

Le littoral des Bas-Champs soumis aux risques perpétuels d'inondation

JULIA BASTIDE¹, EDWARD ANTHONY¹ &
FRANCK DOLIQUE²

¹ *GéoDal, EA 35 99, Université du Littoral Côte d'Opale, F-59 140 Dunkerque, France*
bastidestide@aol.com, juliabastide@baiedesomme.org

² *Université de Reims, Champagne, Ardenne, F-51 100 Reims, France*

Résumé Le littoral des Bas-Champs de Cayeux, en Picardie, France, dispose d'un patrimoine géomorphologique particulièrement riche et, offre de ce fait une remarquable diversité de paysages naturels et artificiels. A l'interface "terre-mer", la frange littorale du cordon de galets de Cayeux est en perpétuelle évolution, soulignant l'interactivité des différents agents de la dynamique d'accumulation côtière. De Dieppe à Ault, le littoral est principalement constitué par les falaises crayeuses hautes de 60–80 m. L'estran large de 200–400 m est formé dans sa partie la plus haute par un cordon de galets large de 5–15 m devant le débouché des vallées. Le cordon littoral des Bas-Champs, composé de galets, graviers et sables se développe, depuis environ 2500 ans BP, sur 16 km entre Ault et le Hourdel. Il est constitué par des flèches élémentaires, les pouliers, qui en s'ajoutant les unes aux autres, ont assuré la progression du cordon jusqu'au Hourdel. La flèche de galets, associée à un important estran sableux plat, a pu connaître des rythmes d'accumulation perturbés par des actions naturelles (pénurie de galets) mais aussi par des actions humaines (ouvrages portuaires et extractions). L'alimentation (naturelle) en galets du cordon littoral s'est considérablement amenuisée, elle n'est plus que de 2000 à 3 000 m³ an⁻¹ au lieu de 20 000 à 30 000 m³ an⁻¹. Il en résulte un processus important d'érosion du cordon qui se propage peu à peu vers la Baie de Somme et atteint désormais la limite Sud de Cayeux (site touristique). Naturellement, le cordon était très fragile et des ruptures se produisaient antérieurement aux actions humaines. Sa sous-alimentation a encore fragilisé le cordon rendant les ruptures et les inondations qui s'ensuivent de plus en plus importantes (exemple de 1990 plus de 3000 ha sous l'eau). Les brèches se produisent principalement dans des secteurs fragilisés et avant 1980 elles s'ouvraient au voisinage de Ault, à l'enracinement du cordon. Lors de la tempête de 1990 le cordon a été quasiment détruit sur 800 m au nord des derniers épis, là où l'érosion a été la plus forte. Au fur et à mesure de la mise en place de la protection par des épis jusqu'à l'Amer Sud la zone de formation des brèches, les plus importantes, s'est décalée vers le Nord. Cela montre que la mise en place d'épis accroît l'aptitude du cordon à résister aux attaques de la mer où ils sont implantés mais également que le cordon s'affaiblit au Nord immédiat de la zone protégée. Les apports, pour compenser le stockage des galets dans les casiers, restent insuffisants et la sécurité de Cayeux dépend des rechargements effectués ponctuellement sur le site en érosion. Selon certains élus locaux "tant que cet ouvrage (épis) restera inachevé devant la digue de Cayeux-sur-Mer, les 3000 habitants de la commune resteront sous la menace permanente d'un risque de submersion". Le problème actuel est de définir jusqu'où les ouvrages de protection devront être réalisés afin de garantir la sécurité du secteur et quel type d'ouvrage favoriserait le transit des galets. Une question reste à poser: faut-il protéger ou laisser faire la nature?

Mots clefs cordon de galets; flèche de galets; dynamique sédimentaire; hydrodynamisme

The coast of Bas-Champs subjected to perpetual risks of flood

Abstract The French coast at Bas-Champs de Cayeux, in Picardie, has a very rich geomorphological history and offers a remarkable diversity of landscape, both natural and man-made. The sea–land interface at the pebbles coastal dunes of Cayeux is in a continuous evolution, highlighting the different factors of coastal dynamics. From Dieppe to Ault, the coast is mainly formed by cliffs 60–80 m high. Natural pebble accretion of the coastal dunes is considerably reduced today, not more than 2000 to 3000 m³ year⁻¹, instead of 20 000–30 000 m³ year⁻¹. This is causing an important process of erosion of the dunes that is spreading little by little in the direction of Somme Bay. Today it has already reached the south of Cayeux. Naturally the dunes are very fragile and ruptures have already happened, even before the intervention of man. Man’s activities reduced accretion, exacerbating the problem and causing more frequent and bigger flooding problems (e.g. in 1990 more than 3000 ha were under water). The breaches happened mainly in the most sensitive areas that were weakened before 1980. During the storm of 1990 the dunes have been almost destroyed over an area of 800 m. The refilling was not enough to compensate the natural stock of pebbles, and security at Cayeux depends now on the refills done on the most problematic erosion spots. According to local people “as long as these coastal works of Cayeux-sur-Mer are not fully achieved, the 3000 inhabitants of the municipality will be in permanent sea flooding danger”. Today, challenges are the definition of the size of the protection works so that security can be achieved in the region, and what type of coastal works is most appropriate to allow the transit of pebbles. But one question will remain open: should we protect or let nature follow its path?

