



Etude de la relation dune-plage : application à la dynamique éolienne de l'avant-dune sur la côte ouest du Cotentin.

Patrice BRETTEL, Franck LEVOY et Claude LARSONNEUR

Unité de recherche « Morphodynamique Continentale et Côtière »
Université de Caen – CNRS. 24, rue des Tilleuls. FR – 14 000 CAEN

Résumé :

Afin de caractériser les relations entre l'évolution de la dune et celle de la plage, un suivi topographique au droit de vingt-quatre profils dune-plage a été mis en œuvre sur la côte ouest du Cotentin sur une période de 30 mois environ. A cette échelle de temps, les évolutions conjuguées de la dune et de la plage ne peuvent être caractérisées par des morphologies spécifiques. Il n'apparaît pas de relation directe et plusieurs combinaisons entre les évolutions de la dune et de la plage sont possibles. Cependant, une relation entre la pente initiale du versant marin et l'accrétion de la dune est mise en évidence. L'étude de l'interaction entre la morphologie initiale et l'écoulement du vent en deux dimensions sur le profil est abordée à travers un exemple. Elle met en évidence l'influence de la morphologie sur l'accélération du vent et le rôle de la végétation dans les processus de sédimentation. L'étude détaillée de leur rôle antagoniste par des mesures d'écoulement proches de la surface apparaît essentielle à la compréhension de la morphodynamique dunaire.

Abstract :

Looking for a relation between dune and beach evolution, a topographical survey has been realised on twenty four beach-dune profiles on the west coast of Cotentin (Manche-France) during thirty months. At this time scale, the combinations of beach and dune evolution do not show any specific morphology. It seems that no direct relation can be determined and several combinations are observed. However, a relation between foredune accretion and its initial seaward slope appears. Wind measurement above a beach-dune profile gives an example of the interaction between initial morphology and wind flow. It shows the influence of profile morphology on wind speed acceleration and the role of vegetation on sedimentation processes. A detailed analysis of their opposition by wind flow measurements near the surface is essential to understand dune morphodynamic.

1 Introduction

La mise en place de l'avant-dune, dont l'évolution est influencée par la dynamique morphosédimentaire de la partie supérieure de la plage, dépend tout d'abord de la présence d'un stock de sable suffisant, aux caractéristiques granulométriques et cohésives permettant un transport par le vent. De plus, les volumes d'apports éoliens vers la dune sont fonction de la fréquence des vents de vitesse supérieure au seuil de déflation et de leurs directions (CARTER, 1988).

