



## LE CORDON LITTORAL DE VILLENEUVE-LÈS-MAGUELONE

F. RUEDA

Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon

### Résumé

Le lido de Villeneuve-lès-Maguelone a connu une évolution régressive importante depuis le XIXe siècle. Pour assurer son intégrité physique la solution de reconstituer un cordon littoral (dune artificielle) a été choisie. Après deux tranches de travaux expérimentales, une étude en cuve à houle et en canal a permis de définir les meilleures caractéristiques de l'ouvrage : cote d'arase, pente, implantation par rapport au rivage, zones de franchissement du lido.

Son intégration dans l'environnement (plantations) a fait l'objet d'études spécifiques.

En 1993, le linéaire réalisé est de 1095 m pour un montant total de 3 200 000 F/ITTC.

### LE LIDO DE VILLENEUVE-LÈS-MAGUELONE

Le lido de Villeneuve-lès-Maguelone est une mince langue de sable qui s'étend entre la mer et l'étang de Pierre Blanche depuis Palavas jusqu'à Frontignan sur une longueur de 11 km environ.

Sa largeur varie entre 300 m et 60 m dans sa partie la plus étroite. La hauteur est très faible, 1 m en moyenne et dépasse rarement 2 m (cotes rapportées au 0,00 NGF). Des galets recouvrent, sur une faible épaisseur, le sable en place.

### L'ÉVOLUTION DU LIDO

La comparaison des tracés de la laisse de mer, d'après les plans cadastraux de 1819, 1938 et 1982 a permis d'établir le tableau ci-dessous (tabl. 1) qui donne la valeur de ces érosions.

LIDO DE VILLENEUVE LES MAGUELONE

Evolutions historiques  
TABLEAU N°1

PERIODE REPÈRE (en Km)	TRAIT DE COTE (en m)			LARGEUR DU LIDO (en m)		
	1819-1938	1938-1982	1819-1982	1819	1938	1982
Mas d'Angoulême n° 11	-125	10	-115	200	95	165
Repère n° 12	-115	15	-100	85	22	225
Repère n° 13	-85	0	-85	240	150	125
Repère n° 14	-35	-25	-60	240	175	150
Repère n° 15	-17	-38	-55	160	110	80
Repère n° 16	-35	-20	-55	25	250	215
Maguelone n° 17	-30	-10	-40	115	70	-----

L'analyse des hauteurs et largeurs de plage montre que c'est comme si le lido roulait sur lui-même en s'écrasant dans une translation parallèle à la côte.

En effet si la surface perdue côté mer a été d'environ 49 ha entre 1819 et 1982 (sur un tronçon de 8,7 km), la surface du lido a peu évolué pendant cette même période (158 ha en 1819, 169 ha en 1982).

Les récentes tempêtes (1982 - 1986 - 1987) ont continué de modifier le secteur.

### LA PROTECTION DU LIDO

L'inquiétude de voir disparaître complètement le lido à plus ou moins long terme a conduit le Conseil Général de l'Hérault à demander au Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon qu'une étude soit effectuée pour dégager les solutions propres à assurer l'intégrité physique du lido de Villeneuve-lès-Maguelone pour protéger notamment les étangs de 1ère ligne.

Cette étude a été confiée à la SOGREAH en 1983. Elle a permis de dégager quatre options d'aménagement :

1. Abandon du lido,
2. Reconstitution d'un cordon littoral,
3. Ouvrages de protection (type épis),
4. Protection et engraissement du littoral (type brise-lames).

C'est l'option n° 2 qui a été retenue pour les avantages qu'elle présentait :

- reconstitution légère d'un milieu naturel,
- adaptation simple à l'évolution constatée sur la plage,
- réparation simplifiée des dégâts,
- pas d'ouvrages en mer, la plage reste naturelle,
- utilisation des matériaux existants sur place,
- aménagement le moins coûteux.