Key words dunes; hydrodynamics; pebbles; sedimentary dynamics

DONNEES GENERALES

Entre Ault et l’Amer Sud de Cayeux, soit une distance de plus de 7 km, le cordon sépare la mer de terrains situés plus bas que cette dernière en pleine mer de marée de vives eaux.

Avant les premiers travaux de protection réalisés en 1965, la partie Sud du cordon qui n’est plus alimenté naturellement s’érodait. Le recul a été estimé de 0.3 à 0.5 m/an entre 1884 et 1985 (Sogreah, 1995). Il diminue de Ault vers le Nord jusqu’à un point neutre. Ce point médian a migré vers le Nord avec le développement de l’érosion. Localisé à 5 km au nord d’Ault au début du siècle, il est aujourd’hui à proximité de l’Amer sud de Cayeux, soit à plus de 7 km d’Ault (Bastide, 2004).

Au Nord de Cayeux, le cordon se développe grâce aux apports de galets provenant de la partie Sud du cordon. De 1500 à 1900, le cordon a avancé de 6 km entre Brighton et Hourdel. Au début du siècle, une nouvelle flèche de galets s’est formée devant Cayeux et s’est développée pour former l’extrémité du cordon actuel Ault- la Mollière.

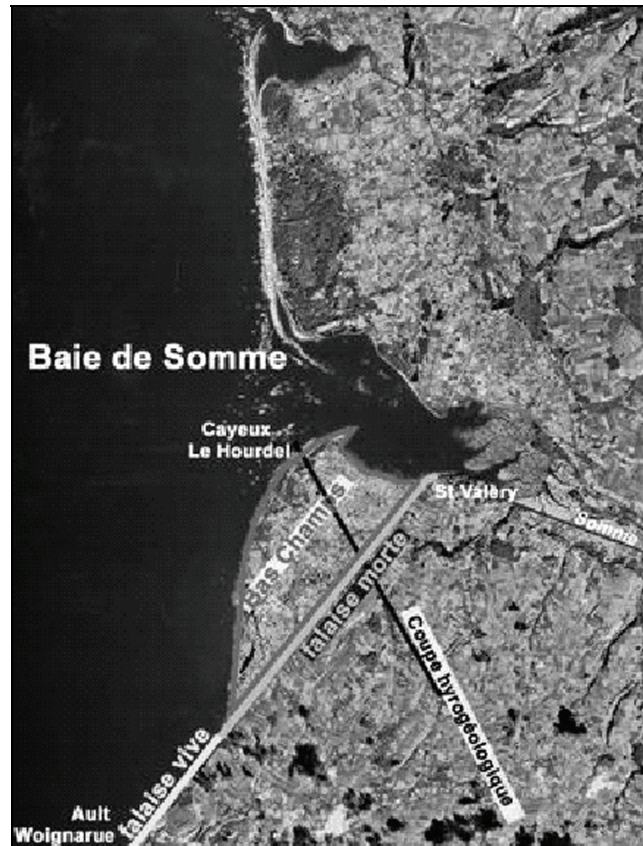


Fig.1 Situation géographique des Bas-Champs

LE CADRE GEOLOGIQUE

Les Bas-Champs de Cayeux (département de la Somme en Picardie, France) constituent la partie la plus méridionale de la Plaine Maritime picarde, vaste remblaiement du Quaternaire, localisé entre les falaises calcaires jurassiques du Boulonnais au nord et les falaises crayeuses crétacées du Pays de Caux au Sud. Ces Bas-Champs forment schématiquement un triangle de 4300 ha environ, délimité par la Manche à l'Ouest, l'embouchure de la Somme au Nord-est et une falaise morte au Sud-est qui est la continuité des falaises vives du Pays de Caux. Au sommet de chaque triangle se localise une ville : Ault-Onival, Le Hourdel et Saint-Valery-sur-Somme.

Un cordon de galets long de 16 km, large de 100 à 700 m et d'une altitude de plus de 8 m NGF, sépare la Manche de la plaine, formant ainsi une véritable barrière littorale de protection contre les assauts de la mer.

