

Atelier de Terrain EUCC-France Field Workshop

18 juin 2014

Dunes et plages de Merlimont-Berck

Beaches and dunes of Merlimont-Berck

(Pas-de-Calais, France)



www.euccfrance.fr

*Coordonné et préparé avec l'ONF et
la Ville de Merlimont*



avec la participation d'Eden 62 et du CBNBL



*avec le soutien de la
Région Nord - Pas de Calais*



La journée de terrain du 18 juin 2014 a été préparée par :

Frantz Veillé, ONF

Bruno Dermaux et Loïc Gouguet (ONF)

Yvonne Battiau-Queney (EUCC-France)

Françoise Duhamel (CBNBL)

Vincent Pilon (EDEN62)

Christine Dejonckheere et Eric Chérigié (Région NPC)

*Cet atelier EUCC-France des 18 & 19 juin 2014 sera pris en compte par le
CNFPT au titre de la formation professionnelle des fonctionnaires territoriaux*



Dunes et plages de Merlimont et de Berck

Avant-propos.....	2
Foreword	3
Présentation de l'atelier	4
LE SYSTÈME DUNAIRE DE MERLIMONT-BERCK DANS SON CONTEXTE SPATIO-TEMPOREL.....	5
Histoire géologique du littoral de Berck à Merlimont au Quaternaire.....	5
Le système dunaire de Merlimont-Berck et l'originalité des dunes "picardes" de la côte d'Opale	13
L'évolution du trait de côte et le système plage-dune de Merlimont-Berck depuis la Seconde Guerre Mondiale.....	21
LA GESTION CONSERVATOIRE DE LA RÉSERVE BIOLOGIQUE DOMANIALE DE LA CÔTE D'OPALE PAR L'ONF.....	33
Suivi photographique du site dunaire de Merlimont-Berck.....	33
Suivis des populations de Gravelot à collier interrompu, <i>Charadrius alexandrinus</i> , entre Baie d'Authie et Baie de Canche (Littoral du Pas-de-Calais)	40
Merlimont-plage (north of France): an exemplary management of coastal dunes in a temperate environment	45
LES DUNES DE LA CÔTE D'OPALE VUES PAR LES DIFFÉRENTS ACTEURS DU LITTORAL (EDEN62, RÉGION NORD-PAS DE CALAIS, ÉTAT).....	59
L'Espace Naturel Sensible des « Dunes de Berck » et la gestion d'EDEN 62	59
La politique de la Région Nord-Pas de Calais en matière d'environnement	67
La démarche Natura 2000 relative aux dunes de Merlimont-Berck.....	70
LA GESTION D'UNE PLAGE URBAINE: LE CAS DE MERLIMONT-PLAGE OU COMMENT SE DÉVELOPPER EN VALORISANT L'ENVIRONNEMENT NATUREL.....	71
Bref résumé de l'histoire de Merlimont-plage, une station dans les dunes.....	71
Le projet Ecoplage® à Merlimont-Plage	74
Bibliographie succincte sur Merlimont et les dunes et plages de la Côte d'Opale	79

AVANT-PROPOS

La gestion des dunes littorales est un aspect essentiel de la Gestion Intégrée des Zones Côtières. Le choix de ce thème pour les 26èmes Journées d'**EUCC-France / le Réseau Européen des Littoraux** était d'autant plus pertinent que cet événement marque le 20ème anniversaire de notre association créée en 1994 par Roland Paskoff et le 25ème anniversaire de l'ONG européenne **Coastal & Marine (EUCC)**. Le réseau européen d'EUCC a joué un rôle important dans les changements de perception du rôle et des services économiques et éco-systémiques dévolus aux dunes littorales (cf. Conférences de Pat Doody et Paul Rooney lors du Symposium International de ces Journées). Le choix du lieu (Merlimont) n'est pas non plus anodin : c'est à Merlimont qu'EUCC-France a organisé son premier atelier de terrain en 2000 et c'est dans le Pas-de-Calais qu'est née cette association de droit français (loi 1901). Il s'agit donc d'un véritable retour aux sources.

En 20 ans d'existence EUCC-France s'est beaucoup développée grâce à un réseau de bénévoles venus du monde académique, d'institutions nationales en charge de la protection et de la gestion des littoraux (ONF, EID-Méditerranée, BRGM, Conservatoire du Littoral,), des collectivités territoriales locales (Association Nationale des Élus du Littoral et diverses Communautés de Communes), départementales et régionales, des services de l'État (CETMEF puis CEREMA, DREAL, Agences de l'Eau, DDTM...) et d'associations diverses, représentant la société civile et relayant utilement et / ou aidant efficacement EUCC-France dans ses missions.

L'histoire des ateliers de terrain d'EUCC-France, commencée avec ce siècle, s'est déployée sur tout le territoire national (Métropole et Outre-mer). La formule imaginée par Roland Paskoff et Jean Favennec privilégiait les interventions, discussions et échanges sur le terrain, en lieu et place d'exposés en salle. Elle a connu dès le départ un vrai succès auprès des "acteurs" du littoral, car elle comblait un vide : trouver un moyen efficace de faire le lien entre le monde des chercheurs et des experts et celui des gestionnaires et des décideurs. Il fallait aussi sensibiliser, informer, "éduquer" la société civile, les usagers, ceux qui vivent sur le littoral, en apprécier ses valeurs paysagères, son potentiel d'activités économiques et récréatives évoluant au fil des ans, sa biodiversité (reconnue depuis longtemps mais souvent menacée). L'objectif que s'étaient fixés les "inventeurs" de nos ateliers de terrain n'est certainement pas et ne sera jamais achevé, car c'est un travail en continu et en constante évolution, mais EUCC-France / le Réseau Européen des Littoraux peut être fier ce qui a été accompli.

Ces journées de 2014 à Merlimont vont prendre une dimension internationale inédite. Elles associent un symposium scientifique international (16 exposés oraux, 11 posters avec des intervenants venus de 10 pays différents dont 3 extra-européens), un atelier de terrain et une table-ronde. Il s'agit pour EUCC-France de faire vivre le réseau européen de Coastal & Marine (EUCC), de faire connaître le savoir-faire français (et en particulier celui de l'ONF) en matière de gestion intégrée des dunes littorales, d'établir des échanges durables entre les expériences acquises au plan international et de développer les coopérations possibles entre tous les membres du réseau.

Yvonne Battiau-Queney

Présidente d'EUCC-France / Réseau Européen des Littoraux

FOREWORD

The management of coastal dunes is an important part of Integrated Coastal Zone Management. It was certainly relevant to choose this topic for the 26th workshop of **EUCC-France**, since this event marks the 20th anniversary of our association (created in 1994 by Roland Paskoff) and the 25th anniversary of the European NGO the **Coastal & Marine (EUCC)**. The EUCC network has played a leading role in helping to change the perception of the values and services provided by coastal dunes (cf. the presentations by both Paul Rooney and Pat Doody during the conference). It is particularly relevant to choose Merlimont for this event as it was here that EUCC-France organized its first field workshop in 2000, and the French association was born here in Pas-de-Calais. Really it is a return to one's roots.

EUCC-France has developed significantly during these 20 years, thanks to a network of volunteers coming from different origins: academics, national institutions in charge of coastal conservation and management (ONF [Office National des Forêts] , EID-Méditerranée [Entente Interdépartementale pour la Démoustication du littoral méditerranéen], BRGM [Bureau de Recherches Géologiques et Minières], Conservatoire du Littoral), local and regional authorities (e.g. Association Nationale des Élus du Littoral), state services and various associations from the civil society, all of which assist EUCC-France to achieve its objectives.

The story of the EUCC-France field workshops started in 2000. It concerns the whole French national territory, overseas territories included. The model devised by Roland Paskoff and Jean Favennec gave priority to discussions, exchanges and talks in the field instead of indoor speeches. Success was immediate because this type of meeting was unique in France to link up the academic world and all the managers and policy makers concerned with the present and future coast. EUCC-France also wanted to inform and educate the general public, and heighten awareness of coastal issues among all the people living along the coast. Although they appreciate the scenic beauty and rich biodiversity of coast and know the numerous possible economic and recreational activities that are offered by coast, most people are not really aware of its fragility. These aims set by Roland Paskoff and Jean Favennec will probably never be completely reached because it is a long-term project needing permanent adaptation. Nevertheless EUCC-France / European Coastal network can be proud of the work which has been already accomplished.

The 2014 conference and workshop in Merlimont will have a new international dimension. It includes international scientific presentations during the conference (16 oral presentations, 11 posters with participants coming from 10 different countries), a field workshop and a final forum/round-table. EUCC-France wishes to breathe new life into the Coastal & Marine (EUCC), make known the French "savoir-faire" in integrated management of coastal dunes (particularly the ONF experience), establish long lasting exchanges between European partners and develop the potential for cooperation.

Yvonne Battiau-Queney
President of EUCC-France

PRESENTATION DE L'ATELIER

L'ensemble du site de Merlimont-Berck est un bel exemple de dunes à morphologie picarde. Créée en mai 1985, la Réserve Biologique Domaniale (RBD) de la Côte d'Opale représente pour son gestionnaire, l'Office National des Forêts (ONF), un laboratoire grandeur nature de la gestion multifonctionnelle des milieux dunaires. Elle s'inscrit également dans le contexte socio-économique spécifique du littoral et forme un maillon important du réseau des sites protégés régionaux.

Sur 450 hectares, une réflexion approfondie a été engagée dès 1985 en collaboration avec les Universités, le Conservatoire du littoral et la commune de Merlimont pour définir les bases d'une gestion « intégrée » pour ce site à intérêt patrimonial fort (originalité géomorphologique, dimension exceptionnelle pour la région, dynamique naturelle bien préservée, richesse biologique et diversité des habitats). Le gestionnaire s'est fixé comme objectifs le maintien et le développement de la biodiversité du site, la conservation et l'étude des processus évolutifs. Pour ce faire, les choix de gestion suivants ont été arrêtés : 1) sur le cordon littoral, laisser s'exprimer librement la dynamique dunaire (sauf près des zones urbanisées), 2) en arrière conserver des habitats rares et menacés en respectant les facteurs de diversité; 3) limiter l'accueil à des visites guidées.

L'atelier permettra de montrer les résultats de ces choix, en adéquation avec la réglementation en faveur de la biodiversité. Outre l'amélioration des connaissances sur le fonctionnement écologique du site, on a pu: 1) restaurer des milieux particulièrement riches, mais souvent menacés; 2) expérimenter de nouvelles techniques de restauration et d'entretien des milieux ouverts; 3) se doter de dispositifs de suivi de qualité; 4) intervenir directement en faveur d'espèces à haute valeur patrimoniale. Après plus de 15 années de suivis, il est important pour l'ONF de faire un bilan de la gestion mise en œuvre et de voir comment celle-ci s'inscrit dans les préoccupations des collectivités locales et dans les engagements nationaux sur la conservation de la biodiversité. Ce site est complémentaire des 360 km de dunes littorales gérées par l'ONF sur la façade atlantique.

Accueillir cet atelier EUCC-France, 14 ans après celui organisé en 2000, est donc une formidable occasion de partager et d'échanger connaissances et expériences sur la gestion des milieux dunaires avec les nombreux spécialistes internationaux présents et de rendre compte des informations capitalisées dans les multiples suivis mis en œuvre.

Outre la gestion conservatoire de la Réserve Biologique Domaniale, d'autres grands thèmes seront abordés pendant cet atelier, comme l'histoire et l'évolution du système dunaire de Merlimont Berck ou le rôle des avant-dunes pour l'équilibre des plages. Les autres grands gestionnaires des milieux littoraux du nord de la France présenteront leurs actions: le Département du Pas-de-Calais et EDEN 62 pour les Espaces Naturels Sensibles, la Région Nord-Pas de Calais et ses projets de Réserve Naturelle Régionale, la DREAL fortement impliquée dans la démarche Natura 2000. Enfin nous verrons comment la plage urbaine de Merlimont et la dune communale sont gérées par la ville de Merlimont dans une perspective de développement durable respectueuse de l'environnement.

Loïc Gouquet

Chargé de mission Littoral de l'Office National des Forêts

LE SYSTÈME DUNAIRE DE MERLIMONT-BERCK DANS SON CONTEXTE SPATIO-TEMPOREL

HISTOIRE GEOLOGIQUE DU LITTORAL DE BERCK A MERLIMONT AU QUATERNAIRE

QUATERNARY GEOLOGY OF THE COASTAL SYSTEM BETWEEN BERCK AND MERLIMONT (62 FRANCE)

C. Vinchon, BRGM¹

The exploration of the Quaternary system between Berck and Merlimont was done by a sequential analysis of cored sediment, Ground Penetrating Radar and thorough analyses of samples (quartz surface texture, grain size; biostratigraphy, mineralogy and geochronology). It allowed to reconstruct the paleo-landscapes of the coastal zone since the Pleistocene. Pleistocene deposits, made of flint pebbles and sand, result mainly of the periglacial erosion of a Cretaceous formation, brought from the continent to the sea-shore by the then torrential rivers of Airon and Arche, and accumulated on the edge of a collapsed stair-shape basin; during a warmer interglacial period, the sea reached the cliff foot and brought layers of sand of marine influence. The Holocene lower formation (sables pissards), is made of shelly sand, interrupted by peat levels and clayey lenses. These sequences suggest the settling of small coastal estuaries open to the sea. The thickness/age ratio (lower and middle peat formation gives a C14 age of 7500 and 3450 years BP) suggests a decrease in sedimentation rate from bottom to top of the formation, and a process of increasing infilling. The clayey and calcareous middle formation, present in the north east sector of the studied zone but disappearing west and south suggests that the estuary of Airon was sealed, reaching then its ultimate phase of infilling, while the Arche Estuary was still active. The internal dune formation is made of aeolian sand, with peat and sand lenses suggesting a succession of more or less humid periods, where the sand was either fixed by vegetation or mobilized by the wind; the lower peat lens gives a C14 age of 930 years BP (High Middle Ages), while first polderisations were made upstream in the Arche estuary. The on-going polderisation of the Arche estuary and a possible small marine regression allowed the building of the frontal dune, from Merlimont to Berck.

¹ c.vinchon@brgm.fr, BRGM/DRP/R3C BP36009-45060 Orléans cedex 2

INTRODUCTION

Le système dunaire entre Merlimont et Berck est l'un des sites dunaires les plus complets. Présentant une grande richesse faunistique et floristique mais aussi géomorphologique (fig 1), il a été classé comme Réserve Biologique Domaniale de la côte d'Opale et confié à la gestion de l'ONF. Les nombreuses études, multidisciplinaires, ont permis dans les années 1990 de faire le choix d'une gestion douce de « laisser faire sous-surveillance ». L'évolution récente de la dune est décrite par Y. Battiau-Queney dans ce même volume.

L'étude menée par le BRGM et l'ONF entre 1998 et 2000 avait pour objectif de reconstituer l'histoire récente du système (à l'échelle géologique) et a mis en avant la forte dynamique du littoral du Pléistocène à nos jours (Vinchon et al, 2000).

Pour réaliser cette étude, le BRGM a réalisé en 1998 plusieurs forages carottés (M2) ou destructifs (M1, M3 et B1) qui ont traversé en plusieurs endroits la séquence quaternaire, et des mesures géophysiques, calibrés par des forages à la tarière dans la formation qui constitue la dune sensu-stricto. Les échantillons sédimentaires prélevés dans ces sondages ont ensuite été analysés (granulométrie, biostratigraphie, géochronologie, minéralogie) pour compléter l'analyse séquentielle et les corrélations entre forages, définir et caractériser les ensembles sédimentaire, leur milieu de dépôt et leur âge.

LA GEOMETRIE DE L'ENSEMBLE QUATERNAIRE

Quatre ensembles sont caractérisés (Figure 1 a, b), surmontant le substratum crayeux crétacé ; du plus ancien au plus récent, l'ensemble quaternaire est formé de la formation à silex, sub affleurante au pied de la falaise crétacé, et s'enfonçant en s'amincissant vers l'Ouest sous la formation des sables pissards. Les sables pissards sont séparés à l'est de la formation dunaire par une formation intermédiaire constituée d'argile très dense et riche en débris végétaux. Cette formation n'existe plus au droit de la dune bordière. La formation dunaire largement développée au niveau de la réserve disparaît vers le sud, relayé par les polders à l'arrière de la ville de Berck

LES PAYSAGES SUCCESSIFS DEPUIS LE PLEISTOCENE

La formation à silex est constituée d'une alternance de lits sableux et de séquences plus grossières à galets de silex. L'observation des sables au microscope électronique montre qu'ils sont composés de deux populations, l'une présentant une histoire périglaciaire, l'autre marine et éolienne. La distribution granulométrique des silex montre une alimentation continentale par les chenaux de l'Airon et de l'Arche et une accumulation au pied des falaises de craie. L'analyse de la flore fossile montre une influence continentale, et un remaniement de matériel crétacé, mais ne date pas le sédiment. On l'attribue à la fin du Pléistocène après le dernier épisode glaciaire, par comparaison avec les sédiments analogues du Marquenterre.

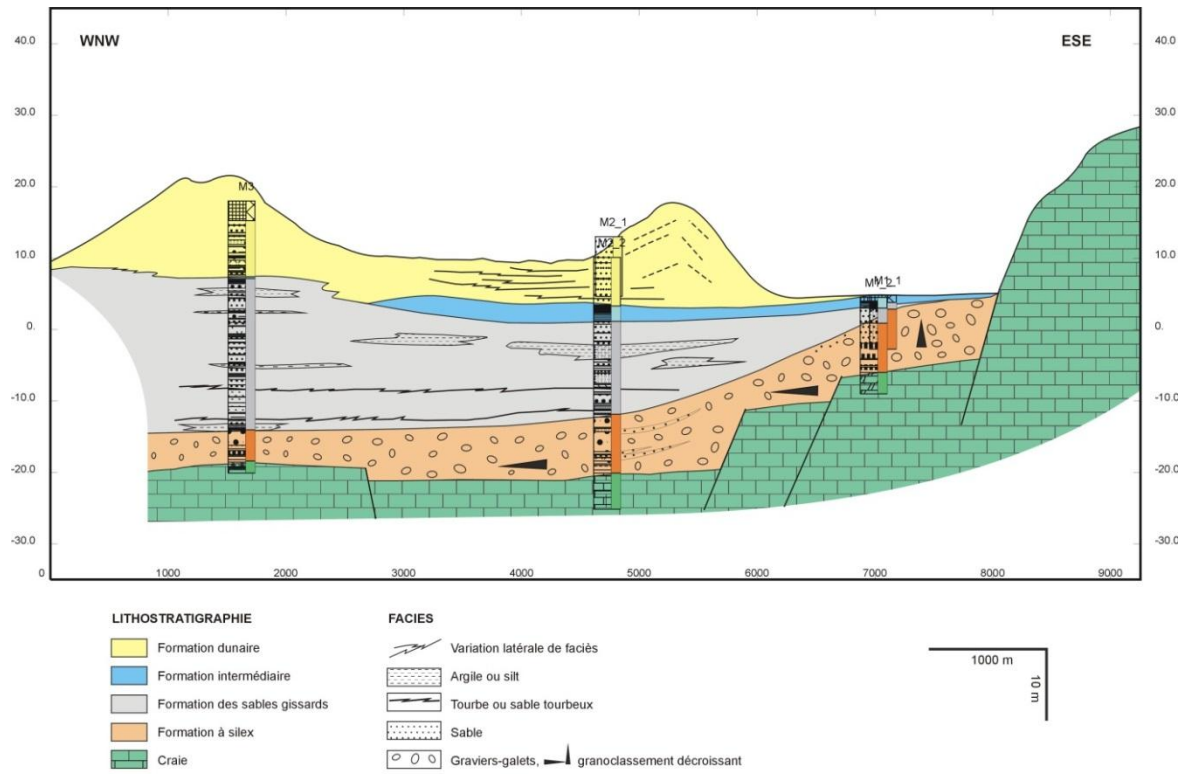


Figure 1 a : Coupe lithostratigraphique WNW, ESE du système côtier quaternaire au niveau de la Réserve de Merlimont

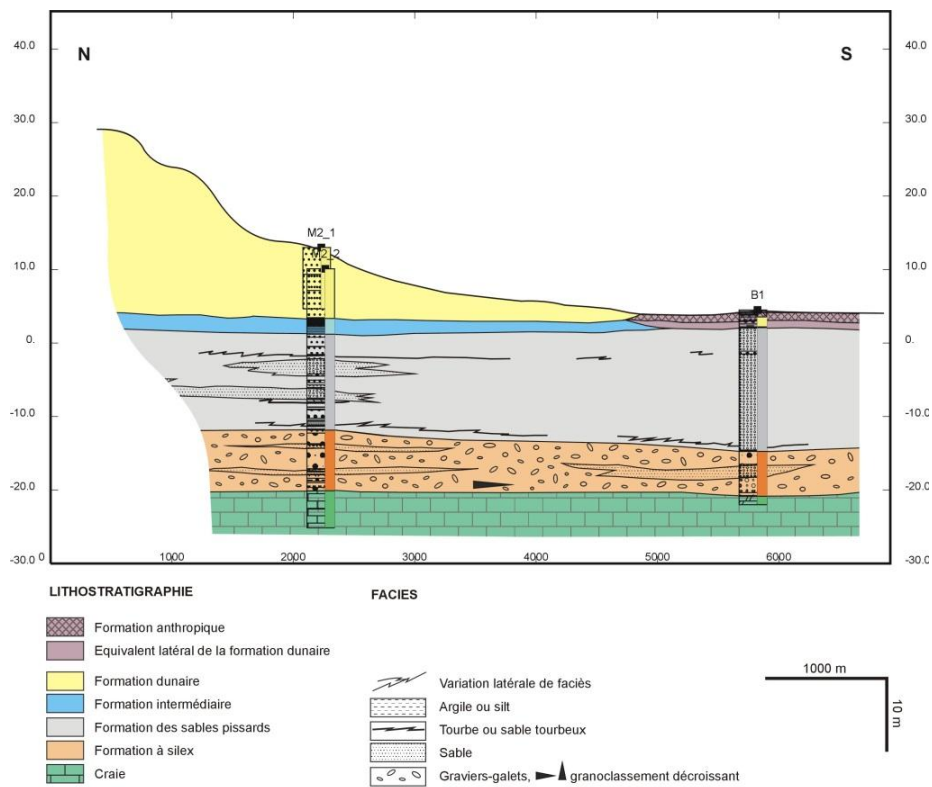


Figure 2b Coupe lithostratigraphique NS du système côtier quaternaire de la Réserve de Merlimont à l'Est de la commune de Beck

Ces données permettent de définir qu'à cette période, des alternances de climat froid périglaciaire et de redoux dans cet environnement littoral donnent une succession de phases régressives, permettant l'érosion des rivières et l'accumulation des galets de silex, érodés de la craie, au pied des falaises ou transgressives, où la mer apporte du sable marin et remanie les galets sur le platier et en cordons au pied des falaises. Cette accumulation se fait sur un substratum crayeux en marche d'escalier du continent vers la mer, dont l'effondrement est vraisemblablement récent sinon synchrone du dépôt de la formation à silex. Le paysage est alors sensiblement comparable à certains endroits de la côte crayeuse normande.

Le bloc diagramme de la Figure 2 reconstitue le paysage pendant l'une des phases transgressives.

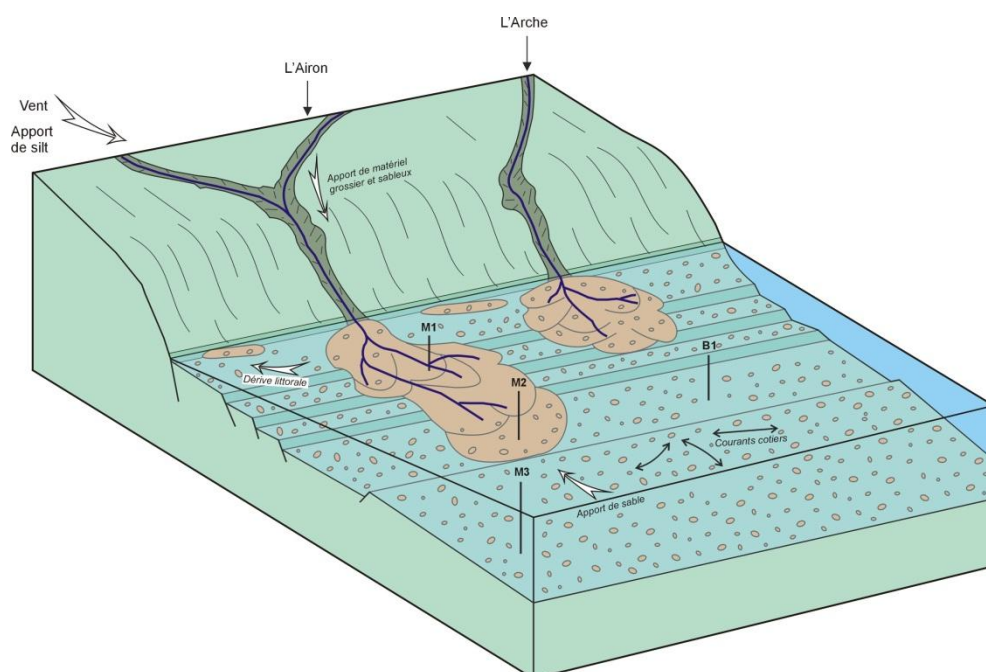


Figure 2 : Paysage du début du dépôt de la formation à silex, lors d'une période transgressive

La formation des sables pissards est essentiellement constituée de sables et de coquilles de cardium, saturés en eau, interrompus par quelques lentilles sablo-argileuses. Deux niveaux tourbeux sont observables à sa base et à mi épaisseur dans les forages M2 et M3. L'aspect des grains de quartz en microscopie électronique, la quantité de cardium, témoignent d'une forte influence marine tandis que les lentilles argileuses, plus fréquentes vers l'est témoignent d'un certain confinement. Le Carbone 14 des tourbes date la base des sables pissards de 7440 BP années et la tourbe supérieure de 3450 BP, attribuant cette formation à l'Holocène. La flore fossile montre un remaniement de flore continentale ; le rapport épaisseur/âge calé par une datation de la base de la formation dunaire montre un ralentissement progressif du taux de sédimentation de la base des sables pissards à la formation intermédiaire, qui pourrait traduire un ralentissement de l'effondrement du substratum crayeux.

Lors du dépôt des sables pissards, le paysage est celui d'une baie ouverte sur la mer, avec en fond de baie des zones de schorre et slikke instables, déposant des lentilles argileuses et des chenaux divaguant remaniant des sables. Il s'agit vraisemblablement des estuaires de l'Airon et de l'Arche, soumis à un comblement progressif. Le paysage était sans doute comparable à celui des estuaires de la Somme ou de l'Authie.

Le bloc diagramme de la Figure 3 reconstitue le paysage lors du dépôt de la formation des sables pissards.