Certains inconvénients sont à signaler cependant :

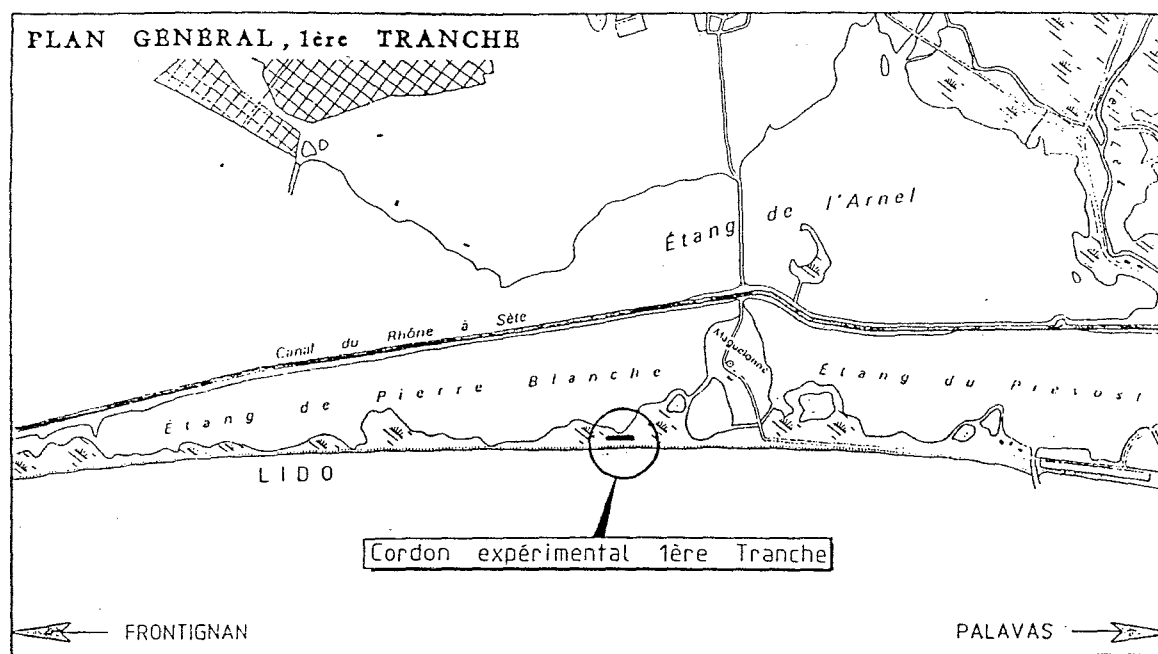
- la ligne de rivage n'est pas définitivement fixée dans sa position actuelle qui peut varier suivant l'intensité des transits littoraux ou transits dans le profil,
- une surveillance constante de l'ouvrage est indispensable.

Comme il n'existait pas d'ouvrage analogue dans la région et afin d'en connaître le comportement et d'en vérifier le dimensionnement le plus favorable, il a été décidé d'entreprendre une première phase expérimentale.

Le but de l'expérience était donc de :

- réaliser artificiellement une "dune" et la rendre infranchissable par les tempêtes du type de celle de novembre 1982,
- intégrer cet ouvrage à l'environnement du lido,
- proposer des solutions économiques,
- analyser les conditions dans lesquelles cet ouvrage pourrait être reproduit,
- assurer une végétalisation du cordon.

L'emplacement de cette 1ère tranche du cordon littoral expérimental fut choisi à l'extrémité est du lido près du centre de loisirs de Villeneuve-lès-Maguelone (voir plan général 1ère tranche). Le lido présentait à cet endroit une largeur de 110 m et une hauteur moyenne de 1,00 m. Il



était régulièrement franchi lors des tempêtes de faibles importances.

L'étude sur plan qui conduisit à fixer les caractéristiques de l'ouvrage utilisa les résultats d'essais effectués sur une plage naturelle et les formules qui donnent la cote verticale atteinte par la houle sur le talus d'un ouvrage. Les résultats obtenus sont les suivants :

- cote d'arase + 5,00 NGF,
- largeur en crête 6,50 m,
- pente côté plage 4/1,
- pente côté étang 2/1,
- protection côté mer à l'aide de galets ou concassés de carrière épaisseur 1 m,
- ensouillement du pied de l'ouvrage à la cote 0,00 NGF.