Le développement de ce cordon de galets aurait atteint son paroxysme au début du Sub-Atlantique. Le cordon de galets a pu progressivement se détacher de la falaise, au sud d'Ault-Onival et migrer vers le NE, sous l'impulsion des houles dominantes, par accumulation de flèches successives terminées par des crochets de diffraction.

Cette accumulation a été progressivement ralentie par l'épi hydraulique que constitue l'estuaire de la Somme. Cette flèche de galets forme le "poulier" de la Baie de Somme dans le modèle "d'estuaire picard" défini par Briquet en 1930.

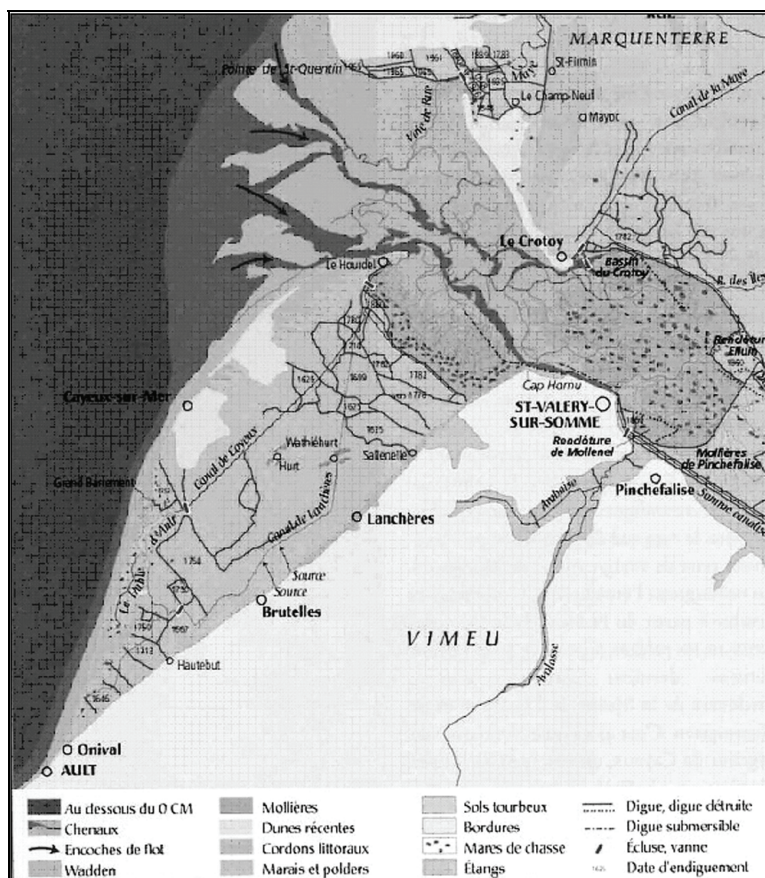


Fig.2. Carte des Bas-Champs et de la Baie de Somme (Verger, 2005).

HYDROLOGIE MARINE

Le cordon de galets est soumis à un régime macrotidal (avec un marnage maximal de 9 m) et il est exposé à des vagues de moyenne énergie. Ces vagues proviennent pour 70% du secteur SW. Il apparaît que 77% des agitations ont une hauteur significative inférieure à 0.5 m et 1.7% sont supérieures à 3 m. Pour toutes les classes de hauteur, les fréquences diminuent régulièrement entre le 250°N et le 360°N. La distribution en périodes montre que sur les 36% du temps pendant lequel la hauteur significative est $>$ à 0.1 m, 25.8% ont une période inférieure à 5 s. Des périodes supérieures à 10 s ne concernent que 0.26% des agitations (Sogreah, 1995).

Les agitations qui vont atteindre le pied du cordon vont dépendre:

- du niveau de la mer, plus celui-ci sera élevé et plus la hauteur des houles pouvant atteindre le cordon le sera,
- de la transformation de la hauteur significative par pertes d'énergie dues au déferlement au passage de l'estran.

Constitution et granulométrie du cordon

Les données géotechniques et les analyses granulométriques effectuées par les Services Maritime de la DDE ont mis en évidence les points suivants.

Le cordon littoral des Bas-Champs repose sur l'estran sableux, la cote des fonds en pied du cordon est proche du 0 m IGN.

De la base de la crête, la teneur en galets va en croissant, elle est:

- de l'ordre de 50% entre 0 et 2 m IGN
- de 50 à 90% entre +2 et +7 m IGN
- de 90% et plus au-dessus de +7 m et sur les faces côté mer.