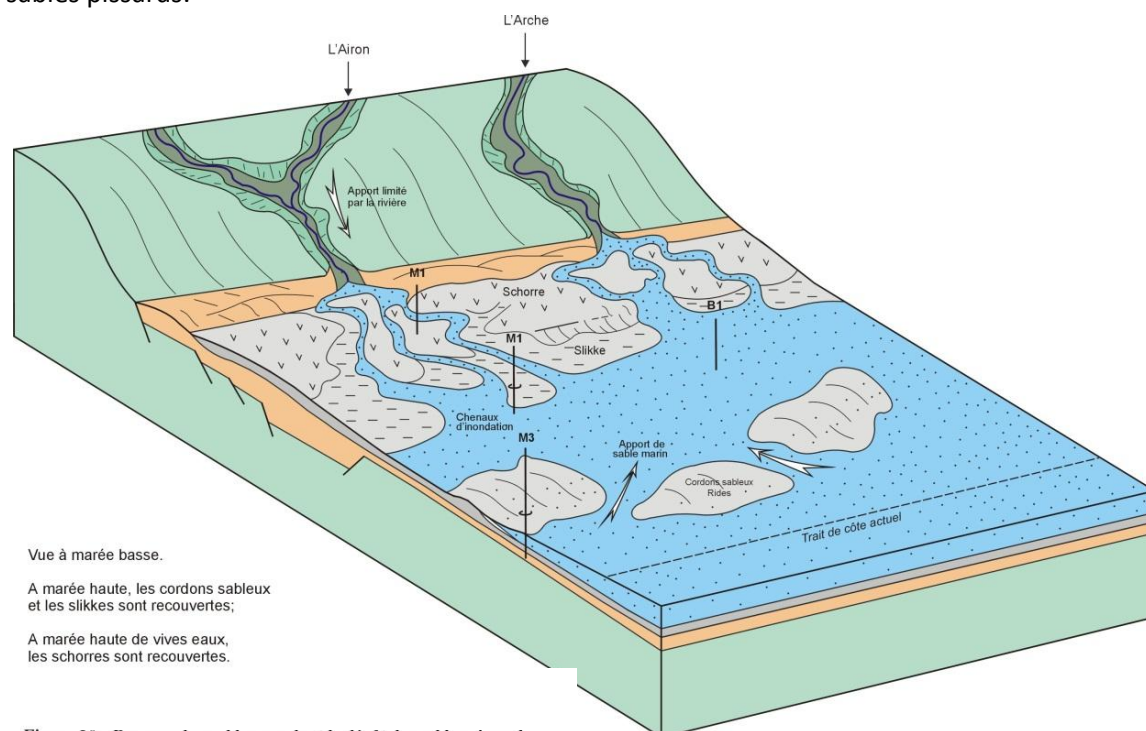


Figure 20 - Paysage de wadden pendant le dépôt des sables pissards.

Figure 3 Paysage de wadden pendant le dépôt de la formation des sables pissards

La formation intermédiaire, de faible épaisseur (2 m au maximum) est constituée d'argile dense, carbonatée, plus ou moins chargée en débris végétaux et entrecoupée de rares passées sableuses. À l'ouest, sous la dune bordière, et au sud vers les polders de Berck, cette formation est relayée par des sables de type pissards. La flore et la faune contenue dans les argiles témoigne d'un dépôt sous une faible tranche d'eau.

Le paysage lors du dépôt de la formation intermédiaire, au Nord de l'ensemble étudié était vraisemblablement celui d'un « wadden » constitué de slikke argileuse et de schorre argilo-sableux, protégé du large par des cordons sableux. L'estuaire de l'Airon atteint alors le stade ultime de comblement, tandis que l'estuaire de l'Arche est encore ouvert sur la mer et drainé par des chenaux actifs.

Le bloc diagramme de la Figure 4 reconstitue ce paysage

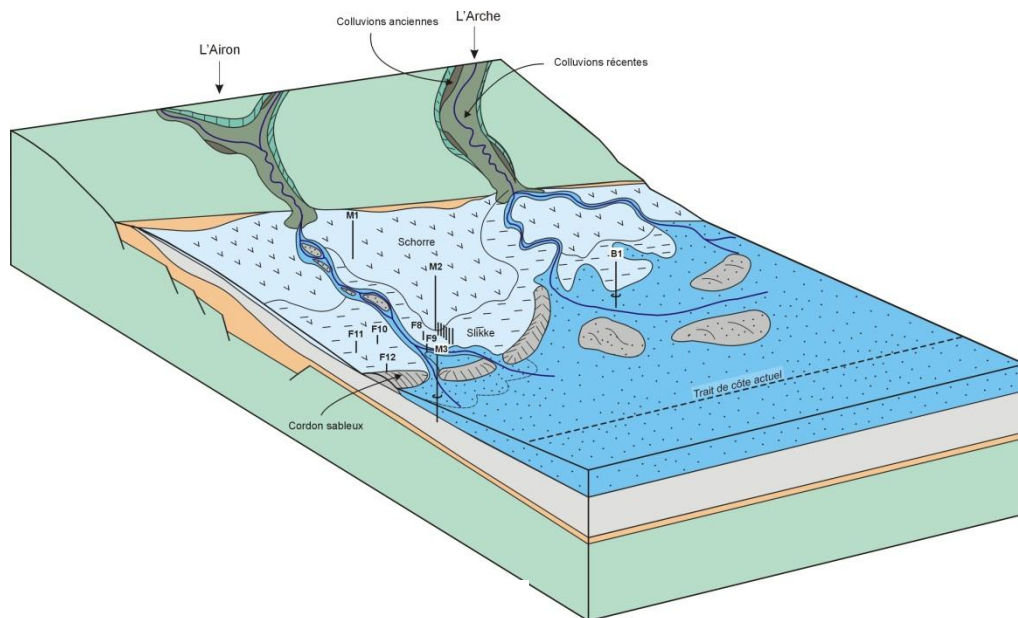


Figure 4 : Paysage pendant le dépôt de la formation intermédiaire (comblement de l'estuaire de l'Airon et activité de l'estuaire de l'Arche)

La formation dunaire forme le sommet de la série quaternaire. Essentiellement constituée de sable, dans la dune bordière, le géoradar et les forages ont relevé des niveaux plus tourbeux sous la plaine interdunaire et la dune interne. Vers le sud, la formation dunaire est remplacée, au droit du forage B1, par des lits argileux chargés de granules de craies, et interrompus de quelques passées sableuses. Le niveau tourbeux le plus ancien donne à la base de la dune interne un âge de 930 ans (soit le Haut Moyen-Âge).

Le système dunaire de Merlimont s'est donc mis en place, au-dessus de la plaine formée par le comblement de l'estuaire de l'Airon, par des processus éoliens, comme en témoigne la morphologie des sables. Les alternances sables-tourbes témoignent d'une succession de phases plus ou moins humides, les phases plus sèches permettant l'accumulation du sable éolien, les périodes plus humides l'installation de « pannes » interdunaires et l'accumulation de sables tourbeux et une légère pédogenèse visible sur les grains de sable. L'estuaire de l'Arche est alors polderisé par l'homme et les sédiments amendés avec de la craie, mais il reste régulièrement inondé. Tandis que la dune interne est progressivement fixée par la végétation, la dune bordière s'installe à la faveur d'une avancée vers la mer du trait de côte peut-être liée à un cycle régressif flandrien, accentuée par le comblement et l'enclôture progressive de l'Estuaire de l'Arche. L'absence de niveaux tourbeux dans la dune bordière témoignerait d'une période plus sèche. La dune bordière de Merlimont et le cordon dunaire de Berck seraient ainsi plus récents, formés après les derniers endiguements de l'estuaire de l'Arche. Le suivi récent de la façade maritime de la dune bordière témoigne d'un léger recul depuis 1947 puis une nette avancée dans les années 2000 (Y. Battiau-Queney, ce volume)

Les blocs diagrammes de la Figure 5 reconstituent l'évolution du paysage lors de la mise en place du système dunaire au cours du dernier millénaire.

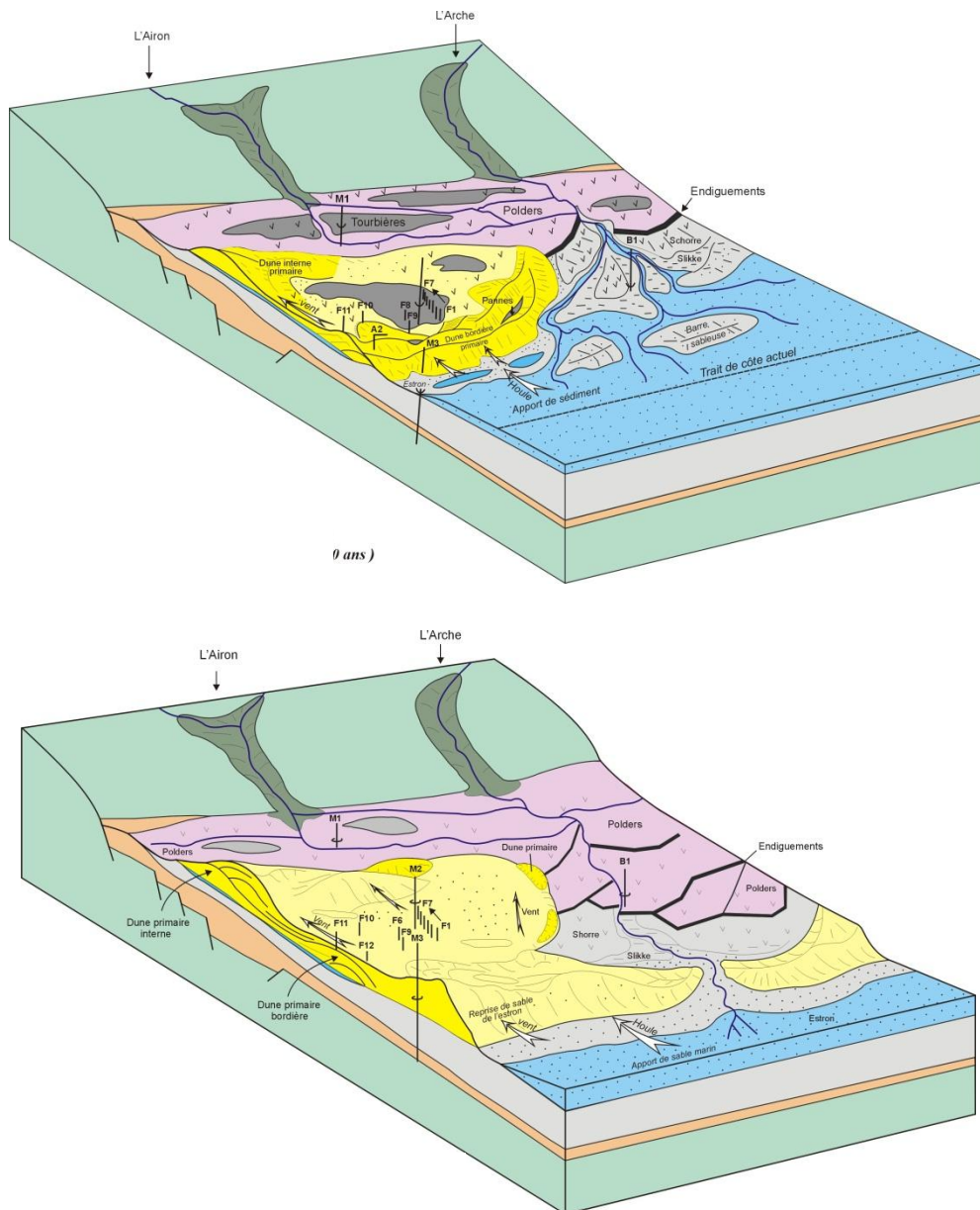


Figure 5 a et b : (a) Installation de la dune interne (primaire) sur le site de la réserve, début de poldérisation de l'estuaire de l'Arche. (b) Installation de la dune bordière et du système dunaire actuel. Fin de l'endiguement de l'estuaire de l'Arche.

GESTION DU LITTORAL : FAIRE LA PART DES PHENOMENES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La reconstitution des paysages au cours du Quaternaire montre la mesure de la jeunesse et la fragilité du paysage actuel en terme géologique. Le système quaternaire témoigne de la présence de la mer au pied des falaises crétacées dès l'Holocène, à la faveur de la transgression flandrienne et témoignant de ses oscillations et de l'installation de deux petits estuaires côtiers et de leur comblement progressif, phénomène naturel accentué pour l'Arche par les aménagements humains.

L'activité tectonique permettant la formation du bassin d'effondrement côtier est probable, à mettre en parallèle avec des mouvements extensifs pléistocènes (VanVliet Lanoe *et al.*, 2006) perdurant à l'Holocène (Tuffreau *et al.*, 1981).

Sur ces estuaires comblés, s'installe au cours du dernier millénaire le système dunaire. On a également mis en évidence dans l'histoire de la dune interne, une alternance de périodes plus ou moins humides, permettant la fixation du sable par la végétation, ou sa mobilité par le vent.

La situation actuelle témoigne de successions de phases érosives (1947-2000) et d'accrétion, sur lesquelles se surimpose une cyclicité saisonnière, reflétant l'intensité des tempêtes de l'hiver 2013-2014 notamment (Y. Battiau-Queney, ce volume)

Le littoral picard dont fait partie la réserve de Merlimont est donc un milieu éminemment et naturellement dynamique, ou interfèrent de nombreux facteurs d'évolution, comme en témoigne l'histoire quaternaire du système côtier entre Berck et Merlimont, où déjà se combine un phénomène naturel de comblement, associé à l'effondrement probable du substratum crayeux et des alternances climatiques. A cela s'ajoutent, plus récemment, les aménagements humains, tant pour gagner des terres de polder, que pour fixer le littoral ou faciliter l'occupation humaine.

Réduire ou s'adapter aux conséquences probables du changement climatique nécessitera de faire la part de ces nombreux facteurs naturels ou anthropiques et d'identifier leurs interactions afin de pouvoir agir efficacement.

LE SYSTEME DUNAIRE DE MERLIMONT-BERCK ET L'ORIGINALITE DES DUNES "PICARDES" DE LA COTE D'OPALE

THE DUNE SYSTEM OF MERLIMONT-BERCK: A MODEL OF THE "PICARDY" DUNES OF OPAL COAST

Yvonne Battiau-Queney

EUCC-France et Université Lille 1

Résumé : On présente les caractéristiques générales du système dunaire de Merlimont-Berck, type même des dunes "picardes". Puis, à partir de documents anciens (cartes et photos), on reconstitue les grandes lignes de son évolution depuis deux siècles. Enfin on montre quelques aspects de la diversité morphologique de ce site.

Abstract: The main characteristics of the Merlimont-Berck coastal dune system are presented. They are the model of what one's call the "Picardy" dunes. Then different ancient documents (maps and photographs) are used to explain the broad outline of the evolution of this dune system for the last two centuries. At last some aspects of the great morphological diversity of this complex dune field are described.

Dunes picardes et dunes flamandes

Depuis Abel Briquet (1930) il est habituel de distinguer sur la côte d'Opale les dunes flamandes des dunes "picardes". Les premières se situent entre le cap Gris Nez et la frontière belge et se caractérisent par un unique système de dunes littorales (fig. 1), dépassant rarement un kilomètre de large (dunes du Perroquet à l'est de Bray-Dunes) et se réduisant localement à un mince cordon dunaire de quelques dizaines de mètres (Sangatte) protégeant le bas pays submersible situé en arrière. Elles se sont formées le long d'une côte formant un angle faible avec les vents dominants d'ouest-sud-ouest. Les dunes picardes caractérisent le littoral au sud du Gris Nez jusqu'à l'estuaire de la Somme. Elles longent une côte perpendiculaire aux vents dominants et sont beaucoup plus larges (plus de 3 km à Merlimont ou dans le sud du Marquenterre),

Les dunes de Merlimont-Berck appartiennent à cette deuxième catégorie et en possèdent toutes les caractéristiques, offrant un remarquable panel de formes dunaires et une grande diversité d'habitats, support d'une riche biodiversité.

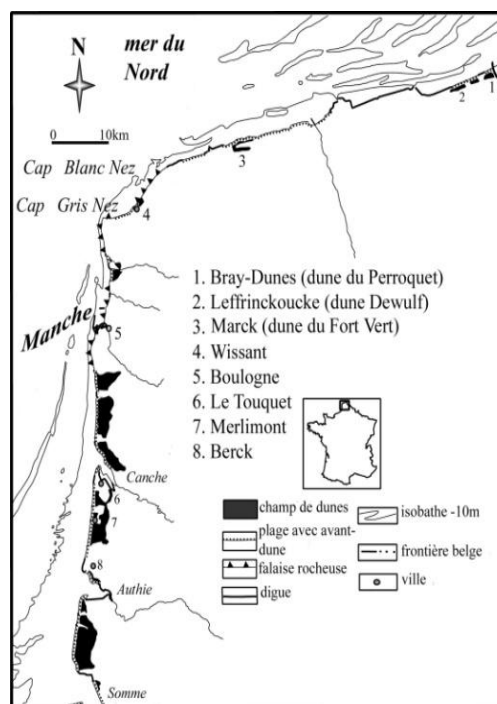


Fig 1. Carte de localisation - Location map

LE SYSTEME DUNAIRE DE MERLIMONT-BERCK

Sur les communes de Merlimont et de Berck, le système dunaire forme un vaste ensemble d'un seul tenant sur plus de 1000 ha (Battiau-Queney, 2007). De la mer vers la terre on trouve (fig. 2):

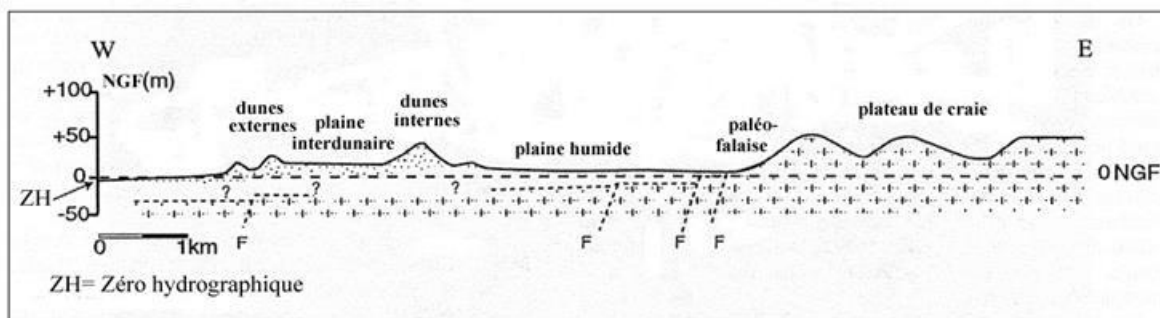


Figure 2. Dispositif général du système dunaire de Merlimont-Berck, modèle des dunes "picardes".

Figure 2. General organization of the dune system of Merlimont-Berck, a model of the "Picardy" dunes; the small crosses indicate the Chalk substratum.

- Un **estran de sable fin** (diamètre moyen de 0,20 à 0,25 mm) large de 800 m (le marnage atteint ici 10 m lors des très grandes marées), façonné en barres et bâches.
- Un **haut de plage** généralement sec même aux très fortes marées, sauf par tempête, où se forment des dunes embryonnaires (végétation pionnière de *Cakile maritima* ou d'*Elymus farctus*).
- Un système dunaire externe comprenant (fig. 3) :

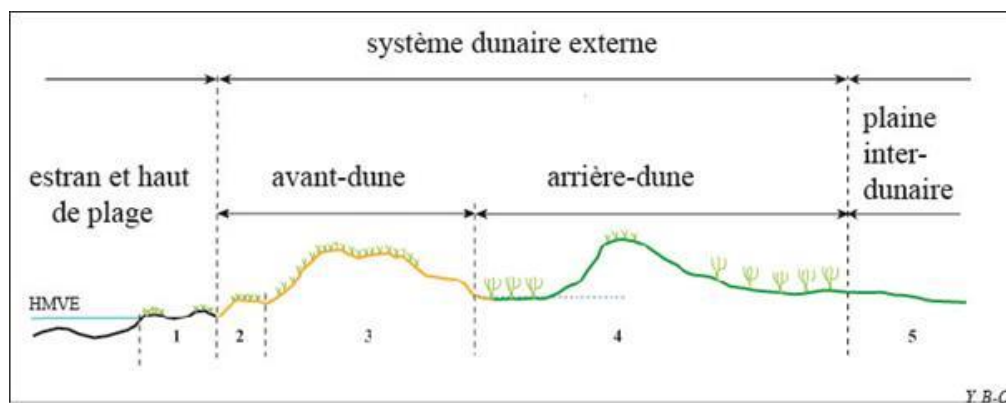


Figure 3. Schéma du système dunaire externe.

1. haut de plage avec dunes embryonnaires et végétation pionnière;
2. banquette à *Agropyron* et avant-dune naissante
3. avant-dune établie (dune "blanche" à oyat)
4. arrière-dune avec panne humide (le pointillé vert indique le niveau fluctuant de la nappe phréatique alimentée par les pluies) et formes éoliennes entravées par la végétation
5. plaine interdunaire plus ou moins humide avec mosaïque d'habitats, sans forme dunaire nette

Figure 3. Schematic representation of the outer dune system

1. upper beach with embryo dunes and pioneer vegetation
2. aeolian sand bench with *Agropyron* and incipient foredune
3. established foredune ("white" dune with Marram)
4. back dune with wet slack (the green dotted line marks the mean fluctuating water-table depending upon the rain water) and aeolian landforms partly covered with vegetation
5. interdune plain more or less wet with a rich mosaic of habitats, without obvious aeolian landform

- L'**avant-dune** à Oyat (*Ammophila arenaria*) parfois précédée d'une banquette à Agropyron (*Elymus farctus*) ou taillée en falaise selon les conditions météorologiques. Elle culmine entre 17 et 25 m d'altitude (NGF 69).
- Des **arrière-dunes** à la morphologie complexe : langues de sable en "pourrières" quand elles sont associées à un couloir traversant l'avant-dune, cuvettes de déflation ou caoudeyres, dunes paraboliques avec pannes humides centrales et bras entravés par la végétation. Ces arrières dunes sont des formes éoliennes souvent encore actives, mais de plus en plus fixées naturellement par des espèces buissonnantes où domine l'argousier (*Hippophae rhamnoides*).
- Une **plaine sableuse interdunaire** large de plusieurs centaines de mètres, plutôt sèche mais avec de nombreuses mares et zones humides. Les formes dunaires y sont absentes ou tout au moins difficiles à déchiffrer. On y trouve une très intéressante mosaïque végétale liée à la diversité des habitats naturels et aux interventions humaines. Cette plaine se situe à une altitude supérieure aux plus hautes mers (7 à 11m NGF 69). Le niveau de la nappe phréatique fluctue selon les apports pluviométriques et influence la nature des sols sableux et la dynamique végétale (Favennec, 2007; Dermaux, 2007; Dermaux et Veillé, 2007). La gestion conservatoire des habitats trouve ici un terrain d'étude, de réflexion et d'action particulièrement intéressant (cf. F.Veillé, B. Dermaux et F. Duhamel en annexe).
- Un **système dunaire interne**, plus ancien que les dunes "externes", mais tout de même très récent puisqu'il s'est mis en place depuis moins de 1000 ans (cf. C. Vinchon dans ce volume). On y trouve de belles formes paraboliques dont les têtes excèdent en plusieurs endroits 40 m d'altitude (NGF 69). Bien que l'ensemble soit en grande partie fixé par la végétation, il reste quelques formes éoliennes actives. Le système dunaire s'interrompt brutalement vers l'est, au contact d'un étroit couloir longitudinal qui a concentré l'urbanisation depuis le Moyen-Âge (villages de Cucq et de Merlimont) et où se trouve la route principale desservant toute la région.
- Des **bas marais maritimes** (ici le marais de Balançon) en zone potentiellement submersible, car située sous le niveau des plus hautes mers (moins de 5 m NGF 69).
- Une **paléo-falaise** marine, active lors de la dernière transgression post-glaciaire (cf. C. Vinchon dans ce volume), bien visible dans le paysage car elle forme le rebord du plateau crayeux du Montreuillois qui culmine entre 40 et 50 m d'altitude.

QUE SAVONS-NOUS DES DUNES INTERNES?

Bien qu'elles soient les plus anciennes (cf. Vinchon ce volume), elles appartiennent à une jeune génération, contrairement aux "vieilles" dunes remontant à 2500-2370 ans que l'on trouve plus au nord, en baie de Canche par exemple (Munaut et Gilot, 1977). A. Briquet (1930) considérait très justement que ces dunes internes étaient de grandes dunes mouvantes qui s'étaient déplacées sur la plaine sableuse et avaient été arrêtées dans leur progression par l'emprise croissante de la végétation. Elles impliquent une forte mobilité du sable depuis l'estran, due à une puissante dynamique éolienne et une dynamique végétale relativement plus faible, sans doute ralentie par l'arrachage des oyats (utilisés comme combustible), le pâturage et la prolifération des lapins. Il faut donc imaginer de grandes langues de sable s'allongeant vers l'intérieur des terres, qui étaient alimentées directement depuis la plage. Des épisodes de

tempête de sable et d'ensevelissement de maisons ont été rapportés dans les chroniques locales: par exemple en 1534, quand le village de Merlimont fut partiellement englouti sous le sable après 15 jours de tempête (Briquet, 1930). Il n'est pas sans intérêt de noter que cet événement se place pendant le Petit Âge Glaciaire. L'homme a évidemment tenté d'enrayer ces afflux de sable menaçant les habitations coincées entre les dunes et les bas-champs marécageux. Il a fixé plus ou moins efficacement les dunes les plus proches des maisons, ce qui les a entravées et a favorisé leur morphologie en paraboles. Elles ont alors fonctionné en dunes perchées : le sable qui continuait d'arriver depuis l'ouest était piégé par la végétation en exhaussant les dunes. D'après la carte de Cassini, réalisée vers 1754, le trait de côte et donc la plage qui était la source du sable, étaient plus proches du village de Merlimont que maintenant (fig. 4). En 250 ans, la terre a progressé de 300 à 350 m aux dépens de la mer au sud de Merlimont-plage. L'exhaussement des dunes internes était possible tant que les dunes externes ne formaient pas d'obstacle majeur entre la mer et elles. Cela a duré au moins jusqu'à la deuxième guerre mondiale.

La carte d'État-major représente la situation de la première moitié du 19ème siècle (fig. 4). Même si la cartographie n'est pas très précise, on y reconnaît les hautes dunes du système interne contrastant avec la discontinuité et la hauteur moindre des dunes proches de la plage et la quasi absence de formes dunaires dans la plaine interdunaire. On voit aussi l'enclavement du village de Merlimont entre les dunes et le marais. Le chemin vers Cucq se perd dans les dunes et l'accès principal vers Merlimont et Cucq se fait à travers le marais par des petites routes qui existent encore aujourd'hui.



Figure 4 : à gauche, carte de Cassini (levée vers 1754). À droite carte de l'Etat-major levée entre 1847 et 1869 (le Grand Hôpital Maritime de Berck inauguré par l'Impératrice Eugénie en 1869 n'existe pas encore, mais on y voit le chemin de fer desservant Rang-du-Fliers et Etaples, datant de 1847). L'extrémité sud des dunes internes correspond à l'ancien estuaire de l'Airon (source : IGN, Géoportail)

Figure 4: on the left, extract of the Cassini map (around 1754); on the right, extract of the "État-Major" map drawn between 1847 and 1869 (the Grand Maritime Hospital of Berck which was inaugurated in 1869 by Empress Eugénie does not exist but the railway dating from 1847 is drawn). The southern end of the inner dunes corresponds to the former Airon estuary (source: IGN, Géoportail (<http://www.geoportail.fr>)).

LE SYSTEME DUNAIRE EXTERNE (AVANT-DUNE ET ARRIERE-DUNES) AVANT 1947

Nous avons retrouvé une collection de photos prises par Paul Bardou, un pharmacien, géologue et géomorphologue amateur, qui datait et localisait soigneusement ses clichés. Sur plusieurs photos de 1912 (fig. 5) on voit qu'une avant-dune continue et assez haute existait au nord de Berck. À Merlimont même, l'avant-dune était également assez haute.



Figure 5. Collection Paul Bardou -1912-

Figure 5. Two photos from Paul Bardou's collection -1912-. On the right, view to the south in direction of Berck. A continuous and relatively high foredune runs along the beach. On the left, Merlimont-Plage at the beginning. The foredune is several meters high. The sea-wall does not exist yet.

