



# RECULER POUR MIEUX DEFENDRE : PROTECTION DE LA PLAGE DE GALETS DE CRIEL / MER

Charles Teisson  
Laboratoire National d'Hydraulique  
6, Quai Watier 78400, CHATOU

## **ABSTRACT**

*Rather than protecting at any cost the present shore line at CRIEL/MER, at the mouth of the Yeres valley, a solution considers a retreat of the shoreline in the valley, in two ways :*

- either a slight retreat at the entrance of the valley,*
- or even a re-estuarisation of the valley, with the sea entering landwards up to 800 meters.*

*As a result, new equilibrium of littoral drift can be reached, with annual renourishment carried back to 2500 m<sup>3</sup>, six time less than now, and stabilization of the beach in the sheltered area.*

## **1 - CRIEL, UN SITE CRITIQUE DU LITTORAL HAUT-NORMAND**

La plage de galets de CRIEL, située au débouché de la vallée de l'Yères, à 20 km à l'Est de DIEPPE (fig. 1) est depuis une quinzaine d'années le siège d'une importante érosion. Elle fait actuellement l'objet de rechargements périodiques en galets, car la plage protège la route départementale 222 dont le tracé passe en front de mer.

La synthèse des conditions hydrodynamiques et sédimentologiques (TEISSON, 1989a) a permis d'éclairer les causes de cette érosion inhérentes au littoral Haut-Normand, littoral très sensible s'il en est (LCHF-BRGM, 1987), et les causes spécifiques au site de CRIEL.

L'érosion à CRIEL s'inscrit dans le cadre général du recul du littoral Haut-Normand : ce recul, de l'ordre de 0,1 à 0,2 m/an, affecte les falaises et les cordons littoraux et est provoqué par l'action combinée des agents naturels (mer, ruissellement, gel) et artificiels (jetées portuaires, extractions de galets).

Ainsi CRIEL souffre d'une rupture d'alimentation naturelle en galets en provenance de l'ouest depuis les années 1970, de par la construction, très antérieure, de la jetée de DIEPPE. Le secteur DIEPPE LE TREPORT (fig. 1) se retrouve ainsi complètement isolé du reste du littoral ; les falaises de ce secteur, parmi les moins productives du littoral (1000 m<sup>3</sup> de galets/an) lors de leurs éboulements, ne permettent pas de compenser le transit littoral annuel vers l'Est,

## SESSION IV

qui s'établit à 20 000 m<sup>3</sup>/an, sous l'action des houles dominantes de secteur ouest, en présence d'un cordon développé.

Ces conséquences inéluctables dues au contexte sédimentologique se focalisent à CRIEL, site doublement exposé :

- par la rupture d'orientation du trait de côte du littoral Haut-Normand à cet endroit, qui rend le secteur bordé par la route devant la basse vallée de l'Yères, très mal orienté par rapport aux houles d'ouest dominantes,
- par la route D222 en front de mer qui empêche la plage de s'adapter au recul des falaises et l'expose "en saillie", aux houles du large.

Ainsi chaque hiver, c'est en moyenne 15 000 m<sup>3</sup> de sédiments qui disparaissent, par franchissement de l'épi majeur en direction de MESNIL VAL et du TREPORT. Les rechargements artificiels ont pris le relais de la nature, mais ils ne sont que partiellement efficaces car le rechargement s'effectue en sédiments plus fins que les sédiments naturels.

En résumé, la plage de CRIEL se trouve simultanément :

- agressée car se situant au large de la position d'équilibre du trait de côte compte tenu du recul du littoral avoisinant,
- fortement sous alimentée en galets du fait de la réalisation d'ouvrages côtiers bloquant le transit littoral.

La situation actuelle, ne laissant présager aucune évolution favorable, a conduit la Commune et le Conseil Général de Seine Maritime à envisager différentes solutions :

- poursuite des rechargements de galets avec renforcement du système de défense,
- recul limité du trait de côte,
- estuarisation, c'est-à-dire reconstitution d'un estuaire naturel dans la basse vallée de l'Yères par la libre ouverture du cordon littoral et établissement d'une nouvelle ligne de rivage en net recul.