Les principales conclusions qui se dégagent des analyses granulométriques effectuées tout au long du cordon sont les suivantes:

- la fraction prépondérante est celle inférieure à 40 mm qui représente 80 à 85% de la totalité, la teneur en matériaux inférieure à 20 mm est comprise entre 40 et 60%;
- il n'y a pas de tendances évolutives très significatives des fractions granulométriques, cependant, les teneurs inférieures 20 mm sont plus fortes au Nord de Cayeux (zone d'accumulation) et plus faibles (voire inexistantes dans les zones en érosion (Nord de la protection en épi). La fraction 20–40 mm est relativement constante tout au long du cordon et la variation 40-60 mm décroît entre le Sud (10–15%) et le Nord (5–10%) de Cayeux.

DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

Sur cette plage à caractère réfléchissant, les mouvements sédimentaires se font essentiellement dans le profil. La comparaison des levés de 1936 et 1993 met en évidence une tendance généralisée à l'érosion des fonds marins. Dans ce contexte, les galets alimentent essentiellement le cordon par courant de longshort. Ce qui veut dire de Ault vers le Hourdel.

PROBLEME ACTUEL

La flèche des Bas-Champs de Cayeux constitue la zone terminale de dépôt d'une importante unité sédimentaire longue de 120 km. Ce système sédimentaire actif prend source au niveau des falaises de craie du pays de Caux et la terminaison de cette cellule s'opère par un secteur en accumulation correspondant à la Mollière. La zone de production est constituée de falaises vives du Turonien et Sénonien, dont le recul est fonction des conditions climatiques et météorologiques (celui-ci est estimé entre 0.5 et 0.2 m an⁻¹, Sogreah, 1995). Les volumes de craie érodée libèrent des rognons de silex contenus dans les falaises. Ceux-ci sont transportés et roulés parallèlement au trait de côte, pour la houle dominante de secteur W, formant une dérive littorale principale du SW vers le NE (Bellessort & Migniot, 1986). Depuis plus de deux siècles les actions anthropiques ont fortement perturbé ce système. Cinq jetées portuaires importantes (275–540 m de long sur les secteurs de Fécamp, St Valéry en Caux, Dieppe, Penly, le Tréport) ont bloqué le transit naturel des galets, constituant en amont dérive des accumulations dénommées "stock morts", oscillant entre 200 000 et 700 000 m³ (Queffeuilou, 1992). Ces ouvrages ont contribué à segmenter l'unité sédimentologique en plusieurs cellules sédimentaires secondaires. D'autre part, des extractions de galets, très recherchées pour leur forte teneur en silice ont été effectuées en pied de falaises

depuis le 19^{ème} siècle. Fortement réglementées depuis 1972, les extractions de galets furent interdites en 1983, sauf pour l'extrémité nord des Bas-Champs. Ces prélèvements ont fortement endommagé le transit naturel des galets (plus de $2.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Ces perturbations anthropiques du transit littoral naturel ont eu pour effet d'inverser la dynamique du cordon de galets des Bas-Champs de Cayeux qui passe d'une côte en progradation vers une côte en partielle érosion. La Pointe du Hourdel est largement marquée, socialement et spatialement, par l'activité d'extraction de granulats aussi bien sur le domaine terrestre que maritime. L'arrêt progressif de cette activité va se traduire par la libération d'emprises foncières particulièrement importantes. Accompagner le réaménagement des zones de carrière constitue un atout fort pour la commune de Cayeux-sur-Mer.



Fig. 3 Ramassage de galets au début du 20^{ème} siècle.

Dans les débuts de quoi, les galets étaient chargés dans les paniers, puis transportés à dos de cheval, dans des brouettes, ou dans des petits wagonnets en bois. Dès 1840, ils sont ramassés et triés à la main par des journaliers, pour un usage régional. A la fin du 19^{ème} siècle, un commerce international se développe, basé sur la production de galets bleus ou ronds. L'exploitation annuelle de galets sur les côtes normando-picardes passe de 15 000 tonnes en 1860 à plus de 100 000 en 1900. Le commerce du galet a été essentiel pour le développement industriel et portuaire de la région. La quantité de galets extraite de la seule carrière du Hourdel est estimée à 20 millions de tonnes en un siècle, dont une grande partie depuis les années 1980, date d'interdiction de prélèvements sur le littoral.

LES RUPTURES DU CORDON ET LES INONDATIONS

Le cordon des Bas-Champs présente une grande fragilité depuis fort longtemps. Des ruptures seraient apparues au 14^{ème} siècle. Des dégâts dus aux inondations sont mentionnés en 1792, 1914, 1927, 1935 et 1941. Pour la période récente, des inondations

Tableau 1 Historique des inondations depuis 1912.