Deux photos de 1929 montrent une situation contrastée (fig. 6).



Figure 6. Collection Paul Bardou -1929- *La photo de droite montre un panorama avec les hautes dunes du système interne en arrière-plan et un champ de dunes basses à couverture d'oyat très clairsemée au premier plan, qui semble se raccorder à la plage : il n'y avait pas d'avant-dune dans ce secteur. Mais la photo de gauche, prise le même jour, montre au contraire une haute dune directement en contact avec la plage. Le profil est suffisamment raide pour qu'on l'utilise comme toboggan!*

Figure 6. Two photos from Paul Bardou's collection -1929-. On the right the high inner dunes can be seen from the foreground which is probably close to the beach. The foredune was absent in that place at that time. Wide areas of bare sand characterize the site. On the left, the same day, in a different place, a steep foredune overlooks the beach. This contrasted landscape and discontinuity of the foredune is well seen on the aerial photograph of fig 7.

Globalement, le dispositif dunaire n'a pas fondamentalement changé de 1850 à 1935 : sur une photo aérienne de l'IGN prise en 1935 (fig. 7), on distingue toujours les grandes dunes internes de forme parabolique, une plaine centrale saupoudrée de sable avec quelques rares formes dunaires et un système littoral marqué près de Merlimont-Plage par de grandes langues sableuses s'allongeant vers l'intérieur des terres, dans la direction des vents dominants et enserrant le quadrillage de rues du village. Confirmant les photos de Paul Bardou, on note l'existence d'une avant-dune très discontinue au sud de Merlimont puis plus continue vers Berck.



Figure 7. Le double complexe dunaire de Merlimont-Berck en 1935. On note l'étendue des dunes nues exemptes de toute végétation dans la bande littorale. L'avant-dune est plus continue vers Berck que près de Merlimont. Les hautes dunes paraboliques du système interne sont encore actives. On distingue quelques ébauches de paraboles dans la plaine interdunaire. Source : IGN, Géoportail.

Figure 7. The double dune complex of Merlimont-Berck in 1935. Note the wide areas of bare sand in the coastal belt. The foredune is more continuous to the south (towards Berck) than close to Merlimont. The high parabolic dunes of the inner dune system are still active. A few rough parabolic forms can be seen in the interdune plain. Source: IGN, Géoportail (<http://www.geoportail.fr>)

Sur les photos en stéréo de la mission IGN de 1947 (fig. 8), la situation de l'immédiat après-guerre est très semblable : au sud de Merlimont-Plage, de grandes langues de sable s'avancent depuis la plage vers l'est-nord-est, sans qu'il y ait d'avant-dune continue. Toute la station de Merlimont est menacée d'ensablement et le sable envahit la plaine interdunaire en une nappe mouvante qui fait que les trous de bombe très nombreux au sud-est du village dans une zone non encore ensablée sont bien visibles alors qu'ils ne le sont plus ailleurs. L'avant-dune est beaucoup plus continue dans la partie berckoise.

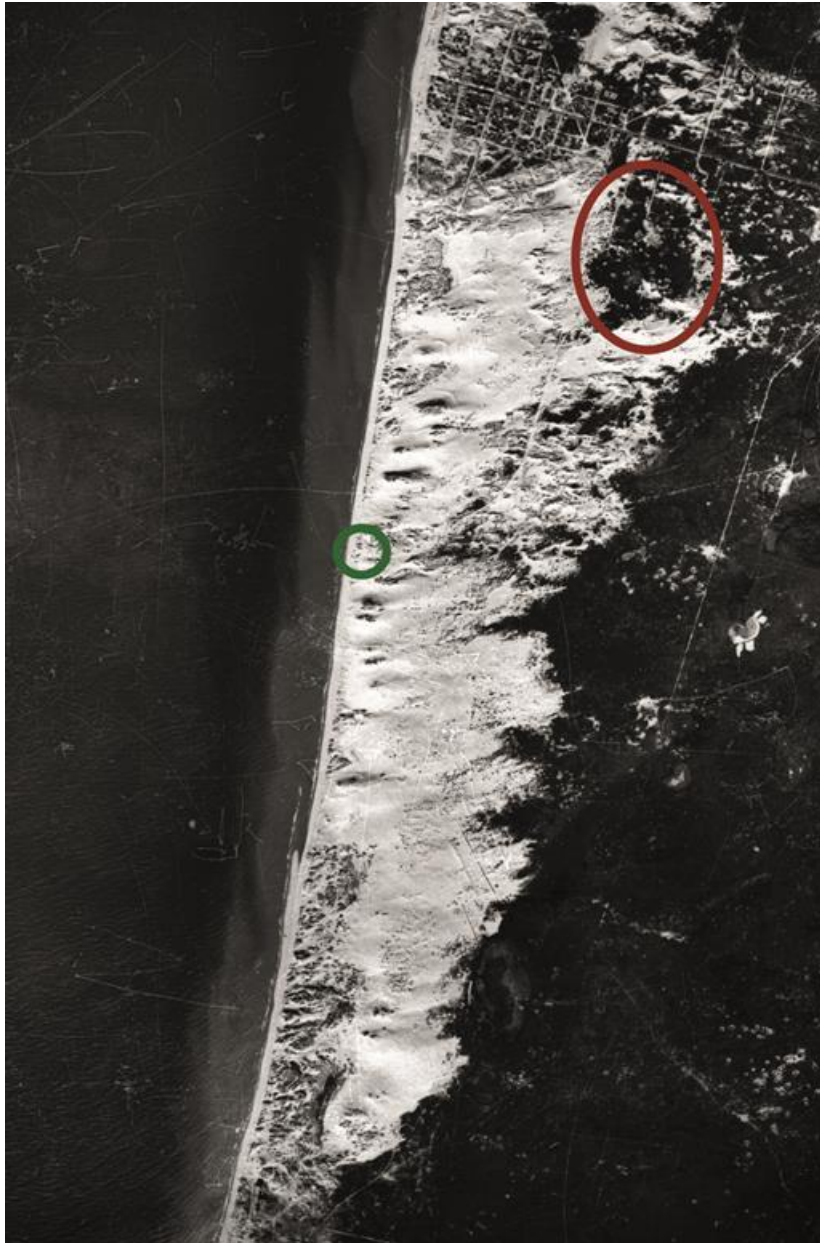


Figure 8 : le système dunaire externe en 1947. Le cercle rouge entoure une zone truffée de trous de bombes. Le cercle vert indique l'emplacement des bunkers de la RBD, encore en haut d'un monticule sableux en 1947 et aujourd'hui en pied de dune. Merlimont en ruine est envahi par le sable. Source : mission aérienne IGN Montreuil-Lillers 1947 - Cliché n°112

Figure 8: the outer dune system in 1947. The red circle surrounds an area riddled with bomb holes. The green circle marks the location of German bunkers along the Biological Reserve; they are still at the top of a small sand mound (presently at the foot of the foredune). The destroyed Merlimont village is overrun with sand. Source: aerial mission IGN Montreuil-Lillers 1947 - photo n°112.

LE COMPLEXE DUNAIRE ACTUEL : UNE GRANDE DIVERSITE DE FORMES DANS UN COMBAT INCESSANT ENTRE LES DYNAMIQUES EOLIENNE ET VEGETALE

Nous verrons ci-après comment le système dunaire externe s'est profondément transformé depuis la dernière guerre, sous l'action conjuguée de l'homme et de la nature. Aujourd'hui il présente une grande diversité de formes que nous verrons pendant cet atelier de terrain (Battiau-Queney, 2007). Beaucoup sont encore actives mais la dynamique végétale marquée par l'expansion de l'argousier tend depuis 15 ans à les fixer. La grande dune parabolique proche du village de Merlimont est un très bon exemple de cette évolution (fig. 9).



Figure 9 : progression des fourrés d'argousier dans la grande dune parabolique de Merlimont de 1994 (à gauche) à 2007 (au centre) et à 2012 (à droite)

Figure 9: spread of buckthorn in the large parabolic dune close to Merlimont from 1994 (left) to 2007 (centre) and 2012 (right) (photos Y. Battiau-Queney)

Le système couloir-pourrière fonctionne encore très bien et là aussi la lutte entre le sable, le vent et la végétation est permanente, créant un paysage en renouvellement constant (fig. 10).



Figure 10 : paysage mouvant de "pourrière" au débouché des couloirs traversant l'avant-dune. Ces langues de sable s'allongent plus ou moins rapidement selon les années (photos prises en 2008). Elles sont directement alimentées depuis la plage à travers les couloirs. (Photos Y. Battiau-Queney)

Figure 10: a rapidly changing landform (moving leeward sand lobe called "pourrière" in French) at the end of a transverse trough blowout in the foredune. These sand lobes are directly nourished from the beach and get more or less longer each year according to the wind conditions (pictures taken in 2008). The landforms result from a continuous struggle between blown sand and vegetation growth.

Toutes les dunes du système externe de la Réserve biologique de Merlimont évoluent librement sans intervention humaine depuis plus de 20 ans (voir Battiau-Queney *et al.*, dans ce volume). On verra sur le terrain que la tendance actuelle est très nettement à la fermeture des couloirs dans l'avant-dune et à la fixation des arrières-dunes (pourrières, dunes paraboliques, caoudeyres) par la végétation. L'expansion de l'argousier est spectaculaire.

L'EVOLUTION DU TRAIT DE COTE ET LE SYSTEME PLAGES-DUNE DE MERLIMONT-BERCK DEPUIS LA SECONDE GUERRE MONDIALE

THE CHANGING SHORELINE AND THE BEACH-DUNE SYSTEM OF MERLIMONT-BERCK SINCE THE SECOND WORLD WAR

Yvonne Battiau-Queney

EUCC-France et Université Lille 1

Abstract: Merlimont-Plage was created at the beginning of the 20th century in a place where the foredune was relatively high. The shoreline change since the last World War has been studied from aerial photographs and field benchmarks given by the German bunkers of the Atlantic Wall. A good example of 'bunker-archeology' has been applied to the coast south of Merlimont. The total retreat of the shoreline between 1944 and 2014 is estimated at 35-40 m, but it would be wrong to retain an average annual retreat of 0.50-0.57 m per year: the retreat was active mainly between 1974 and 2000, then the shoreline readvanced, so that the present one is the same as in 1983. On a shorter time-scale rapid changes of the shoreline depend upon meteo-marine conditions but there is a remarkable resilience of the beach-dune system along this coast. The role of the foredune is essential to restore the sediment balance and the beach equilibrium after a strong storm event. Any absence or destruction of the foredune threatens the sediment balance of the beach, as it is the case along the sea-wall of Merlimont.

1. LE CONTEXTE MORPHOLOGIQUE DU SITE DE MERLIMONT-PLAGE

Sur la carte de Cassini (vers 1754), le saillant à l'emplacement de l'actuel Merlimont-plage sépare l'Anse à l'Avoine au nord de l'Anse au Beurre au sud (cf. ce volume, p. XX). Si l'on superpose cette carte et la carte actuelle, comme le permet le site Géoportail (<http://www.geoportail.fr>) on constate que la côte n'a quasiment pas reculé depuis plus de 2 siècles et demi sur le saillant et qu'elle s'est avancée de plus de 300 m dans l'axe des deux anses. Le corps de garde de l'Anse au Beurre était installé un peu au sud du saillant. Sur la carte d'Etat-major (vers 1850), le saillant et les deux anses sont encore nettement dessinés mais les anses sont moins creusées qu'un siècle auparavant (cf. Y. Battiau-Queney, article précédent). On peut remarquer que le saillant coïncide avec un secteur où les dunes externes sont les plus hautes. Il sert en quelque sorte de pivot stable dans l'évolution de ce littoral. Briquet notait en 1930 que l'érosion attaquait les dunes du saillant en falaise et il estimait que le trait de côte de ce secteur était en recul. En fait, sur le long terme, il n'en est rien et les épisodes d'érosion marine sont compensés par des épisodes de reconstruction comme on le verra ci-après.

De l'examen des cartes anciennes il ressort que Merlimont-plage a été créé (au début du 20ème siècle) là où l'avant-dune était la plus haute sur ce littoral. C'est ce que confirme de vieilles photos ou cartes postales (fig.1). Le contraste entre des dunes côtières bien développées sur ce site et la quasi absence d'avant-dune de part et d'autre a perduré jusqu'aux années 1960 comme on le verra ci-après.

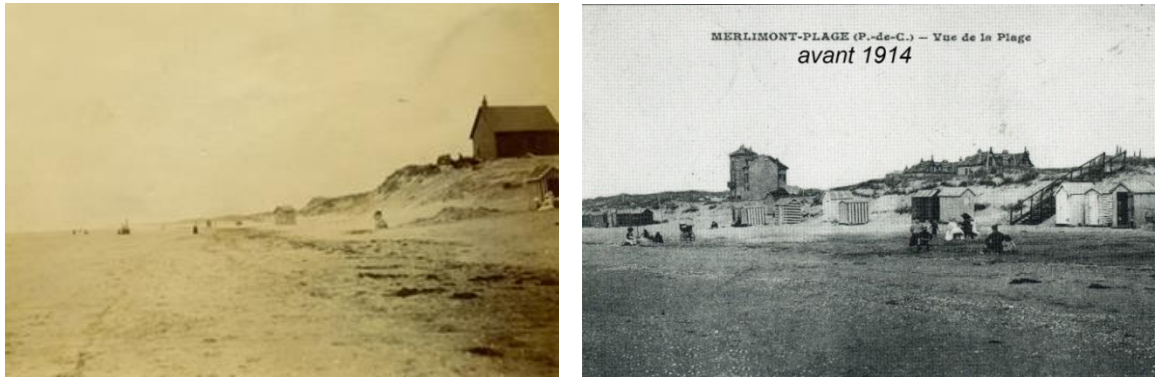


Figure 1. A gauche, Merlimont-plage en août 1912 (collection Paul Bardou). A droite, autre vue de la nouvelle station balnéaire avant 1914 (source: I. Leclercq, 2005, La Côte d'Opale d'Antan). Ces deux documents montrent le haut de plage occupé par des cabines de bain entre la laisse de mer et le pied de dune. Les premiers "chalets" et l'hôtel ont été construits sur l'avant-dune dont la crête domine la plage de quelques mètres.

Figure 1. On the left, Merlimont-Plage in August 1912 (Paul Bardou's collection). On the right, another view of the new seaside resort before 1914 (source: I. Leclercq, La Côte d'Opale d'Antan). On both documents bathing huts are located on the upper beach between the dune foot and the high water mark. The first "chalets" and one hotel were built on the foredune which overlooks the beach a few meters below.

2. L'EVOLUTION DEPUIS LA DERNIERE GUERRE MONDIALE

Nous disposons de plusieurs types de données: les photos aériennes verticales de l'IGN, les repères de terrain constitués par les ouvrages du Mur de l'Atlantique (1943-1944), les observations et mesures de terrain réalisées depuis 1993 par les chercheurs de l'Université de Lille 1, en étroite collaboration avec l'ONF. Elles concernent à la fois le trait de côte, l'état de l'avant-dune et les échanges de sable entre la plage et le complexe dunaire dans sa globalité.

POUR UN USAGE PERTINENT DES PHOTOS AERIENNES.

Nous disposons de nombreuses missions réalisées par l'IGN depuis 1935 et qui sont (sauf les plus récentes) disponibles sur le site de Géoportail. Celles de 1935 ont été analysées dans l'article précédent de ce volume. Nous avons sélectionné les missions permettant d'observer les photos en stéréo, seul moyen de bien identifier le trait de côte et les formes dunaires. Le trait de côte est défini comme le pied de l'avant-dune quand elle est en contact direct avec la plage, ou comme la limite visible sur photo aérienne de la végétation pionnière, ou encore comme le talus marquant le rebord d'une accumulation éolienne de haut de plage. Une bonne connaissance du terrain est nécessaire pour interpréter correctement les photos (fig. 2).

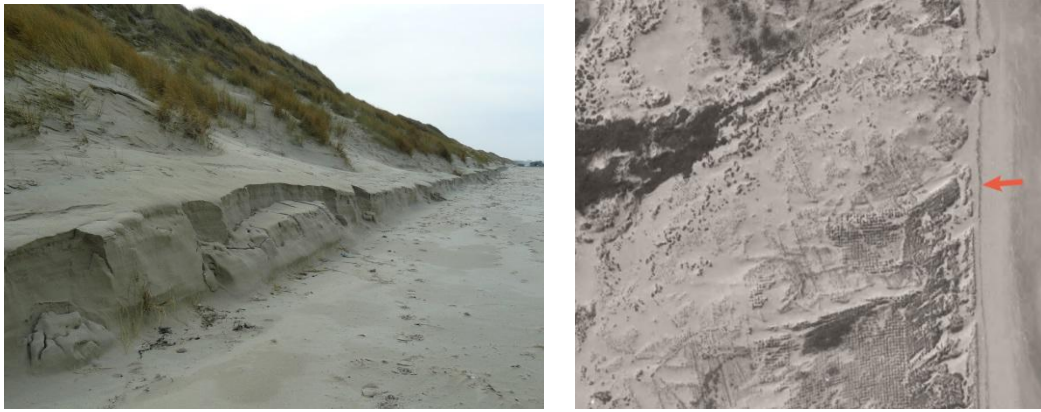


Figure 2 : à gauche, exemple de falaise entaillant un prisme d'accumulation éolienne, formée par la chute brutale de pression hydrostatique en marée descendante de vive-eau. Le talus marque le trait de côte instantané (mars 2008). Ce même type de talus est visible sur la photo aérienne de droite datant de 1968, au pied de l'avant-dune établie. Il est significatif d'un bilan sédimentaire équilibré pour le système plage-dune et correspond à une phase de reconstruction dunaire avec légère avancée du trait de côte, momentanément interrompu par un épisode érosif. L'échelle de temps est un paramètre essentiel à considérer pour une interprétation correcte.

Figure 2: on the left, an example of cliff cutting a deposit of blown sand on the upper beach. This type of cliff forms when the hydrostatic pressure falls down abruptly during ebb spring-tide. It marks the shoreline in March 2008. The same type of shoreline and cliff is seen on the 1968 aerial photo (on the right), ahead of the established foredune. It is typical of a balanced sediment budget of the beach-dune system and corresponds to a slight shoreline advance and a period of dune reconstruction which was momentarily stopped by an event of erosion. To well interpret an aerial photo and landforms it is essential to consider the time-scale.

L'ENSEIGNEMENT A TIRER DES OUVRAGES DU MUR DE L'ATLANTIQUE

La "bunkerarchéologie" cherche à reconstituer l'architecture, la destination et l'emplacement d'origine des ouvrages allemands. Elle se base sur l'observation de ce qui en reste sur le terrain, complétée par l'analyse des archives militaires ou civiles (Lanoy-Ratel, 1998, 2004). Elle permet d'en tirer des conclusions parfois très précises sur la mobilité du trait de côte depuis 1944 et sur les changements morphologiques de l'avant-dune. Pour cet article nous avons retenu l'exemple d'un complexe de bunkers situé sur la plage sud de Merlimont, au droit de la Réserve biologique domaniale, en analysant son évolution sur les photos aériennes de l'IGN.

- QUELQUES RESULTATS OBTENUS A MERLIMONT

Le "point d'appui" situé sur la commune de Merlimont à mi-chemin entre Berck et Merlimont a fait l'objet d'un suivi régulier sur le terrain depuis 1993 qui a pu être confronté avec les photos de l'IGN antérieures (1947-1989). Il comprenait une casemate de flanquement, un tobrouk pour tourelle de char, deux cuves pour canon antichar et divers autres petits ouvrages bétonnés ou en brique (Lanoy-Ratel, 2004). Une route d'accès bétonnée desservait le complexe depuis Merlimont. P. Lanoy-Ratel (1998) a retrouvé plusieurs photos d'époque de ce complexe militaire. Les deux cuves marquaient la première ligne de résistance sur le haut de plage. Elles devaient être camouflées au ras du sable pour ne pas être visibles du ciel et sont de bons indicateurs du trait de côte de 1944. La casemate était en hauteur sur le point haut de la dune avec un large champ de tir, mais également bien camouflée (le toit était à la hauteur du sommet de la dune).

Le tobrouk devait se trouver légèrement en contrebas à mi-pente de la dune, car son ouverture bétonnée oblique indique une implantation dans une pente. Presque tous les ouvrages sont aujourd'hui sur la plage. Que nous apprennent les photos de l'IGN (fig. 3) ?

- ✓ En octobre 1947 (donc après les opérations de déminage), les bunkers sont bien en place sur la dune et peu repérables du ciel. La route d'accès est très ensablée mais encore visible. L'avant-dune (basse) est absente ou très discontinue au nord des bunkers, et elle disparaît complètement au sud. Elle réapparaît plus au sud en s'approchant de l'usine des dunes (non visible sur ce document), plus haute et plus continue. Une dune parabolique se forme au nord (à gauche de la photo). Il y a de larges zones de sable nu, en relation directe avec la plage. La dune blanche à oyats est restreinte aux points hauts (petits monticules assimilables à des "cros"). L'ensablement depuis la plage devait être important car on ne voit pas de trous de bombes dans ce secteur (bombardements alliés de 1943 et 1944).
- ✓ En avril 1955, tout le système dunaire externe semble avoir été remodelé, plus ou moins aplani et quadrillé avec des brise-vent (ganivelles? filets?) orientés NNW-SSE et de larges étendues de sable nu. Les bunkers sont plus visibles qu'en 1947 : les deux cuves sont sur la plage un peu en avant du pied de dune. L'avant-dune est inexistante dans ce secteur.
- ✓ En août 1961, on voit très nettement les deux cuves à canon sur le haut de plage. La casemate de flanquement a basculé mais reste encore adossée à la dune. Un petit talus (peut-être souligné de dunes embryonnaires) limitant une banquette s'est formé en avant de l'ancien trait de côte: il y a eu une petite avancée du trait de côte par rapport à 1955. Vers le haut de la photo (au sud) un quadrillage serré correspond à des ganivelles ou fascines avec plantations d'oyat. Il n'y a pas d'avant-dune nette. Vers l'intérieur, de nombreux petits monticules sableux sans forme nette sont colonisés par la végétation (oyat?)
- ✓ En 1968, la position des bunkers a peu changé par rapport à 1961. Les ouvrages sont en haut de plage. La casemate est accolée à la dune. La banquette intermédiaire entre la dune et la plage est bien développée, très continue, sans végétation. Une avant-dune est en formation mais reste très discontinue, entrecoupée par de nombreux couloirs et des espaces de sable nu. À l'intérieur des terres, le modelage par l'homme est impressionnant : comme en 1961, mais sur des surfaces plus étendues, on reconnaît le maillage de ganivelles, fascines ou filets associés aux plantations d'oyat (voir aussi la photo de la figure 2).
- ✓ En mai 1974, la bande côtière a évolué : la banquette a disparu au sud des bunkers et les ouvrages sont tous sur la plage. Vers le nord (en bas de la photo) une petite avant-dune naissante est née en avant d'une dune un peu plus haute, plantée d'oyat. Elle se continue jusqu'à Merlimont-plage.
- ✓ En août 1983, La casemate est nettement décollée de la dune. **La position des bunkers est exactement la même qu'aujourd'hui, 30 ans après.** La banquette/avant-dune naissante a disparu de ce secteur (elle subsiste plus au nord) où la dune est taillée en falaise : le trait de côte a reculé assez nettement depuis 1968. La physionomie des dunes externes a également changé: la dune blanche à oyat s'est bien développée mais le maillage des plantations est encore visible. Un système de couloirs orientés SSE-NNW s'est mis en place associé à des pourrières (marquées P sur la photo). Une grande caoudeyre (ou cuvette de déflation) évolue en dune parabolique avec sa panne humide et sa tête des sable mobile (C sur la photo). D'autres cuvettes de déflation se sont formées plus à l'intérieur : le jeu naturel des dynamiques éolienne et végétale est entrain de reprendre ses droits. Mais la menace

anthropique sur cette « renaturation » forcée est là, sous la forme d'une piste destinée à l'entraînement des motards.

- ✓ En 2000, la situation n'a que faiblement évolué: le petit ouvrage le plus septentrional est décollé de la dune et repose sur la plage. Le système couloir-pourrière est net. La dune est taillée en falaise sableuse. Il faut souligner que le trait de côte actuel (en 2014) est en avant de celui de 2000.

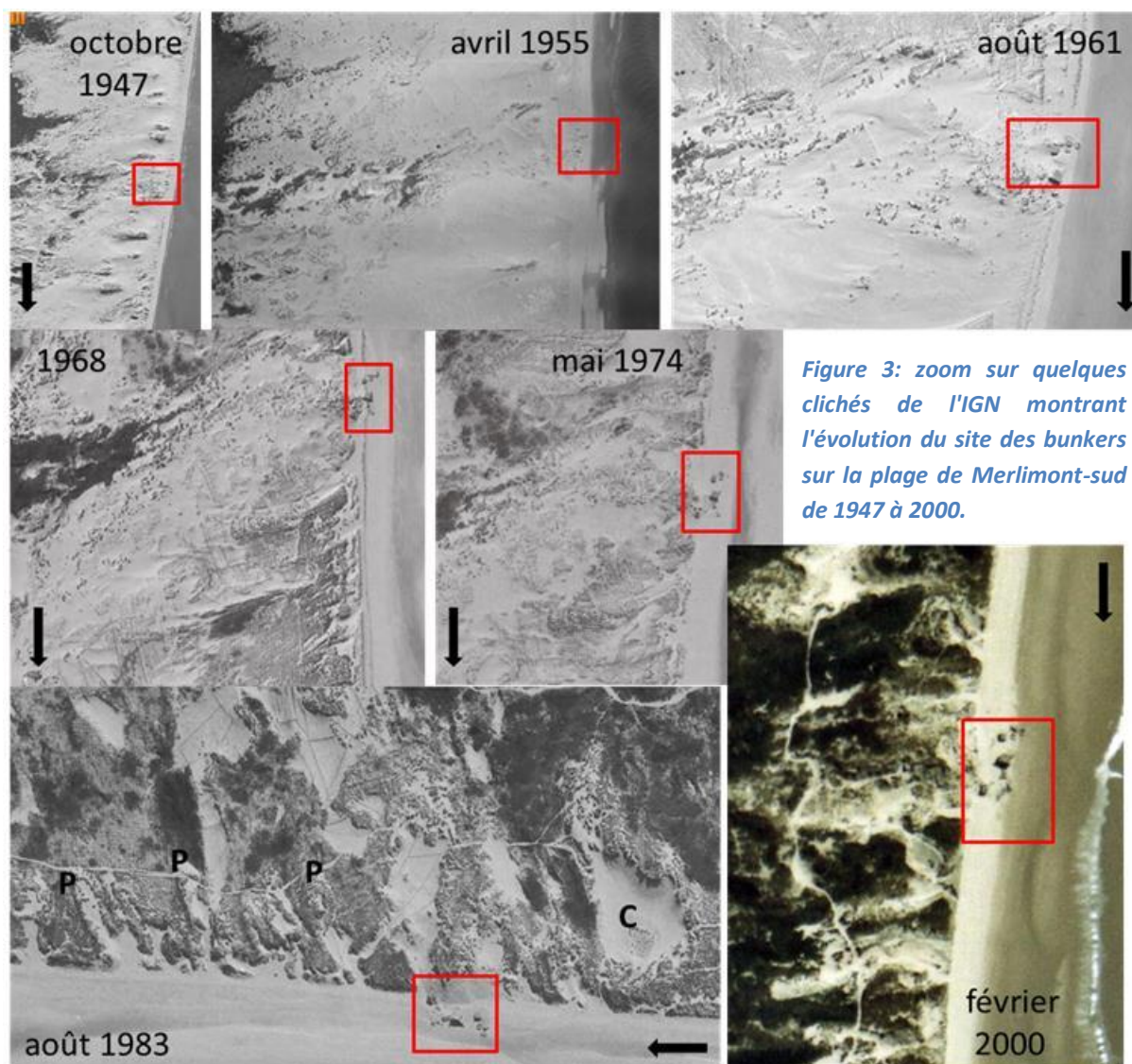


Figure 3: enlarged extracts of several aerial photographs (IGN) showing a changing site with bunkers between Merlimont-Plage and Berck from 1947 to 2000. The German bunkers are good benchmarks to evaluate the shoreline retreat.