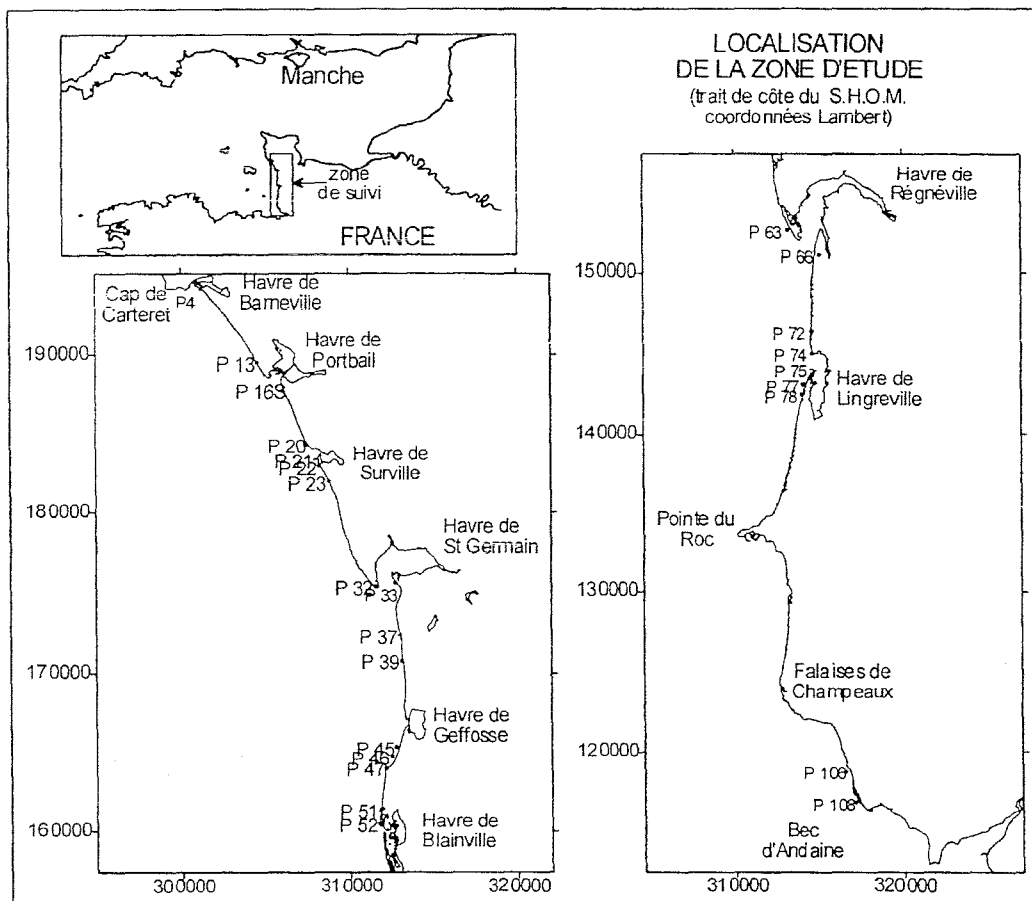


Figure 1 : Localisation des profils de suivi
Location of survey profiles

La problématique repose sur une analyse de la morphologie de l'avant-dune en relation avec les apports éoliens potentiels. La démarche consiste d'abord à rechercher un lien entre la morphologie de la dune et l'évolution de son budget sédimentaire par rapport à celui de la plage. Dans un second temps, les implications de la morphologie initiale de la dune sur la dynamique éolienne sont appréhendées. L'étude a été menée sur la côte ouest du Cotentin (Figure 1) entre avril 1995 et septembre 1997.

2 Suivi d'évolution des profils dune-plage

2.1 Méthode mise en œuvre

Six séries de mesures ont été réalisées au droit des vingt-quatre transects de suivi sur une période de 30 mois, à l'aide d'un tachéomètre électro-optique. La précision des mesures a été évaluée en réalisant plusieurs fois le même profil. Les différences relevées sont de quelques millimètres entraînant sur une longueur de profil de 100 mètres et une largeur de 1 mètre des écarts volumétriques inférieurs à 0.7 m^3 .

2.2 Détermination des limites du système dune-plage

Les limites du système dune-plage ont été fixées afin de pouvoir comparer les profils (Figure 2). La limite terrestre est déterminée graphiquement en éliminant les secteurs de dune interne aux évolutions réduites, comprises dans la marge d'erreur de la mesure. La limite inférieure est matérialisée par le niveau d'affleurement de la nappe phréatique, considérant que la déflation ne peut se produire sur un sable totalement saturé en eau. La limite dune-plage est fixée au niveau de la rupture de pente en haute plage ou au niveau de la limite de végétation, ces deux éléments étant souvent superposés.

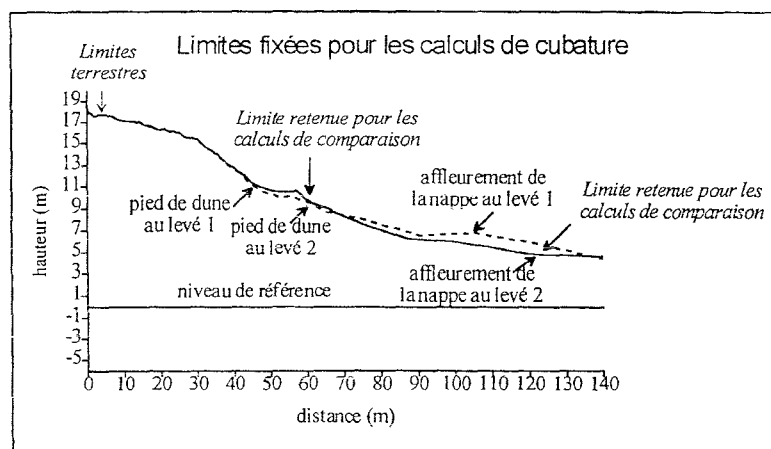


Figure 2 : Positionnement des limites du système dune-plage pour les comparaisons.