Années	Surfaces inondées (ha)	Dégâts causés à la digue
1912	Inondation partielle	?
1924	Villas du Perroir inondée	Digue entamée
1972	750	800 m de digue à refaire
1973/1974	Camping d'Onival submergé	2 brèches
1977	870	1 brèche
1981	Peu inondé	Nuls
1984	400	2 brèches dont 1 de 2.5 km
1985	nulle	Digue écrêtée sur plus de 500 m
1990	2 500 à 3 000	1 brèche de 1 km

importantes se sont produites en novembre 1972 et 750 ha ont été inondés. En 1974, 1984 et 1985 ce sont 400 ha inondés. A chaque fois, les brèches se sont produites sur les 2 km à partir de Ault.

En février 1990, 3000 ha furent inondés. Des brèches se sont produites entre Ault et la Ferme des galets, mais l'ampleur exceptionnelle des inondations a été due à la quasi destruction du cordon au Nord immédiat de la zone protégée par des épis construits entre 1965 et 1984.

TRAVAUX DE PROTECTION EFFECTUES DEPUIS 1965

Afin de lutter contre le seuil du cordon, des travaux de protection ont été entrepris à partir de 1965. Ils ont consisté à mettre en place des épis en palplanches de 80 à 90 m de longueur, espacés de 90 m, de type plongeant. Entre 1966 et 1969, un épi a été construit à l'enracinement à Ault et une batterie de neuf autres au Nord de la Ferme des Galets. Entre 1976 et 1984, des batteries de 5 à 7 épis ont été mises en place tous les 2 à 3 ans en partant de Ault avec à chaque fois des rechargements en matériaux. Ainsi, en 1984, 500 m à partir d'Ault étaient protégés par 50 épis, et 161 000 m³ de galets et sables provenant du Tréport ou du cordon plus au Nord ont été apportés. A partir de 1984, les extracteurs Silmer et Delarue, qui prélèvent 20 000 m³ an⁻¹ de galets au Nord de Cayeux, ont été obligés de restituer le même volume à partir de carrières proches. Ces matériaux (fraction > 40 mm) ont été remis à 20% à Ault et à 80% à la limite Nord (épis 50) de la protection ou un processus d'érosion important était apparu. Après la tempête de 1990 pendant laquelle le cordon a été quasiment détruit au Nord de la zone protégée, il a été effectué des apports importants pour d'une part reconstituer et conforter le cordon et, d'autre part, pallier le déficit d'apport annuel. De 1990 à mai 1994, 660 000 m³ (150 000 à 170 000 m³ an⁻¹) ont été apportés: 460 000 m³ an⁻¹ provenant de l'extrémité Nord du Cordon (La Mollière) et 200 000 m³ de carrières dont 80 000 m³ à titre de restitution des extractions industrielles. Ces matériaux ont été déposés en trois secteurs préférentiels:

- 110 000 m³ à l'enracinement à Ault,
- 420 000 m³ à l'extrémité et au Nord de la zone protégée,
- 100 000 m³ dans les casiers délimités par 5 épis réalisés en 1993, 1 km au Nord de l'épi 50.

EVOLUTION RECENTE DU CORDON

L'évolution de cette portion du littoral a pu être réalisée à partir de documents photographiques et de relevés topographiques in situ datant de 1965, 1973, décembre 1990 et mai 1994.

Secteur Ault-Amer Sud de Cayeux

La période de 1965–1990 est marquée par un recul net et généralisé de cette portion du littoral:

- d'une dizaine de mètres au secteur de la Ferme à Galets,
- un recul qui augmente progressivement au Nord de cette dernière pour atteindre 50 m au Nord de l'épi 50 et diminue ensuite pour être de moins de 20 m à 6500 m de l'enracinement à Ault.

De décembre 1990 à mai 1994, la crête du cordon n'a pas évolué, les apports effectués ont essentiellement permis de maintenir la situation restaurée après les tempêtes de 1990. La restauration effectuée depuis 1990 a consisté à augmenter la cote d'arasement pour la porter à +10 m IGN avec une largeur variable suivant les secteurs, comprise entre 10 et 20 m. En 1965, 1990 et 1994, la pente, côté mer du cordon, est restée de l'ordre de 14 à 16% (Sogreah, 1994). L'évolution en termes de volumes de ces 6500 m de cordon à partir d'Ault fait apparaître:

- entre 1965 et décembre 1990, une érosion de l'ordre du million de m³ dont 200 000 m³ entre 1965 et 1973 et 840 000 m³ entre 1973 et 1990. L'essentiel de l'érosion, 800 000 m³, s'est produite au Nord de l'épi 50.
- entre décembre 1990 et juin 1993, une sédimentation de 40 000 m³ qui se répartit à parts égales entre le secteur protégé par des épis et celui non protégé (Nord de l'épi 50).

