

INVENTAIRE DES SITES FAVORABLES
A L'AQUACULTURE

COTE ATLANTIQUE DE LA VILAINE A LA BICASSOA

- ETUDE GENERALE -

- S O M M A I R E -

<u>I - CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA COTE ATLANTIQUE DE LA VILAINE</u>	
<u>A LA BIDASSOA.</u>	
	Pages
1° - Description du littoral du nord au sud	5
2° - Les niveaux et les marées	8
3° - Les littoraux de mode battu (rocheux ou sableux)	15
4° - Les littoraux de mode abrité (les waddens)	19
5° - Les marais maritimes	24
6° - Les marais salants	31
 <u>II - DONNEES CLIMATOLOGIQUES, HYDROLOGIQUES ET EDAPHIQUES.</u>	
1° - Climatologie générale de la côte Atlantique	38
2° - Hydrologie marine	45
3° - Facteurs édaphiques	50
 <u>III - AQUACULTURE - TRADITIONS - TECHNOLOGIES - CONFLITS.</u>	
1° - Elevages marins d'hier et d'aujourd'hui	54
2° - Les possibilités de développement de l'aquaculture	63
 <u>IV - CONCLUSION.</u>	 71
 <u>V - BIBLIOGRAPHIE.</u>	 73
 <u>VI - ANNEXES.</u>	

- INDEX DES FIGURES ET PHOTOS -

<u>FIGURES</u>	Pages
Figure 1 - Découpage du littoral atlantique.....	4
Figure 2 - Schéma géologique.....	6
Figure 3 - Estimation des surfaces de marais et waddens des diffé- rentes zones d'étude.....	7
Figure 4 - Niveaux et marées dans cinq ports de la côte ouestatlan- tique.....	10
Figure 5 - Courbe de fréquence des coefficients de marée.....	11
Figure 6 - Les variations régionales de l'Unité de Hauteur sur le littoral atlantique.....	11
Figure 7 - Courbes types de la marée à St-Nazaire, la Rochelle, et l'Ile d'Aix, en vive eau, en déchet, en morte eau et en revif.....	11
Figure 8a- Zones non endiguées en mode battu ou abrité.....	13
Figure 8b- Zones endiguées : les marais maritimes.....	13
Figure 9 - Courbe de fréquence du nombre de submersions en fonction de l'altitude exprimée en Unité de Hauteur, au-dessus du niveau de mi-marée.....	14
Figure 10 - Courbe de fréquence du nombre de submersions en fonction de l'altitude exprimée en Unité de Hauteur, par rapport au niveau de mi-marée.....	14
Figure 11 - Exemple de variations du niveau de la mer et des coeffi- cients de marée sur un mois. Applications aux possibili- tés de renouvellement d'eau d'un site donné.....	15
Figure 12 - Exemple de resituation des niveaux d'un site en vue d'une installation aquacole.....	16
Figure 13a- Les littoraux de mode battu de la P ^{nt^e} de Penvins à la P ^{nt^e} du Grouin du Cou.....	18a
Figure 13b- Les littoraux de mode battu de la P ^{nt^e} du Grouin du Cou à la Gironde.....	18b
Figure 14a- Littoraux de mode abrité de la P ^{nt^e} de Penvins à la P ^{nt^e} du Grouin du Cou.....	20a
Figure 14b- Les littoraux de mode abrité de la P ^{nt^e} du Grouin du Cou à la Gironde.....	20b

Figure 15 - Diagramme schématique de la répartition des tapis végétaux en fonction du niveau et de la salinité du milieu...	21
Figure 16 - Bloc diagramme schématisant les diverses parties des marais maritimes.....	26
Figure 17 - Les ombilics de brèche et les digues associées.....	27
Figure 18 - Pente des prises.....	28
Figure 19 - Disposition des prises.....	28
Figure 20 - La dénivellation de part et d'autre des digues.....	30
Figure 21 - Schéma montrant les différents niveaux d'un marais salant	33
Figure 22 - Plan d'un marais salant.....	34
Figure 23 - Les températures sur le littoral atlantique aux sémaphores de Le Talut, La Coubre et Socoa.....	39
Figure 24 - Les précipitations sur le littoral atlantique aux sémaphores de Le Talut, La Coubre, et Socoa.....	41
Figure 25 - Les variations géographiques de la pluviosité sur le littoral atlantique.....	42
Figure 26 - L'insolation sur le littoral atlantique.....	43
Figure 27 - Les vents sur le littoral atlantique aux sémaphores de Le Talut, La Coubre et Socoa.....	44
Figure 28 - Températures superficielles moyennes du Golfe de Gascogne	46
Figure 29 - Salinités superficielles moyennes du Golfe de Gascogne...	47
Figure 30 - La houle dans le Golfe de Gascogne.....	49
Figure 31 - Hypothèse de fréquentation du littoral : horizon 1980....	68

PHOTOS

Photo 1 - Vase à Scrobicularia piperata à la limite du schorre et de la slikke, près du chenal de Brouage.....	23
Photo 2 - Détail de l'amas coquillier ramené à la surface par l'érosion.....	23
Photo 3 - Sédiment sablo-vaseux à Cardium edule, Le Grand Vasais...	35
Photo 4 - Très haute densité en Gammarus ; extrémité nord du même Grand Vasais.....	35
Photo 5 - Ecluse à poissons. Au nord de la Conche des Baleines, Ile de Ré.....	56

Photo 6 - Pêche au carrelet. Conche des Cadets, Meschers-sur-Gironde.....	56
Photo 7 - Capture d'alevins avec piège fixe dans les marais d'Ars en Ré.....	60
Photo 8 - Cage grillagée pour la conservation du poisson lors des pêches ou travaux dans les marais à poissons Nieulle-sur-Seudre.....	60
Photo 9 - Eolienne pour l'alimentation en eau de mer d'un marais à poissons : Ile de Noirmoutier.....	61
Photo 10 - Pêche à la civelle avec le "Pibalou". Les écluses de Brouage.....	62
Photo 11 - Pêche (industrielle), de nuit, des civelles remontant la Seudre.....	62

La Côte Atlantique entre la Vilaine et la Bidassoa a été découpée en 19 zones estimées homogènes et numérotées du nord au sud de A à S (fig. 1). Cette numérotation a été systématiquement reprise sur chaque carte ou plan du rapport. La figure 1 montre le découpage général des différentes zones de prospection.

En annexe sont données les références aux cartes IGN 1/25 000 qui ont servi pour la mise en place d'un quadrillage de repérage cartographique, propre à chaque zone.