Position of the limits in the beach-dune system to compare two profiles.

Lors de la comparaison entre deux levés successifs, la limite dune-plage retenue est celle positionnée la plus en avant vers la plage. Ainsi, la totalité du volume dunaire accumulé ou érodé est prise en compte. Le même principe est appliqué

pour le choix de la limite inférieure de la plage, le niveau d'affleurement de la nappe le plus avancé vers la basse plage étant retenu.

Sur la côte ouest du Cotentin, l'évolution de la plage est soumise à des fluctuations altimétriques continues, d'amplitude variable se produisant à différentes échelles de temps en fonction de la succession des marées et de l'action des houles. Ponctuellement, des événements hydro-météorologiques de forte intensité peuvent provoquer des érosions importantes de la haute plage (LEVOY, 1994). En revanche, l'accrétion de la dune est directement liée aux périodes de vent forts, correctement orientés, lorsque les conditions d'humidité et de marée se conjuguent pour permettre la déflation.

Ainsi, avant de pouvoir mettre en relation l'évolution de la dune et celle de la plage, il convient de vérifier si la période de suivi est suffisamment longue pour intégrer les fluctuations spécifiques aux deux domaines. Aussi, les tendances d'évolution des profils, établies à partir de régressions linéaires ont elles été comparées à l'évolution résiduelle considérée sur la durée du suivi. Cette méthode a permis de vérifier que le bilan sédimentaire, établi par calcul des cubatures, était représentatif d'une évolution régulière sur la période de suivi. La durée du suivi de 30 mois environ permet donc de réduire la part des fluctuations saisonnières dans l'établissement des bilans sédimentaires.

2.3 Relation entre les évolutions de la dune et de la plage

La comparaison des vitesses d'évolution de la dune et de la plage met en évidence des ordres de grandeurs très différents (Figure 3). Ainsi, les évolutions de la dune sont comprises entre $-12,0$ et $+9,5$ $m^3/ml.an$ environ, alors que celles de la plage varient entre -44 et $+25$ $m^3/ml.an$. A l'échelle du suivi, la relation entre l'évolution moyenne annuelle de la dune et celle de la plage apparaît complexe. Un engraissement de la haute plage n'est pas systématiquement associé à une accrétion de la dune. Une dune en accrétion peut être observée au droit d'une haute plage en érosion. Par exemple, malgré une érosion régulière de la plage durant la période considérée, une accrétion de la dune est observée au droit du profil 4 sur la flèche de Barneville, du profil 16 sur la commune de Saint Lô-d'Ourville, du profil 37 sur la commune d'Armanville et du profil 74 sur la commune de Lingreville, directement au nord du havre de La Vanlée. Localement sur le profil 75, une phase d'accrétion de la haute-plage, liée à la remontée d'une barre sableuse, a favorisé le développement de l'avant-dune. Son érosion intense qui fait suite est sans conséquence directe sur l'avant-dune.

Malgré l'intégration des fluctuations saisonnières du niveau altimétrique de la haute plage du fait de la durée du suivi, la relation entre l'engraissement de la plage et l'accrétion de la dune n'est pas systématique à cette échelle de temps. Les

deux domaines considérés sont soumis à des processus distincts qui génèrent des évolutions d'amplitude et de fréquence différentes comme l'indiquent SHERMAN et BAUER (1993).