Conclusion : si l'on compare la position actuelle des cuves à canon, par rapport à 1944, le recul du trait de côte est de l'ordre de 35 à 40 m, ce qui fait 0,50 à 0,57 m par an en moyenne. Mais ce chiffre ne reflète pas l'évolution à long terme: le recul s'est opéré principalement après 1974, jusqu'en 2000, puis il a fait place à une réavancée du trait de côte, si bien qu'on retrouve aujourd'hui la situation de 1983. Le rapport du P.L.A.G.E (Plan Littoral d'Actions pour la Gestion de l'Érosion sur le littoral de la Côte d'Opale) publié en 2003 à l'initiative du Syndicat Mixte de la Côte d'Opale et de la Région Nord-Pas-de-Calais écrit pour la plage de Merlimont : "Entre 1971 et 1994, le trait de côte a reculé de 10 à 35 m. En considérant le taux maximal, le recul du trait de

côte pourrait entraîner, à échéance de 50 ans, la disparition d'une partie du massif dunaire ce qui ne devrait ni altérer la qualité écologique de ce site ni de bien bâti". Le problème c'est que les dates retenues pour l'étude ne sont pas significatives et qu'il est injustifié d'utiliser des moyennes calculées sur 24 ans pour anticiper l'évolution des 50 années à venir. Les années 1980 et 1990 ont été marquées par une série de tempêtes conjuguées à de forts coefficients de marée qui ont provoqué un recul généralisé des côtes sableuses de la Côte d'Opale mais un retour à des conditions météo-marines beaucoup plus calmes ont complètement renversé la tendance, au moins jusqu'à l'hiver 2013-2014.

3. LA MOBILITÉ DU TRAIT DE CÔTE A COURT TERME ET LA RÉSILIENCE DU SYSTÈME PLAGE-DUNE GRÂCE AUX ÉCHANGES SÉDIMENTAIRES ENTRE LA PLAGE ET L'AVANT-DUNE

Sur la plage de Merlimont, comme sur toute la côte d'Opale, les changements morphologiques du haut de plage et de son contact avec l'avant-dune sont extrêmement rapides (fig. 4). En prenant comme exemple le site des bunkers précédemment analysés, on voit qu'en l'espace de 9 mois, on est revenu à la situation d'origine, mais après être passé par un épisode tempétueux concrétisé par une falaise sableuse de plus d'un mètre de haut. Cela s'explique par la puissance des accumulations éoliennes en haut de plage résultant de la déflation sur un large estran de sable fin.



Figure 4 : suivi photographique du haut de plage en 2008 montrant la rapidité des changements morphologiques. En janvier, par marée de coefficient moyen, la dune se raccorde à la plage par une large concavité due à l'accumulation de sable par le vent. La laisse de mer est très éloignée du pied de dune. Le petit bunker au premier plan, sur la photo centrale, est à demi enterré. Le 15 mars, 4 jours après une forte tempête par marée de vive eau (coefficient 107), la mer a taillé une belle falaise dans le sable éolien. Le petit bunker est déchaussé. Mais 6 mois après, la falaise a disparu et le sable recouvre à nouveau la base du petit bunker (photos YBQ)

Figure 4: photographic survey of the upper beach in 2008 showing rapid morphogenic changes. In January, with a medium tide range, the profile of the contact foredune/beach is widely concave thanks to the deposit of blown sand. The high water mark is far from the dune foot. The small German bunker in the foreground (middle picture) is half buried. In March, 15 days after a strong storm event combined with high tide-range the waves have formed a vertical cliff into the dune. The lower part of the small bunker is clearly seen. Six months later the cliff has disappeared below a new deposit of blown sand which covers again the base of the small bunker.

Le vent soulève les grains de sable dès que sa vitesse atteint 6m/s. Les volumes déplacés sont d'autant plus importants que la vitesse du vent est grande. Lors des grands coups de vent une couche de 2 cm peut être déblayée de la partie supérieure de l'estran au cours d'un unique cycle de marée. Ce sable va s'accumuler en haut de plage, pour former un prisme raccordé à la dune. Une partie du sable s'accumule sur le sommet de la dune, piégé par l'oyat. La dune tend à s'exhausser comme l'ont montré des levés topographiques précis réalisés en 1993, 1994 et 2000 au même endroit (fig. 5) (Battiau-Queney et *al.*, 2003)

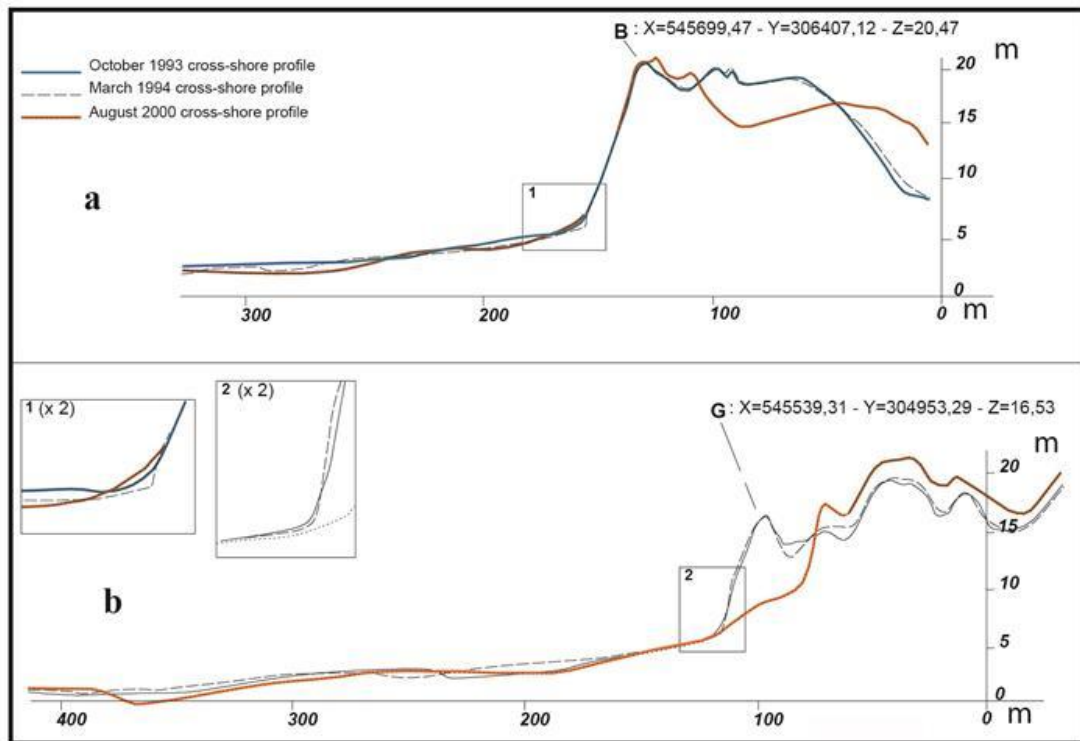


Figure 5: profils topographiques levés au même endroit en 1993, 1994 et 2000, sur l'avant-dune de la Réserve biologique domaniale. La localisation est donnée en coordonnées Lambert.

Figure 5: topographic profiles of the same site in 1993, 1994 and 2000, across the foredune of the Biological Reserve (location is given in Lambert data).

Les échanges plage-dune sont la clé de l'équilibre sédimentaire et de la bonne santé des plages (fig. 6):



Figure 6: la plage nourrit la dune grâce à la déflation éolienne sur l'estran à marée basse; la dune nourrit la plage au moment des tempêtes.

Figure 6: the beach nourishes the dune thanks to the wind deflation on the intertidal zone at low tide. The dune nourishes the beach during storm events.

Ce mécanisme d'échange sédimentaire entre plage et dune est systématique tout le long de ce littoral sableux orienté Nord-Sud, donc perpendiculaire aux vents dominants de secteur ouest. Il fonctionne très bien partout où il n'y a pas d'obstacle entre les deux, comme au nord de Merlimont vers Stella (fig. 7). Il est très efficace en raison de la puissance du vent, de la disponibilité en sable fin et de la largeur des surfaces d'envol.



Figure 7: le contact plage-dune au nord de Merlimont 4 jours après une grosse tempête (15 mars 2008). La photo de droite montre la juxtaposition de 3 formes d'âge différent: en arrière-plan l'avant-dune "établie" couvert d'oyat à son sommet mais éventrée vers la mer par la "corrasion" éolienne (érosion mécanique par le vent) qui déchausse les oyats; en avant une banquette de sable éolien colonisée par l'agropyron, ébauche d'une nouvelle avant-dune; enfin au premier plan une falaise d'érosion marine découvrant la stratification éolienne du sable et les rhizomes d'agropyron. À gauche, le vent a déjà commencé son œuvre d'ensevelissement de la falaise (photos Y. Battiau-Queney)

Figure 7: the beach-dune contact north of Merlimont four days after a strong storm (March 15th 2008). On the right, three landforms of different ages are juxtaposed: in the background, the established foredune is covered with Marram on the top but mechanically eroded by wind below (aeolian "corrasion"); ahead a sandy bench (blown sand) is covered with Marram and start a new foredune; in the front a sandy cliff shows aeolian sets and some rhizomes of Agropyron. On the left picture, taken the same day, the wind has begun to bury the cliff.

Mais l'échange ne peut plus se faire quand un obstacle existe entre la dune et la plage, par exemple un enrochement. C'est pourquoi ce type d'ouvrage est formellement déconseillé : loin de protéger la dune il ne fait que perturber son alimentation naturelle depuis la plage et une dune "sous-alimentée" ne peut plus servir de réservoir de sable au moment des tempêtes, ce qui entraîne inévitablement le déséquilibre de la plage dont le niveau s'abaisse. À Merlimont cependant, l'apport de sable par le vent est tel que les enrochements qui ont été installés aux deux extrémités de la station sont vite recouverts de sable (fig. 8). La nature reprend ses droits et cette "renaturation" montre que ces enrochements ne sont pas la meilleure pratique à adopter. Au mieux, ils sont inutiles, au pire ils déstabilisent la plage. Des pratiques plus "douces" (et plus esthétiques) pourraient être expérimentées pour empêcher l'ensablement de la base nautique en utilisant les processus naturels.



Figure 8: l'enrochement installé au sud de Merlimont est régulièrement ensablé.

Figure 8: a boulder breakwater south of Merlimont, which uses to be partly covered with sand
(photos Y. Battiau-Queney)

Le problème est différent quand l'avant-dune n'existe pas, soit qu'elle ait été détruite par l'homme, soit qu'elle n'ait pas pu se former. Le premier cas concerne tout le front de mer de Merlimont, construit sur l'ancienne dune et protégé de la mer par une digue verticale. Nous verrons ci-après les conséquences de cette situation pour l'équilibre de la plage. Le deuxième cas correspond au littoral de Stella-Cucq et Merlimont-Berck au 19^{ème} siècle et sur certains secteurs jusqu'aux années 1960.

4. LE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME CÔTIER SABLEUX SANS AVANT-DUNE : LE CAS DE MERLIMONT ENTRE LES DEUX GUERRES ET JUSQUE DANS LES ANNÉES 1960

Divers documents d'archives (Briquet, 1930 ; vieilles photos et cartes postales) et l'examen des photos aériennes de l'IGN prises après-guerre montrent que l'actuelle avant-dune continue, si caractéristique de la côte entre Merlimont et Berck n'existe que depuis la fin des années 1960. Abel Briquet nous donne une vision assez précise des dunes existant dans le premier tiers du 20^{ème} siècle. Il constate qu'au sud du Touquet jusqu'à Berck, "toute la côte n'est plus bordée que de formes dunales de remaniement... C'est surtout aux abords de Merlimont-plage et au-delà vers le sud que de vraies dunes mouvantes s'élèvent..." En raison de ce déplacement de sable incessant, le chemin de fer de Berck au Touquet a dû être abandonné en 1928. Cette description de dunes mouvantes proches du littoral est corroborée par la photo prise en 1932 par Paul Bardou (cf. article précédent de ce volume) et par la mission aérienne de 1935 conservée par l'IGN (cf. article précédent et ci-après fig.10). L'absence d'avant-dune au sud de Merlimont est encore vérifiée sur une photo de l'armée allemande retrouvée par Lanoy-Ratel (1998) ainsi que sur les clichés des missions aériennes de l'IGN analysés ci-dessus. Très discontinue, basse et étroite au sud de Merlimont en 1947 (mais présente au nord à cette date), elle s'esquisse en 1963 avec un alignement de dunes embryonnaires ou une banquette à agropyron. Les photos aériennes montrent clairement qu'elle résulte d'un forçage anthropique dû à des ganivelles, fascines ou filets, complétés par des plantations d'oyat.

Bien établie en 1971, l'avant-dune s'est beaucoup exhaussée entre 1971 et 1976. Au lieu-dit les "Douze parts", à la limite de Berck et de Merlimont, Lanoy-Ratel avait remarqué en 1994 un lit de boues de compostage provenant d'une usine de retraitement de déchets construite en 1969 et fermée en 1973. Cette couche noire épaisse de 2cm était visible sur la falaise sableuse créée à cette date par la mer aux dépens de l'avant-dune. Elle prouvait qu'entre 1969 et 1994, le sommet de la dune s'était exhaussé de 3 à 4 m, chiffre corroboré par d'autres observations

montrant que des éléments bétonnés de la 2ème guerre mondiale étaient ensevelis sous 3 à 4 m de sable. Cette avant-dune est donc une création récente résultat de la conjonction des processus naturels et des interventions de l'homme. Actuellement, haute de 15 à plus de 25 m selon les secteurs, elle piège le sable soufflé par le vent depuis la plage et l'empêche de s'étaler vers l'arrière. Mais ce dispositif était complètement différent avant la dernière guerre. Le sable très mobile s'étalait largement vers la plaine interdunaire, en langues mouvantes orientées dans le sens des vents dominants ou en large saupoudrage

Comment fonctionnait naturellement ce système côtier sans avant-dune? Au moment des tempêtes à fort coefficient de marée, la mer entraînait profondément dans l'intérieur des terres grâce à de larges brèches (fig. 9) et y abandonnait des sables marins, ensuite remaniés par le vent et transportés vers l'intérieur des terres. Le système d'échanges plage-dune était donc différent de l'actuel et la résilience moins marquée. Néanmoins le trait de côte ne semble pas avoir reculé sensiblement entre la construction de la digue de Merlimont et 1935 (fig. 10), ce qui montre que l'apport de sable depuis la mer et la plage compensait ces transferts vers l'intérieur des terres.

On touche là une caractéristique importante de la Côte d'Opale: l'ampleur des ressources sédimentaires (sables principalement) dans les petits fonds au large de la côte, sous la forme de bancs pré-littoraux. L'étude précise de la contribution de ces ressources dans le fonctionnement du système côtier reste à faire, mais plusieurs recherches en ont déjà montré l'importance (Tessier et al., 1999; Anthony, 2000). Cette ressource sédimentaire en mer est d'autant plus précieuse qu'elle n'est plus renouvelée : elle est héritée de la dernière période froide, lorsque le niveau de la mer était à -120 m et que la Manche orientale exondée servait de réceptacle aux grands fleuves de l'Europe du nord-ouest (Rhin et Seine principalement).



Figure 9: large brèche avec entrée de mer, sur la plage au sud de Merlimont en avril 1929. Les dunes sont basses avec une couverture végétale clairsemée. La mer a sapé le bas de la dune. Noter que la mer était beaucoup plus propre à cette époque: on ne voit pas tous ces déchets en plastique qui caractérisent aujourd'hui les entrées de mer dans les brèches (collection Paul Bardou).

Figure 9: Sea has entered a wide trough in the dune, on the south beach of Merlimont in April 1929. The dune is low with sparse vegetation. The waves have eroded the base of the dune (Paul Bardou's collection).



Figure 10: cliché IGN, photo aérienne de 1935, montrant la lisière sud de Merlimont, menacée d'invasion par le sable. Il n'y a pas d'avant-dune continue mais de vastes langues de sable progressant vers l'est. La digue de Merlimont (visible à l'extrême nord) n'est qu'en très légère avancée par rapport au trait de côte plus au sud (source: Géoportail).

Figure 10: IGN aerial photograph in 1935. It shows the south edge of Merlimont threatened by blown sand. The foredune is absent or discontinuous but wide sand lobes are advancing eastwards. The Merlimont sea-wall (seen on the top) and the shoreline to the south are nearly on the same line proving the weakness of marine erosion.

5. LES EFFETS NÉFASTES DE LA CONSTRUCTION D'UNE DIGUE A L'EMPLACEMENT DE L'AVANT-DUNE

Un double constat peut être fait à Merlimont: 1) le long de la digue, la plage est étroite ou même inexistante à marée haute, même en marée moyenne de vive eau; 2) le pied de la digue a tendance à s'affouiller lors des tempêtes, fragilisant l'édifice. Ce sont des signaux indiquant une tendance érosive; or on a vu que ces signaux n'existent pas plus au sud, ni d'ailleurs plus au nord vers Stella-

Plage et le Touquet où on constate au contraire une belle résilience. D'une façon générale il n'y a pas de tendance nette à l'érosion entre les estuaires de la Canche et de l'Authie, sauf au droit de la digue de Merlimont.

En présence d'une digue, la dynamique éolienne est toujours aussi active mais le sable soufflé par le vent depuis la plage n'est plus piégé dans une dune : il se disperse sur le front de mer et dans les rues voisines, envahissant éventuellement les maisons. Pour l'essentiel, ce sable est perdu pour la plage. Le résultat, c'est que les vagues de tempête n'ont plus de stock de sable à leur disposition. Pour que le profil de la plage s'adapte aux nouvelles conditions hydrodynamiques créées par la tempête, le sable du haut de plage est prélevé par les vagues et redistribué vers le large, entraînant un abaissement sensible du niveau de la plage et l'augmentation de la tranche d'eau et donc de l'énergie des vagues déferlant au plus près de la digue. De plus, la verticalité de la digue de Merlimont accentue les phénomènes de turbulence et de réflexion qui renforcent les courants de retour vers le large (fig. 11) : le mécanisme tend à s'aggraver.

Comment pallier ces inconvénients? Les épis installés dans les années 1980 n'étaient certainement pas la bonne réponse, car sur ces plages macrotidales les déplacements latéraux de sable se font en bas de plage et donc hors de portée des épis. Toute solution durable doit tenir compte de la dynamique marine mais aussi de la dynamique éolienne particulièrement efficace ici. Il faut trouver le moyen d'engraisser le haut de plage et de retenir le sable sur le haut de plage. L'engraisement du haut de plage peut être efficacement accéléré par un mécanisme de drainage du type ECOPLAGE®. C'est le procédé qui a été retenu par la mairie de Merlimont et qui est en cours d'installation (cf. A. Ballay, dans ce volume). Ensuite il faudra, par des mesures d'accompagnement, retenir ce sable sur la plage.



Figure 11 : à gauche, la digue de Merlimont en mars 2008 quatre jours après une tempête (marée à gros coefficient combinée avec une mer forte et des vents violents). La photo a été prise à marée basse. Le sable de la plage est humide et on reconnaît les traces de courants de retour perpendiculaires à la digue. À droite, même jour, à quelque centaines de mètres au sud, devant la base nautique, la dune est entaillée en falaise mais le sable de la plage est sec (le niveau de la plage est plus haut qu'au droit de la digue).

Figure 11: on the left, the sea-wall of Merlimont in March 2008 four days after a storm event (spring tide with a rough sea and strong wind). The photo was taken at low tide. The beach sand is wet and marks of bed return currents are visible. On the right, same day, a few hundred meters to the south: the dune has been eroded and a cliff has formed but the beach sand is dry (beach level higher than in front of the sea-wall).

(photos Y. Battiau-Queney)

LA GESTION CONSERVATOIRE DE LA RÉSERVE BIOLOGIQUE DOMANIALE DE LA CÔTE D'OPALE PAR L'ONF

SUIVI PHOTOGRAPHIQUE DU SITE DUNAIRE DE MERLIMONT-BERCK

PHOTOGRAPHIC SURVEY OF THE DUNE FIELD OF MERLIMONT-BERCK

Frantz VEILLÉ (Office National des Forêts)¹

Résumé : Défini, dès 1996, dans le premier plan de gestion de la réserve biologique domaniale (RBD) de la Côte d'Opale, un des objectifs prioritaires du site est le suivi de la dynamique dunaire du cordon littoral évoluant naturellement. 70 hectares de dunes au long de 1.5 km en façade maritime sont ainsi laissés en libre dynamique.

L'ONF a mis en place un suivi photographique pour, de manière qualitative, juger durablement et régulièrement de l'évolution du trait de côte. En octobre 2000, 48 points-repères, d'où sont régulièrement prises les photographies, sont mis en place dans la RBD (parcelles 17 à 22/RBD) pour assurer le suivi du complexe dunaire externe. Ce réseau est étendu en mars 2009 avec l'installation de 9 points-repères dans la dune communale de Merlimont-Plage (parcelle 15/FC Merlimont) suite à des travaux de fixation. En avril 2011, le dispositif est complété dans les dunes du Conservatoire du Littoral de Berck-nord avec 15 points-photos (parcelles 0 à 2/CEL). Le financement de ce suivi est assuré dans le cadre de la Mission d'Intérêt Général "Dunes" pilotée par la mission "Littoral" de l'ONF. Huit séries temporelles de photographies illustrant l'évolution des dunes sont présentées dans cet article.

Abstract: Defined as early as 1996 in the first management plan for the state-owned biological reserve (RBD) of the Côte d'Opale, a priority objective of the site is to let free the dune dynamics. Seventy hectares of dunes along 1.5 km coastline are left free to evolve. The National Forestry Office has set up a photographic monitoring to regularly survey the development of the dunes. In October 2000, 48 landmarks were placed in the RBD (forest plot number 17 to 22/RBD), from where the pictures are regularly taken to monitor the external dune complex. This network was extended in March 2009 with the installation of 9 new landmarks in the communal dune of Merlimont -Plage (forest plot 15/FC Merlimont) just after following the fixing operation. In April 2011, the system was completed in the dunes of the Conservatoire du Littoral (North Berck) with 15 points (forest plots 2/CEL 0). Funding for this monitoring is carried out in the framework of the Mission of General Interest " Dunes", mission "coastline» of the ONF. Eight series of photographs illustrating the changing dunes are presented in this paper.

¹ Technicien opérationnel UT Littoral, Réseau National avifaune(ONF), Réseau National herpétologie(ONF), frantz.veille@onf.fr

MISE EN PLACE ET ANALYSE

Contexte :

Entre Berck sur Mer et Merlimont, plus de 1 000 ha de milieux naturels bordant la façade maritime sur près de 4 kilomètres bénéficient d'un statut de protection. Formés de trois propriétés distinctes (dunes du Conservatoire du Littoral de Berck-nord, dune domaniale de la Côte d'Opale et forêt communale de Merlimont), ce territoire est un laboratoire "à ciel ouvert" de première importance tant pour l'étude de sa géomorphologie typique de la Plaine Maritime picarde que pour la gestion et le suivi de la diversité de ses habitats qui se succèdent depuis les associations végétales caractéristiques de l'estran jusqu'aux premières formations forestières.

Les trois propriétés disposent chacune d'un plan de gestion rédigé par l'Office National des Forêts (ONF). La dune domaniale de la Côte d'Opale, classée en réserve biologique dirigée (RBD) sur la totalité de sa surface (460 ha), s'inscrit depuis plus de 20 ans dans une politique environnementale forte avec, pour double objectif, la connaissance et le suivi des milieux dunaires d'une part, une gestion des différents habitats adaptée aux enjeux, d'autre part.

Suite à la définition de ces objectifs formulés en 1996 dans le premier plan de gestion de la RBD, l'ONF, avec l'appui du conseil du Comité Scientifique Consultatif de la réserve, décide de laisser la dynamique dunaire du cordon littoral s'exprimer librement et de ne plus intervenir. Après une phase d'étude et de relevés pilotée par Yvonne Battiau-Queney, l'ONF met en place un suivi photographique pour juger durablement et régulièrement de l'évolution du trait de côte dans un secteur en libre dynamique et alimenter, de manière qualitative, les connaissances relatives à ces phénomènes évolutifs.

Mise en place du dispositif :

Le protocole de suivi photographique retenu s'inspire d'un document rédigé par l'OELM (Observatoire de l'Environnement Littoral et Marin), structure régionale basée à Wimereux (62). Le positionnement des emplacements de prise de vues (points-repères) a été raisonné pour permettre de suivre l'ensemble des phénomènes dunaires se manifestant sur le site et relevés entre 1994 et 1996 au cours d'une étude géomorphologique réalisée dans le cadre du programme LIFE "Biodiversité et Protection dunaire" piloté par l'ONF¹.

En octobre 2000, **48 points-repères** sont mis en place dans la RBD (parcelles 17 à 22/RBD) pour assurer le suivi du complexe dunaire externe. Ce réseau est étendu en mars 2009 avec l'installation de **9 points-repères** dans la dune communale de Merlimont-Plage (parcelle 15/FC Merlimont) suite à des travaux de fixation. En avril 2011, le dispositif est complété dans les dunes du Conservatoire du Littoral de Berck-nord avec **15 points-repères** (parcelles 0 à 2/CEL).

¹"Chantier pilotes des dunes de Merlimont (Pas-de-Calais)", 1996 - BATTIAU-QUENEY Y., DUBOIS J.J., DUHAMEL F., BAYEN P., DERMAUX et FEHLMAN A.

Déclinaison de l'objectif en fonction des enjeux des sites :

Les dunes de la RBD, qui, à la différence des deux autres sites¹, sont peu affectées par les activités anthropiques et évoluent librement, sont considérées comme formant une zone "témoin". Le suivi photographique peut alors s'organiser plus finement en portant l'accent :

- au niveau de la RBD (partie centrale du site, entre Berck et Merlimont), sur les phénomènes dunaires actifs permettant d'observer les phases d'accrétion en haut de plage.
- au niveau de la forêt communale de Merlimont (au nord), sur l'évolution de la morphologie dunaire après restructuration de la dune bordière (terrassement, pose de ganivelles, plantation d'oyat). Cette zone est la plus proche de l'urbanisation et donc fortement fréquentée. Le plan de gestion de la forêt communale a fixé, pour les parcelles 15 à 17 situées en milieu dunaire, trois objectifs : la fixation des dunes sur un front de plus de 300 mètres, la mise en place d'une zone d'accueil (chemin de promenade et sentier de découverte sur platelage) et la gestion conservatoire d'un ensemble d'habitats situés au creux d'une dune parabolique (cf. fig.7).
- au niveau des dunes du Conservatoire du Littoral, sur l'évolution de milieux dunaires régulièrement rajeunis par la dynamique. En effet, ces dunes subissent une fréquentation forte maintenant une dynamique dunaire très active non seulement en façade mais aussi dans les arrières dunes, sur plus de 40 hectares. La fréquentation touche les zones faiblement végétalisées (secteurs à oyat, pelouses dunaires bryo-lichéniques) favorisant une dynamique éolienne vive qui se traduit en de nombreux endroits par l'existence de larges couloirs d'envol (siffle-vent) et de zones d'accumulation (pourrières, banquettes...).