La réalisation de tels projets apportera des modifications importantes à la situation actuelle, pour lesquelles il est nécessaire de s'assurer de leur faisabilité.

C'est pourquoi le Laboratoire National d'Hydraulique s'est vu confier une étude sur modèle réduit sédimentologique, afin de tester et optimiser les différents aménagements sur des durées représentant 10 à 15 ans d'évolution. Nous ne présentons ci-après que les aménagements réellement novateurs, associés à un retrait de la ligne de rivage (recul limité ou estuarisation).

## **2 - DESCRIPTION DU MODELE REDUIT SEDIMENTOLOGIQUE**

### **2.1 - Emprise du modèle et choix des matériaux mobiles**

Le littoral sur une distance de 3 km, a été reproduit à une échelle du 1/150e, dans une cuve de dimension 28 m x 33 m (fig.2). Les fonds marins sont représentés jusqu'à 2 km vers le large, jusqu'à des fonds de - 10 m C.M.

Le matériau retenu pour représenter le galet est de la bakélite, de densité 1,35 : un grain de bakélite a la même pente d'équilibre que le cordon de galets (pente de 10%), ce qui permet de ne pas distordre verticalement le modèle. A l'échelle du modèle, la bakélite possède les mêmes propriétés de début d'entraînement sous l'action de la houle, et les mêmes trajectoires, que le galet en nature.

Le sable de 0,2 mm qui transite devant CRIEL est représenté par un autre matériau artificiel, l'hostalite.

### **2.2 - Etalonnage sédimentologique**

La cuve est équipée d'un générateur de houle aléatoire, mobile autour d'un rail circulaire pour représenter différentes provenances de houle. Un générateur de marée permet de reproduire les évolutions du plan d'eau. Avant les essais consacrés aux nouveaux aménagements, le modèle réduit doit faire l'objet d'une phase d'étalonnage, c'est-à-dire montrer sa capacité à reproduire les évolutions sédimentaires actuelles avant de s'engager sur les solutions futures (TEISSON, 1989b).

Cette phase décide ainsi du choix du cycle de houle, c'est-à-dire la succession de houles, de différentes hauteurs périodes et provenances, ainsi que les marées et surcotes éventuelles, permettant de reproduire ces évolutions. Cette phase a aussi pour but de déterminer l'échelle des temps sédimentologiques, inconnue a priori, évaluée à partir du nombre d'heures de fonctionnement du modèle nécessaire pour reproduire les évolutions annuelles.

## **3 - REcul LIMITE**

Les causes structurelles locales de l'érosion de CRIEL (cf. § 1) se focalisent sur la route en front de mer, mal orientée par rapport aux houles d'ouest dominantes, et en avant d'une position naturelle. En détruisant cette route, peut-on espérer recréer en retrait une nouvelle ligne de rivage en équilibre ?

## SESSION IV

Nous avons étendu aux plages de galets le concept de plage en "équilibre statique", développée dans les années 70 par SILVESTER, pour des plages de sable en utilisant les derniers résultats de HSU et al (1989).

L'observation de plages naturelles, stables entre deux promontoires, fait apparaître des formes caractéristiques, décrites dans la littérature comme des baies en forme de "croissant de lune", de "demi-coeur", "en crochet", "crénélées".

Une telle baie, en équilibre statique, - c'est-à-dire lorsqu'il n'existe plus de transit littoral - présente à l'aval un segment pratiquement rectiligne, suivi d'une courbe de type spirale logarithmique, raccordé par une section pratiquement circulaire à l'arrière du promontoire amont (fig.3 d'après HSU et al, 1989a). En condition stable, la section rectiligne à l'aval est parallèle aux crêtes de vagues arrivant du large ; les vagues entrant dans la baie vont se réfracter et diffracter puis déferler en même temps sur toute la périphérie de la baie. HSU et al proposent de s'inspirer de ces formes stables que la nature nous offre pour remédier aux problèmes d'érosion que connaissent aujourd'hui de nombreuses côtes à cause d'une réduction du transport littoral.