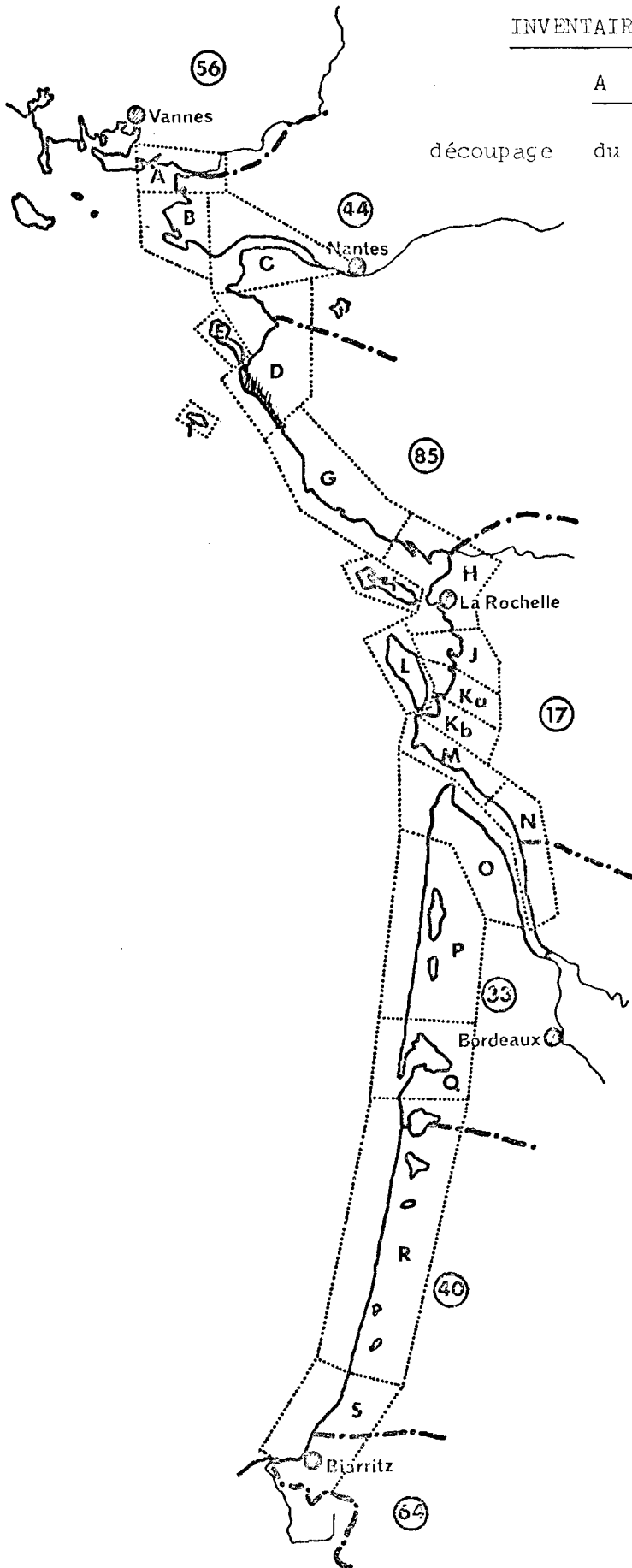
CARACTERISTIQUES GENERALES

Niveaux et Marées - Morphologie Littorale

INVENTAIRE DES SITES FAVORABLES

A L'AQUACULTURE

découpage du littoral atlantique



limite département.....

zones :

- A Estuaire de la Vilaine
- B Presqu'île Guérandaise
- C Estuaire de la Loire
- D Marais breton
- E Ile de Noirmoutier
- F Ile d'Yeu
- G Marais Vendéens
- H Baie de l'Aiguillon
- I Ile de Ré
- J Rochefort
- K Marennes
- L Ile d'Oléron
- M Royan
- N Gironde N
- O Gironde S
- P Lacanau
- Q Arcachon
- R Mimizan
- S Biarritz

fig. 1

I - CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA COTE ATLANTIQUE DE LA VILAINE
A LA BIDASSOA.

1° - Description du littoral du nord au sud.

- De la pointe de Penvins à la pointe du Grouin :

La majeure partie de ce secteur côtier long de 435 km, est d'origine primaire correspondant à l'extrémité orientale du Massif Armoricaïn. Les matériaux secondaires qui annoncent le bassin aquitain apparaissent au sud de Talmont (schéma géologique fig. 2).

Au niveau de l'estran la roche mère est parfois masquée par les sables et les argiles flandriennes qui constituent les dunes et plages, les marais.

- De la pointe du Grouin à la Gironde :

Deux îles, Oléron et Ré, forment un écran à peu de distance du continent.

Il s'agit ici essentiellement d'une côte calcaire, crétacée au Sud (Saintonge), et jurassique au Nord (Aunis) (voir schéma géologique fig. 2). Cette côte calcaire est très fréquemment masquée par des apports de sables ou des dépôts de vases.

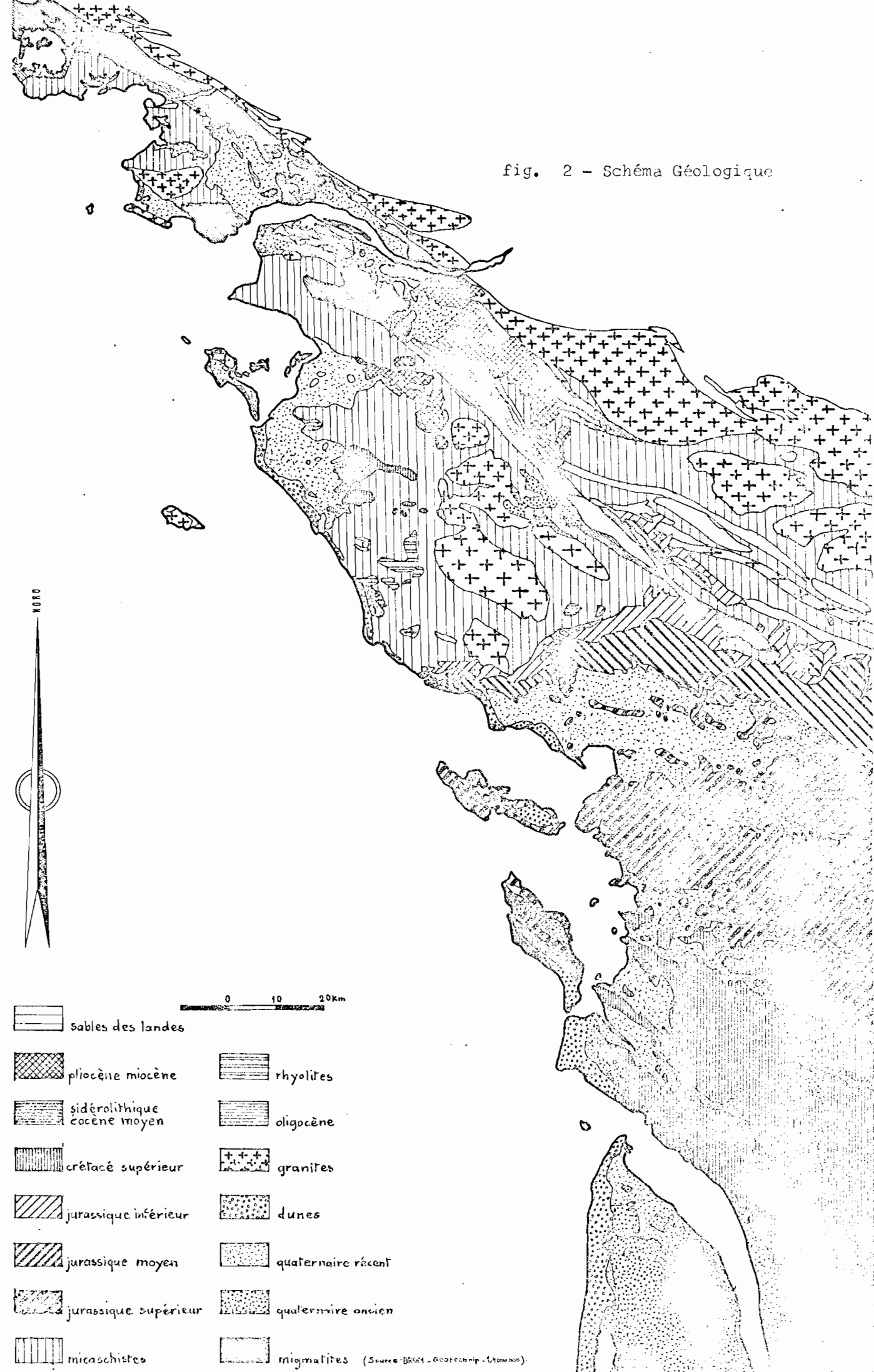
Ces apports et dépôts, loin d'être stabilisés, posent de gros problèmes sur toute la côte (voir plus loin).