Les inondations de 1990

Cette catastrophe est le fruit de la conjonction de conditions exceptionnelles qui ont coïncidé avec un fort coefficient de marée (98 à 108), une tempête d'une durée de quatre jours avec des vents violents de secteurs WSW (151 km h⁻¹). Une surcote comprise entre 0,40 et 0,90 m a été enregistrée avec des vagues de 6.1 m (Queffeuilou, 1992; Stucky, 1995; Picouet, 1996). Lors de cette tempête, le marnage a dépassé les 10 m, soit une cote 8 à 9 m NGF. La cote altitudinale à proximité du cordon était de l'ordre de 8.50 m NGF et les Bas-Champs à 4 m. La catastrophe était inéluctable. Il y a donc eu une conjonction d'éléments exceptionnels. Les vents agissant directement sur la hauteur des vagues, la vitesse et la durée. Ainsi, le flot a anéanti le courant de jusant.

Les puissantes vagues sont passées par-dessus le cordon et l'ont arasé. Sur le document joint, nous pouvons entrevoir le site où la rupture s'est produite, il s'agit de l'endroit le plus fragile, là où l'équilibre sédimentaire est en érosion.

L'eau de mer a envahi sur plus de 3000 hectares les Bas-Champs Picards, dont l'altitude est de 4 m NGF. L'eau a pu pénétrer dans les Bas-Champs par une brèche occasionnée dans le cordon de galets. La brèche de vidange est le fruit d'une mauvaise manipulation de la Direction Départementale de l'Équipement qui a ouvert une brèche de quelques mètres mais qui s'est élargie en l'espace d'une nuit.

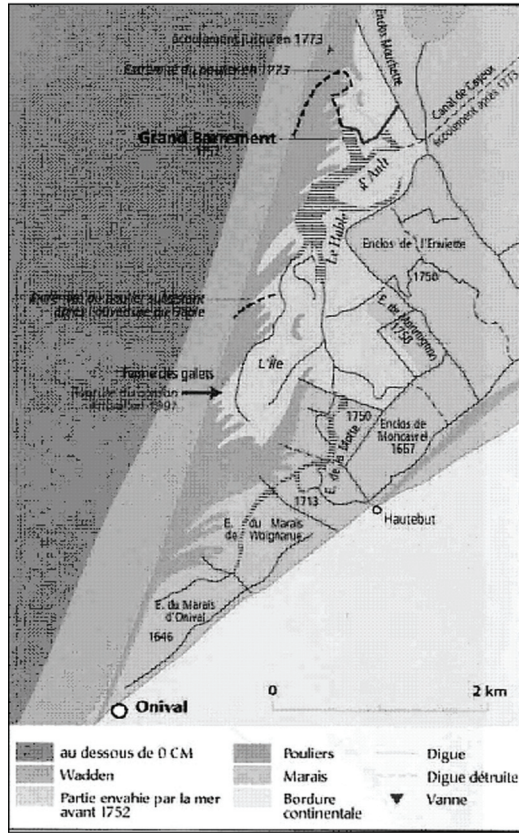


Fig. 4 Brèche lors des inondations de 1990.

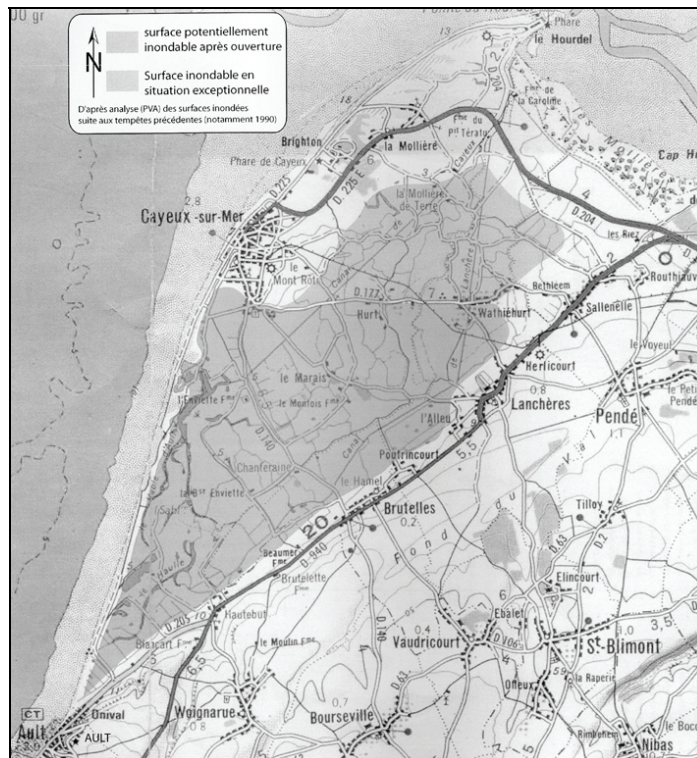


Fig. 5 Zones inondées en 1990, Dolique, 2004.