Un nouveau tracé de la ligne de rivage a donc été mis en place sur le modèle et testé en fonction des conditions spécifiques du site : existence d'une plage de galets et non de sable, présence de marées, occurrence de houle de différentes provenances.

Les essais ont permis d'optimiser la distance du recul à 180 m ainsi que le tracé et l'orientation du nouveau trait de côte (fig.4) . Au lieu de l'érosion constatée actuellement devant la route, le nouveau tracé est propice à la sédimentation : le rechargement initial de 60 000 m<sup>3</sup> de galets, nécessaire pour recréer une nouvelle plage de galets dans la zone du recul est stable tout au long des douze années d'essais.

Cette variante a ainsi permis :

- de ramener le transit annuel de galets de 14 000 m<sup>3</sup> aujourd'hui en nature à 3 000 m<sup>3</sup> dans cette variante,
- de ramener les rechargements artificiels à 5 000 m<sup>3</sup> tous les deux ans, soit 5 fois moins que dans la situation en nature aujourd'hui (12 à 15 000 m<sup>3</sup> par an).

#### **4 - ESTUARISATION**

Contrairement à la variante précédente qui postulait de limiter le recul par un ouvrage de défense, cet aménagement propose, après la destruction de la route, de laisser la mer envahir librement la basse vallée et de créer, au débouché de l'Yères, un estuaire naturel.

Cette vallée, très plate, s'étend sur 400 m de large sur 2 km en arrière de la route, à une cote d'1 m sous les plus forts niveaux marins : elle sera donc recouverte à chaque pleine mer de vive-eau. A cause des zones urbanisées, il n'est pas concevable aujourd'hui de laisser la mer envahir "totalement" librement la vallée. Comme dans la variante du recul, la zone estuarienne doit être limitée par un ouvrage de protection, cette fois situé à 800 m à l'intérieur de la vallée.

##### **4.1 - Comportement des sols de la basse vallée de l'Yères sous l'action de la mer**

Une expertise sédimentologique (LAFOND, 1990) a permis de tracer la coupe géologique de la basse vallée et de renseigner sur le remaniement des paturages en présence d'une intrusion marine.

En arrière de la route, une formation de tourbes et débris colluviaux non cohésifs, occupant jusqu'à 10 m d'épaisseur sursaturés en eau, offrant une résistance au cisaillement très faible sera facilement déblayée sous l'influence des houles déferlantes. La partie estuarienne, après érosion par la mer comprendrait donc à l'aval un fond en pente douce de 1 %, depuis le platier rocheux à + 6 m C.M., rejoignant sur 300 m les fonds naturels de la basse vallée à + 9.50 m C.M., à l'amont (fig.5).

##### **4.2 - Résultats des essais**

D'un point de vue hydrosédimentaire, le volume oscillant des eaux sous l'action de la marée est le moteur du fonctionnement estuarien : c'est lui qui conditionne la stabilité du débouché, l'entretien des chenaux.

Cet estuaire "haut-perché" ne sera entièrement recouvert que pour des coefficients de marée supérieurs à 95, au moment de la pleine mer, soit environ 80 heures par an. Les houles en fond d'estuaire, mesurées sur le modèle, seront également très amorties du fait des faibles profondeurs. Il est donc apparu souhaitable de surcreuser le chenal, afin d'améliorer le volume oscillant, et favoriser le drainage des matériaux meubles.

## SESSION IV

Dans cette nouvelle configuration, les essais sur une durée de 15 ans ont montré que le transit littoral de galets était insuffisant pour former une flèche littorale protectrice ; par contre des placages sableux apparaissent à l'ouvert de l'estuaire (fig. 6).