- De la Gironde à la Bidassoa :

L'étude de cette côte sera entreprise ultérieurement.

Les caractéristiques morphologiques principales des deux premiers secteurs d'étude (zones A à N) sont rassemblées dans le tableau suivant. Les chiffres montrent l'importance des marais maritimes et des waddens, ils seront introduits plus loin. (fig. 3)

fig. 2 - Schéma Géologique



ESTIMATION DES SURFACES (en hectares) DE MARAIS ET WADDENS
 DES DIFFERENTES ZONES D'ETUDE
 ENTRE LA POINTE DE PENVINS ET LA GIRONDE

ZONES	Long. de côte en km	Marais Maritimes			Waddens
		Salés	Doux	Total	
A	70	100	-	100	1 200
B	70	2 800	-	2 800	1 400
C	80	-	25 000	25 000	3 000
D	75	6 000	30 000	36 000	7 000
E	50	1 700	-	1 700	2 500
F	25	-	-	-	-
G	65	2 800	-	2 800	200
Total partiel	435	13 400	55 000	68 400	15 300
H	116	800	79 600	80 400	8 400
I	79	1 650	-	1 650	1 500
J	87	150	17 850	18 000	4 500
K _a	17	250	11 250	11 500	3 700
K _b	43	8 000	-	8 000	1 400
L	78	3 600	-	3 600	3 900
M	55	50	2 700	2 750	1 000
N	55	-	11 000	11 000	2 300
Total partiel	530	14 500	122 400	136 900	26 700
TOTAL	965	27 900	177 400	205 300	179 700

fig. 3

2° - Les niveaux et les marées.

Avant d'aborder la description des structures typiques rencontrées sur le littoral, il semble nécessaire de bien définir quelques notions concernant le littoral : les niveaux et les marées, notions primordiales pour l'aquaculture.

Les cartes marines sont rapportées au "zéro des cartes".

Les cartes terrestres (IGN) sont rapportées au zéro du repère fondamental de Marseille.

Les sites aquacoles se définissent en particulier par rapport au zéro réel des marnages. Ce niveau peut être choisi comme étant le "niveau d'équilibre", le "niveau moyen des mers", ou le "niveau de mi-marée".

Situons ces divers niveaux :

a) - Le zéro des cartes marines : (O. C.M.) ou zéro hydrographique correspond à peu près à la laisse des plus basses mers. Ce niveau, parfois remanié, n'est pas horizontal au sens d'une altitude absolue, mais dépend de l'amplitude des marées. Par ailleurs, il n'est pas toujours exactement au niveau des BMVE : il a été choisi à 0,45 m en dessous du niveau des BMVE à Brest par exemple ; à la Rochelle, il est au-dessus, etc.

b) - Le zéro de Nivellement Général de la France (zéro NGF) est défini par le repère fondamental de Marseille. Cas particulier à Brest, il coïncide exactement avec le Niveau Moyen de la Mer (N.M.M.) (+ 4,45 m au-dessus du zéro C.M.). Il est en général proche du NMM, mais il ne faut jamais le confondre.

c) - Le niveau d'équilibre (sens Laplace) est le niveau théorique de la mer si elle n'est plus soumise aux actions de la lune et du soleil. Il se trouve à Brest à 4,461 au-dessus du zéro C.M.

d) - Le niveau moyen de la mer (N.M.M.) est la valeur moyenne de la fonction représentative de la marée; c'est ce niveau qui est utilisé dans l'annuaire des marées. Il est à 4,45 m au-dessus du zéro C.M. à Brest, il est à cet endroit confondu avec le zéro NGF.

e) - Le niveau de mi-marée est la moyenne arithmétique des hauteurs de haute mer et de basse mer. Il se trouve à Brest à 4,394 au-dessus du zéro C.M.

Ce dernier niveau correspond au niveau moyen ou zéro réel des marnages recherchés pour l'aquaculture, mais nous utiliserons, sauf exception, pour des raisons de commodités, le NMM qui donne une bonne approximation.

La figure 4 montre cinq exemples (Brest, Saint-Nazaire, La Rochelle, Royan, Saint-Jean-de-Luz) de situation de niveaux des mers les uns par rapport aux autres.

Le mouvement de la marée est très variable suivant les endroits. On caractérise la marée à un endroit donné par l'unité de hauteur U (hauteur de la mi-marée en vive eau d'équinoxe). L'amplitude sur l'estran ou marnage (A) est donnée par la formule :

$$A = 2 UC$$

C = le coefficient de la marée (qui varie de 0,20 à 1,20 ... fig. 5)

U = unité de hauteur (dans la région qui nous intéresse diminue grosso modo du Nord de la Côte Atlantique vers le Sud fig. 4 et 6). (indiqué UH sur la fig. 4)

Par ailleurs, les amplitudes des marées suivent des cycles avec augmentation (revif), maximum (vive eau), diminution (déchet) et minimum (morte eau). Suivant ces périodes et suivant les lieux, les courbes prises par la marée varient considérablement (fig. 7) s'écartant notablement d'une forme sinusoïdale.

De plus, au niveau des estuaires et des fleuves, les phénomènes sont encore plus perturbés : le zéro du marnage s'élève au-dessus du zéro NGF au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer. Il est de plus différent en morte-eau et en vive eau.

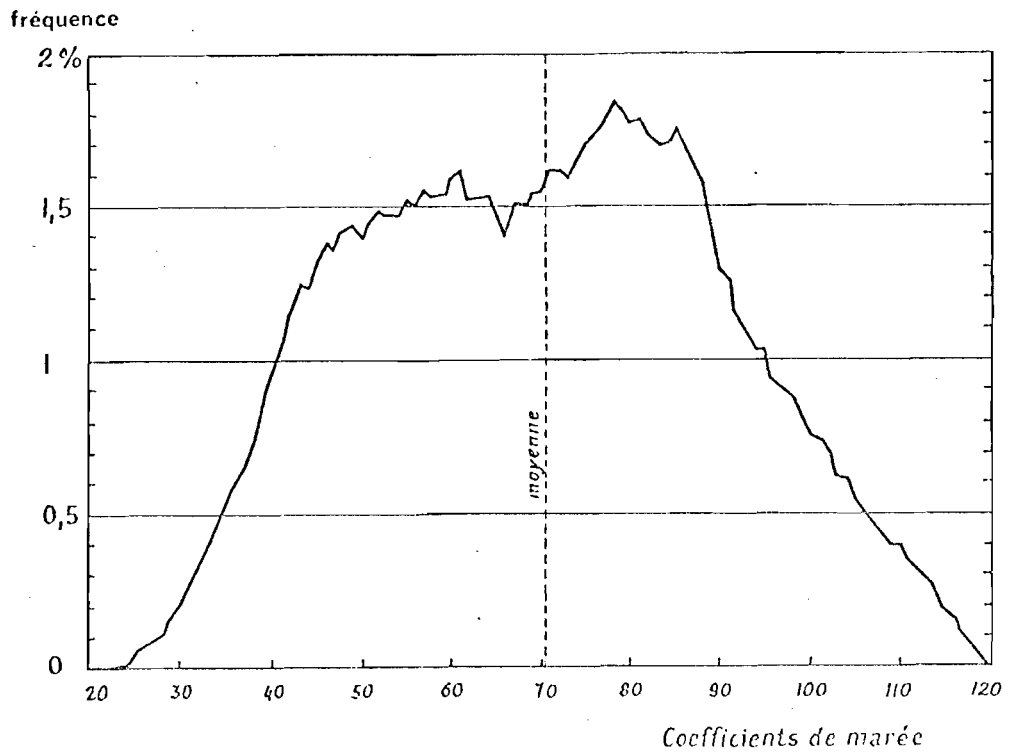


fig. 5 Courbe de fréquence des coefficients de marée.
(d'après A. GOUGENHEIM 1956)