Par ailleurs, le suivi photographique permet d'appréhender le fonctionnement du haut de plage (dune embryonnaire) en fonction de la gestion menée sur l'estran². En effet, la gestion du Domaine Public Maritime (DPM) qui limite les trois propriétés, est assurée par les Communes et/ou Communautés de Commune. Sur le territoire communal de Merlimont, les services techniques assurent un entretien manuel des macro-déchets sur l'ensemble du DPM et un nettoyage mécanisé en bordure de la zone urbaine, devant la dune communale. Sur le territoire communal de Berck, la présence d'une plage aménagée à l'avant de la propriété du Conservatoire entraîne de nombreux ramassages mécanisés.

En définitive, ont été installés :

- 48 points-repères depuis l'estran jusqu'aux arrières dunes (RBD),
- 9 points-repères autour de la zone fixée de Merlimont-plage (parcelle n°15/FC Merlimont)
- 15 points-repères sur la zone bordière du CEL.

Une prise de vue est réalisée depuis chaque point deux fois par an.

Financement

Le financement est assuré dans le cadre de la Mission d'Intérêt Général "Dunes" pilotée par la mission "Littoral" de l'ONF³. Il porte sur l'acquisition du matériel nécessaire (appareil numérique, objectif "grand angle") et sur le coût du temps de personnel nécessaire au suivi (prises de vue et temps nécessaire au classement des clichés).

¹ La RBD bénéficie d'un arrêté ministériel interdisant l'accès au site.

² En terme de répartition spatiale, le suivi photographique montre une nette différence d'implantation des premières végétations à *Cakile maritima* entre le pied de dune de la parcelle 20 de la RBD et de la parcelle n°0 du Conservatoire du Littoral.

Les fiches qui suivent présentent 8 exemples choisis parmi les 72 clichés pris annuellement. Ce sont principalement des clichés réalisés dans la RBD entre 2000 et 2013 auxquels s'ajoutent quelques photographies plus anciennes (photos d'archives – Y. Battiau Queney)

Quatre thèmes été retenus avec chacun une série de photographies : la dune bordière, les arrières dunes, les pelouses dunaires et les pannes dunaires.

Suivi photographique - RBD Côte d'Opale - Office nationale des Forêts

La Dune Bordière - parcelle n°20 - RBD

Le choix de gestion pour la dune bordière, effectif depuis 1990 et acté en 1996 dans le premier plan de gestion de la réserve biologique, est la libre expression de la dynamique dunaire. Ces dix dernières années de suivi ont permis de constater que la dune bénéficiait de forts rechargements augmentant son altimétrie et sa largeur. Les clichés montrent la vitesse d'accrétion à l'avant (Fig. 1) et sur une dune bordière (Fig. 2).

Fig.1 : Reconstitution d'une plage dunaire

Pellicule 2_photo 4

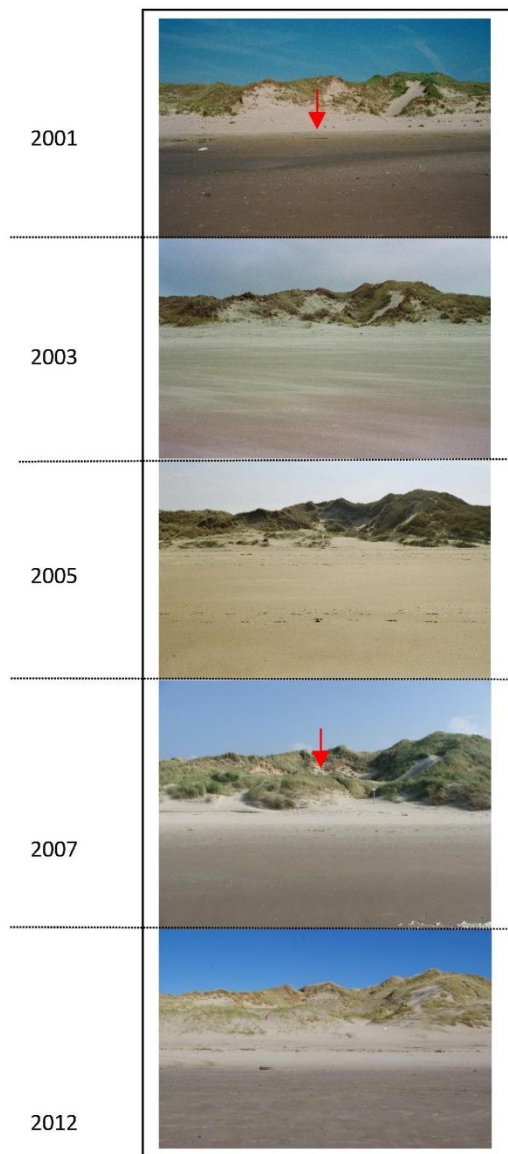


Fig.2 : Le rôle de l'Oyat : piègeur de sable

Pellicule 1_photo 18



Suivi photographique - RBD Côte d'Opale - Office nationale des Forêts

Les pourrières - parcelle n°19 & 20 - RBD

Les pourrières sont actives tant qu'elles restent connectées à l'estran par un siffle vent. Au cours du temps, ces stocks de sable se végétalisent progressivement sur l'arrière et les flancs. Le premier exemple (Fig.3) met en évidence la vitesse d'élévation de la pourrière provoquée par l'oyat. Dans le second exemple (Fig.4), le siffle vent s'est comblé n'alimentant plus la pourrière. Le suivi photographique permettra de suivre les successions de végétations (pelouses bryo-lichéniques et/ou formations arbustives dunaires (Fig4)).

Fig.3 :Pourrière active

Pellicule 2_photo 20

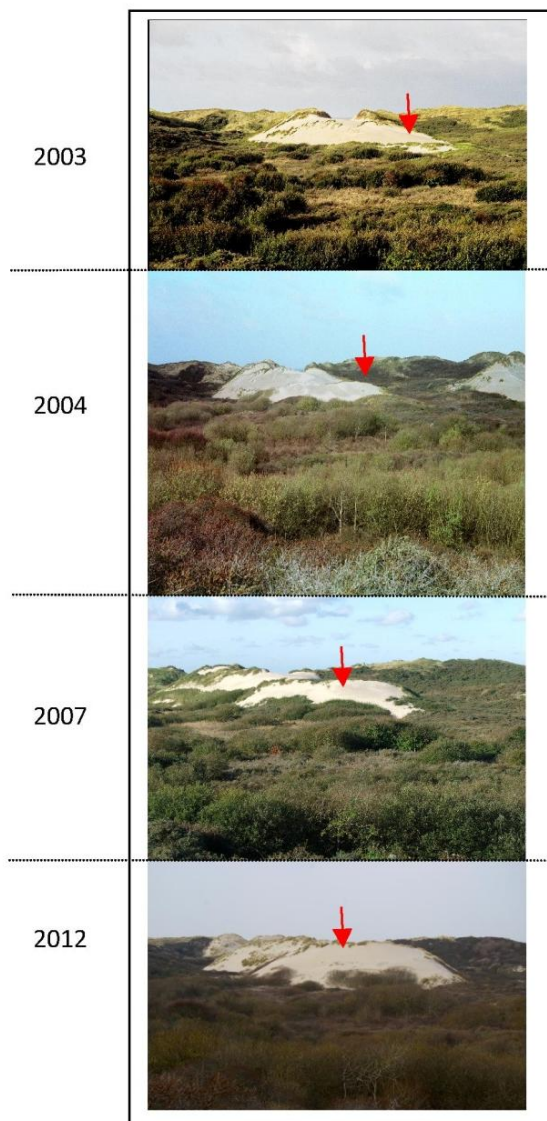
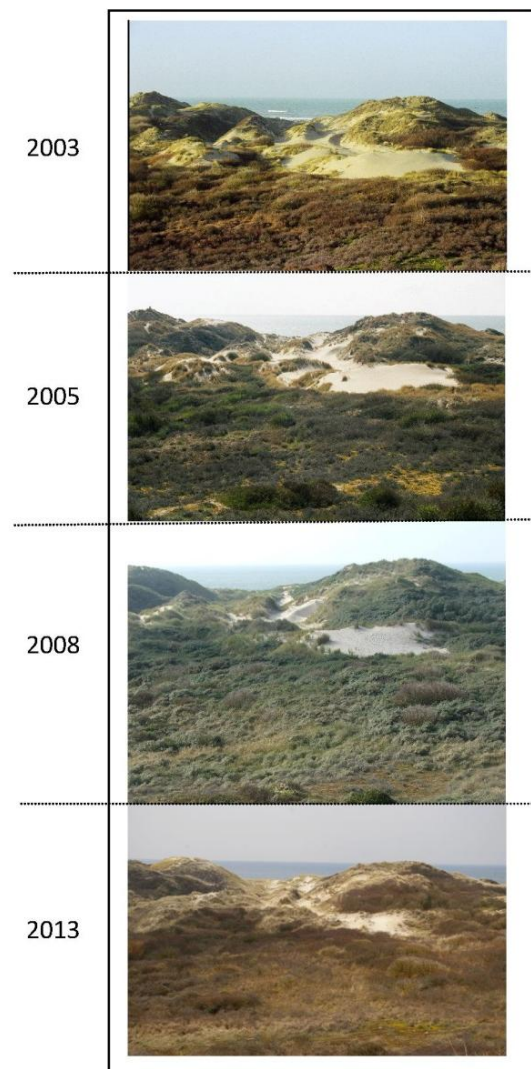


Fig.4 :Pourrière en cours de fixation

Pellicule 1_photo 3



Suivi photographique - RBD Côte d'Opale - Office nationale des Forêts

Les arrières dunes -Parcelle n°17 – RBD

Après les formations à Oyats, la végétation évolue vers des pelouses dunaires, se formant sur les dunes compactes (fig.5), ou vers des formations à Argousiers sur les sables peu tassés (banquettes, flancs des dunes,...)(Fig.6).

Fig.5 : Colonisation des pelouses dans la dépression



Fig.6 : Colonisation de l'argousier sur les flancs



Suivi photographique - RBD Côte d'Opale - Office nationale des Forêts

Les pannes dunaires – parcelles 16 & 19 (FC de Merlimont et RBD)

Présentant pour certaines une richesse biologique remarquable, une grande partie des pannes bénéficie d'un plan de gestion prévoyant des actions pour les maintenir sous forme pionnière (Fig.7). D'autres, sans importance sont colonisés rapidement par des végétations arbustives avant de voir apparaître pour certaines les premières formations arborées (apparition des premières saulaies au coeur de la photo) (Fig.8).

Fig7 : Dune parabolique
secteur étant géré depuis 2010

Pellicule 16_Panne parabolique

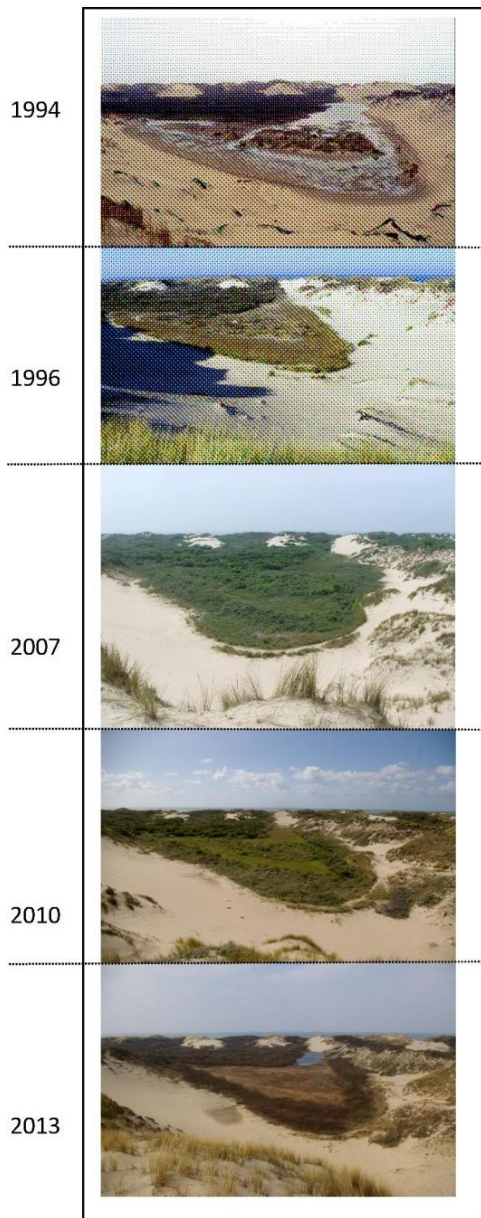
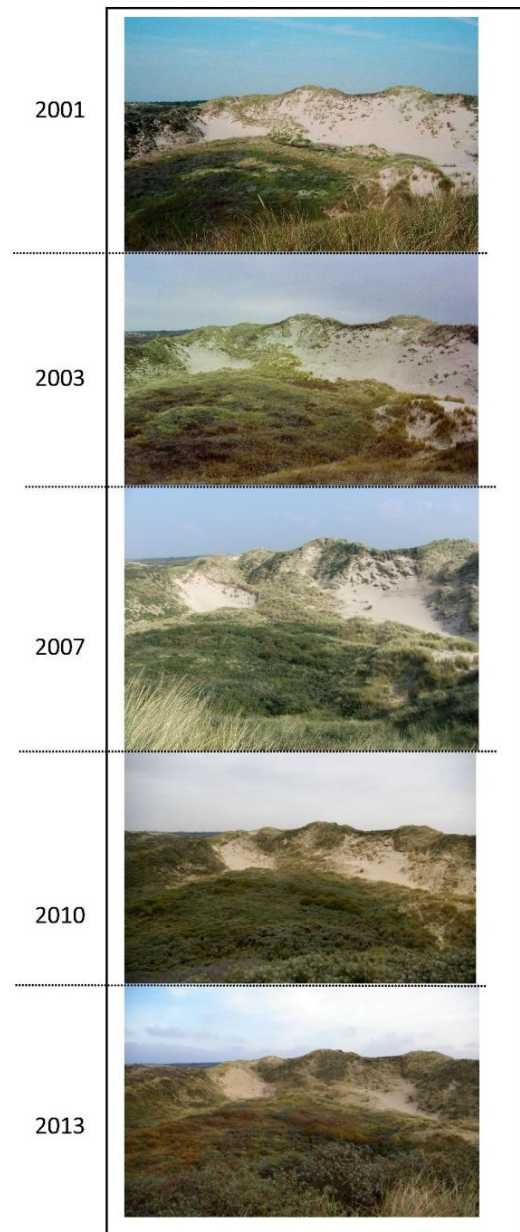


Fig8 : la Dune du Milieu (P n°19_RBD)
secteur en libre dynamique

Pellicule 2_photo 4



SUIVIS DES POPULATIONS DE GRAVELOT A COLLIER INTERROMPU, *CHARADRIUS ALEXANDRINUS*, ENTRE BAIE D’AUTHIE ET BAIE DE CANCHE (LITTORAL DU PAS-DE-CALAIS)

FOLLOW-UP OF THE POPULATIONS OF KENTISH PLOVER, *CHARADRIUS ALEXANDRINUS*, BETWEEN THE AUTHIE BAY AND CANCHE BAY

Frantz Veillé, ONF¹

Résumé

Le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), espèce de l’annexe I de la directive européenne 79/409 (directive "Oiseaux"), tente régulièrement de s’implanter sur la façade maritime de la propriété du Conservatoire du Littoral de Berck-nord et de la Réserve Biologique de la Côte d’Opale. Les suivis réguliers ont permis de dégager plusieurs facteurs conditionnant les succès de sa nidification : les phénomènes dynamiques affectant la géomorphologie de la plage, la fréquentation par le public et les actions de nettoyage de plage.

Le document d’objectifs rédigé dans le cadre de la directive "Oiseaux" peut être un levier pour assurer, par des actions spécifiques, la protection du Gravelot à collier interrompu, notamment dans la gestion des plages et la protection des nids face au piétinement.

Abstract:

The Kentish Plover, species of the appendix I of the European directive 79/409 (directive "Birds"), regularly tries to nest on the coast of the property of the Conservatoire of Littoral of Berck-nord and the Biological Reserve of the Côte d’Opale. A regular follow-up has showed several factors conditioning the success of nesting: dynamic phenomena affecting the geomorphology of the beach, public attendance and practices of beach cleaning.

The "document of objectives" (Natura 2000) prepared within the scope of the directive "bird" can help to protect Kentish Plover by specific actions in particular with a reasoned beach management and protection of nests in the dunes.

En région Nord Pas-de-Calais, le Gravelot à collier interrompu forme deux grands noyaux de population : l’un situé sur le littoral de la Mer du Nord (Calais-Dunkerque) et l’autre sur le littoral de la Manche. Celle-ci se localise principalement entre Baie d’Authie et Baie de Canche avec plusieurs couples (maximum observé : 6) régulièrement installés sur le domaine public maritime (DPM) et sur des terrains relevant du régime forestier.

¹ Technicien Forestier, Réseau avifaune de l’ONF, frantz.veille@onf.fr

Cette population fait l'objet d'un suivi de la part de l'Office National des Forêts depuis plus de dix ans.

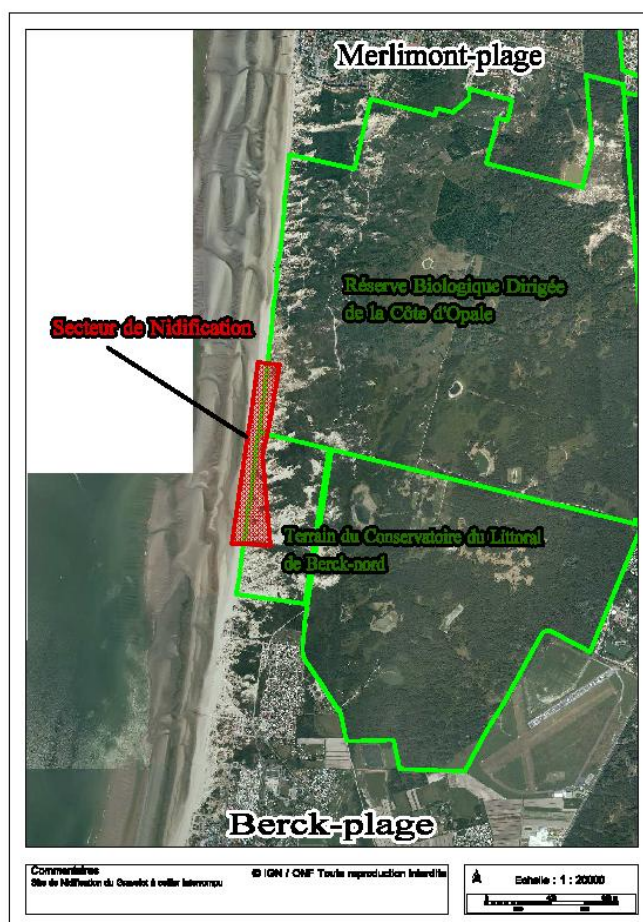


Gravelot à collier interrompu - Kentish Plover
(Aurélien Audevard – LPO)

Le Gravelot à collier interrompu relève de l'annexe I de la Directive « Oiseaux ». De plus, ses sites de nidification sont inscrits à l'annexe II de la Directive « Habitats » avec notamment les végétations annuelles des laisses de mer (Code Corine Biotopes : 17.2).

Situé entre la région du Boulonnais et les falaises normandes, cette section du littoral de la Manche se compose de vastes ensembles dunaires entrecoupés d'estuaires formant la Plaine Maritime Picarde. L'abondance de sédiments sableux au large, l'orientation des vents dominants perpendiculaires au trait de côte, ont permis l'installation de complexes dunaires, encore dynamiques sur certaines sections.

Entre Berck sur Mer et Merlimont, plus de 1 000 ha de milieux dunaires, soit 4 kilomètres de façade maritime, bénéficient d'un statut de protection (terrains du Conservatoire du Littoral de Berck-nord et Dune Domaniale de la Côte d'Opale classée en Réserve Biologique Dirigée). Sur ce vaste site, les gestionnaires se sont donnés comme objectif de laisser la dynamique dunaire s'exprimer et d'assurer le suivi de l'écosystème au cours du temps à travers plusieurs disciplines scientifiques dont les études naturalistes.



Gravelot à collier interrompu.
Nesting area of the Kentish Plover.

Les effectifs de nicheurs de gravelot à collier interrompu varient de 2 à 4 couples (présence de nids avec œufs) principalement situés entre la partie nord des dunes du conservatoire de Berck-nord et la partie sud de la réserve biologique de la Côte d'Opale. Occasionnellement, 1 ou 2 couples tentent de nicher au nord de la commune de Merlimont

L'emplacement des nids se répartit sur deux types d'habitats : 90 % des nids sur le haut de plage et 10 % dans les siffle-vent de la dune bordière

Hauts de Plage - Berck nord/Merlimont sud				
	Estran du Conservatoire	Estran de la Forêt domaniale	Total	Complément d'information
2004		2 nids	4 adultes et 3 jeunes	
2005	1 nid (3 poussins)	2 nids (1 nid à trois poussins)	6 adultes et 6 jeunes	1 nid détruit lors des ramassages mécanisés de la plage
2006	1 nid (3 oeufs)	2 nids (2 et 3 oeufs)	7 adultes	Tempête du 30/05 : destruction des 3 nids
2007	1 nid	3 nids	8 adultes	Tempête du 15/05 : destruction des 3 nids
2008		2 nids	4 adultes	Constat d'échec le 16/05 sans explication
2009		2 nids	8 adultes	Pas de suivis sur le succès de la reproduction
2010	2 nids (dont 1 et 3 oeufs)	2 nids (1 et 2 oeufs)	8 adultes	Echec : aucun jeune avec fort dérangement du public en mai
2011			0 adulte	Aucun indice de reproduction
2012	4 nids (avec oeufs)		9 adultes	Echec : aucun jeune avec piétinement des nids en fin mai

Le suivi de l'espèce a commencé au début des années 2000 avec l'observation d'individus en période favorable de nidification. Cependant, les années 2000 à 2002 furent marquées par une forte érosion de la dune embryonnaire et du pied des dunes bordières n'offrant pas de secteur favorable à l'espèce pour nicher. Il faudra attendre l'année 2004 pour voir la première nidification sur une zone d'accrétion en haut de plage.

Par la suite, pour les années 2006 et 2007, l'ensemble des nids installés en haut de plage, fut un échec dû à de fortes marées (coefficients importants et coups de vent de SW). La principale explication de ces échecs est la modification du niveau de haut de plage, plus bas qu'en 2003/2004, rendant ainsi plus dangereusement submersibles les nids des gravelots.

À la suite d'un abaissement du niveau de plage jusque dans les années 2010, on constate l'installation de nids au sein de la dune bordière (siffle-vent). Cette situation les rend plus vulnérables au dérangement et surtout au piétinement par le public.

Les nouvelles accrétions au pied de dune dans la partie sud (devant les terrains du Conservatoire de Berck-nord), verront le retour de 4 couples nicheurs en 2012 sur cette portion du littoral, malheureusement piétinée lors d'un week-end d'affluence.

Exemple de l'évolution du profil de l'estran conditionnant les zones favorables à la nidification (ONF- Frantz Veillé)



Point de suivi de l'estran devant la réserve biologique entre avril 2010 (à gauche) et avril 2012 (à droite).

The changing beach profile along the Biological Reserve from April 2010 (left) to April 2012 (right)

Sur une période de 12 ans, il est possible de dresser un premier constat de l'état de la population entre Berck et Merlimont et de l'interaction des éléments naturels ou anthropiques

À l'échelle de la Plaine Maritime Picarde, l'espèce est principalement rencontrée dans une zone allant du Sud de la Baie de Somme jusqu'au Nord de la Baie d'Authie, en plusieurs populations espacées de moins de 5 kms. Il existe probablement un lien entre la population de la Baie d'Authie (Somme) qui pourrait être considérée comme « population source » et celle de Berck-Merlimont, considérée comme une « population puits ».



L'analyse des milieux de nidification sur le secteur de Berck-Merlimont, permet de définir plusieurs facteurs favorisant la reproduction :

1. Le profil géomorphologique de la plage. **Les années à fort engraissement du haut de plage (accrétion) assurent des habitats favorables pour la nidification. Sont également favorables, les siffle-vent de l'avant-dune.** Le choix du gestionnaire de maintenir la libre dynamique dunaire (objectif prioritaire dans le plan de gestion de la réserve biologique de la Côte d'Opale) permet d'offrir des milieux favorables à l'avant ou dans l'avant-dune. Le Gravelot à collier interrompu fréquente préférentiellement les zones d'accrétion. L'emplacement des nids sur ce type de milieu est le plus souvent directement lié à la dune embryonnaire formée l'année n-1. Lors des années à fort recul de pied de dune (alternance naturelle plage/dune), il se replie au sein des grands siffle-vent.
2. **La tranquillité du site de nidification.** Les espaces qu'il fréquente sont des zones à fort enjeu touristique. Pendant la période d'incubation, la pression anthropique, lors des belles journées de printemps, peut conduire à la destruction des nids soit par le piétinement soit par le dérangement permanent provoqués par les promeneurs le long de l'estran (surtout lors de la marée haute).
3. **Le nettoyage mécanisé** sur l'estran a un impact négatif très important pour l'espèce (perte des potentialités trophiques, destruction directe des nids, dérangements,...). Ce constat concerne principalement les secteurs d'accueil tels que la plage naturaliste au-devant du Conservatoire du Littoral où le nettoyage mécanisé s'effectue de manière hebdomadaire avec un bulldozer !

La conservation de l'espèce dépend de facteurs non maîtrisables par le gestionnaire : dynamique dunaire, phénomènes climatologiques (submersion marine des nids lors des tempêtes de printemps) et fréquentation de l'estran.

Cependant, des actions sont envisageables pour protéger son habitat:

1. **La gestion de l'estran** : le nettoyage des plages doit se limiter à la suppression manuelle des déchets non organiques hors période de nidification (interdiction entre mi-avril et mi-juin). Cette action doit être renforcée par une communication sur le rôle de la laisse de mer pour les écosystèmes côtiers.

Financé par l'Office National des Forêts (Mission d'Intérêt Générale « Dunes »), un panneau a été mis en place au sud de l'esplanade de Merlimont. Travail collectif avec la commune de Merlimont, ce panneau permet de décliner l'intérêt des lasses de mer mais aussi les premières actions mises en place avec le service technique de Merlimont (voir document en annexe).

2. **L'organisation de la fréquentation du public** : les dunes bordières du Conservatoire du Littoral présentent des sites de reproduction favorables à l'espèce dans les siffle-vent. La pose d'une clôture temporaire lors de la période de nidification (type grillage à mouton pour ne pas impacter la libre dynamique dunaire) pourrait limiter le dérangement (piétinement). Cette action ne peut pas être envisagée sur l'estran pour cause de libre accès au chemin de Grande Randonnée (chemin ne pouvant en aucun cas être dévié au cœur des sites).
3. **La coopération des gestionnaires et des pouvoirs publics** : cette partie de l'estran regroupe plusieurs acteurs : La Commune de Merlimont et de Berck, les 2 comités de Communes, l'Office National des Forêts, le Conservatoire du Littoral, EDEN 62 et le Parc Naturel Marin. Des réunions seront nécessaires pour mettre en place une politique forte sur cette espèce avec des actions conjointes (suivis de l'espèce, communication, nettoyage de plage).

La population de gravelots à collier interrompu reste très faible. Son maintien repose avant tout sur la tranquillité autour de son site de nidification.