## CONCLUSION

Les différents aménagements proposés à CRIEL ont été testés sur modèle réduit sédimentologique sur des durées représentant 10 à 15 ans d'évolution. Des réponses précises ont été apportées sur l'orientation et la stabilité du nouveau trait de côte, les transits prévisibles, les rechargements nécessaires, les ouvrages de protection indispensables. L'impact sur le littoral à l'aval et les ouvrages d'accompagnement ont été décrits.

La ligne de rivage du recul limité est bien dessinée pour le climat de houle régnant sur le littoral Haut-Normand, et abrite, de manière stable, une plage de galets avec, à son pied, un estran sableux. Défaut de ses qualités, le faible transit dû à l'équilibre du littoral engendre une sévère érosion sous les falaises en direction des sites à l'aval.

La reconstitution d'un estuaire naturel voit la basse vallée se transformer plutôt en zones humides, l'estuaire proprement dit se limitant au mélange des eaux douces et marines au niveau du chenal, avec une tendance à la sédimentation marine à l'ouvert de la vallée. Autour de cette variante, certains inconvénients ne peuvent être chiffrés avec exactitude : risques de pollution toujours plus importants dans les zones abritées, quantité de vases piégées, durée de la période de transition avant la constitution de l'estuaire, risque de colmatage de l'estuaire à long terme.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par le Conseil Général de Seine Maritime, sous le contrôle technique de la Direction de l'Équipement de Seine Maritime.

## REFERENCES

LCHF-BRGM (1987) : *Etude du littoral Haut-Normand entre le HAVRE et LE TREPORT*. Rapport Général.

HSU J.R.C., SILVESTER R. and XIA Y.M. (1989). "Generalities on static equilibrium bays". *Coastal Engineering* 12 (1989) pp. 353-369.

TEISSON Ch. (1989a) : *Défense contre la mer de la plage de galets de CRIEL. Synthèse des conditions hydrodynamiques et sédimentologiques*. LNH HE-42/89.12.

TEISSON Ch., BOBIN C., GUIPPE C. (1989b) : *Défense contre la mer de la plage de galets de CRIEL. Etalonnage du modèle réduit sédimentologique*. LNH HE-42/89.41.

TEISSON Ch., BOBIN C., GUIPPE C. (1989c) : *Défense contre la mer de la plage de galets de CRIEL. Etude des solutions d'aménagement sur modèle réduit sédimentologique*. LNH HE-42/89.46.

LAFOND L.R. (1990) : *Propriétés mécaniques et sédimentologiques du remplissage de la basse vallée de l'Yères à Criel. Conséquences sur la réestuarisation*. Association Rivages - Février 1990.