Il faut noter que sur une partie de l'ouvrage, les galets ont été remplacés par un concassé de carrière (50/200). Cela afin d'étudier le comportement de chaque zone vis-à-vis de la mer et de leur aptitude à se végétaliser.

Des plantations adaptées au site et à la nature du cordon ont été mises en place.

Tout le cordon expérimental a été mis en défends (contre les piétons et les véhicules) par un double rideau de ganivelles en pied d'ouvrage côté mer et par 2 rideaux, l'un en pied, l'autre en crête d'ouvrage côté étang.

Le premier cordon expérimental a été réalisé en 3 mois de décembre 1986 à mars 1987.

Au cours des tempêtes d'équinoxe de 1987 - 1988 et 1989, l'ouvrage a bien fonctionné puisque la mer est venue lécher le pied du cordon sans dommage alors qu'à son extrémité ouest la mer est allée rejoindre l'étang et que plus à l'ouest encore plusieurs petits graus s'ouvraient sur le lido.

#### ENSEIGNEMENTS DE LA PREMIÈRE TRANCHE

De cette première tranche on a pu tirer les enseignements suivants :

La nécessité d'assurer un obstacle infranchissable pour des tempêtes exceptionnelles a conduit à réaliser un ouvrage largement dimensionné. Cela s'est traduit par un coût d'environ 5 000 F/par mètre. Ce qui rend la reproduction sur 11 km d'un prix rédhibitoire.

L'on peut par contre dans des zones moins sensibles (lido plus large, plus haut, moins attaqué) prendre en compte des hypothèses moins pénalisantes et constituer un cordon littoral de dimensions plus réduites qui aurait à résister à des tempêtes annuelles et décennales et non plus exceptionnelles (cinquantennales).

Cela permet de diminuer la cote d'arase de l'ouvrage et d'alléger la carapace en galet.

La hauteur choisie doit cependant être suffisante pour que les observations ultérieures puissent se "lire" sur un ouvrage endommagé, mais non détérioré.

#### LA DEUXIÈME TRANCHE

Aussi la deuxième tranche fut elle réalisée dans les conditions suivantes :

1. Situation du cordon littoral à l'emplacement du grau qui s'est ouvert lors de la tempête de 1982 puis refermé l'année suivante laissant une zone basse très fragile,
2. Longueur de l'ouvrage 450 m : longueur qui permet de protéger la totalité de la zone,
3. Tracé en plan adopté à une distance de 70 m environ de la ligne du rivage,
4. Coupe-type de l'ouvrage présentant les caractéristiques suivantes :

- crête de l'ouvrage à + 3,00 NGF,
- largeur en crête 5,90 m,
- pente côté mer 5/1,
- pente côté étang 3/2,
- apport de sable (34 m<sup>3</sup>/ml) provenant directement du site en utilisant les matériaux qui se sont étalés dans l'étang au cours des tempêtes de ces dernières années,

- protection côté mer à l'aide d'une carapace en tout-venant de carrière sur une épaisseur de 0,40 m minimum,

- recouvrement en sable de la carapace,
- plantations à l'aide de végétaux adaptés au site en se référant à l'expérience du premier ouvrage,
- mise en défends à l'aide de ganivelles en pied d'ouvrage et sur les flancs du cordon.

Commencés en septembre, 1989 les travaux ont été réceptionnés en avril 1990.

Au cours de son exécution alors qu'une partie seulement était protégée par la carapace en tout-venant, une tempête a attaqué l'ouvrage détruisant pratiquement toute la partie non protégée simplement constituée de sable prélevé sur l'arrière-plage.

Bien que dommageable, cette tempête a été riche d'enseignements parce qu'elle a confirmé la nécessité de la protection à l'aide de concassé de carrière.

### LA PROTECTION DE L'AVIFAUNE

L'emplacement du cordon littoral et de la zone d'emprunt de sable était situé au droit du site de reproduction de la plus importante colonie française de sterne naine.

Nous nous sommes attachés à respecter l'avis du GRIVE (Groupe de recherche et d'information sur les vertébrés et leur environnement). Aussi :

- les travaux ont été réalisés en dehors de la période de reproduction (printemps, été),
- une zone a été délimitée sur laquelle les prélèvements de sable ne devaient pas être effectués,
- un îlot de tranquillité a même été réalisé pour éviter aux prédateurs naturels d'accéder aux lieux de nidification.