Du chemin a déjà été parcouru sur la protection de l'habitat avec la mise en place d'un nettoyage manuel de l'estran hors période de nidification au droit de la réserve biologique. Par ailleurs, le choix de laisser la dynamique dunaire s'exprimer librement favorise l'apparition de sites de nidification potentiels.

Le document d'objectifs (Natura 2000) en cours d'élaboration, qui prend en compte l'espèce et son habitat, reprend l'ensemble des mesures nécessaires au bon développement de la population de Gravelot.

MERLIMONT-PLAGE (NORTH OF FRANCE): AN EXEMPLARY MANAGEMENT OF COASTAL DUNES IN A TEMPERATE ENVIRONMENT

Yvonne Battiau-Queney, EUCC-France, University of Lille 1,
Bruno Dermaux (ONF), Jean Favennec, Frantz Veillé (ONF)

ABSTRACT

The Merlimont-Berck dune-field is typical of the Picardy coastal plain, in the North of France. The prevailing landwards wind, added to the megatidal environment and 800 m-wide sandy beach at low tide, offer the best conditions to create coastal dunes. The whole dune-field extends over more 1000 ha and is protected from urbanization. A part of it (450 ha) is an out-of-bounds National biological reserve, managed by the *Office national des forêts* (ONF). It was already chosen as an experimental site for the European program Life 92 "Biodiversity and dune protection" and is presently a sort of natural laboratory to study and monitor the development of coastal dunes in a temperate climate. In the outer dune-system, which is linked with the beach (foredune, transverse trough blowouts, transgressive dunes and parabolic dunes) natural processes have been working for the last 20 years without any human interference. So the area is actually a reference site for aeolian landforms on any scale. Inland the wide sandy plain and inner dune-system benefit from a protective management to maintain and develop biodiversity. The aim is not at all to prevent any change but to favour a progressive vegetal mosaic based on ecosystem vital properties and natural environment (aeolian dynamics, water-table fluctuations). The "grey" dune and wet slacks are of special interest. The management policy is based on the close relationship between ONF experts, university researchers, local authorities and representatives from the "*Conservatoire du littoral*". The site is used as an experimental ground by the National Botanical Conservatoire of Bailleul to choose the best practices to protect endangered species. Regular inventories of animal and plant species also provide useful indicators of environmental quality. Furthermore, it is interesting to compare the evolution of this protected area with nearby dunes which are strongly affected by tourism.

1. INTRODUCTION

In France the widest dune-fields are found along the southwest Aquitaine coast, where human intervention has been usual for more than a century to keep the foredunes in a good state and protect them from both trampling and marine erosion. Several practices tend to slow down sand mobility once it has been deposited by wind. In the north of France, sand beaches and dunes are present on two thirds of the 160 km-long coast from the Somme estuary to the Belgian border. Most of these coastal dunes have also been strongly affected by man, especially since the rapid development of coastal resorts in the second part of the 19th century. So there is probably no dune-field which could be considered as entirely natural. Nevertheless the Merlimont dune-field deserves a special interest since it has been a protected area for the last thirty years and has

been integrated into a National biological reserve, created in 1985 and managed by the Office national des forêts (ONF). The paper describes the biological and geomorphological richness of the site and explains ONF's management strategy and it also takes stock of the present situation and discusses the possible future evolution of the dune-field.

2. LOCATION OF THE STUDY AREA AND ENVIRONMENTAL SETTING

The Merlimont dune-field is located between the Canche and Authie estuaries (fig.1), approximately in the central part of a large dune area, between Le Touquet and Cucq-Stella to the north and Berck to the south. There a one-block dune-field extends over 1000 ha. Nearly half of it (456 ha) is a total-exclusion National biological reserve managed by ONF. It was chosen as an experimental site for the European program Life 92 "Biodiversity and dune protection". Another important part is the property of the Conservatoire du littoral and so inalienable. The remaining dunes are communal properties.

All this area belongs to the Picardy marine plain, which formed by accumulation of fluvial and marine deposits, when the sea-level was rapidly rising during the post-Ice Age warming. South of Cape Gris Nez, the shoreline is oriented North-South, therefore transverse to the prevailing landward wind. Between the Canche and Authie estuaries, it is made of well-sorted medium-grained sand. In spring tide conditions, the range may exceed 8 m in spring tide, giving a 700-to-800 m wide sandy intertidal area at low tide. Despite a ridge-and-runnel morphology, the fetch length and dry beach width give a large area available for sand transport at low tide (fig. 2): for a width of 100 m, approximately 2.5 m³/linear-meter of blown sand is demonstrable. Most of it accumulates on the beach backshore and forms incipient dunes with the help of pioneer vegetation (especially *Cakile maritime* and *Elymus farctus*).

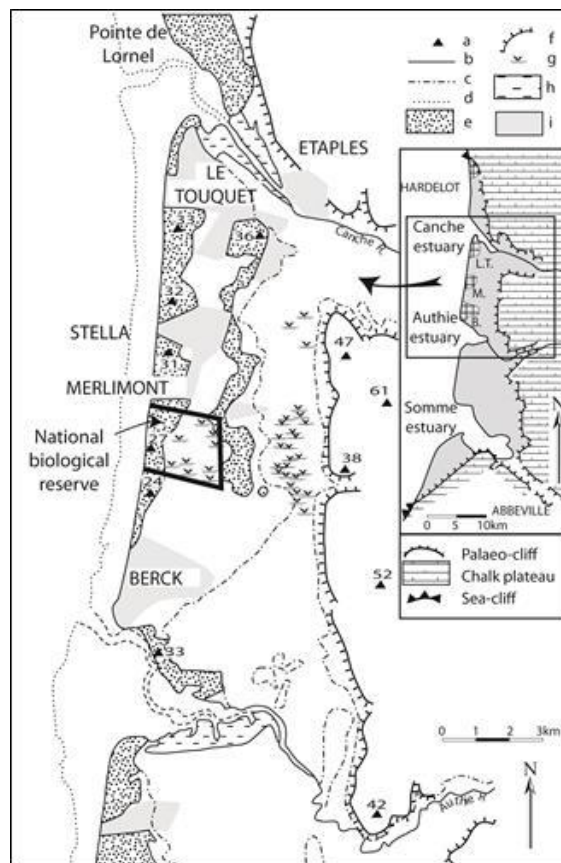


Figure 1- Location map of the National Biological Reserve of Merlimont (Côte d'Opale) a: elevation; b: shoreline; c: limits of areas lower than the highest sea-level; d: contour of the lowest sea-level (seaward limit of the intertidal zone); e: dune-field; f: post-Ice Age palaeo-cliff; g: wet areas; i: built area

So the environmental conditions favour coastal dune development. In fact, coastal dunes began to form along this coast when the sea-level stabilized around 6000 BP. Typically, the Picardy dune system is characterized by two lines of dunes separated by a sandy plain. The present

dunes of Merlimont and Berck belong to a young generation, which continue to form at present. The inner dunes appeared during the Middle-Ages, not before the 11th century and were still very mobile in the 16th century. The outer dunes, close to the shoreline, are shown on the 17th century Cassini's map but, even so, the coastal landscape has changed significantly in the last 100 years.



Figure 2: The deflated beach of Merlimont at low tide

A 2.5 cm-thick layer has been blown out and the sand redeposited on the beach-backshore. Protecting caps (shell or other object) give an easy method to approximately evaluate the volume of blown sand per linear meter of shoreline during a single tide-cycle (photo Y.B-Q).

3. THE NATIONAL BIOLOGICAL RESERVE OF CÔTE D'OPALE

3.1. BIRTH, YOUTH AND CHANGING AIMS

The story of the future Reserve begins in the early 1970s when the French government started to buy some coastal properties to protect them against human pressure, leading to the creation of the biological "domanial" (i.e. "belongs to the French State") reserve of Côte d'Opale in 1985. The present state of the Reserve results from the complex interaction between ecologic factors and human activities and a permanent intention to monitor the area according to the main preoccupations of the society at any given time: farming first (with development of grass for cattle-farming), then hunting (creation of ponds and excavation of ditches in the inner sandy plain), forestry (pine plantation from 1975 to 1981) and dune stabilization by marram-plantation and windbreaker-fences (until 1992), and finally biological value development (since the 1980's).

All the area (i.e. the Reserve itself plus the nearby properties of Conservatoire du littoral and local communities) is noteworthy not only by the richness of landforms, but also by its biodiversity. The hydrological conditions of the site depend upon the dune aquifer, which is exclusively supplied by rain. The water-table controls the floor of deflated slacks and the distribution of plants. Two types of land (wet-hygrosere or dry-xerosere) are observed in the reserve. In the sandy central plain, the complex micro-relief explains the high phytocenotic diversity, from the grass colonizing the sand of active slacks to the peaty low lands and the natural dune forest (dominated by the birch). About 60 habitats have been inventoried; two third of them come under the 92/43 European directive ("habitats Directive"). The "grey dune" areas have six of these and are considered to have priority. Nearly 500 plant species (one of them *-Liparis loeselii-* is listed in annex 2) and more than 1000 species of fungi have been recognized. There is also a great fauna diversity (notably the birds).

In 1992, the Reserve was chosen as a pilot site for the LIFE European program "Biodiversity and dune conservation", which was conducted by the "Littoral" mission of ONF. It allowed many studies (geomorphology, geology, hydrology, soil, phytosociology...), which served to set up a conservative management of the site.

3.2. MANAGEMENT CHOICES

The priority objectives were the protection and development of biodiversity and the study of developing processes (dune and plant dynamics) to make the Reserve a true natural laboratory. It is certainly an ideal place to develop management techniques, which are adapted to ecology and dynamics of dune environment.

Three main choices have been retained:

- let dune dynamics work freely;
- preserve or restore habitats having a rich patrimonial value;
- regularly monitor and control the dynamic evolution of the site.

The chosen management is implemented through consultation with the scientific council of the Reserve, which brings together scientists of various disciplines, representatives of the Conservatoire du littoral and other experts. The council exchanges ideas, discusses and prepares working projects for the next year.

The policy of “let dune-dynamics work according to physical processes only” is an innovative choice. It is possible here because the Reserve and adjacent protected areas are devoid of buildings and public amenities. The main objectives are to study the free dynamics of coastal dunes and especially the foredune protective role against marine erosion, and to compare such an evolution with other regional sites, characterized by the expensive practices of dune stabilization or coast defence. Moreover, it was also intended to create a reference-museum of aeolian landforms and correlated habitats in the Atlantic European environment. Since 2000 a quarterly series of photographs, taken from carefully referenced points, enable the management team to monitor the dune changes. Other methods have been used since 1993: repeated precise topographic survey, comparison of aerial photographs (1935-2008), field survey of sediment transport, field observations of dune evolution and plant growth on different space and time scales, field observations of storm effects, especially at the beach-dune contact. Much work has been done. Much work has still to be done... A weather station, which was installed in the inner sandy plain in August 2002, has recorded data about wind (velocity, direction), rain, and temperature. Six landmarks (with referenced elevation and position) were set up in 2002 to help precise topographic survey. In fact the Reserve is really an outstanding natural laboratory to conduct research on dune environment and development and on the beach-dune relationship. Some important results of seventeen-year-long researches (1993-2010) are presented hereafter.

The preservation and restoration of valuable habitats constitute another main objective. The conservation management, which was chosen by the ONF, intends not so much to maintain an unchanged landscape but, on the contrary, to create a developing mosaic of ecosystems based on their active processes (aeolian dynamics, water-table fluctuations...). It implies a reasoned interventionism in plant dynamics. In the dry zone (xerosere) at the rear of mobile dunes, it is necessary to prevent the grass-areas of the “grey dune” (European priority habitats) and the wet slacks from expanding Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) (a woody plant). In the interdune plain wet grass-lands and low-marshy areas are specially concerned by interventions. On the inner dunes the ONF intends to favour the vegetal dynamics of broad-leaved trees. Two principles characterize all the interventions in the Reserve: (i) the surface of habitat which is restored must not exceed the surface which will be maintained after the intervention; (ii) the restored areas have to be in ecologic continuity.

It is important to emphasize the fact that these objectives of preservation and restoration of habitats need first to have a good knowledge of the biodiversity-process working. For this reason, a large-scale (1/5000) map of habitats was created in 1996 by F. Duhamel (National Botanical Conservatoire of Bailleul) and completed by several inventories (flora, fauna, and fungi). A new map at a scale of 1/2000 will be published in 2010. Research has confirmed the role of hydrologic factor for the woody plant-growth and the necessity to use the ancient drainage ditches to keep the highest possible level of water-table. A thorough edaphologic study of the Reserve was carried on in 1998 by Prof. Langhor of the University of Gand. This investigated the process of root-spreading of Sea buckthorn and recommended measures to combat its invasion into the grey dune.

With the passing of time, technical practices have sought to obtain better results at lesser cost. For example some restored grasslands of the Reserve were maintained first by Taar-up® reaping, then by grazing of 5 “Highland-cattle” cows. It is now as large as 30 ha and results from the collaboration between the ONF and a local farmer. For the moment it seems to be an economic and ecologic success. A project to develop Black-face sheep grazing on a small surface has recently been proposed. While the restoration process goes on, the impact of interventions is followed by the National botanical conservatoire of Bailleul. The study is based on the regular phytosociological inventory of 1m²-square areas in each zone, either managed or without human interference. In fact, the Reserve is of such size as to afford ample opportunities for research in many disciplines as well for the management of dune environment.

4. DUNE MORPHOLOGY AND DEVELOPMENT

With respect to an extremely efficient aeolian dynamics, the Merlimont area offers a rich museum of dune landforms, which could serve as a reference site to define dune terminology in any oceanic temperate environment. When considering the whole dune-field, some aeolian landforms are active and still moving; other ones are stabilized and covered with dense vegetation. In global terms, the closer they are from the beach, the more active they are. But this “law” is not universally applicable: mobile bare-surface dunes are observed near the inland edge of the dune-field at several hundred meters from the sea but in proximity to houses. On the other hand some dunes are poorly mobile at only a few dozen meters from the beach. So, in itself, the evolution of these dunes is a very interesting research topic.

4.1. MORPHOLOGY OF THE CONTACT BETWEEN BEACH-BACKSHORE AND DUNE IN RELATIONSHIP WITH SHORELINE MOBILITY

From I.G.N. aerial photographs and some ancient pictures it is possible to determine the dune development in the last century. Important changes are evident in photographs taken by a scientist in 1912 and 1932 and recently rediscovered by chance (Bardou’s collection). Before the First World War, the foredune was relatively high all along the beach of Merlimont (fig. 3). In 1932, high inner dunes were clearly seen from a low-relief sand-sheet close to the beach, proving the absence of a sand barrier between the photographer (at the same level as the lady) and inner dunes (fig. 4). Such a situation was confirmed on a 1935 vertical aerial photograph

belonging to the I.G.N archives and seen on the Geoportail website (<http://www.geoportail.fr>): in the absence of well-developed foredunes, large, low-relief sand sheets were then migrating inland from the beach. They were mainly bare-surfaced. Close to the upper beach, patches of marram-covered dune were remnants of previous foredunes. In such a case, exportation of beach-sand outside the coastal system, would doubtless contribute to the destabilization of the sediment budget and favour shoreline retreat. In fact, in 1947, the coastal landscape (as it appears on aerial photographs) was not very different from 1935 but, south of Merlimont, the shoreline has slightly retreated: it lay a few meters behind the seawall.



Figure 3- The beach of Merlimont at low tide in August 1912

The coastal dune is relatively high with a steep sea face, but without cliff. Incipient dune and bathing huts are present on the upper dry beach (source: Bardou's collection)



Figure 4- Eastward view of the dune-field of Merlimont in April 1929

At the rear, high inner dunes; in the front, low-relief poorly vegetated sand-sheet; in the middle densely vegetated interdune plain (source: Bardou's collection)

During the War, German bunkers of the Atlantic Wall were built on dune mounds overlooking the whole beach, but a true foredune was absent south of Merlimont. On the 1947 aerial photograph, bomb craters of the Second World War were quite numerous in the sandy interdune plain. By contrast, they were absent in the coastal dunes: the abundant supply of sand deflated from the beach had masked them. The 1947 seawall was partially covered with sand. During the 1950s, windbreak fences were erected along the entire coast south of Merlimont; mines were cleared and dunes strongly remodeled. On the 1963 aerial photograph, a line of incipient dunes has formed on the upper beach although a well-established foredune did not appear until 1971. Subsequently, a large part of the blown beach-sand became trapped in the

foredune. Between 1971 and 1976 the shoreline has slightly advanced. At the rear of the new foredune, mobile bare-surfaced dunes were still present in the 1970s. Parabolic dunes began to develop in the late-1970s but clearly, their shape was often constrained by the windbreak fences. Between the late 1970s and 1995, the shoreline has been retreating and the foredune replaced by a sand-cliff. This change may be attributed to several successive storms. However, the situation reversed again in the late- 1990s and represents the system still present today: a new foredune developed and the shoreline has again advanced. Evidently, there is a strong relationship between foredune development and shoreline advance or retreat. Such a beach-dune system is one where a balanced sediment budget with high resilience has been established.

4.2. A NATURAL MUSEUM OF AEOLIAN LANDFORMS

Until the 1970s the geomorphology was dependent on both natural and anthropogenic factors. From the founding of the National biological reserve up to now, human interventions have more or less been eliminated from the coastal outer dune-field (occasional manual and selective beach cleaning operations, being the only exception) so that natural processes have been working freely.

4.2.1. OUTER DUNES

The contact between upper beach and foredune stoss face is constantly changing according to aeolian and marine dynamics. The detailed morphology depends on plant growth in respect of adaptations to both salt aerosols and sand transport rates. In the absence of human intervention, local conditions are ideal for the monitoring of the rapid changes which occur throughout the year. The situation, as observed at certain points, juxtaposes different-scale landforms having different length of life: ripple-marks give the direction of sand transport during the last windy period; incipient dunes result from combined aeolian dynamics and plant growth since the last high spring tide or/and the last storm event; sand cliffs mark the last marine erosion episode and are more or less clean-cut or already masked by veneers of aeolian deposits. So the detailed morphology of the beach-dune contact is the field expression of a sequence of marine and aeolian events, which actually reflects the natural “respiration” of the coastal system. In this respect, one has to be careful when interpreting the coastal landscape from an aerial photograph without taking into account the previous sequence of events.

4.2.1.1. INCIPIENT (OR EMBRYO) DUNES

These form on the upper beach above the high-water mark, in association with pioneer plants, especially *Cakile maritima* (annual) and *Elymus farctus* (perennial). The former creates seasonal coppice mounds (fig. 5a); the second builds small nebka and shadow dunes (fig. 5b), which may form a nearly continuous bench on the stoss face of the established foredune (fig. 5c). Incipient dunes are fragile and often ephemeral. It is pointless to try to model their evolution, because their future depends largely on random and unforeseeable events: i.e. storm-marine conditions, wind efficiency (in relationship with velocity, direction and surface roughness) and tide range, three independent phenomena. So incipient dunes can disappear promptly in just one tide-cycle, or build a new foredune in front of the older one.



Figure 5- Incipient dunes on Merlimont Beach.

On the left (a), *Cakile maritima*; in the middle (b), line of small shadow dunes with *Elymus farctus*; on the right (c), bench at the base and new incipient foredune above on the stoss face of the established foredune (photos Y. B-Q)

A wind-blown sand terrace can form rapidly at the foredune toe after a stormy period. It has nothing to do with a berm, as it results from wind transport and abundant sand supply from the deflated beach. It is usual to see such a terrace cut by a few decimeters-high cliff, which is due not to the wave attack but to the sudden drop of hydrostatic pressure when the tide is ebbing (fig. 6). It is not a mark of erosion but just the result of successive processes of wind transport, swash and wave run-up, and hydrostatic-pressure change. Merlimont is certainly one of the best spot to observe this type of form, typical of dissipative macrotidal beach backshores (although often destroyed or inhibited by beach-cleaning and other anthropogenic interventions). We propose to call this landform (never described before) an “ebb-tide cliff”.



Figure 6- Ebb-tide cliff.

On the left (March 2008): situation 5 days after a severe storm event with high spring tide. A terrace made of aeolian sand has been affected by slumps and collapses when the tide was ebbing. On the right (March 2007), exceptional spring tide with calm sea; the terrace was submerged by waves (marks of swash) but incipient dunes with *Elymus farctus* were partly preserved. The small cliff formed when the tide started to ebb (photos Y. B-Q)

4.2.1.2. ESTABLISHED FOREDUNES

These are generally 15-to-25 m high and covered mainly with *Ammophila arenaria*. The stoss face slope changes constantly, according to the most recent wind and marine conditions (fig. 7). Sometimes it is a steep scarp with slumps, sand-avalanches and wind-corrasion marks in the upper parts. Sometimes it is a gentle slope and the dune toe links gradually with the beach-backshore. The lee slope is more consistently steep with an equilibrium gradient. At Merlimont the foredune change, which has been monitored for over 20 years, does not accord closely with models of evolutionary change proposed by some authors. Successive recession and rebuilding stages were observed but on a 20-year time scale, the resulting trend has been a slight progradation and an increase of height.



Figure 7- Stoss face of the foredune:

Same place, in May 1995 on the left, in March 2006 on the right (photos Y.B-Q)

4.2.1.3. TRANSVERSE TROUGH BLOWOUTS AND LEEWARD DEPOSITIONAL LOBES (FIG. 8)

These are typical of the present landscape of Merlimont. Sand movement within troughs (transport, deflation and deposition) is best examined by field observations (corrasion marks and cross-strata on the walls, ripple marks on the floor), which usefully complement monitoring data (wind velocity measures in different wind direction conditions). The flow pattern depends on the wind direction and velocity but also the trough geometry (depth and width, wall steepness, axis direction). Monitoring of depositional lobes has shown an advance of several decimeters per year of their lee slope-toe, but also rapid changes of shape.

Transverse trough blowouts in the foredune are the main way of sand exchange between beach and land. Elsewhere the foredune acts currently as an efficient barrier. For the last ten years, all the trough blowouts along the National biological reserve have tended to close themselves naturally, with the development of incipient dunes at the seaward entrance (fig. 9).



Figure 8- Transverse trough blowout (left) and leeward depositional lobes (right) in the National Biological Reserve of Merlimont (photos Y.B-Q)



Figure 9- Recent closure of a trough blowout by incipient dunes (photo Y.B-Q, March 2008)

During the last extreme storm events in March 2007 and March 2008, which both occurred at high spring tide, just one trough was briefly inundated by sea and hollowed by waves (fig. 10). However, on both occasions, blown sand had filled in the hollow within a few weeks.



Figure10- The entrance of a trough blowout

Left (March 2008): 4 days after a severe storm event with high spring tide. The trough was invaded by waves. Right (September 2008): 5 months later, vegetation and sand have reoccupied the floor (photos Y. B-Q).

Again it is important to stress that the Merlimont dune-field is an out-of bounds protected area and, for this reason, it is a very rare European coastal site allowing the free natural development of aeolian landforms. In this “natural” environment the current widespread idea of an inexorable shoreline retreat is far from being confirmed. On the contrary the beach-foredune system of Merlimont is typical of an almost stable shoreline. It also indicates that the system is mainly controlled by sediment supply. The research, which was initiated in 1993, does not indicate that there is any particular effect of sea-level rise. In fact, storm surges are much more important than they are generally held to be, inasmuch as they can raise sea-level up to 2 m above that predicted – which is 1000 times the generally-supposed annual global sea-level rise. Here, sand supply from the deflated beach contributes efficiently to foredune development and explains the coastal-system resilience. But, of course, the observed stability of the beach level implies that blown sand has to be regularly replaced by sediment supplied by nearshore bars and onshore migration is presumably the main process of sand supply of the beach. Such an explanation has been suggested in respect of the macrotidal Flemish French coast and appears to be the case for the mesotidal Danish North Sea coast. The Merlimont coastline seems to offer a unique opportunity to study sediment exchange between nearshore, beach and foredunes. If it is true that the fundamental source of the beach systems at Merlimont is the offshore bottom sediments, the system will be self-perpetuating only as long as the offshore source is not exhausted; presumably it is not inexhaustible, so the present balance will eventually come to an end.

4.2.1.4. PARABOLIC DUNES

They are presently well developed at the rear of the foredunes but they did not appear before the late-1970s. The 1976 aerial photographs show an incipient parabola on the northern border of the Reserve, but the dune shape then was still strongly constrained by windbreak-fences. After 1976, aeolian processes have progressively reworked the locally deposited sand and created a true parabolic dune. Contrary to common perception, these parabolic dunes have developed independently from beach-sand supply. They are “reworked dunes”, which formed from previous elongated sand-sheets on the leeside of new foredunes. In this respect they are to be regarded as fragile landforms, made from a non-renewable sand reserve. This type of dune needs a plant growth faster than the sand supply to curtail the growth of the trailing ridges. The only mobile part of the dune is the “head”. The crest is marram-covered. The stoss-face is steep with corrasion marks. The lee-slope is generally bare with an equilibrium gradient. In certain years, it is partially covered with marram.



Figure 11- Westward view of a parabolic dune (northern border of the Reserve)

On the left March 1994; on the right October 1996. At the rear of both pictures, the foredune and transgressive lobes linked with trough blowouts (photos Y. B-Q).

Precise field surveys were made from 1993 to 2000 in the large parabolic dune located close to the north border of the Reserve. They indicate that the crest of the dune was elevated by a few decimeters and that a very slight advance of the lee-slope toe took place. In 1994 the flat-floored inner slack was partially inundated (fresh water from the dune aquifer) (fig. 11). Small convex marram-covered incipient dunes were present at the foot of the stoss face of the head. Two years later the floor was totally dry (fig. 11). In recent times, the partial inundation of the slack has been infrequent and, as a consequence, dense bushy vegetation is spreading everywhere (fig. 12).



Figure 12- Northeastward view of the parabolic dune of fig. 11 (September 2008)

In front the lee-slope of a transgressive lobe (photo Y. B-Q)

4.2.1.5. DEEP SAUCER-BLOWOUTS

These are present at the rear of foredunes. Because of their shape the French call them “caoudeyre”, which means cauldron in Gascon. They appeared in the 1970s and probably have a human origin (operations of mine clearance, fencing and dune remodeling from the late 1940s to the 1960s). Then natural processes took over. When the blowout is active, the sand is blown from the bare floor (which deepens as long as the water-table is not reached) and deposited on a lee-side marram-covered lobe. In 1993-1995, a large blowout was inundated by fresh water indicating that the floor was lower than the water-table of the dune aquifer (fig. 13). Eleven years later, the same blowout was no more than a relict landform: the floor and walls were already densely vegetated, as at present.



Figure 13- Evolution of a deep saucer-blowout from 1994 (left) to 2005 (right) (photos Y.B-Q)

At Merlimont, the evolution of foredunes and trough blowouts as well of parabolic and blowouts located at the rear of these promotes the growth of a vegetation cover which, in turn, results in less dune mobility. This natural evolution actually leads to a reduction in the variety of dune landforms

4.2.2. THE INTERDUNE SANDY PLAIN

The general topographic level of the plain is well above the highest storm surge sea-level. Some parabolic shapes are recognized on aerial photographs, indicating probably ancient transgressive sheet-like dunes, which were elongated to the ENE. They were probably similar to those active in 1935 close to the beach. However, dune landforms are difficult to identify in the field and the hummocky low mounds present there a complex landscape (fig. 14). The whole surface is covered by vegetation preventing sand transport. The true richness of this plain comes from its biodiversity, depending mainly on the nature of soil developments and the level of the water table.