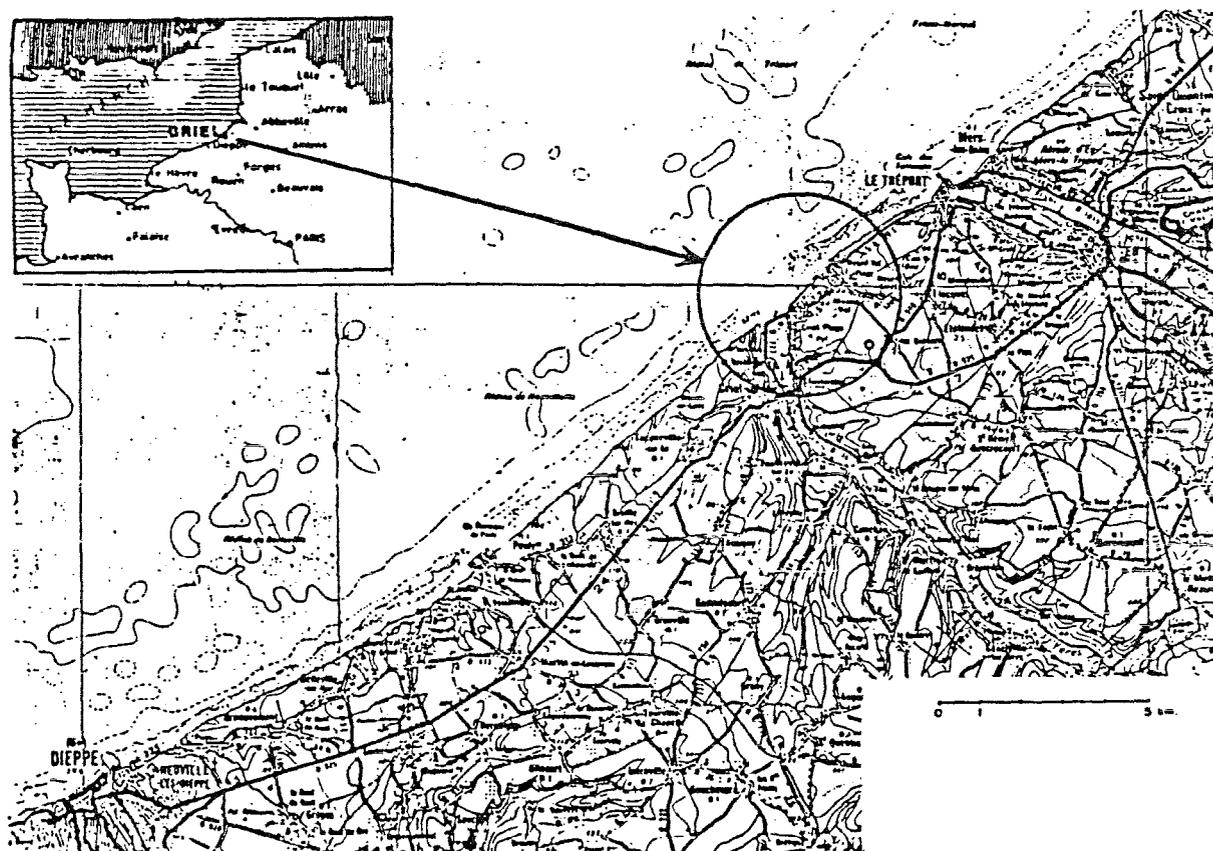


fig. 1 : situation géographique de Criel-Plage et de Mesnil-Val

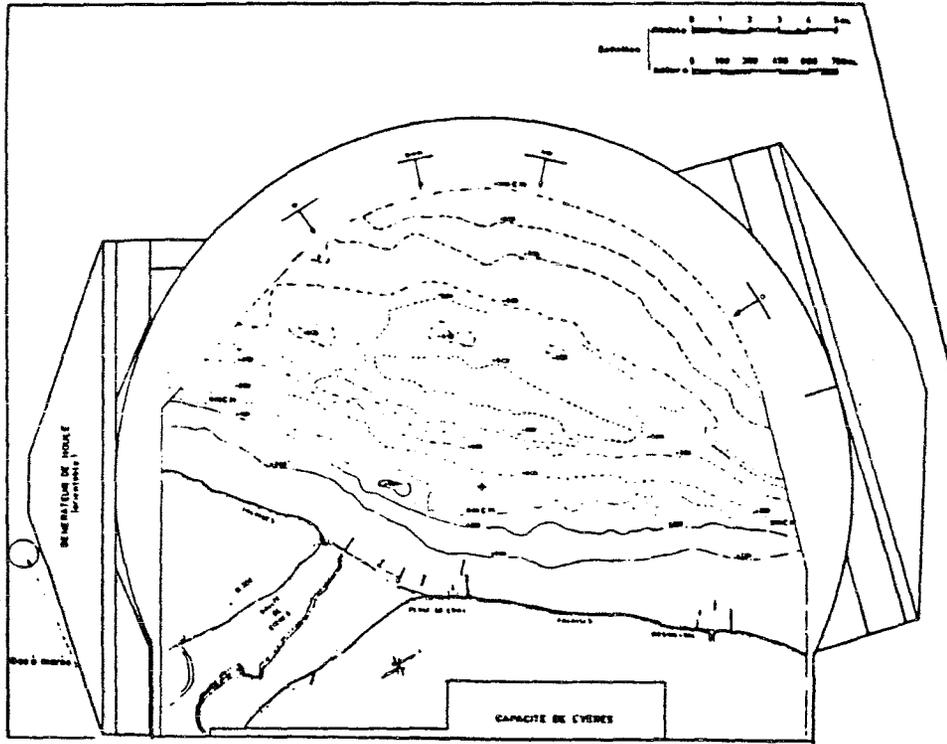


fig. 2 : implantation du modèle de Criel-Mesnil-val dans la cuve à houle aléatoire