En 1992 ce site a été nivelé et clôturé.

Comme le GRIVE a pu le constater, l'évolution avifaunistique n'a pas été perturbée et le site reste le plus important de France pour la reproduction de la sterne naine.

### VÉGÉTALISATION

En ce qui concerne la végétalisation du cordon littoral, quelques essais de plantation par semis avaient été réalisés sur le cordon de 1987, mais c'est sur le cordon de 1990 que la technique fut mise au point.

Il s'agissait :

- de sélectionner les espèces que l'on rencontre le plus couramment sur le milieu dunaire avoisinant et de faire le choix parmi celles qui pouvaient s'adapter aux conditions difficiles de leur mise en oeuvre :
- de trier les espèces qui pouvaient se développer à base de semis et dont la récolte était facile et effectuée localement,
- d'associer ces espèces choisies avec d'autres espèces qui allaient permettre leur germination,
- de fixer les pourcentages entre les espèces de façon à ne pas obtenir la colonisation d'une seule espèce,
- de développer une technique de mise en oeuvre. Il s'agit ici d'une projection hydraulique des semences et des produits chargés de conditionner le sol. La protection

du mélange est assurée par un paillage fixé dans le sable par des crampons.

Ainsi ont été mis en oeuvre :

Côté étang : tamaris, oliviers de Bohême et blanquette,

En crête : oyats et agropyrum,

Côté mer : un semis comportant 16 espèces à raison de 20 g de semis par m<sup>2</sup> suivant une composition inédite.

Les résultats obtenus ont été probants parce qu'un suivi a été réalisé par M. Corre de l'Institut Botanique de Montpellier. Ainsi on a pu constater qu'aucune espèce non semée n'est apparue, montrant le caractère stérile du sable prélevé, une bonne germination de plusieurs espèces, une excellente fixation des oliviers de Bohême et de tamaris.

### LES BRÈCHES DE FAIBLES IMPORTANCES

Parallèlement à ces travaux sur les secteurs du lido où les brèches étaient de faible importance et ne nécessitaient pas des travaux de l'envergure de ceux précédemment décrits, des ganivelles ont été mises en place.

Sept brèches ont été obstruées.

Le maillage adopté est de 10 m de largeur (3 rangs espacés de 5 m) et un multiple de 10 m pour la longueur (10, 20, 30, 60 m, etc....).

### L'ETUDE SUR MODELE REDUIT

A l'occasion d'une étude sur modèle réduit physique, commandée par le Conseil Général de l'Hérault et réalisée dans les laboratoires de la SOGREA à Grenoble, destinée à apprécier les incidences de la réalisation d'un projet de digues de protection d'un grau entre la mer et l'étang de Pierre Blanche, le cordon littoral a été testé dans un canal à houle, puis soumis à des essais en cuve à houle.

### L'ETUDE EN CANAL A HOULE

L'étude en canal à houle a consisté à soumettre le cordon littoral à différents essais afin de :

- déterminer ses caractéristiques géométriques minimales et optimales (cote d'arase, position du cordon littoral sur la plage, pente de l'ouvrage),
- examiner les conditions et situations de franchissement de ce cordon littoral,

Six essais ont été effectués.

Pour les quatre premiers, la cote d'arase et la distance par rapport au rivage ont été testées. Le cinquième concernait l'accumulation d'eau en pied d'ouvrage, le sixième, la pente de l'ouvrage côté mer.

Les résultats des essais, consignés dans le tableau 2 suivant, ont montré que la configuration la plus satisfaisante correspond à : D = 80 m ; C = + 3,00 NGF ; P = 5/1.

Avec les remarques suivantes :

1. en ce qui concerne la distance, prendre la précaution d'implanter l'ouvrage par rapport à un trait de côte d'hiver, ce qui impose de bien connaître la tendance évolutive du littoral,

2. pour la cote d'arase, ne pas être inférieure à + 3,00 NGF. Chaque abaissement de 0,20 m nécessite un recul côté terre de l'ordre de 20 m,

3. la pente de l'ouvrage apparaît comme un paramètre moins important,

4. un comblement de la zone d'accumulation en pied d'ouvrage au moment de la réalisation des travaux et un reprofilage de la plage, avec comme point de référence le haut de l'estran, apparaissent comme une bonne chose.