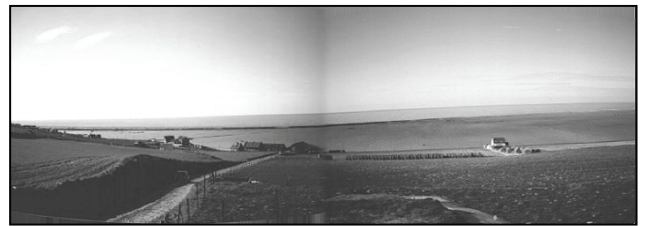


Fig.6 3000 ha sous les eaux en 1990.

Ce 26 février 1990, la Mer du Nord a atteint son niveau le plus haut depuis 1953 qui avait fait plus de 1850 morts aux Pays-Bas et 300 en Angleterre (Bawedin, 2000). Les Bas-Champs de Picardie ont été inondés mais aucune victime n'est recensée. Plus de 3000 hectares se sont retrouvés sous les eaux, ces terrains étaient essentiellement composés de pâtures et de terres agraires. Ceux-ci resteront immergés pendant trois semaines selon les secteurs touchés. La falaise morte fait office de digue contre l'avancée de l'eau.



Fig. 7 Documents extraits des journaux locaux suite aux inondations.

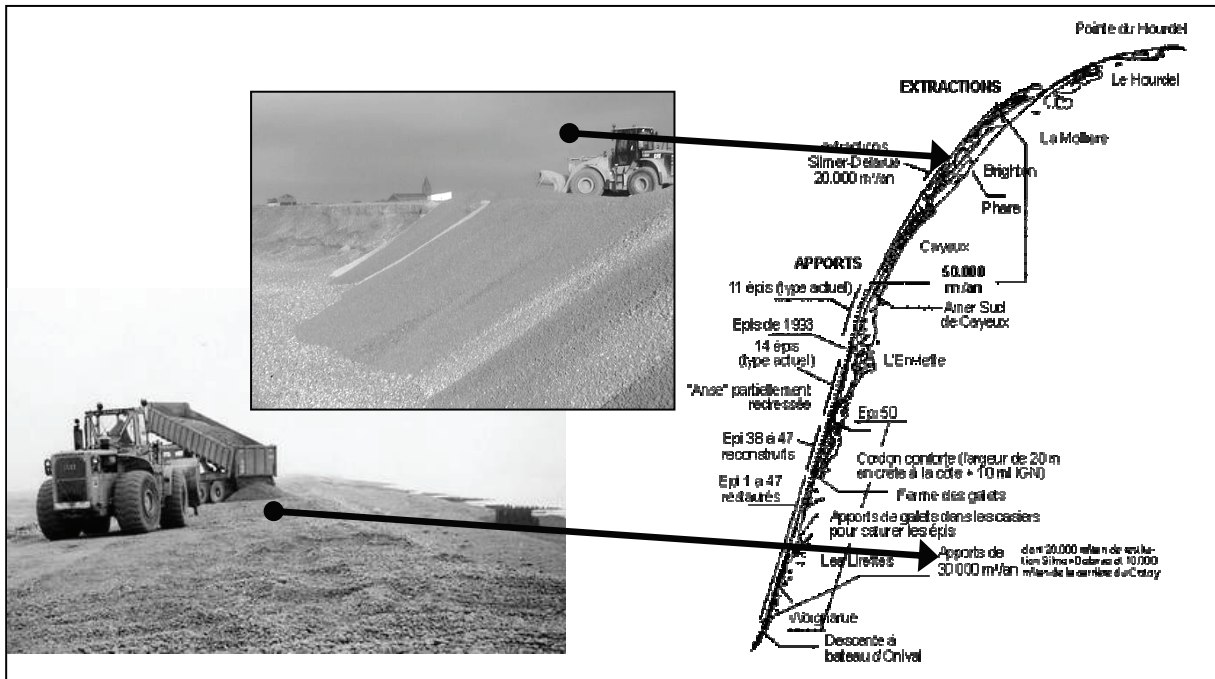


Fig. 9 Localisation des rechargements.

LA POLITIQUE DE RECHARGEMENT

La nouvelle politique d'aménagement du cordon littoral, adoptée en 1995, se fonde sur une alimentation et des rechargements massifs définis par la Sogreah:

- une alimentation initiale du cordon pour un volume de 200 000 à 300 000 m³,
- des rechargements réguliers des casiers pour un volume de 20 000 m³ an⁻¹ environ,
- redresser l'anse d'érosion en aval dérivée de la batterie d'épis par des rechargements et éventuellement la mise en place d'un épaulement en arrière du cordon.