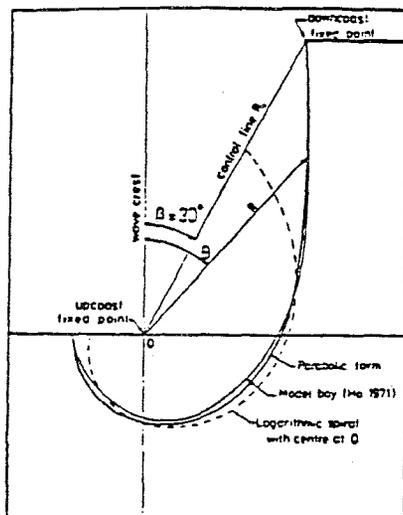


FIG. 3 Definition Section for Bay in Static Equilibrium

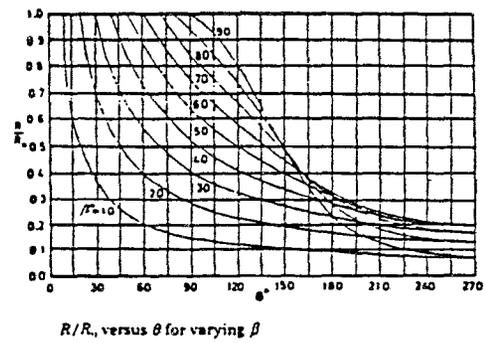


fig. 3 : caractéristiques des baies en équilibre statique.  
Définition des paramètres représentatifs (d'ap. HSU et al., 1989)

