréversible la largeur du tombolo.

Jusqu'en 1800 le tombolo ouest est la seule voie d'accès à la presqu'île de Giens. En 1948, pour protéger les marais salants en pleine extension, on tente de fixer le trait de côte par des enrochements et l'enfouissement de rails de chemin de fer dans la dune. En 1917, le cordon dunaire est à nouveau rompu par une nouvelle tempête. En 1930, un collecteur d'égout est immergé au large de l'Almanarre et va donc rejeter une quantité importante d'eau douce au milieu des bancs de posidonies. Sachant que les posidonies se développent dans des eaux où la concentration doit être comprise entre 37 et 38 g.L⁻¹ de sel, ceci ne va pas favoriser leur prospérité. 40 ans plus tard en 1969 la commune d'Hyères crée une route goudronnée de 6 m de large reliant Almanarre à Giens ainsi qu'une conduite d'eau potable à 25-30 m du rivage. Ces travaux vont modifier l'équilibre précaire du cordon dunaire. L'ensemble de ces travaux de terrassement va détruire partiellement la végétation qui fixait le sable et c'est désormais 4kms de plage qui s'ouvrent aux touristes.



II-1 protection de la plage grâce à l'accumulation de posidonie morte

Plusieurs phénomènes vont alors venir aggraver l'érosion :

- La mise en place d'ouvrages lourds pour protéger la route,
- Le nettoyage régulier de la plage pour que les touristes puissent bénéficier d'une plage propre. Cela nécessite d'éliminer tous les bancs de posidonies mortes qui se sont accumulées et qui recouvrent le sable, permettant de créer une barrière efficace contre les coups de mer et contre le vent.
- L'ouverture de la plage aux touristes va accentuer le phénomène de piétinement de la dune faisant progressivement disparaître les végétaux retenant le sable, qui va ainsi aller se déposer dans les marais salants.
- L'herbier de posidonie se dégrade et ne joue plus pleinement son rôle d'amortisseur de houle, ni de piège à sédiments.

Sédimentation : le recul du trait de côte – tombolo ouest de la presqu'île de Giens

- La montée lente du niveau marin.

Aujourd'hui la conduite d'eau potable et l'ancienne route ne se situent qu'à 6-7 m du rivage. En 40 ans le rivage semble avoir reculé de 15 à 20 m.

III. Les moyens mis en œuvre face à l'érosion du tombolo ouest

III.1 Les méthodes déjà mises en œuvre

La flèche littorale orientale est confrontée à de gros problème d'érosion et notamment sur sa partie nord. Avec une largeur de trente à quatre-vingt mètres, ce coté ouest risque de disparaître.

Bien que de nombreux travaux soient réalisés pour renforcer ce cordon dunaire, ce dernier n'a plus rien de naturel et finira par céder aux impacts des vagues. De nouvelles mesures doivent être prises pour que la nature joue un rôle dans la restauration du cordon pour la protection des marais salants. Après la tempête de 1994 qui crée une ouverture au travers de la route, la restauration est confiée au Conservatoire du Littoral.

Différentes solutions sont alors proposées et mises en place.

- L'installation de ganivelles⁴ le long de la dune pour protéger la végétation qui retient le sable,
- Une fermeture du parking nord ainsi qu'une fermeture hivernale de la route,
- Une ouverture d'un parking plus au sud, là où l'érosion est plus faible.
- Un déplacement de la route vers les marais salants



III-1 ganivelles

⁴ Une ganivelle : barrière formée par l'assemblage de lattes de bois. Suffit à provoquer une forte diminution de la vitesse du vent qui la traverse et par suite la chute de matières transportées tel que le sable. Ce pouvoir lui confère une notoire utilité dans les actions de reconstitution ou de protection des dunes littorales.

C'est travaux ont permit une remise en place des dunes au niveau de la zone sud. Au nord, la végétation ne reprend pas, et les brèches ne cessent de s'agrandir, il faut à peu près six travaux de rénovations par an.

III.2 Les différentes solutions envisageables

A ce jour, aucune solution concrète d'aménagement n'a encore été trouvée pour stabiliser les dunes. Il est difficile de pouvoir faire tenir sur une largeur de trente mètres une dune et une route. Aucune solution n'est envisageable, la nature reprendra les dessus, et le sable se reprendra dans les marais salants. L'une des solutions pourrait être de fermer et détruire la route, pour que la dune reprenne sa place. L'accès pour les touristes serait donc moins facile. De ce fait, le piétinement de la végétation retenant le sable serait nettement amoindri. Les plages n'auraient plus besoin d'être nettoyées, donc les posidonies mortes pourraient pleinement jouer leur rôle d'amortisseur de houles.

Comme nous le démontrent plusieurs exemples observés sur d'autres plages, les gros ouvrages tels que murs, digues, épis, qui ont pour rôle de stopper les vagues et la houle, sont parfois plus néfastes que bénéfiques. Il serait préférable de trouver des procéder cherchant à composer avec la mer plutôt que de s'y opposer.

A ce jour, pour de nombreuses raisons, - économiques, sécuritaires et bien d'autre - la route ne peut être fermée. Le problème qui se pose aujourd'hui n'est pas d'empêcher l'eau de traverser la route, mais de résoudre les problèmes liés à sa fermeture.