- étudier le comportement du cordon littoral défini dans son implantation et ses caractéristiques géométriques par l'étude en canal.

Les conclusions que l'on peut en tirer sont les suivantes :

- bonne tenue générale du cordon malgré des affleurements maxima sur le talus atteignant la cote + 2,00 NGF,

- contournement et érosion des musoirs du cordon lorsque celui-ci se trouve en position isolée. Une pente à 10/1 permet une consolidation efficace du musoir,

- ensouillement jusqu'à la cote 0,00 NGF, inutile si le cordon n'est pas sollicité par de fortes tempêtes les premières années après son installation

- les zones de franchissement du lido en tempêtes et niveau de la mer établi à + 0,80 NGF et + 1,00 NGF, ont été localisées. En fait, c'est presque l'ensemble du lido entre les 2 cordons réalisés (tranche 1 et tranches 2 et 3) qui est concerné. On a pu estimer à environ 2000 m la longueur à protéger.

ETUDE EN CANAL A HOULE  
-SOGREAH -AOUT 1990-  
GRAU DE PIERRE BLANCHE

Affleurements maxima sur l'ouvrage

TABLEAU N°2

Niveau (m)	Hs(m)	Tpic(s)	Essai 1 D=80m C=+3.0mNGF	Essai 2 D=40m C=+3.0mNGF	Essai 3 D=60m C=+4.0mNGF	Essai 4 D=100m C=+2.7mNGF
	1.50	8.00	(à sec)	1.30	(à sec)	(à sec)
	2.50	8.00	1.10	1.50	1.20	1.00
+ 0.60	3.00	10.00	1.20	1.90	1.40	1.10
	4.00	10.00	1.50	2.10	1.60	1.40
	5.50	10.00	1.90	2.40	2.00	1.70
	1.50	8.00	1.40	2.00	1.50	1.20
	2.50	8.00	1.60	2.10	1.70	1.40
+ 0.90	3.00	10.00	2.00	2.50	2.10	1.60
	4.00	10.00	2.10	2.60	2.20	1.80
	5.50	10.00	2.40	2.90	2.50	2.00
	1.50	8.00	1.70	2.10	1.90	1.60
	2.50	8.00	2.00	2.40	2.10	1.70
+ 1.20	3.00	10.00	2.20	2.70	2.30	2.00
	4.00	10.00	2.40	3.00	2.50	2.20
	5.50	10.00	2.70	3.10	2.90	2.50
	1.50	8.00	2.30	3.00	2.60	2.20
	2.50	8.00	2.50	>3	2.80	2.50
+ 1.50	3.00	10.00	2.75	>3	3.00	2.70
	4.00	10.00	3.00	>3	3.30	>2.7
	5.50	10.00	>3	>3	3.60	>2.7

D: distance entre le sommet de l'ouvrage et le zéro N.G.F.  
C: cote d'arase de l'ouvrage

L'UTILISATION DES RÉSULTATS DU MODÈLE

Les enseignements du modèle réduit ont été immédiatement utilisés pour les tranches suivantes à savoir :

- implantation de la 4ème tranche (au droit de la zone centrale fragilisée par les tempêtes de l'hiver 1986),

- suppression de l'ensouillement jusqu'à la cote + 0,00 NGF, ce qui permet une économie de terrassements et matériaux concassés,

- profilage de la plage en avant du cordon après travaux pour éviter les érosions en pied d'ouvrage,

- limitation des plantations sur le talus côté mer. La partie en pied d'ouvrage jusqu'à la cote + 2,00 NGF n'est pas semée.

La coupe du cordon littoral ci-dessous est celle finalement qui peut être reproduite sur le littoral avec quelques adaptations à la topographie locale.