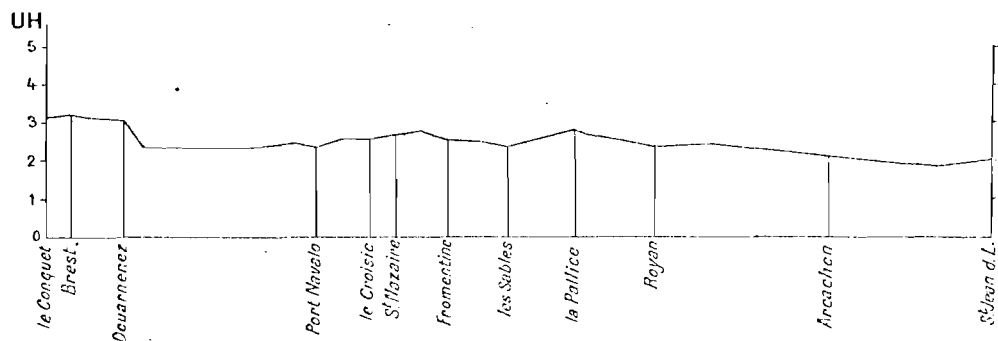


fig. 6 Les variations régionales de l'Unité de Hauteur sur le littoral Atlantique (d'après F. VERGER 1968)

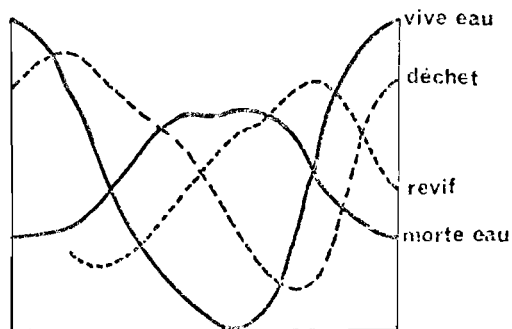


fig. 7 Courbes types de la marée à St-Nazaire, La Rochelle, et l'Île d'Aix, en vive eau, en déchet, en morte eau et en revif.
(d'après M. ROLLET DE L'ISLE 1905)

Les mouvements de la mer définissent un certain nombre de limites et de zones que l'on situe par rapport à ces zéros :

L'estran est la zone de marnage, c'est-à-dire, la zone comprise entre la laisse des plus basses mers (BMVE) et le niveau haut des plus hautes mers (PMVE) ou "trait de côte" (fig. 8).

C'est essentiellement dans cette zone que les sites propices à l'aquaculture vont se trouver. C'est dans cette zone que se situe, en particulier, la conchyliculture.

Une installation aquacole peut nécessiter une situation optimale par rapport au marnage (cf. Généralités), et doit pouvoir permettre, en particulier, un renouvellement de l'eau satisfaisant durant les périodes critiques (morte eau en début d'été par exemple). Les figures 11 et 15 montrent que l'on peut prévoir le phénomène statistiquement, donc faire un choix au niveau des investissements, pompes, largeur des vannes et des canaux en connaissance de cause. Par exemple des radiers de vannes situés tels que l'eau ne rentre que lorsque le coefficient est supérieur à 80 ne permettent :

- un renouvellement théorique de l'eau (fig. 9) que, sur environ 35 % des marnages, soit deux périodes de cinq à six jours par mois (fig. 11) (ceci est variable suivant les années); ce renouvellement de l'eau est évidemment plus restreint si l'on maintient une certaine hauteur d'eau au-dessus du radier.

- une durée théorique de submersion d'environ 438 heures par an soit 36 heures par mois "moyen". (fig. 10)

Les travaux effectués à Audenge, dans le bassin d'Arcachon, sur le Domaine de Certes, sont une illustration de ces considérations (fig. 12)

Enfin, il s'agit là de considérations sur les marées théoriques. Il ne faut pas oublier que divers facteurs, dont surtout les vents et la pression barométrique, modifient sans cesse les marées calculées (jusqu'à 0,50 m ou même 1 m). Néanmoins, pour mettre sur pied un projet, ce sont les marées calculées qui statistiquement permettent d'avoir une bonne base de calcul.

LES DIFFERENTS DOMAINES DU LITTORAL ATLANTIQUE

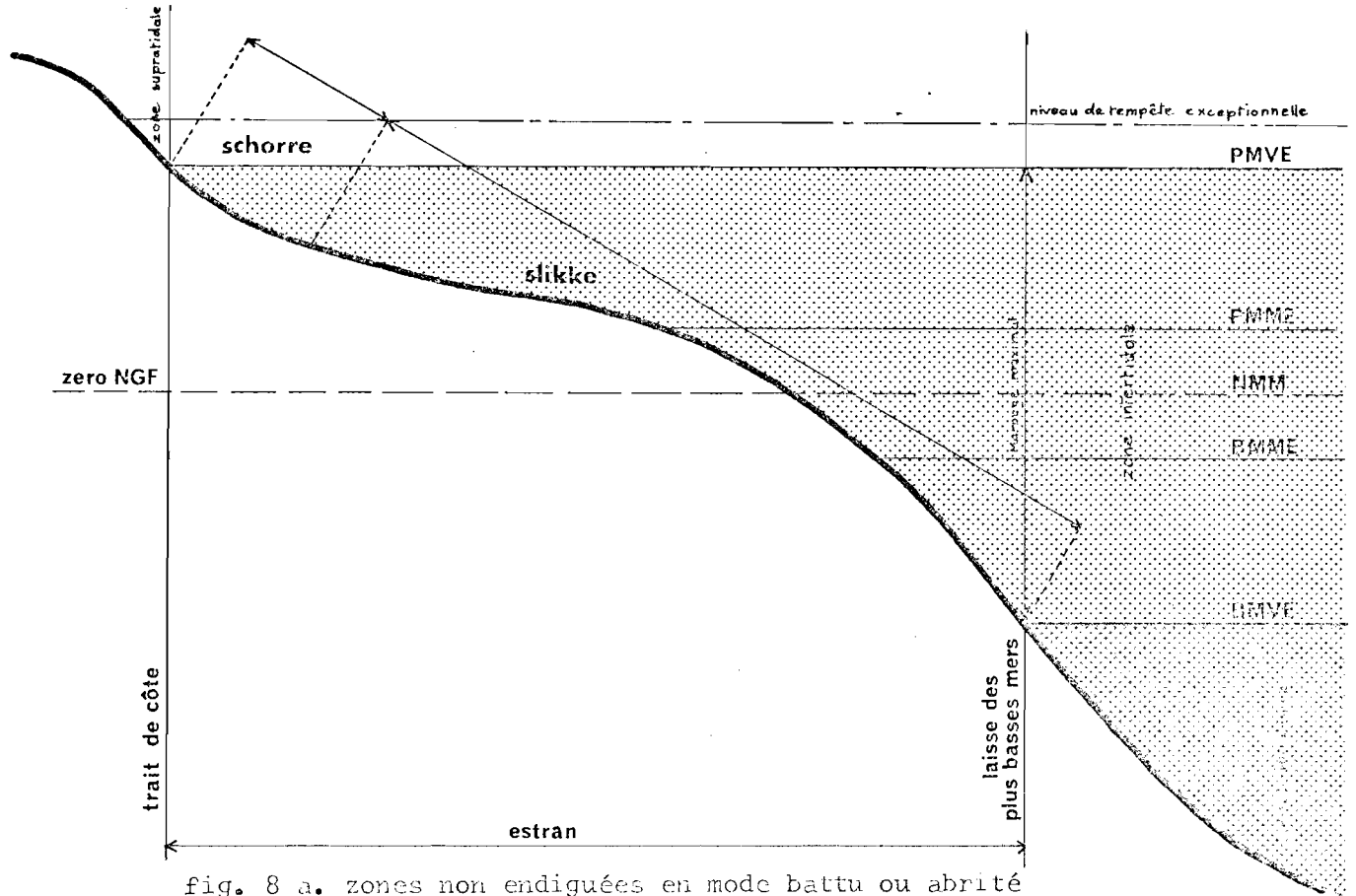


fig. 8 a. zones non endiguées en mode battu ou abrité (slikke et schorre des waddens)