L'avenir du tombolo ouest dépendra des décisions qui seront prises. Il est possible de limiter les dégâts à condition que les intérêts économiques d'une minorité ne prennent pas le dessus sur l'intérêt général.

Conclusion

Les causes de l'érosion des plages, -aussi bien naturelles qu'anthropiques,- sont de mieux en mieux identifiées aujourd'hui, et lutter efficacement contre celle-ci est une tâche très difficile, qui demanderait de mettre de côté l'aspect lucratif de l'aménagement du littoral. À travers l'exemple du tombolo de Giens, une structure littorale naturelle sans cesse renforcée artificiellement, il est clair que toutes ces infrastructures humaines (routes, parkings, collecteur d'égouts), ajoutées au poids des phénomènes naturels, ont largement contribué à une érosion précoce et rapide de celui-ci. Les aménagements de protection, mis en place grâce aux efforts de la commune ne règlent pas le problème, et l'aggravent bien au contraire, en rompant l'équilibre de la plage. On peut malheureusement penser qu'il n'y a pas de construction humaine qui limiterait durablement le recul du trait de côte. Aujourd'hui, le meilleur moyen de lutter contre l'érosion est de laisser les plages retourner à l'état naturel. Or, ceci n'est pas envisageable, et il faut donc se résoudre à voir les plages se réduire de plus en plus avec le temps, avec l'aggravation du réchauffement climatique, avec la hausse de la population, sans pouvoir rien faire d'autre que de sabler artificiellement la plage, processus coûteux en temps et en énergie, qui ne fait que déplacer le problème.

Résumé

Depuis que le littoral intéresse l'homme, celui-ci n'a cessé de vouloir le conquérir par tous les moyens, développant de nombreuses méthodes pour le rendre comme il le désire. Un des plus grands barrages s'opposant à cette entreprise est l'érosion des plages. Elle a de nombreuses causes, telles que la pénurie d'apports en sédiments neufs, la montée du niveau de la mer, ou encore les tempêtes. Mais la cause première aujourd'hui est l'activité anthropique. L'homme, en voulant s'installer trop près du littoral, ou même en voulant le protéger de l'érosion, produit l'effet inverse : il perturbe la dynamique naturelle de la plage, la rendant plus sensible à l'érosion. Le tombolo de Giens est un cas intéressant de littoral formé naturellement il y a des milliers d'années, mais artificialisé sans relâche depuis quatre siècles. Le tombolo est de plus en plus érodé, que ce soit dû aux tempêtes ou aux infrastructures créées par l'homme, ou encore à la présence de très nombreux touristes l'été qui viennent piétiner les dunes. Pour ralentir ce phénomène, des ganivelles ont été posées pour protéger les dunes et la route et les parkings sont gérés pour avoir un impact moindre sur l'érosion. Cependant, ces mesures sont loin d'être suffisantes, et pour garantir l'avenir du tombolo, il faudrait prendre des décisions draconiennes (fermer la route, laisser les posidonies sur la plage pour la protéger...), qui auraient des répercussions économiques trop importantes pour qu'elles ne soient envisagées.

Abstract

Since men are interested in coastal land, they have not stopped trying to conquer it. But one of the biggest barrier to this venture is the beach erosion. It has many causes, such as a shortage in sediments supplies, the rising of the sea level, or even storms. But the main cause today is the anthropic activity. Men, by setting up too close from the coast, or even by wanting to protect it from erosion, have the opposite effect : they upset the equilibrium of the beach, which becomes more sensitive to erosion. The Giens's tombolo is an interesting exemple of coastal land naturally created thousands of years ago, but which has been artificialized a lot for four centuries. The tombolo is more and more eroded, because of storms or infrastructures, or even the fact that a lot of tourists in summer step on the sand dunes and destroy them. To slow down this phenomenon, fences have been built to protect the dunes, and the road and the parkings are being handled to have lower impacts on the erosion. However, these measures are far from being sufficient enough, and to make sure the tombolo is going to survive, very hard decisions should be taken (closing the road, leave the posidonias on the beach...), which would have too great an economic impact to be conceivable.

Bibliographie

CNRS le journal, les mille et une métamorphose du littoral [En ligne] / aut. FÉRAL Jean-Pierre et al // cnrs.fr. - Avril 2012. - <http://www2.cnrs.fr/presse/journal/3490.htm>.

Etat des lieux et des milieux littoraux en Basse Normandie [En ligne] / aut. Morgane Bougeard et al // ifremer.fr. - atlas, 2004. - Avril 2012.

Histoire Eau Hyères - Géologie - Double tombolo [En ligne] // www.histoire-eau-hyeres.fr. - <http://www.histoire-eau-hyeres.fr/461-geologie-loc2bis-pg.html>.

Mappemonde 52 [Livre] / aut. Roland. PASKOFF. - [s.l.] : Belin, 1998.

Pour comprendre pourquoi les plages maigrissent [En ligne] / aut. Chapalain Georges et al // cnrs.fr. - Atlas, 2001. - Avril 2012-
<http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/n393/html/n393a05.htm>