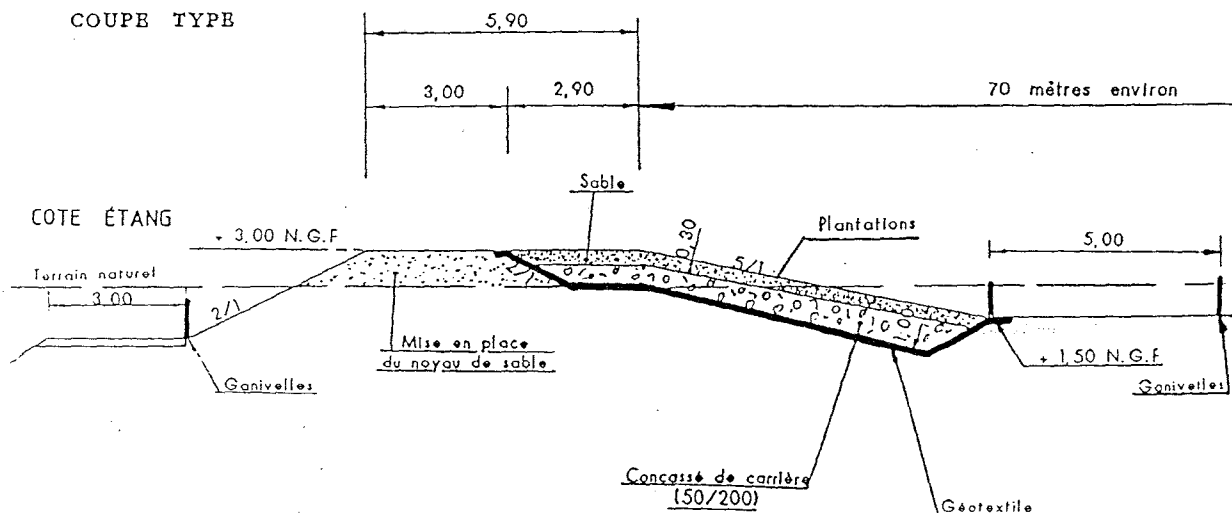
ETUDE EN CUVE À HOULE

L'étude en cuve à houle avait un double objectif :

- définir les zones de franchissement du lido sous l'effet simulé de différentes tempêtes et niveaux de la mer,

CORDON LITTORAL,

COUPE TYPE



## FINANCEMENT ET MONTANT DES TRAVAUX

Le linéaire réalisé est de 1095 m pour un montant total de 3 189 515,28 F/TTC .

Le coût au mètre linéaire est estimé actuellement à 2 200 F/TTC, dans lequel terrassements et protection en concassé représentent 55 % du montant, les plantations 32 %, la protection à l'aide de ganivelles 13 % .

## CONCLUSION

La réalisation de plusieurs tranches expérimentales du cordon littoral a permis de bien définir l'ouvrage le plus apte à assurer la protection du lido de Villeneuve-lès-Maguelone. L'utilisation des résultats du modèle a permis d'affiner les caractéristiques géométriques de l'ouvrage. Aujourd'hui il est possible, sans études spécifiques, de reproduire cet ouvrage sur les 2000 m de zone encore fragile. Le suivi des ouvrages entrepris depuis 1986 permettra d'autre part de constater son effet sur la position de la laisse, le profil de la plage et de l'avant-plage.

## Références

- 1 - SOGREAH. 1984. Protection du littoral entre Frontignan et Palavas. R 35 1476.
- 2 - SOGREAH. 1985. Aménagement du lido Frontignan-Palavas - Cordon expérimental. Avant-projet détaillé, 450054 R2.
- 3 - SOGREAH. 1990. Aménagements intégrés pêche-aquaculture sur l'étang de Pierre-Blanche. Etude sur modèle réduit. Rapport d'étude 51214 R2.
- 4 -- Rueda F. 1993. Le cordon littoral de Villeneuve-lès-Maguelone. 33 p., 55 ill. (photos, plans, tableaux).

## QUESTION DE MONSIEUR NACIRI

A quel endroit est placé le géotextile sur les coupes du cordon présentées et quelle est la granulométrie du tout-venant?

## RÉPONSE

Le géotextile est disposé entre le noyau du cordon réalisé en sable ( $D_{50} \approx 200$  à  $300 \mu\text{m}$ ) et la protection en tout-venant (concassé de carrière 50 à 200 mm).