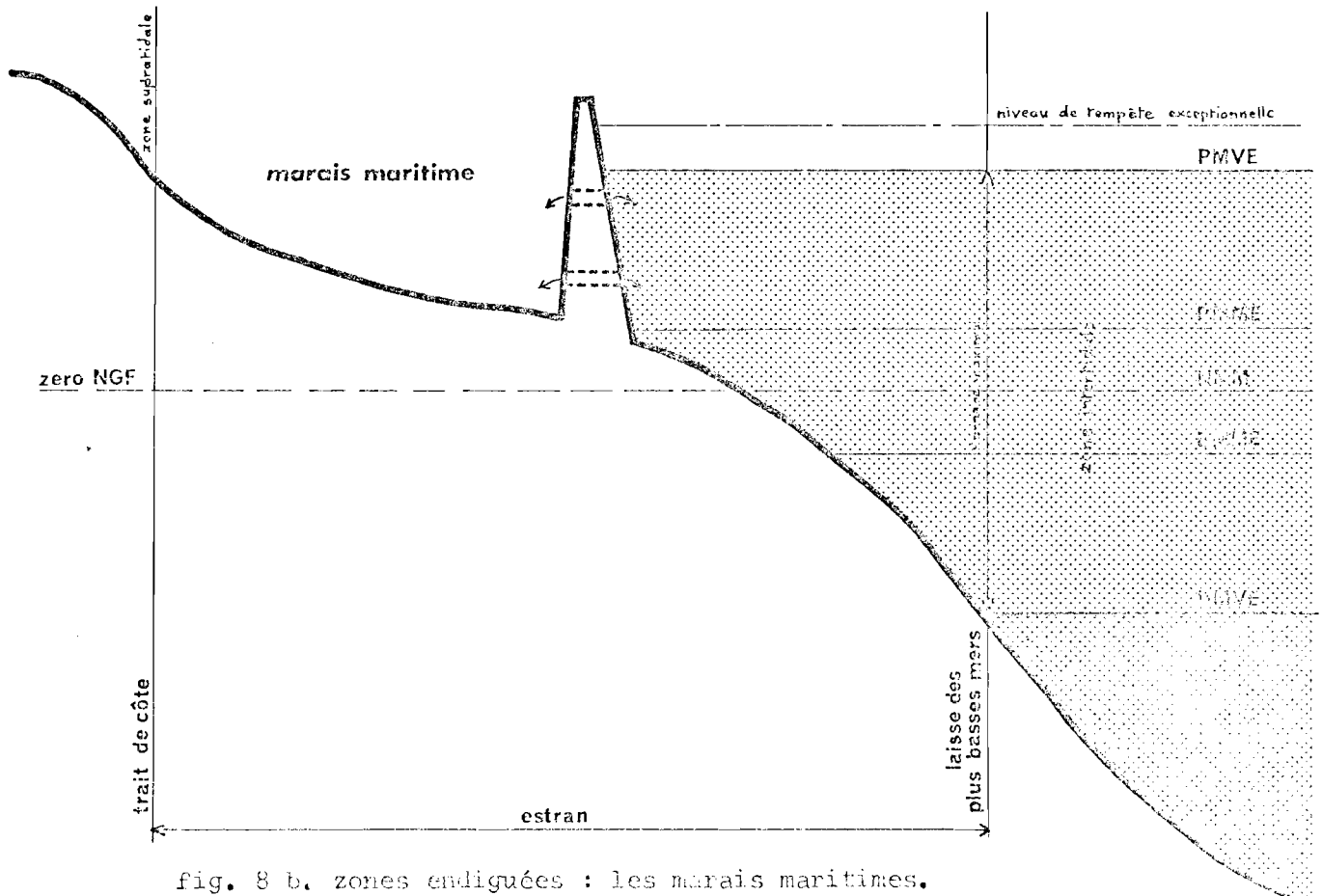


fig. 8 b. zones endiguées : les marais maritimes.

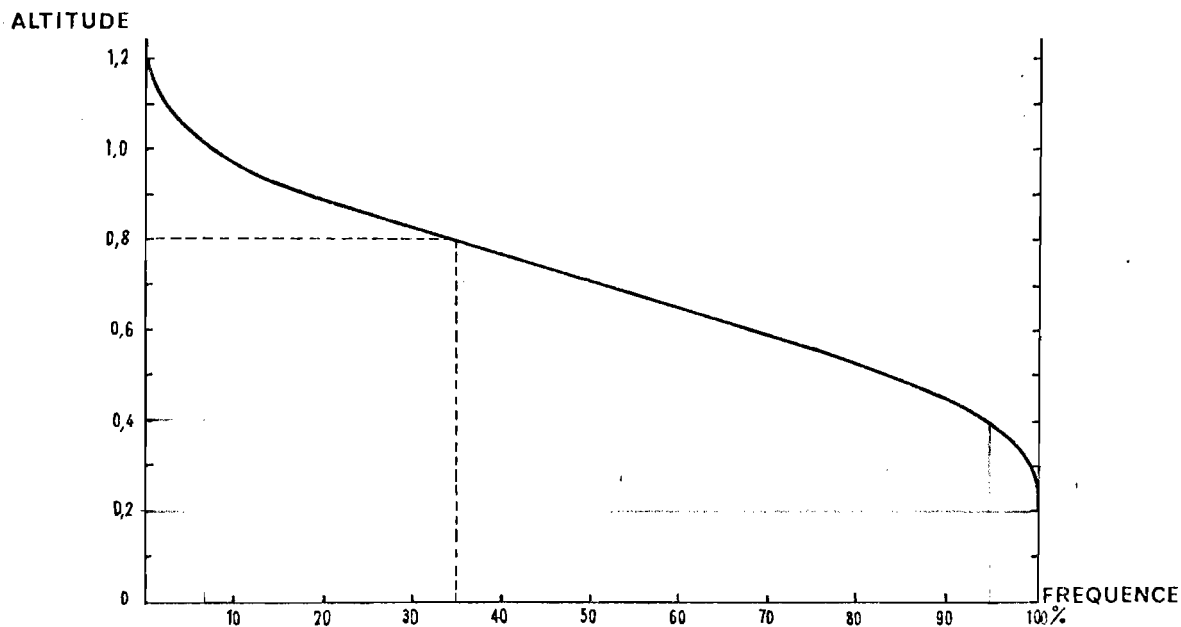


fig. 9 - Courbe de fréquence du nombre de submersions en fonction de l'altitude exprimée en unité de hauteur, au-dessus du niveau de mi-marée (calcul du nombre de marnages efficaces par an, par exemple) D'après F. VERGER.