Figure 14- Interdune sandy plain (in front) and inner dunes (at the rear) (photo Y. B-Q)

4.2.3. INNER DUNES

These older dunes are the highest of the whole dune-field. Some of them are more than 45m high. They are partially vegetated and stabilized, but some areas are bare with parabolic dunes (fig. 15). The stoss face generally works as a cliff-top (or climbing) dune: sand is blown from the slack and deposited on the crest where it is trapped by marram. Inner dunes are close to villages and are relatively well protected from human interference within the Reserve. Until now research has been slow to establish the development of these aeolian landforms, which are obviously no longer supplied by “outer” sand transfer.



Figure 15- Inner dunes (photos Y. B-Q)

5. CONCLUSION: WHAT POSSIBLE EVOLUTION IN THE FUTURE?

After twenty five years of research and conservative management, it is timely to take stock of the present situation of the Reserve and discuss its possible future evolution. Certainly, the initial objectives of this project have been reached. The Merlimont National Biological Reserve is nowadays in Europe an outstanding natural laboratory for both researchers and managers.

Unequivocally, the geomorphological evolution of the outer dunes and the beach-backshore proves that coastal erosion along the Picardy marine plain has been shown to be very slow on, at least, a half-century scale. This is attributable to the presence of a well-developed foredune which is an efficient sand reserve during severe storm events. It explains *a contrario* why nearby beaches are severely threatened by marine erosion each time the foredune has been destroyed or replaced by a seawall. Aeolian dynamics play a fundamental role in the beach-dune resilience. The past 15 years of study have shown also that the balanced sediment budget, as observed along this coast on a half-century scale, strongly suggests the natural renourishment of the beach from nearshore sand bars. Further research has to be done to test this hypothesis. Another important result of the monitoring of the Reserve dune-field concerns the vigorous plant dynamics in this type of climate and protected environment: the vegetation inhibits sand transport and tends to close the trough blow-outs; the dunes to the rear of the foredune system are thereby stabilized. For the moment ONF managers do not contemplate any intervention in the outer dunes but, in the future, the problem of whether to create an artificial “destabilization” will have to be faced. This might, for example, concern a saucer-blowout or a trough blowout and its leeward deposit-lobe, where vegetation would be destroyed.

The repeated inventories of fauna, flora, and fungi in this 450 ha of protected area constitute an exceptional data-base. Moreover, they may eventually give invaluable information on the effect of climate change.

Another aspect of the future management of the Reserve concerns its place in a coastal region which is strongly affected by tourism. The Merlimont Reserve is unique in the North of France as a total exclusion protected coastal area open only to authorized persons (mainly scientists and experts). General opinion dictates that this choice will not change in the foreseeable future. Nevertheless it is important to explain it and educate and inform the local population about it. On the northern border of the Reserve a footpath (also accessible to disabled persons) has just been settled to allow everybody to observe some typical dune landforms. This operation results from a co-operation between the ONF and the town-council and mayor of Merlimont. ONF officials regularly organize guided tours for school-children and make them aware of nature environment, protection and good practices. The Reserve frequently serves as a training-field for environmental associations and groups of students who are preparing to enter the forestry industry. It welcomed EUCC-France field-workshop in 2000 and 2006.

In the future the National biological reserve of Merlimont will continue to offer an exceptional site for learning about and rational management of the coastal-dune environment and a place to exchange ideas and experiment with new practices.

LES DUNES DE LA CÔTE D'OPALE VUES PAR LES DIFFÉRENTS ACTEURS DU LITTORAL (EDEN62, RÉGION NORD-PAS DE CALAIS, ÉTAT)

L'ESPACE NATUREL SENSIBLE DES « DUNES DE BERCK » ET LA GESTION D'EDEN 62

THE "ESPACE NATUREL SENSIBLE" OF THE DUNES OF BERCK AND THEIR MANAGEMENT BY EDEN 62

Vincent Pilon et Dominique Derout, EDEN 62

The *Espace Naturel Sensible* (a protected area at the Department level) of the Dunes of Berck is situated on the *Côte d'Opale* in the Pas-de-Calais Department, north of Berck City. It is a part of the vast dune field characteristic of the Picardy coastal plain. With the Biologic Reserve of Côte d'Opale and the communal dune of Merlimont, this dune field covers 900 ha on both districts of Berck and Merlimont.

The natural site « Dunes de Berck », a property of the *Conservatoire du Littoral*, covers 290 ha. The purchase concerned first the coastal dune in 1990, then the back-dune plain between 2001 and 2003. All these sites were classified in two superposed zones: the pre-emption zone of the Department and the purchase zone of the *Conservatoire du littoral*.

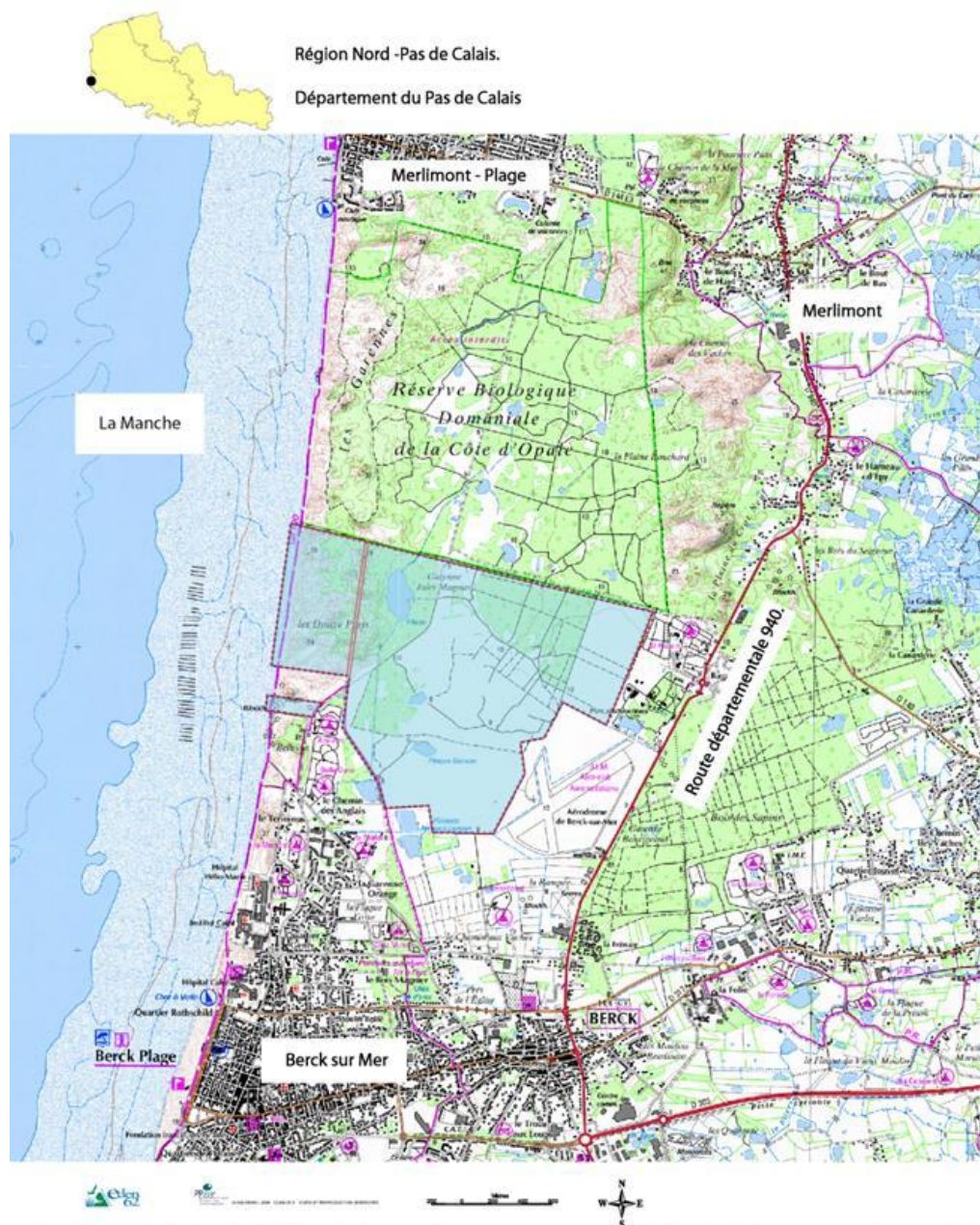
The management of the Dunes of Berck is implemented by the "Syndicat Mixte" Eden 62, within the framework of the management politics of the Department Council and under the supervision of the *Conservatoire du littoral*.

Eden 62 is in charge of the site management since 1993. A study on nature conservation and public access in respect of the environment was conducted within the framework of the management plans for the periods 2005-2009 and 2011-2020. The restoration program began in 2010 with the end of hunting leases.

L'Espace Naturel Sensible des « Dunes de Berck » se situe dans la région Nord-Pas de Calais, plus précisément sur la côte d'Opale du département du Pas de Calais, dans l'arrondissement de Montreuil sur Mer, en limite nord de la commune de Berck sur Mer.

Il fait partie du vaste massif caractéristique des formations dunaires de la plaine maritime picarde, avec la Réserve Biologique Domaniale de la Côte d'Opale et le communal de Merlimont.

Ce massif couvre une surface d'environ 900 ha, situé à cheval sur les communes de Berck sur Mer et de Merlimont



Le site naturel des « Dunes de Berck », propriété du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, couvre une surface cadastrée de 290 ha 45a 69ca. Les premières acquisitions ont été réalisées sur le cordon dunaire externe en 1990, puis elles se sont étendues au sein de la plaine intradunaire entre 2001 et 2003. Ces acquisitions ont été réalisées au sein d'une zone de préemption départementale au titre de la politique Espace Naturel Sensible définie avec la commune de Berck sur Mer, qui correspond également au périmètre d'acquisition autorisé du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages lacustres validé par le Conseil de Rivage.

La gestion de l'Espace Naturel Sensible des « Dunes de Berck » est définie et mise en œuvre par le Syndicat mixte Eden 62, dans le cadre de la politique Espace Naturel Sensible du Conseil général du Pas de Calais.

Le Syndicat mixte Eden 62 assure la gestion du site depuis 1993, avec une augmentation de sa surface au fur et à mesure des acquisitions. Une réflexion sur la conservation du patrimoine naturel et sur l'organisation de la fréquentation pour une découverte respectueuse de ce patrimoine naturel a été menée dans le cadre de la réalisation des plans de gestion pour les périodes 2005 à 2009 et 2011 à 2020. La mise en place des programmes de restauration et d'aménagement à l'échelle du site ont débuté en 2010, avec la fin du bail de chasse.

Le tableau ci-dessous reprend les enjeux de conservation de l'Espace Naturel Sensible.

The table below lists the conservation issues on this site.

Habitat naturel	Flore	Faune
Végétations annuelles de laisses de mers (1210) / Dunes embryonnaires (2110)	Elyme des sables	<u>Oiseaux nicheurs</u> : Gravelot à collier interrompu
les dunes blanches (2120).	Panicaut maritime Liseron soldanelle.	<u>Rhopalocères</u> : L'Agreste
Pelouses dunaires (2130*).	Pensée des dunes Violette des chiens Pensée naine	<u>Oiseaux nicheurs</u> : Engoulevent d'Europe
		<u>Oiseaux hivernant et migrants</u> : Alouette lulu
		<u>Reptiles</u> : Lézard vivipare
		<u>Orthoptères</u> : Decticelle chagrinée Grillon champêtre
		<u>Rhopalocères</u> : L'Argus bleu-nacré l'Argus brun L'Agreste
Les dunes à fourrés (2160) Dunes à <i>Salix repens</i> subsp. <i>argentea</i> (2170).	Rosier pimprenelle	<u>Mammifères</u> : Muscardin Musaraigne couronnée Musaraigne pygmée Pipistrelle commune
		<u>Oiseaux nicheurs</u> : Engoulevent d'Europe
		<u>Oiseaux hivernant et migrants</u> : Alouette lulu Pie grièche grise
		<u>Mollusques</u> : Vertigo étroit
Prairie maigres de fauche de basse altitude (6510)	Colchique d'automne Danthonie décombant Erythrée littorale Orchis bouc Rhinanthe à grandes fleurs Scorsonère humble	<u>Mammifères</u> : Sérotine commune Pipistrelle commune
		<u>Oiseaux nicheurs</u> : Hibou des marais Râle des genêts Vanneau huppé

Habitat naturel	Flore	Faune
	Tétragonolobe siliqueux.	<p><u>Oiseaux hivernant et migrants</u> :</p> Râle des genets Rousserolle verderolle Hiboux des marais
		<p><u>Reptiles</u> :</p> Lézard vivipare Couleuvre à collier
		<p><u>Orthoptères</u> :</p> Phanéoptère commun Decticelle chagrinée Grillon champêtre
		<p><u>Rhopalocères</u> :</p> L'Argus bleu-nacré l'Argus brun Le Demi-Deuil
Dépressions dunaires (2190-2)	Mouron délicat Laîche à trois nervures Orchis incarnat Orchis négligé Epipactis des marais Pyrole à feuilles rondes Sagine noueuse.	<p><u>Amphibiens</u> :</p> Crapaud calamite
		<p><u>Orthoptères</u> :</p> Tétrix des vasières Courtilière commune
		<p><u>Mollusques</u> :</p> Vertigo étroit
Roselières et cariçaias dunaires (2190-5)	Grande douve Cladion marisque.	<p><u>Mammifères</u> :</p> Sérotine commune Pipistrelle commune
		<p><u>Oiseaux nicheurs</u> :</p> Bruant des roseaux Gorge bleue à miroir Phragmite des joncs Râle d'eau Rousserolle effarvate
		<p><u>Oiseaux hivernant et migrants</u> :</p> Butor étoilé
		<p><u>Odonates</u> :</p> Aesche printanière

Habitat naturel	Flore	Faune
Mares dunaires (2190-1)	Ache inondée Gnaphale jaunâtre Myriophylle à feuilles alternes	<u>Mammifères</u> : Pipistrelle commune Murin de Daubenton
	Myriophylle verticillé Potamot coloré Potamot graminée	<u>Oiseaux nicheurs</u> : Bouscarle de cetti Cygne tuberculé Phragmite des joncs Sarcelle d'été Sarcelle d'hivers
		<u>Oiseaux hivernant et migrants</u> : Oie cendrée Cygne tuberculé Avocette élégante Bécassine sourde Courlis courlieu Chevalier arlequin Chevalier aboyeur Chevalier culblanc Chevalier guignette Aigrette garzette Cigogne blanche Grande aigrette Spatule blanche Martin-pêcheur d'Europe
		<u>Reptiles</u> : Couleuvre à collier
		<u>Amphibiens</u> : Crapaud calamite Crapaud commun Rainette verte Pélodyte ponctué Grenouille verte Grenouille de Lessona Grenouille rousse Triton alpestre Triton crêté Triton ponctué
		<u>Poissons</u> : Anguille Brochet
		<u>Odonates</u> : Agrion mignon
		<u>Orthoptères</u> : Tétrix des vasières Courtilière commune

Habitat naturel	Flore	Faune
Bas marais dunaires (2190-3).	Baldellie fausse renoncule Choin noirâtre Cirse anglais, Dactylorhiza incarnat Eleocharis à une écaille Germandrée des marais Joncs à fleurs obtuses Laîche à 3 nervures Laîche distante Littorelle des étangs Linaigrette à feuille étroite Mouron délicat Oenanthe de Lachenal Ophioglosse vulgaire Orchis négligée Parnassie des marais Pigamon jaune Pissenlit des marais Scirpe pauciflore Scorsonère humble Trèfle d'eau Troscart des marais Valériane dioïque Véronique en écusson	<u>Mammifères</u> : Sérotine commune Pipistrelle commune
		<u>Oiseaux nicheurs</u> : Bouscarle de cetti Cygne tuberculé Hibou des marais Phragmite des joncs Râle des genêts Sarcelle d'été Sarcelle d'hivers Vanneau huppé
		<u>Oiseaux hivernant et migrateurs</u> : Oie cendrée Cygne tuberculé Avocette élégante Bécassine sourde Courlis courlieu Chevalier arlequin Chevalier aboyeur Chevalier culblanc Chevalier guignette Aigrette garzette Cigogne blanche Grande aigrette Spatule blanche Râle des genets Martin-pêcheur d'Europe Rousserolle verderolle Hiboux des marais
		<u>Reptiles</u> : Couleuvre à collier
		<u>Amphibiens</u> : Crapaud commun Rainette verte Grenouille rousse
		<u>Odonates</u> : Aesche printanière
		<u>Orthoptères</u> : Conocéphale des roseaux Térix des vasières

Habitat naturel	Flore	Faune
Dunes boisées du littoral nord-atlantique (2180).	Iris fétide	<u>Mammifères</u> : Muscardin Ecureuil roux Musaraigne couronnée Musaraigne pygmée Sérotine commune Pipistrelle commune
		<u>Oiseaux nicheurs</u> : Bruant jaune Faucon crécerelle Bondrée apivore Pic noir Pic vert Tourterelle des bois
		<u>Oiseaux hivernant et migrants</u> : Bec croisé des sapins Gros-bec casse noyaux Mésange bleue Mésange charbonnière Pie grièche grise Pic épeiche
		<u>Orthoptères</u> : Méconème fragile Gomphocère tacheté
Les grottes non exploitées par le tourisme (8320)		<u>Mammifères</u> : Murin à moustache Murin de Natterer Oreillard roux

Les objectifs à long terme du plan de gestion pour la période 2011-2020 ont été définis à partir des enjeux identifiés, en ciblant la préservation ou la restauration des habitats naturels. Les mesures de gestion ou d'aménagement, pour atteindre les Objectifs à Long Terme, sont définies en fonction des facteurs pouvant influencer le bon état de conservation des habitats naturels et des espèces. Ces principaux facteurs sont :

- La fermeture du site par une colonisation arbustive, conduisant à une homogénéisation de la végétation au détriment des milieux ouverts (Bas-marais, prairie, pelouse, etc.)
- L'absence de connexion entre les milieux ouverts, ne permettant pas les déplacements des espèces au sein du site.
- La fluctuation importante des niveaux d'eau.
- La fréquentation importante engendrant premièrement une dégradation de certains habitats naturels par un important piétinement, et deuxièmement une pression de dérangement importante de la faune.

The long term objectives of the management plan for 2011-2020 are based on identified issues, with a priority on protection and restoration of natural habitats. To achieve this goal the actions are based on factors influencing the good state of natural habitats and species. The main factors are:

- Scrub development unfavorable to open character landscapes
- Fragmentation of habitats
- Water level fluctuations
- Impact of recreation pressure, trampling and fauna disturbance.

Les principales mesures de gestion définies sont :

- La restauration des milieux ouverts et des connexions (Bas-marais, prairie, pelouse, etc.) par débroussaillage et déboisement.
- Le maintien des milieux ouverts par la mise en place d'un pâturage extensif compatible avec le type d'habitats naturels, et par une fauche avec exportation des produits
- La mise en place d'une gestion des niveaux d'eau
- L'organisation de la fréquentation par l'aménagement de sentiers de découverte.

The main management practices are:

- The restoration of open landscape and connections by scrub cutting and plantation removal.
- The conservation of open landscape by extensive grazing adapted to each habitat, and by mowing with exportation of the produces.
- The water level control.
- The control of public access by discovery paths.

Le parcours de la visite



POLITICS OF THE NORD-PAS DE CALAIS REGION CONCERNING THE ENVIRONMENT

Région Nord - Pas de Calais, Direction de l'Environnement

Depuis 2005, compte tenu de l'effondrement de la biodiversité et de l'urgence climatique, l'engagement de la Région Nord – Pas de Calais en matière d'environnement se focalise sur deux grands enjeux :

- la préservation de la biodiversité par la restauration d'une véritable trame verte et bleue et l'augmentation de la forêt régionale à 30 ans ;
- la lutte contre les dérèglements climatiques.

Ces deux grands enjeux sont inscrits au cœur du Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SRADDT) et se déclinent en une Stratégie régionale pour la biodiversité et une Stratégie régionale pour le climat.

1 - LA STRATÉGIE RÉGIONALE BIODIVERSITÉ (TRAME VERTE ET BLEUE / BIODIVERSITÉ)

Une vision à 2030 ancrée dans l'aménagement du territoire : la stratégie régionale biodiversité / Trame verte et bleue dont les objectifs sont de :

- préserver la totalité des cœurs de nature, véritables réservoirs biologiques, en développant notamment les Réserves Naturelles Régionales (RNR).
- relier les cœurs de nature, restaurer la Trame bleue et favoriser un maillage écologique du territoire régional.
- restaurer et accélérer la recolonisation écologique des milieux modifiés par l'homme pour retrouver les services fournis par la nature.
- favoriser les pratiques et systèmes de production permettant la protection des ressources naturelles et développer la contribution de l'agriculture à la Trame verte et bleue et à la lutte contre le changement climatique.
- gérer durablement la forêt et développer les usages du bois-matériau et du bois-énergie.

L'ambition de la Trame verte et bleue est de reconstituer une infrastructure naturelle à partir des écosystèmes de tous les éléments constitutifs du paysage, qu'ils soient urbains ou ruraux : jardins, cours d'eau, boisements, bosquets, haies, massifs forestiers, prairies, zones humides, berges accotements, avec une gestion écologique adaptée afin de :

- Restaurer et sauvegarder la richesse de la biodiversité régionale, la qualité et le renouvellement des ressources naturelles (eau, air, sols), gages de santé publique et de maîtrise des risques.

- Répondre à une demande croissante d'espaces de nature, sources de bien-être et de loisirs.
- Garantir une activité agricole respectueuse de l'environnement et promouvoir l'émergence de filières économiques locales.
- Lutter contre le dérèglement climatique notamment par l'effet « puits de carbone » et anticiper les changements.
- Contribuer à l'activité résidentielle et économique du Nord – Pas de Calais.

Focus

Les Réserves Naturelles Régionales, une compétence régionale

La Région a adopté en mars 2007 la compétence permettant de classer des sites naturels en Réserves Naturelles Régionales.

Outil de préservation et de gestion des espaces naturels, le dispositif RNR assure à des sites dont le patrimoine écologique est rare ou menacé une véritable protection environnementale et réglementaire, ainsi qu'un suivi scientifique. Ouvertes au public, les RNR contribuent également à l'information et à la sensibilisation des citoyens à la nature et au respect de l'environnement. Avec ses 26 sites classés, pour une superficie cumulée totale de 860 ha, le Nord – Pas de Calais est la région française qui compte le plus de RNR. Plusieurs sites sont aujourd'hui engagés dans la procédure de classement et de nombreux autres sont actuellement en projet.

2 - LA STRATÉGIE RÉGIONALE CLIMAT

Une vision à 2050 ancrée dans l'aménagement du territoire : la stratégie régionale climat dont les objectifs se déclinent de la manière suivante :

- diffuser les techniques Haute qualité environnementale et Haute performance énergétique dans la construction et la réhabilitation, et promouvoir les écoquartiers.
- promouvoir la réduction à la source des déchets et valoriser les matières réutilisables pour diminuer l'emploi de ressources naturelles.
- connaître, prévenir et réduire les effets d'un environnement dégradé sur la santé des habitants du Nord – Pas de Calais .
- amener les entreprises à intégrer les écotechnologies, à concevoir les écoproduits et développer les écostructures.
- développer l'usage et les filières afin de contribuer à l'objectif de 23 % d'énergies renouvelables et construire la transition énergétique d'ici à 2050.

L'action contre le dérèglement climatique vise à réduire à la source les consommations d'énergie, de matières et d'eau, promouvoir l'utilisation des énergies et matières premières renouvelables dans une production et une consommation responsables.

Il est vital d'éviter une élévation de température supérieure à 2°C en réduisant et en captant de manière significative les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines par :

- l'amélioration de la qualité environnementale et thermique dans la construction et la réhabilitation des bâtiments.
- la limitation de l'étalement urbain, l'optimisation de la mobilité et des transports en concevant les bâtiments, les quartiers et les villes de demain.
- le développement des filières régionales d'énergies renouvelables, d'écomatériaux et de valorisations matières.
- la conception et la promotion des écotechnologies et des écoproduits.
- l'anticipation des adaptations nécessaires aux conséquences du dérèglement climatique.

Focus

Le Plan forêt régional, un grand projet pour le Nord – Pas de Calais, un plan transversal aux enjeux climat et biodiversité

Le Nord – Pas de Calais, avec 90 000 hectares de forêt soit 7 % de sa surface, présente le taux de boisement le plus faible de France.

Doubler cette surface d'ici à 2040, c'est l'objectif voté à l'unanimité par le Conseil régional en mai 2009 qui transformera fondamentalement l'image et l'attractivité du Nord – Pas de Calais .

Le Plan forêt régional est un défi aux enjeux croisés et multiple : environnemental, économique et sociétal.

Environnemental car il est le plan phare du Schéma régional de la Trame verte et bleue pour la restauration de la biodiversité régionale. Il contribuera aux continuités écologiques forestières avec le souci constant d'une gestion durable. Il contribuera à préserver la ressource en eau. Il intégrera les nécessaires adaptations climatiques , tout en constituant un nouveau et important « puits de carbone » régional.

Économique car il sera à l'origine de la création d'un nombre important d'emplois locaux directs en sylviculture, en première et seconde transformation du bois ; il alimentera les filières bois-énergie et bois-construction en pleine expansion ; il contribuera à l'attractivité de notre région pour l'implantation de nouvelles entreprises.

Sociétal car c'est un projet qui améliorera le cadre de vie et l'offre de nature de proximité pour les 4 millions d'habitants du Nord – Pas de Calais contribuant à leur mieux-être.

Le Plan forêt régional se veut transversal dans son élaboration, sa mise en œuvre et son suivi, en associant tous les partenaires publics et privés concernés : collectivités territoriales et locales, acteurs agricoles, Établissement Public Foncier, propriétaires fonciers, entreprises, etc.

Il se veut également fédérateur en mobilisant et en impliquant tous les habitants de la région.

NATURA 2000 AND THE DUNES OF MERLIMONT-BERCK

Laure Desfrenne

Chargée de mission NATURA2000 - DREAL Nord-Pas de Calais

Le massif dunaire de Merlimont-Berck fait partie du réseau Natura 2000 au titre de la directive « Habitats, faune, flore » de 1992 (site d'intérêt communautaire FR3100481 « Dunes et marais arrière-littoraux de la plaine maritime picarde ») et de la directive « Oiseaux » de 1979 (zone de protection spéciale FR3112004 « Dunes de Merlimont »).

Pour mettre en œuvre ces directives, la France a choisi de doter chaque site d'un document d'objectifs (DOCOB). Ceux-ci sont élaborés en concertation avec les acteurs locaux, réunis au sein d'un comité de pilotage. La mairie de Merlimont assure la maîtrise d'ouvrage des DOCOB, et en a confié l'élaboration à l'Office National des Forêts.

Les DOCOB sont actuellement en cours de finalisation. Ils comprennent :

– UN ETAT DES LIEUX ECOLOGIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE

Pour la ZSC, une cartographie fine des habitats naturels (1/2500ème) a été réalisée ; pour les dunes de Merlimont-Berck ce sont plus de 1000 polygones de végétation qui ont été cartographiés. 6 habitats d'intérêt communautaire élémentaires sont recensés. 3 espèces de faune d'intérêt communautaire sont connues sur le site (*Leucorhina pectoralis*, *Vertigo moulinsiana*, *Triturus cristatus*) et 1 potentielle (*Vertigo angustior*), ainsi qu'une espèce de flore (*Liparis loeselii*).

Pour la ZPS, 43 espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire ont été identifiés sur le site, dont une majorité en migration.

– LES GRAND OBJECTIFS DE GESTION

Ceux-ci visent à la préservation voire la restauration des habitats naturels et des habitats d'espèces. Une priorisation est établie afin de cibler les efforts.