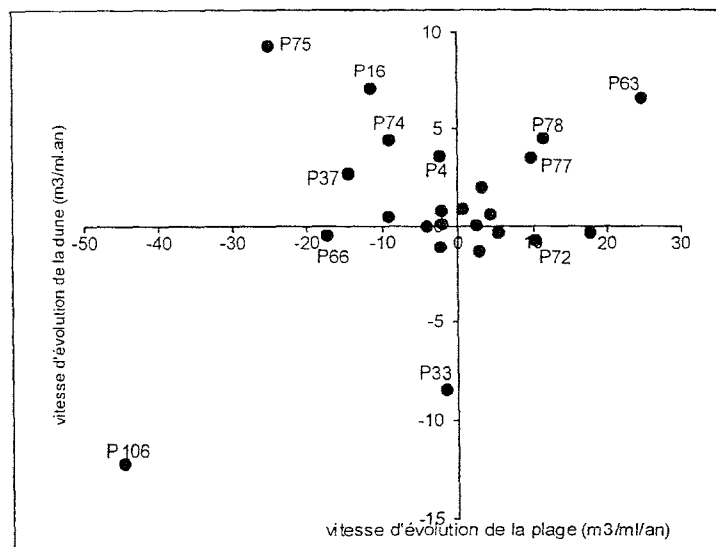


Figure 3 : Comparaison entre les budgets sédimentaires de la dune et de la plage.
Comparison between foredune and upper beach sand budget evolution.

Il n'existe pas de relation simple entre l'évolution de la plage et celle de la dune. Les conditions favorables à une dynamique permettant l'accrétion de la dune peuvent être réunies dans un cadre local d'érosion de la plage, avec un stock de sable suffisant en quantité et en qualité pour alimenter la dune, et un profil de dune favorable aux dépôts éoliens.

2.4 Recherche de morphologies caractéristiques de la relation dune-plage

L'étude de la dynamique éolienne du système dune-plage nous conduit à rechercher l'influence de la morphologie, tout particulièrement de la pente initiale du versant marin de la dune. Cinq classes égales de pentes, comprises entre 0 et 75 % ont été définies. Sur la période de suivi, une relation entre la pente initiale et l'accrétion de la dune est mise en évidence (Figure 4). Les dunes en accrétion se développent sur des versants marins aux pentes faibles, inférieures à 30 % et ceci indépendamment du budget de la plage. A l'inverse, les dunes stables ou en érosion présentent des pentes supérieures.

L'influence de la pente initiale du versant marin de la dune sur les potentialités d'accrétion est analysée plus en détail à partir de mesures d'écoulement du vent au droit d'un profil dune-plage.