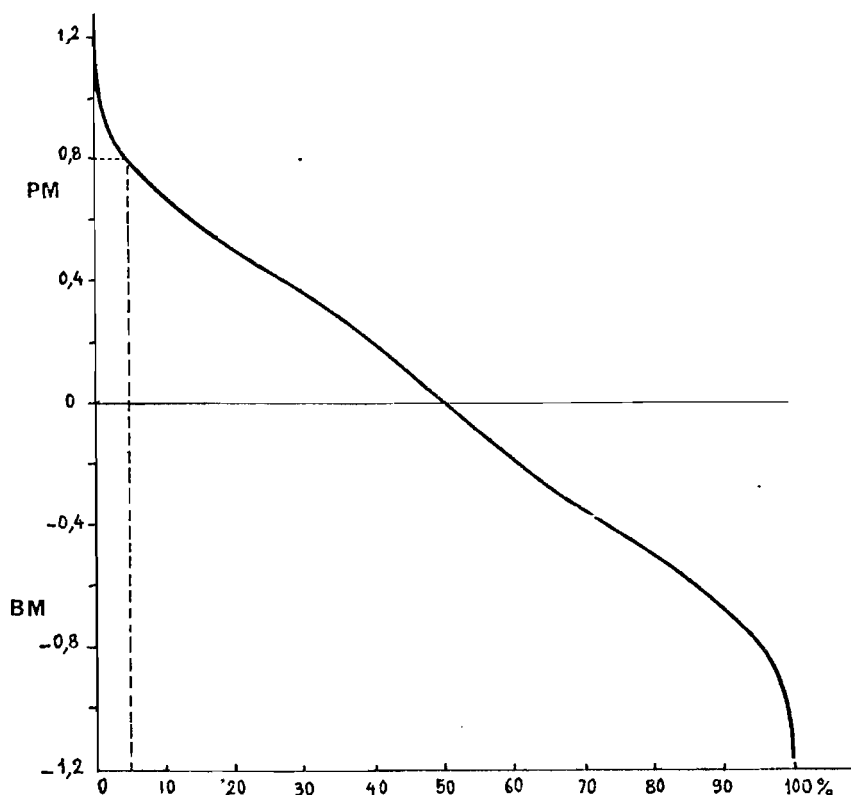


fig. 10 - Courbe de fréquence de la durée des submersions en fonction de l'altitude exprimée en unité de hauteur, par rapport au niveau de mi-marée (calcul du nombre d'heures de submersions par an, par exemple) D'après F. VERGER.

Altitude exprimée en unité de hauteur
(coefficient)

■ Période de renouvellement naturel de l'eau possible

▒ période sans renouvellement possible

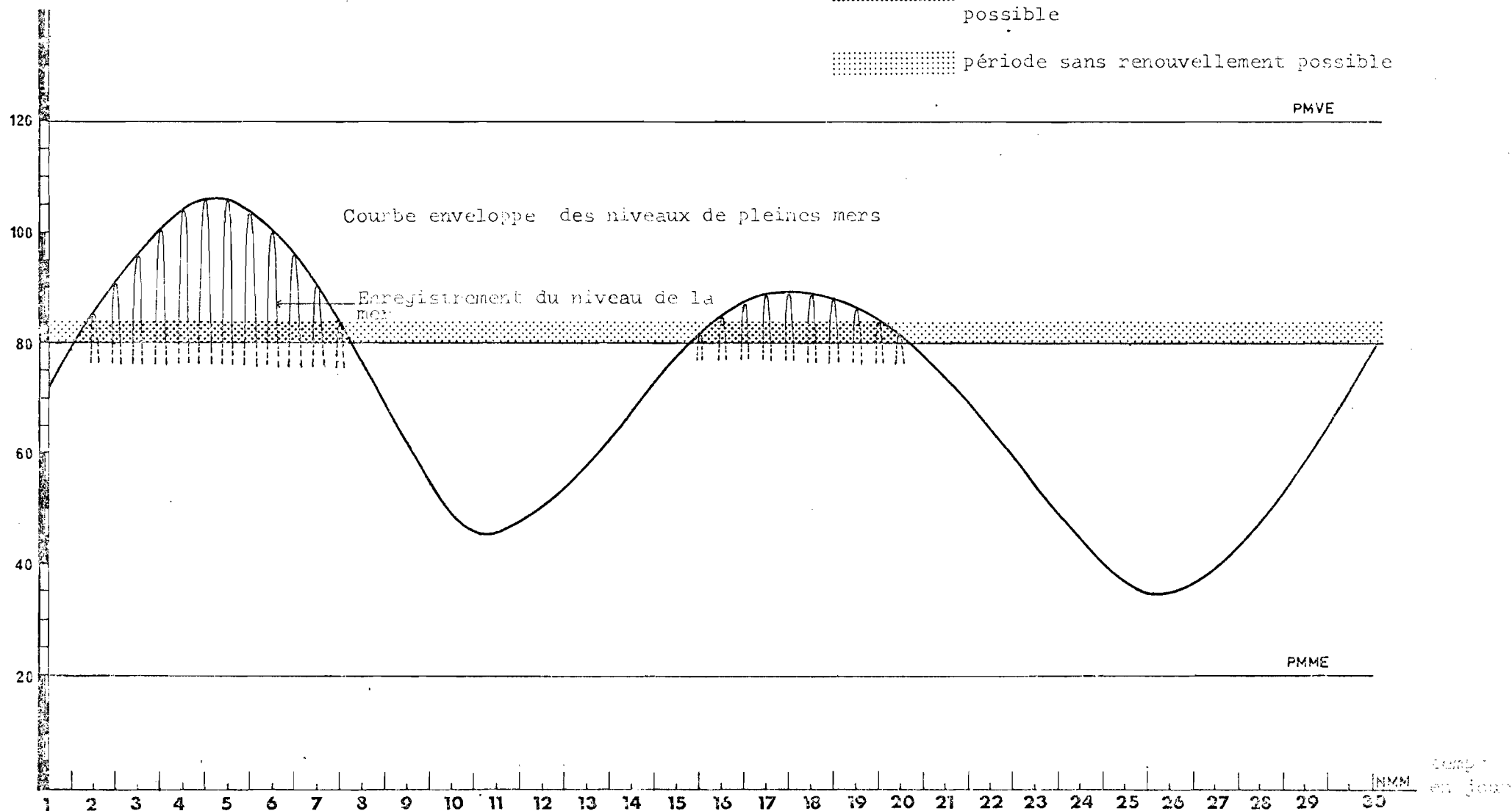


fig. 11 - Exemple de variations du niveau de la mer et des coefficients de marée sur un mois (avril 73)
Applications aux possibilités de renouvellement d'eau d'un site donné (Marais "buvant" à 80)