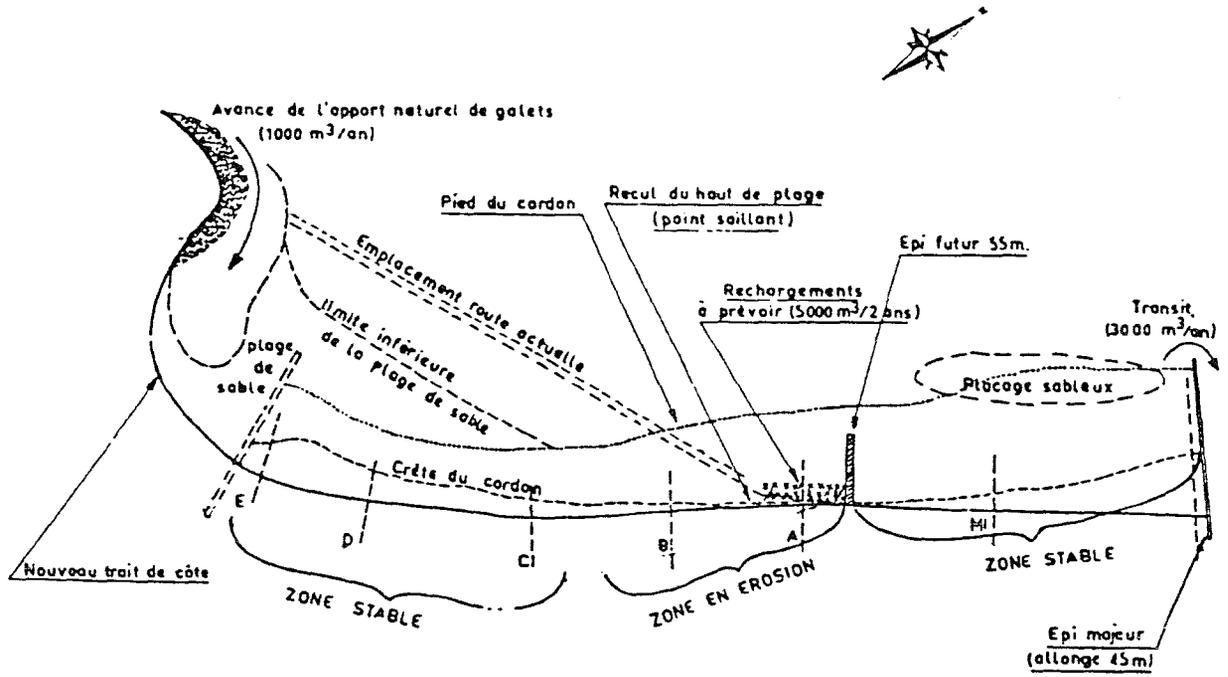


fig. 4 : Criel Plage. Recul limité : résultats après la dixième année

SESSION IV

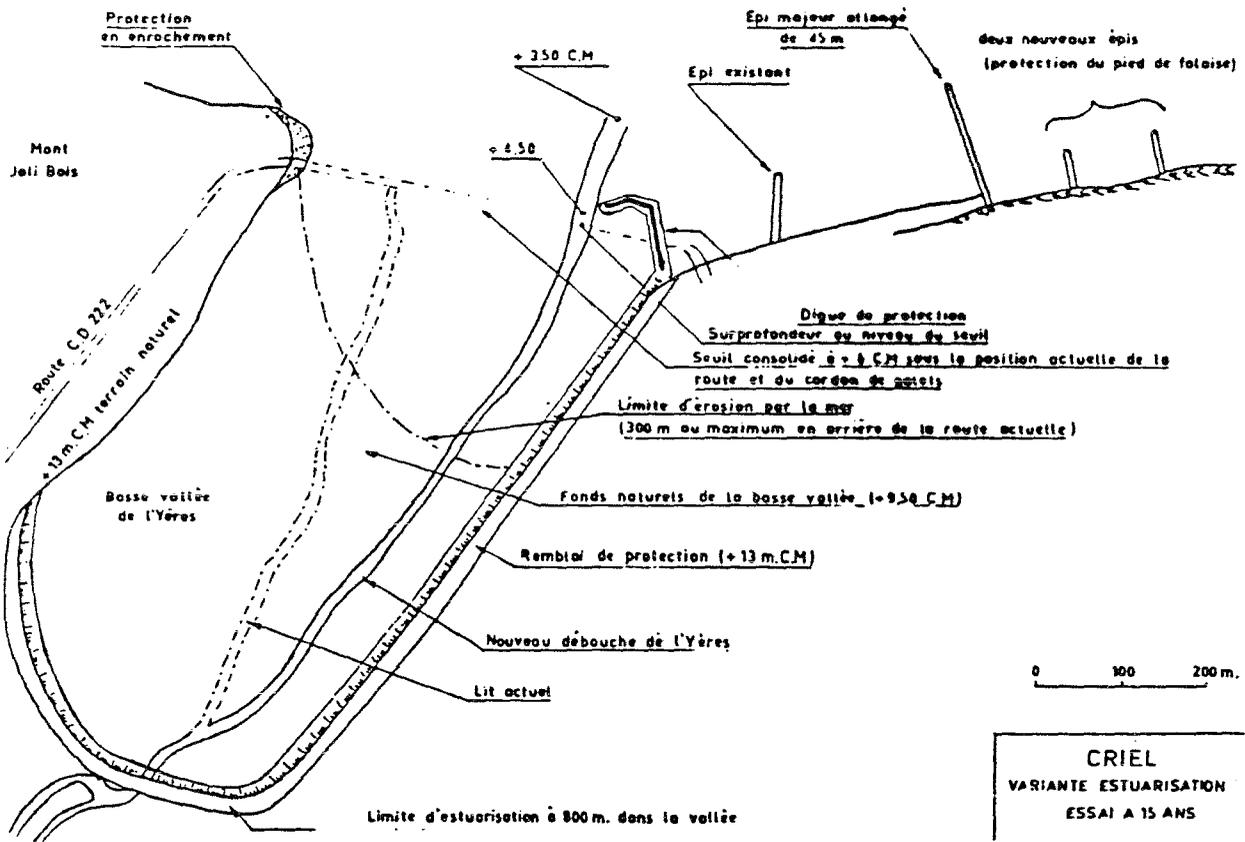