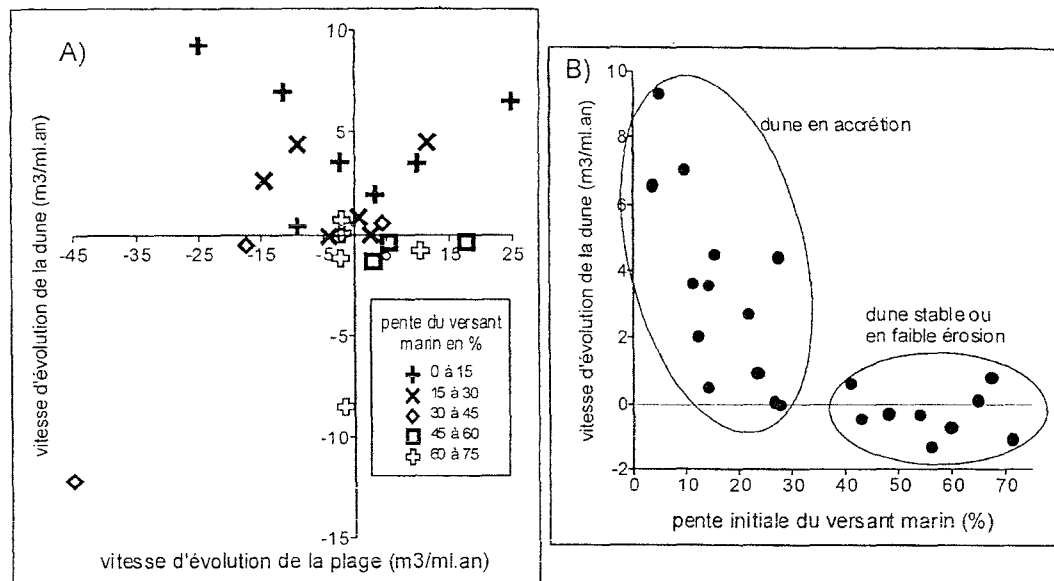


Figure 4 : Pentés initiales de la dune en fonction de la relation dune-plage (A) et relation entre la pente initiale et l'accrétion de la dune (B).
Initial dune seaward slope in regard of the beach-dune relation (A) and relation between initial seaward slope and dune accretion (B).

3 Caractérisation en deux dimensions d'un écoulement sur un profil dune-plage

3.1 Mise en œuvre des mesures

Les mesures de vent ont été réalisées à l'aide d'anémomètres à coupelles, à une hauteur de 0,75 m au-dessus du sol, correspondant à la limite supérieure du couvert végétal. Les variations de vitesse du vent mesurées en différents points sur le profil sont mis en évidence par des calculs de corrélation entre les vitesses. Les coefficients de détermination des corrélations ont été calculés pour des vitesses moyennes établies sur différentes périodes. A l'issue de ces tests, ce sont les vitesses moyennées sur des périodes de deux minutes qui ont été retenues.

3.2 Caractérisation de l'écoulement du vent sur la dune de Barneville

Le profil étudié est situé sur la flèche sableuse de Barneville (Figure 1, P4), qui présente un profil convexo-concave caractéristique d'une dune en accrétion. La vitesse du vent a été mesurée en cinq points répartis entre la haute plage et la crête dunaire (Figure 5), durant 4 heures environ. La direction du vent demeure stable et sa vitesse est restée supérieure à la vitesse seuil de transport du sable durant la quasi-totalité de la période de mesure. Le vent de référence est mesuré au point A1, l'anémomètre étant placé approximativement au niveau des plus hautes mers,

sur une zone de sable sec soumise à la déflation. Une accélération générale de la vitesse du vent sur le profil, de l'ordre de 170 %, a été observée (Figure 5). Un secteur de stabilisation de la vitesse entre l'anémomètre A2 et l'anémomètre A3 est mis en évidence ; il correspond à la portion du profil où la pente s'atténue.

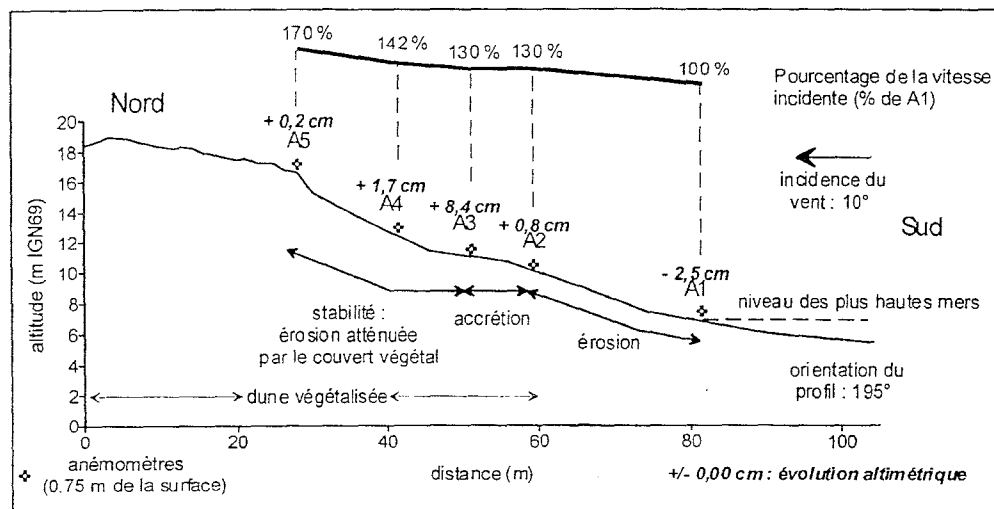


Figure 5 : Caractérisation de l'écoulement du vent au droit du profil 4 (flèche sableuse de Barneville).