ETAT AVANT LES TRAVAUX

ETAT PROPOSE POUR LES TRAVAUX

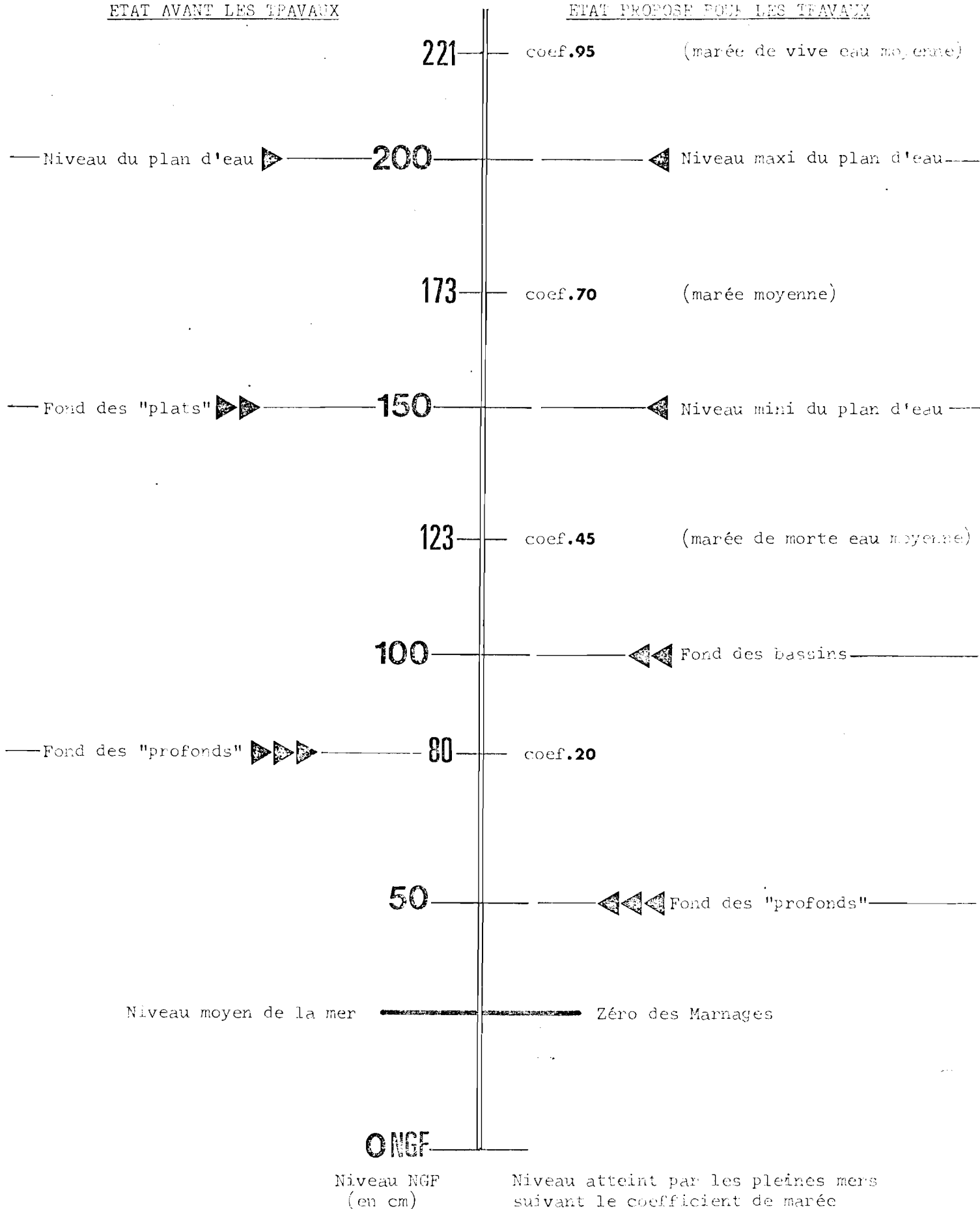


fig. 12 - Exemple de relation de niveaux d'un site en vue d'une installation (après Dom. Lecoq de Cortes - Audenge)

3° - Les littoraux de mode battu (rocheux ou sableux).

Les figures 13 montrent les zones, en général tournées vers l'Ouest, qui sont les plus exposées à la violence de la mer.

Ces zones dans leur partie littorale ou plus en mer sont à priori exclues pour le développement de l'aquaculture. Mais, il faut quand même retenir que :

a) Ce sont, au large, des zones en général recherchées pour la pêche côtière et il est envisageable d'y créer des zones de repeuplement (abris à poissons).

b) Sur les côtes rocheuses de Vendée et Charentes, ce sont les zones où sont situées les pêcheries ou "écluses à poisson" qui ont, durant des siècles, nourri des populations qui souvent ne pratiquaient pas par ailleurs la pêche côtière à proprement parlé.

c) Les estrans rocheux possèdent une riche flore d'algues et souvent une forte biomasse en coquillages (Littorines, Moules), sans parler des infractuosités des parties basses et infra-littorales riches en crustacés (Tourteaux, Homards...), ces diverses richesses n'ayant fait l'objet jusqu'ici que d'une exploitation très artisanale du type "cueillette".

d) La qualité de l'eau est, en général, supérieure à celle des zones plus abritées (pollution, matières en suspension, etc...) et les installations endiguées ou à terre, bien que compromises en particulier par le tourisme, peuvent être très propices.

Les zones sableuses sont plus particulièrement défavorables de par leur exposition, leur très grande instabilité : leur vocation est actuellement surtout touristique.