– LES PROPOSITIONS DE MESURES DE GESTION APPROPRIÉES

La mise en œuvre des objectifs passe essentiellement par les contrats et par la charte Natura 2000. Les contrats permettent de mettre en œuvre des actions concrètes de gestion conformément aux cahiers des charges inscrits dans le DOCOB. Ils relèvent d'une démarche volontaire du propriétaire et sont rémunérés à 100% par l'Etat et l'UE sur 5 ans.

À travers la charte Natura 2000 les propriétaires et usagers peuvent marquer leur adhésion aux objectifs du site en s'engageant sur des pratiques de gestion respectueuses des habitats et des espèces.

LA GESTION D'UNE PLAGE URBAINE: LE CAS DE MERLIMONT-PLAGE OU COMMENT SE DÉVELOPPER EN VALORISANT L'ENVIRONNEMENT NATUREL

BREF RESUME DE L'HISTOIRE DE MERLIMONT-PLAGE, UNE STATION DANS LES DUNES

A SHORT HISTORY OF MERLIMONT-PLAGE, A SEA-RESORT WITHIN THE DUNES

Yvonne Battiau-Queney, EUCC-France et Université Lille1

Abstract:

Merlimont-Plage was born at the beginning of the 20th century on a sand dune overlooking a wide sandy beach. In 1850, the villages of Cucq, Merlimont and Berck were located at several kilometers from the sea in a narrow strip of land between dunes and a low wetland. With the success of balneo-therapy in the 19th century new villages were created along the coast: Berck-Plage in 1869 with the construction of a huge hospital, Le Touquet-Paris-Plage created in 1882 for some rich French and British customers, Merlimont-Plage in 1902 with a first hotel.

The construction of a railway and the possibility to reach the new stations by train in 1909 were a great advantage. The First World War stopped suddenly this remarkable development (the area was very close to the frontline). After the war Le Touquet-Paris-Plage experienced a true golden age in the 'roaring twenties', Berck-Plage developed its medical specialization. The development of Merlimont was slower and relatively modest.

The Second World War was catastrophic for the whole region and left a devastated country which could not plainly benefit from the reconstruction and post-war economic rise. The Côte d'Opale suffered from the competition of southern new tourist areas (especially the French south west Mediterranean coast which received a lot of money from the government).

The scenic beauty of this coast was rediscovered recently and sports such as surfing and windsurfing are giving it a new attraction. From the eighties and nineties the tourist development of Merlimont has been important. The fact that the resort is located on or close to the dunes certainly give some constraints but also some advantages which can be developed with success. Some of these points will be presented during the field-workshop.

Merlimont-plage est né au début du 20ème siècle (Dewailly, 1985) à l'emplacement d'une avant-dune dominant la plage de quelques mètres, là où la côte formait un léger saillant entre deux anses. En 1850, la carte d'Etat-major (Battiau-Queney, ce volume) montre que tout ce secteur de la Côte d'Opale est vide. Les villages de Cucq, Merlimont, Berck, sont en arrière des dunes, proches des marais. Le phénomène classique de doublet va se produire avec naissance d'un deuxième village le long de la côte, quand celle-ci va connaître le succès du "bon air". C'est d'abord Berck-plage qui est créé: en 1869, l'impératrice Eugénie et le prince impérial inaugurent le Grand Hôpital Maritime de Berck destiné à des cures héliomarines pour les jeunes rachitiques ou "scrofuleux", comme on disait à l'époque. C'est le début de la vocation médicale et paramédicale de Berck, qui perdure jusqu'à nos jours. On construit aussi 5 casinos, car il fallait bien distraire les curistes. Pour le Touquet-Paris-Plage sa vocation balnéaire s'affirme dès le début (premier lotissement en 1882) pour une clientèle aisée et mondaine, sous l'influence du Britannique John Whitley. La naissance de Stella-plage (Cucq) et de Merlimont-plage est plus tardive avec la construction du premier hôtel à Merlimont en 1902.

Mais l'histoire est assez semblable au début. Elle commence avec la vente par l'Etat des biens nationaux ou communaux: ancien domaine des moines de l'abbaye de Saint-Josse pour Le Touquet-Cucq, "lais de mer" pour Cucq et Merlimont. Comme la vente se faisait par grands blocs de plusieurs centaines d'hectares, les lots furent achetés par quelques riches acquéreurs qui choisirent souvent de les boiser avant de les utiliser pour le tourisme à la fin du 19ème siècle. Le comte de La Haye, maire de Merlimont, achète 806 ha de sables et de prés qui, à sa mort, sont partagés en 5 lots. Celui du futur Merlimont-plage est acquis en 1901 par un Italien, César Trezza de Musella, pour y créer une station balnéaire où il était interdit de construire hôpitaux ou maisons de cure: le slogan était "un air aussi pur et bénéfique qu'à Berck sans les hôpitaux". Très vite, le premier hôtel de 1902 fut suivi d'autres constructions, d'autant que l'ouverture de la gare en 1909 (reliée à Berck puis au Touquet, avec correspondance depuis Paris) donnait accès à une nouvelle clientèle utilisant ces "trains de plaisir".

La lumière des plages et de la Manche attirait les peintres. En 1911, Edouard Lévêque lance l'expression "Côte d'Opale" avec un succès qui s'affirmera dans les années 1925-1930.

La 1ère guerre mondiale interrompit brutalement ce bel élan. La région était toute proche de la ligne de front et les hôtels étaient réquisitionnés pour accueillir les blessés.

Le Touquet-Paris-Plage se releva assez rapidement après la guerre et connut un véritable âge d'or dans ces "années folles" où la voiture était désormais le mode de transport privilégié par des clients fortunés qui trouvaient là des équipements hôteliers et sportifs de haut niveau (piscine, golfs, tennis, équitation...). Berck retrouva et développa ses activités médicales. Le développement de Merlimont fut plus difficile et plus modeste, attirant la clientèle familiale des grandes familles du Nord. Le syndicat d'initiative fut créé en 1926.

La deuxième guerre mondiale a laissé un pays meurtri, dévasté, saigné à blanc qui a souffert triplement:

1. par les effets désastreux directs ou indirects de la guerre : occupation allemande et construction du "Mur de l'Atlantique", dommages environnementaux aux dunes et plages, bombardements massifs et répétés des Alliés en 1943 et 1944, interdiction totale d'accès aux plages jusqu'en 1947 pour cause de déminage...;

2. par l'indifférence de l'État pour ce littoral "balnéaire", ne jouissant évidemment pas des priorités qui se reportaient sur la reconstruction des ports et surtout le développement du bassin houiller et des industries clés du Nord (sidérurgie et textile);
3. par le désintérêt général pour cette Côte d'Opale, principale victime de la "course au soleil". A l'air vif de vastes plages ventées, les nouveaux touristes préféraient le bronzage sur une plage bondée... Dans les années 1960-1970, l'État privilégiait le développement touristique du Languedoc-Roussillon ou de l'Aquitaine, concurrencé par celui de l'Espagne, au détriment d'un littoral nordiste quelque peu délaissé, méprisé et certainement méconnu. Ce n'est que très récemment que l'on a redécouvert les vertus et la beauté de cette nature littorale propice aux promenades et surtout aux nouveaux sports de glisse en pleine expansion.

Sur la Côte d'Opale, il a fallu se débrouiller tout seul ou presque, sans attendre l'aide de l'État.

La nouvelle politique d'aménagement à partir de 1968 et la décentralisation régionale favorisèrent quelque peu l'activité balnéaire. Ce fut un peu plus rapide au Touquet qui pouvait s'appuyer sur son équipement sportif et une clientèle régionale, parisienne ou étrangère restée fidèle et qui devint une ville de congrès ouverte aux quatre saisons. Ce fut plus lent et beaucoup plus modeste à Merlimont. Néanmoins la population a plus que doublé depuis les années 1970 (3 100 habitants permanents en 2011 et 15 000 en été). Il y a aujourd'hui trois fois plus de résidences secondaires que de principales. Il faut dire que la construction du tunnel sous la Manche (inauguré en 1994) et celle de l'autoroute A16 (1993-1998) desservant tout le littoral de Dunkerque à Abbeville, ont sérieusement rapproché de la Côte d'Opale les grandes agglomérations de l'Europe du Nord-ouest.

Merlimont-Plage est comme Stella-Plage et le Touquet une station balnéaire construite dans les dunes. Cela crée des contraintes (menaces d'ensablement, quasi absence de terrains constructibles proches de la mer), mais cela lui donne aussi des atouts que l'on cherche aujourd'hui à valoriser. Ces différents aspects seront présentés lors de l'atelier de terrain.

THE ECOPLAGE® DEWATERING SYSTEM ON THE BEACH OF MERLIMONT

Arnaud Ballay 

Abstract:

Located on the « Côte d'Opale », northern France, Merlimont has suffered for many years of long term beach erosion. The dune ridges retreat approx. 1m/year while the beach level in front of the wall gets lower year after year. In the eighties, in order to fight the erosion, 6 rock groynes have been built on the beach, blocking the littoral drift.

After more than 30 years, the groynes have become useless and dangerous for the beach users. Subsequently the CCMT (Communauté de Communes Mer et Terres d'Opale) has looked for a sustainable solution: the Ecoplage® beach dewatering system appeared as the most suitable solution for the Merlimont beach versus regular sand nourishment.

This system will be installed in front of the wall and the dunes. It consists of 2 sets of 6 drains deployed 450m north and south from a pump station. This station, located in the central descent near the rescue station will be equipped with 3 submersible pumps, each designed for a maximum flow rate of 330m³/h.

The manholes of the pump station and the discharge outlet down the beach are the only visible parts of the installation. The filtered seawater will be discharged into the outlet located about 260m from the pump station down the beach through a pipe of 400mm in diameter HDPE.

As the same time 5 of the 6 groynes have been dismantled in order to restore the natural aspect of the beach. Unfortunately the 6th groyne hosts a rain discharge pipe and cannot be removed. Finally wooden fences will be installed all along the dune ridges in order to trap the sand dried out by the Ecoplage® system.

Le littoral du Nord-Pas-de-Calais est à 85% touché par l'érosion (Colas, 2004) Ce phénomène est un réel danger pour les nombreux riverains du bord de mer. C'est dans ce contexte, que la Communauté de Communes de Mer et de Terre d'Opale (CCMTO) a fait appel à ECOPLAGE pour lutter contre l'érosion et l'abaissement de la plage de Merlimont.

Située sur la côte Nord-Ouest du département du Pas-de-Calais, la commune de Merlimont possède 3,5km de côtes, orientées Nord/Sud. La plage étudiée se trouve au niveau de l'agglomération de Merlimont-Plage. De larges cordons dunaires, peu végétalisés, dont l'altitude varie entre 10 et 30m (NGF – IGN 69) encadrent une zone urbanisée.

À Merlimont, la houle et les vents ont globalement la même direction, ce qui accentue leurs effets. En effet, ils sont orientés WSW. Cette direction du vent permet de ramener le sable asséché de l'estran vers le haut de plage et la dune. A long terme, le recul dunaire est relativement faible (0,5m/an), mais ponctuellement il connaît des phases d'aggravation, surtout aux extrémités Nord et Sud du perré. Avec le recul du trait de côte, le risque de submersion par contournement du perré est à envisager.

Les infrastructures étant construites sur la dune, au niveau de l'agglomération, les échanges naturels entre la dune et l'estran ne peuvent avoir lieu. L'érosion se traduit alors par un abaissement du niveau de la plage. Par conséquent, la houle est moins amortie et la nappe phréatique affleure. Le toit de la nappe a été estimé à 2,3m (IGN69) soit bien au-dessus du niveau moyen de la mer qui est de 0,52m (IGN69). Ces deux phénomènes accentuent à nouveau l'érosion. Dans les conditions de vives eaux, la mer atteint le pied du perré. L'action des houles est alors décuplée par réflexion sur l'ouvrage et l'érosion en haute plage, au pied du perré, est accentuée. En outre sous la moitié sud de la plage, sous 50cm à 1m de profondeur, on trouve une couche de tourbe qui retient encore plus la nappe en surface et augmente son caractère érosif.

Pour se défendre contre les assauts de la mer, la commune de Merlimont a mis en place en 1982, en plus du perré maçonné, 6 épis transversaux dont la longueur varie de 80 à 130m. Malheureusement, les épis sont actuellement plus une source de danger que de protection. En effet, au fil des années, les épis se sont dégradés et des bâches se forment en bout d'épis.

Les levés topographiques détaillent la présence de bâches et de barres sableuses sur la plage de Merlimont. Sur la zone considérée, 2 grandes barres sont présentes (Figure 1). La bâche la plus haute sur l'estran, généralement entre 100 et 150m du perré, est bien parallèle au trait de côte tandis que la seconde, à environ 300 – 350m du perré, est plus oblique de direction NNE-SSW. Des chenaux d'évacuation et l'obliquité de la barre permettent à l'eau de rentrer dans les bâches à marée montante et de s'évacuer vers la mer à marée descendante.

D'octobre 2011 à octobre 2012, un abaissement de la plage est nettement visible à certains endroits. En effet, entre 2011 et 2012, 6 000m³ ont été perdus. De 2007 à 2011, ce sont 19 000m³ qui ont été perdus dans la zone d'étude, soit une moyenne d'un peu moins de 5 000m³/an. Cette valeur -plutôt faible- n'est pas fixe : elle varie en fonction des conditions météorologiques et océanographiques. Cela s'explique en partie par le fait que les hivers 2011/2012/2013 ont été relativement cléments sur la côte d'Opale. Par contre le dernier hiver 2013/2014 a donné lieu à des conditions beaucoup plus sévères : des pertes de sable importantes ont été observées sur les profils réalisés en janvier 2014, de 40cm sur la moyenne plage, à 1m sur la haute plage en pied de perré, voire plus dans les dunes nord et sud.

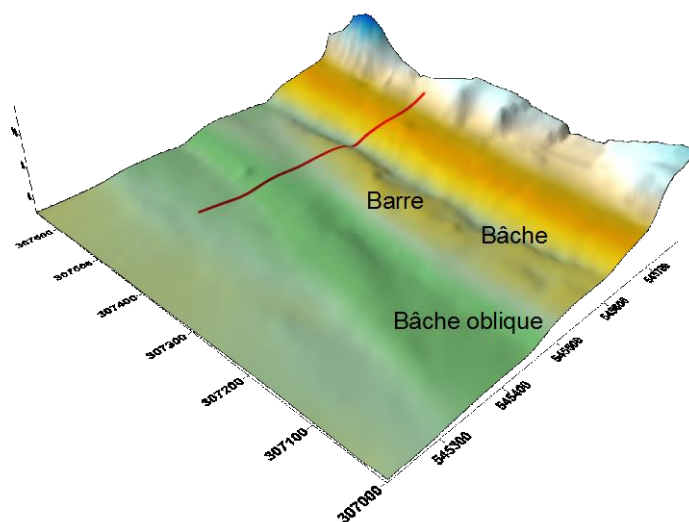


Figure 1 : Morphologie de la plage de Merlimont en octobre 2011

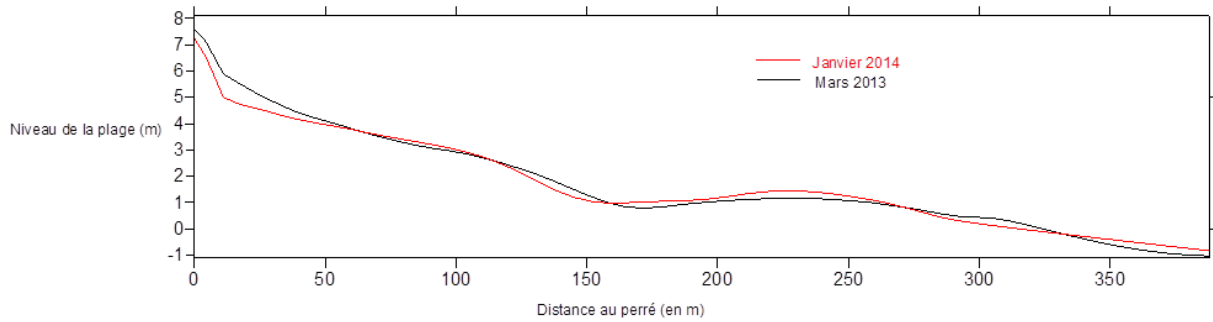


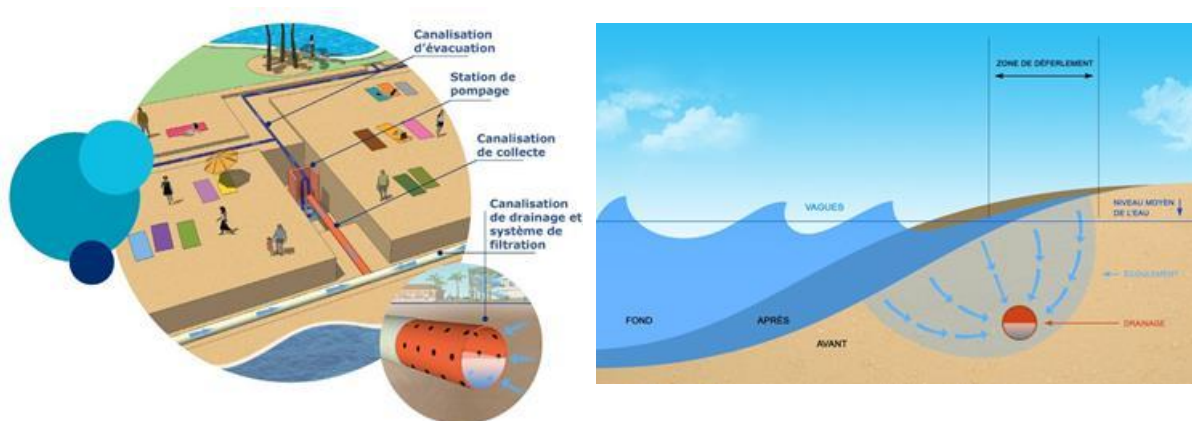
Figure 2 : Profil de la plage après les tempêtes de l'hiver 2013/2014

DEVELOPPEMENT DU PROJET

Soucieuse de l'évolution et de la gestion du trait de côte, la Communauté de Communes Mer et Terre d'Opale (CCMTO) a choisi d'étudier différentes solutions pour lutter contre l'érosion marine. En janvier 2007, une étude a proposé plusieurs méthodes de gestions adaptées à la plage de la commune. Une solution a été mise en valeur : ramener du sable sur la plage et démanteler deux des épis.

Afin de ramener du sable sur la plage, la communauté de commune a envisagé le système de drainage ou un rechargement. Après une étude de faisabilité réalisée par ECOPLAGE et une comparaison des méthodes et des coûts, la Communauté de Commune s'est orientée vers un drainage de la plage de Merlimont, méthode plus pérenne dans le temps.

UN FONCTIONNEMENT SIMPLE ET NATUREL



Le système se compose d'un ensemble de drains installés dans la plage parallèlement au trait de côte. L'eau drainée est acheminée par gravité vers une station de pompage puis évacuée pour être réutilisée ou, à défaut, rejetée en mer.

Le système crée par son action une zone asséchée qui favorise l'infiltration des vagues et donc le dépôt des sédiments en suspension. Dans le même temps, son action permet d'absorber une partie de l'énergie des vagues et donc d'atténuer les effets érosifs du reflux.

Le procédé Ecoplage[®] permet ainsi d'atténuer considérablement le retrait du trait de côte, voire de le stopper, et favorise l'engraissement naturel de la plage. Il rétablit et améliore les échanges entre la plage et la dune : la zone asséchée facilite le transport éolien du sable, qui piégé par des ganivelles et/ou des oyats permettent la reconstruction du cordon dunaire. Le couple plage-dune reste dynamique : la plage asséchée alimente le cordon dunaire en période de beau temps et les dunes amortissent les houles de tempête. Les phases de récupération sont alors plus rapides grâce au système.

LE SYSTEME MERLIMONTOIS

Un système de 900m de long est donc construit au droit du perré, concilié au démantèlement des épis 1, 3, 4, 5 et 6 et conjointement à la pose de ganivelles dans les dunes Nord et Sud.

Le système de drainage d'une longueur totale de 900m, s'étendra d'une centaine de mètres de part et d'autre du perré afin de protéger également les massifs dunaires Nord et Sud. Situés parallèlement au perré, les drains seront implantés à 65m de l'ouvrage de défense vers la mer. Afin d'améliorer le drainage, des sillons drainants ont été tranchés dans la couche de tourbe et remplis de sable drainant. Pour éviter le colmatage, les drains en PEHD (PolyEthylène Haute Densité) sont entourés d'un géotextile et enrobés d'un massif de sable filtrant dont le diamètre a été défini en fonction des caractéristiques de la plage. Au centre du système, les drains sont reliés à une canalisation collectrice de 65m de long qui est chargée d'amener l'eau recueillie par les drains à la station de pompage. Les pompes permettent de remonter l'eau. Sans ça, elle ne pourrait s'écouler jusque la mer à travers la canalisation de refoulement par simple gravité. L'exutoire est prévu au niveau de la marée moyenne et sera indiqué par une bouée de signalisation. Après l'été, des ganivelles seront posées dans les dunes nord et sud pour réensabler les enrochements.

Le suivi de la plage de Merlimont est effectué depuis 2011 par ECOPLAGE et sera poursuivi par la CCMTO après l'installation du procédé, permettant ainsi de connaître les évolutions de l'estran avant et après.



Mise en place du système de drainage sud



BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE SUR MERLIMONT ET LES DUNES ET PLAGES DE LA CÔTE D'OPALE

- Anthony E., 2000. Marine sand supply and Holocene coastal sedimentation in northern France between the Somme estuary and Belgium. In Pye K, Allen J.R.L.,(eds), *Coastal and Estuarine Environments*; Geol. Soc. London Spec. Publ., 175, p. 87-97.
- Battiau-Queney Y., Fauchois J., Lanoy-Ratel P., Seguin A., 1995. Un patrimoine paysager à protéger: les dunes littorales de Merlimont et de Berck (Pas-de-Calais). *Hommes et terres du Nord*, 1-2, p. 21-30.
- Battiau-Queney Y., Dubois J.J., Duhamel F., Bayen P., Dermaux B. Fehlman A.,1997. Chantiers pilotes des dunes de Merlimont (Pas-de-Calais) in Favennec J. et Barrère P. (coord.) « *Biodiversité et protection dunaire* », Bordeaux avril 1996, Techniques et Documentation - Lavoisier, Paris, p.87-114.
- Battiau-Queney Y. , Billet J-F., Chaverot S., Lanoy-Ratel P., 2003. Recent shoreline mobility and geomorphologic evolution of macrotidal sandy beaches in the north of France. *Marine Geology*, 194, p. 31-45.
- Battiau-Queney Y., 2004. Haut de plage et front dunaire: enregistrement morphologique de la dynamique éolienne et marine dans un milieu macrotidal. *Géographies ; Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 3, pp. 393-404,
- Battiau-Queney Y., 2007. La réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale : une exceptionnelle diversité de formes dunaires. *Rendez-vous techniques (ONF)*, 17, p. 35-39.
- Battiau-Queney Y., 2010. Les avant-dunes de la Côte d'Opale, in « *Roland Paskoff et les littoraux : regards de chercheurs* », (Dir. V. Duvat, Y. Battiau-Queney, C. Clus-Auby, M-C. Prat), L'Harmattan, p. 213-229.
- Battiau-Queney Y., 2014. Les plages de la Côte d'Opale. Maîtriser la nature ou agir avec elle? *Dynamiques environnementales*, LGPA Editions, Université Bordeaux 3, vol. 30, p. 89-104.
- Battiau-Queney Y., Favennec J., Dermaux B., Veillé F., 2010. Les dunes de Merlimont (Pas-de-Calais) : site d'excellence pour la connaissance et la gestion des milieux dunaires européens (en collaboration avec), in Battiau-Queney Y. et Clus-Auby C. (coord.). *Les ateliers de l'EUCC-France : de la connaissance des systèmes littoraux à la gestion intégrée des zones côtière*. Publ. UOF, p.55-67.
- Battiau-Queney Y., Dermaux B., Favennec J., Veillé F., 2014. Merlimont-plage (north of France): an exemplary management of coastal dunes in a temperate environment, in "Coastal zone management plans" (F. Pinto, ed.), sous presse.
- Briquet A., 1930. *Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique*, Paris, Colin, 439 p.
- Corbau C., Tessier B., Chamley H., 1999. Seasonal evolution of shoreface and beach system morphology in a macrotidal environment, Dunkerque area, Northern France. *Journal of Coastal Research*, 15, p. 97-110.

- Dermaux B., 2007. Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale, choix de gestion hier et aujourd'hui. *Rendez-vous techniques (ONF)*, 17, p. 39-43.
- Dermaux B. et Veillé F., 2007. La gestion conservatoire des habitats dans la RBD de la Côte d'Opale. *Rendez-vous techniques (ONF)*, 17, p. 44-49.
- Dewailly J-M., 1985. Tourisme et loisirs dans le Nord-Pas de Calais, Thèse d'Etat, Lille 1., 1161 p.
- Fauchois J., 1998. *L'intérêt de la cartographie à grande échelle dans l'étude géomorphologique des littoraux dunaires du Nord-Pas de Calais*. Thèse doctorat, Université Lille 1-USTL : 266 p. + cartes ht.
- Favennec J. and Barrère P. (ed.), 1997. *Biodiversité et protection dunaire*. ONF, Lavoisier TEC & DOC, Paris, 311 p.,
- Favennec J. (dir.), 2002. *Connaissance et gestion durable des dunes de la Côte atlantique*. Coll. « Dossiers forestiers de l'ONF », 11, ONF, Paris, 394 p.,.
- Favennec J., 2007. Les dunes de Merlimont-Côte d'Opale, site d'excellence pour la connaissance et la gestion des milieux dunaires européens. *Rendez-vous techniques (ONF)*, 17, p. 31-34.
- Lanoy-Ratel P., 1998. *Bunker archéologie, photo-interprétation et photo-comparaison appliquées à l'étude du littoral Nord-Pas-de-Calais*. Espace Naturel Régional / OELM, Wimereux, rapport interne, 113 p.
- Lanoy-Ratel P., 2004. La bunker archéologie: principes et études de cas sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais. *Bull. Association de Géographes Français*, 81, p.405-417.
- Leclercq I., 2005. *La Côte d'Opale d'Antan*. Col. Olivier Bouze, HC éditions, Paris, 128 p.
- Munaut A-V. et Gilot E., 1977. Recherches palynologiques et datations C¹⁴ dans les régions côtières du Nord de la France. 1: phases transgressives et stabilisations dunaires flamandaises dans l'estuaire de la Canche (Pas-de-Calais). *Bull. Ass. Française pour l'Etude du Quaternaire*, 3, p. 17-25.
- Tessier B., Corbau C., Chamley H., Auffret J-P, 1999. Internal structure of shoreface banks revealed by high resolution seismic reflection in a macrotidal environment. *J. Coast. Res.* 15, p. 593-606.
- Tuffreau A., J. , Colbeaux J.P. 1981 Tectonique quaternaire dans le Nord de la France : l'apport du gisement paléolithique de Biache-Saint-Vaast. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, Vol. 18,3-4, p. 183-192.
- Van Vliet Lanoe B., Lacquement F., Voisin L. Mansy J.L. Melliez F., 2006. La Meuse, un enregistreur de l'évolution tectonique récente du front varisque. The Meuse river, recording recent tectonic evolution of the Variscan front. *Géologie de la France*, n° 1-2, , pp. 103-108, 2 fig.
- Vinchon C, avec la collaboration de Gourry J.C , Farjanel G, Hervieux D., Van Vliet Lanoe, Baeteman C., 2000, Evolution Géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire. Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire *Rap BRGM/RP-500039* Fr 23 fig. 3 tabl, 2 ann.