CONCLUSION

Les menaces d'intrusions marines restent présentes, d'autant que l'on constate une évolution défavorable des conditions climatiques et géomorphologiques. La digue des Bas-Champs est une construction humaine dont la durée de vie est limitée. La pertinence de la stratégie d'aménagement adoptée, illustrant la volonté de "tenir le littoral" quelque soit le coût, a été bien documentée par Regrain (1992b). Ses observations et ses conclusions sont toujours d'actualité. Pour conforter son analyse, on peut faire remarquer qu'entre Ault et Cayeux l'érosion des fonds au pied du cordon a été en moyenne de 1 m entre 1965 et 1990; plus de 1 million de m³ de galets est parti en 25 ans, essentiellement au Nord du dernier épi. Entre 1990 et 1993, avec un apport d'urgence de 490 000 m³ de matériaux, le solde n'est positif que de 40 000 m³ (Sogreah, 1995), ce qui signifie que 450 000 m³ sont partis en 3 ans, presque la totalité du rechargement : on peut alors mettre en doute l'efficacité à long terme de la solution retenue et des risques encourus sur cette commune de Cayeux-sur-Mer. L'élévation du

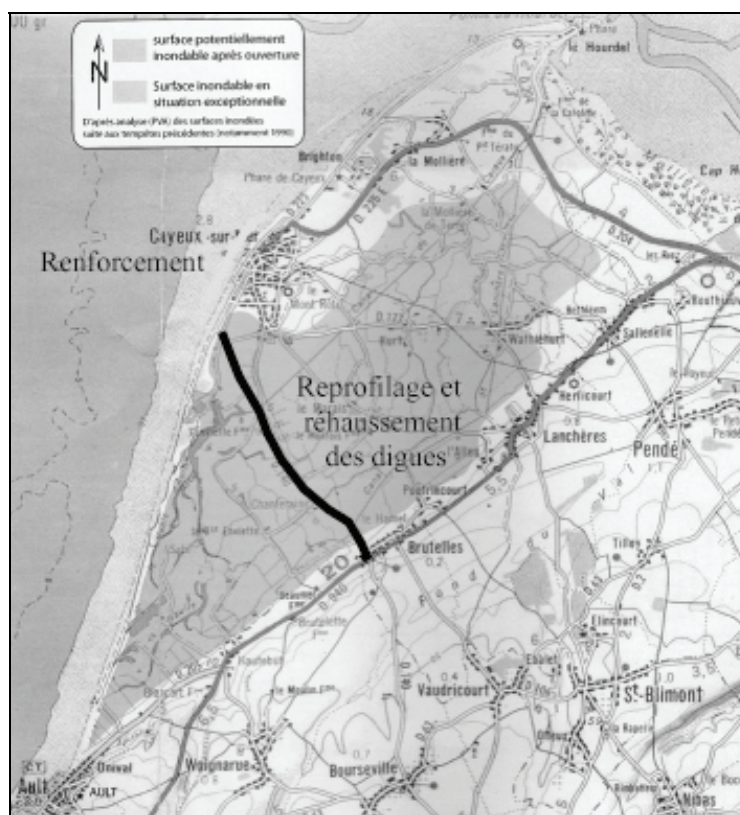


Fig. 10 Proposition de dépoldérisation.

niveau de la mer ainsi que la fréquence accrue et la force plus grande des tempêtes auront pour effet d'accélérer l'érosion et d'étendre les submersions sur les côtes. Les rechargements en galets et la construction d'épis n'ont pas la vocation de résister dans le temps face à des aléas climatiques très fluctuants. La stratégie à long terme de ce littoral, c'est opter pour une méthode d'accompagnement à un changement des mentalités vis à vis de la dépoldérisation, sachant que tôt ou tard, se posera le problème de la fragilisation du cordon de galets et que dans ce cas il faudra faire des choix de conception. Actuellement, la validité de la concession d'endigages de la digue des Bas-Champs expire à la fin 2017. Jusqu'à cette date, la sécurité du pôle urbain de Cayeux-sur-Mer est maintenue. Passé ce délai, c'est-à-dire à une échelle temporelle de 20 ans, une question essentielle se pose pour la pérennité de cette ville.

La solution envisagée pourrait s'appuyer sur un dépoldérisation des Bas-Champs. Afin d'assurer la sécurité de l'habitat pour la ville de Cayeux, l'objectif serait de rehausser et reprofiler la digue route de Cayeux vers Brutelles afin de redonner les terres poldérisées à la mer et de sécuriser la ville de Cayeux par des apports en galets.

Dans une optique de gestion des milieux naturels liée à l'élévation du niveau des mers (estimé à plus d'un mètre dans les 30 prochaines années) il est important de considérer ce projet dans les Bas-Champs.