fig. 5 : plan d'aménagement de la zone estuarienne

Transports des sédiments, géotechnique portuaire et du littoral

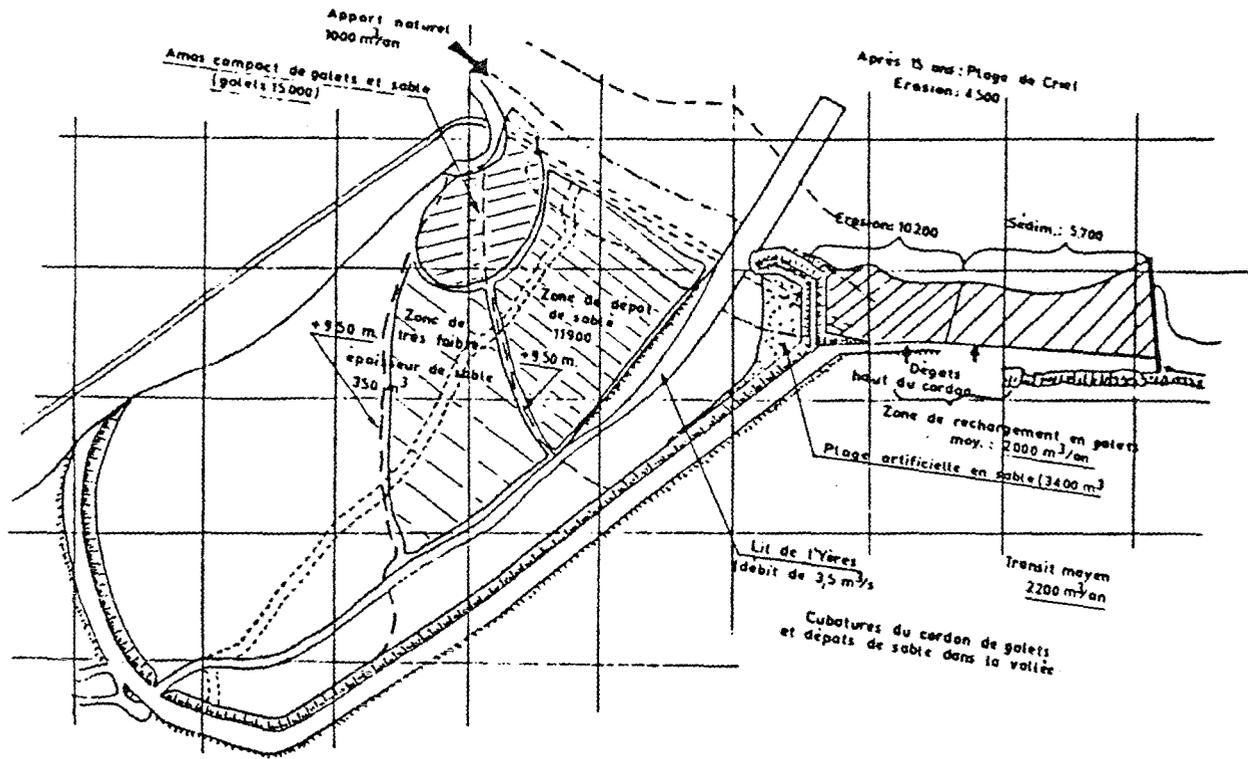


fig. 6 : évolution des fonds sur 15 ans