Wind flow over a beach-dune profile (Barneville sand spit).

Une érosion (-2,5 cm) est observée en haute plage en accord avec l'accélération, de l'ordre de 30%, mesurée entre les anémomètres A1 et A2. Un dépôt important (+8,4 cm) est mis en évidence sur la portion de profil où la vitesse du vent se stabilise, entre A2 et A3. Au-delà, malgré l'accélération mesurée sur la partie supérieure du profil, une faible accrétion est observée. Les dépôts mis en évidence ne peuvent être expliqués que par des modifications importantes des vitesses au-dessous de 0,75 m, là où interviennent la végétation et des micro-morphologies responsables des conditions de transport et de dépôt. Des profils verticaux de vitesse permettraient probablement de mieux appréhender l'ensemble des résultats.

4 Conclusions

Le suivi de l'évolution du système dune-plage réalisé sur la côte ouest du Cotentin montre qu'il n'y a pas de relation directe entre le budget sédimentaire de la dune et celui de la plage sur une période de 30 mois. La pente du versant marin de la dune joue cependant un rôle déterminant sur ses évolutions, favorisant notamment l'accrétion lorsque les inclinaisons sont inférieures à 30 %. Quant à l'évolution sédimentaire des plages, elle est soumise à des facteurs hydrodynamiques spécifiques qui n'ont pas nécessairement d'influence sur le domaine dunaire adjacent.

La caractérisation de l'écoulement du vent sur un profil dune-plage, montre la correspondance entre la pente, les gradients de vitesse et l'évolution morphologique de l'avant-dune. Parallèlement, en s'opposant à l'effet d'accélération lié à la pente, le rôle de la végétation apparaît essentiel sur la sédimentation comme a pu l'observer ARENS (1994) sur les dunes de Hollande.

Par ailleurs, l'échelle temporelle à laquelle les évolutions de la dune et de la plage sont comparées est essentielle, les évolutions de la dune et de la plage étant liées à des processus différents en nature, en intensité et en fréquence. La caractérisation des écoulements doit être complétée par des mesures sur des profils présentant de fortes pentes afin de confirmer la pente limite favorable à l'accrétion dunaire identifiée à l'issue de nos suivis topographiques. Une amélioration de la connaissance des effets antagonistes de la végétation et de la pente sur les gradients de vitesse fournira des éléments essentiels à la compréhension de l'interaction entre la morphologie et la dynamique éolienne de la dune, notamment pour la localisation des zones d'érosion et de dépôt.

5 Remerciements

Le Conseil Régional de Basse-Normandie, le Conservatoire du Littoral avec la Fondation d'Entreprise Procter et Gamble, le BRGM ont soutenu financièrement ce travail. Les suivis topographiques s'appuient en partie sur le réseau de repères mis en place dans le cadre de l'Etude Globale de Défense contre la Mer financée majoritairement par le Conseil Général de la Manche. Le GRESARC a assuré un support matériel et un soutien informatique. Merci à tous les porteurs de mires.

6 Références

ARENS S.M. (1994) – *Aeolian processes in the Dutch Foredunes*, PhD thesis, 150 pp.

CARTER R.W.G. (1988) – *Coastal dunes in Coastal Environments*, 301-333 pp. 2nd Ed.

LEVOY F. (1994) – *Evolution et fonctionnement hydrosédimentaire des plages macrotidales : l'exemple de la côte ouest du Cotentin*, thèse de doctorat, Université de Caen, 423 pp. + annexes.

SHERMAN D.J. et BAUER B.O. (1993) – *Dynamics of beach-dunes systems*, *Progress in Physical Geography*, vol. 17(4), 413-447 pp.