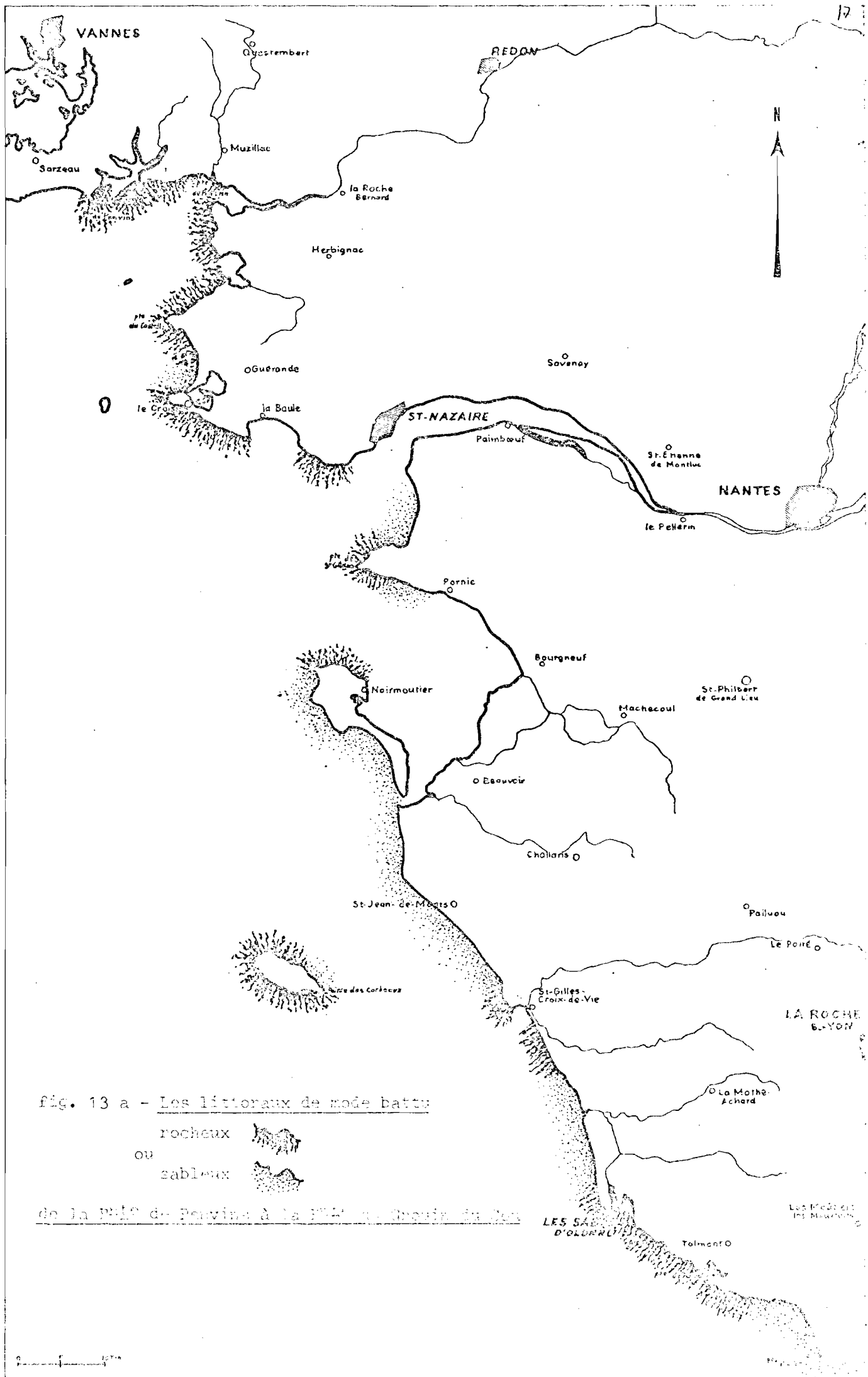


fig. 13 a - Les littoraux de mode battu

rocheux
ou
sableux

de la P.N.C. de Perwins à la P.N.C. de Douarin du Dou

LES SABLES
D'OLORNEL

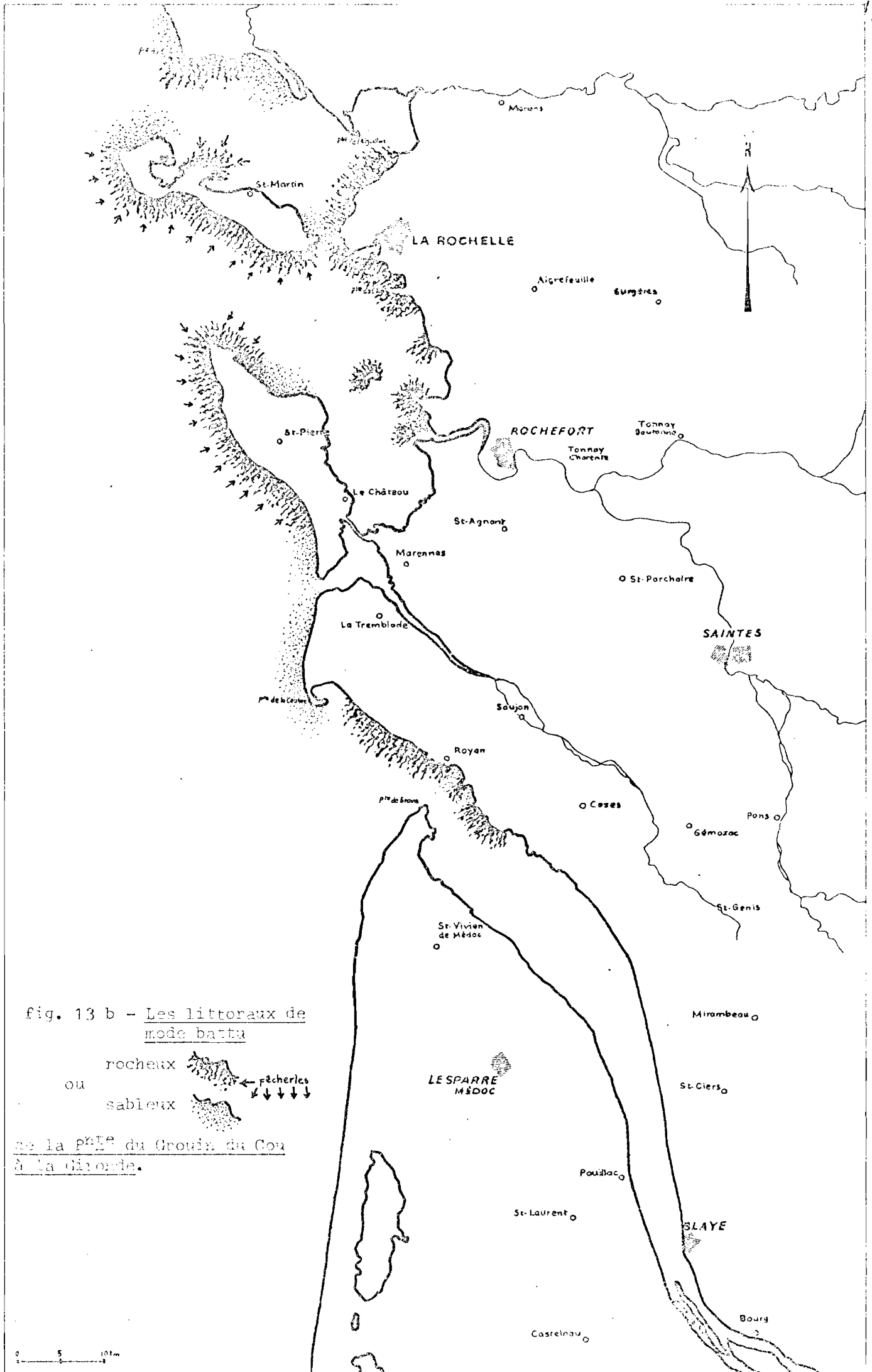


fig. 13 b - Les littoraux de mode battu

rocheux
ou
sabloux

← pêcheries
↓ ↓ ↓ ↓

de la prise du Grouin du Cou
à la Gironde.

4° - Les littoraux de mode abrité : les waddens.

Les figures 14 montrent schématiquement où se situent les zones littorales moins exposées à la force des vagues et des tempêtes. La distinction avec les zones précédentes peut paraître grossière ou arbitraire, mais malgré l'existence de zone de transition, il s'agit de deux types de littoral extrêmement différenciés : l'érosion ou la sédimentation, la granulométrie, la végétation, la faune et l'évolution dynamique des différentes parties de l'estran peuvent changer totalement en quelques kilomètres, même si le substrat géologique est tout à fait semblable.

Le littoral est caractérisé par l'existence de surfaces de dépôts sablo-vaseux, plus ou moins étendues dont la partie inférieure est essentiellement de la vase sans végétation (c'est la slikke), et dont la partie supérieure, inondable en marée de vive eau ($C = 80$) a un sol relativement ferme, couvert de végétation (c'est le schorre) : l'ensemble (fig. 8), avec les chenaux et la zone infralittorale forme un wadden (cf. "Marais et Waddens du littoral français de F. VERGER - 1968). De telles formations se trouvent pratiquement partout en mode abrité sur la zone étudiée, en particulier dans les estuaires (Vilaine, Loire, Charente, Gironde), dans les baies ouvertes (Baie de Bourgneuf, Pertuis Charentais) et dans les baies fermées (Traicts de la Presqu'île Guérandaise, Fier d'Ars, Bassin d'Arcachon), elles représentent environ 2 000 km².

Les waddens sont limités vers le continent soit naturellement par la côte qui se relève, soit artificiellement par les endigages limitant les marais. Ces marais étant eux-mêmes souvent des zones gagnées sur la mer, c'est-à-dire d'anciens waddens.

a) Les slikkes :

Les slikkes, dépourvus ou presque de végétation (sauf sur leur partie supérieure, la haute slikke fig. 15) sont des vasières plus ou moins sableuses qui peuvent s'étendre sur d'immenses surfaces (zones du Pertuis Charentais) ; ces zones, extrêmement productives, sont en partie exploitées par l'ostréiculture (captage de naissains, parcs), et la mytiliculture (bouchots dans la baie de l'Aiguillon). La pêche artisanale (filets

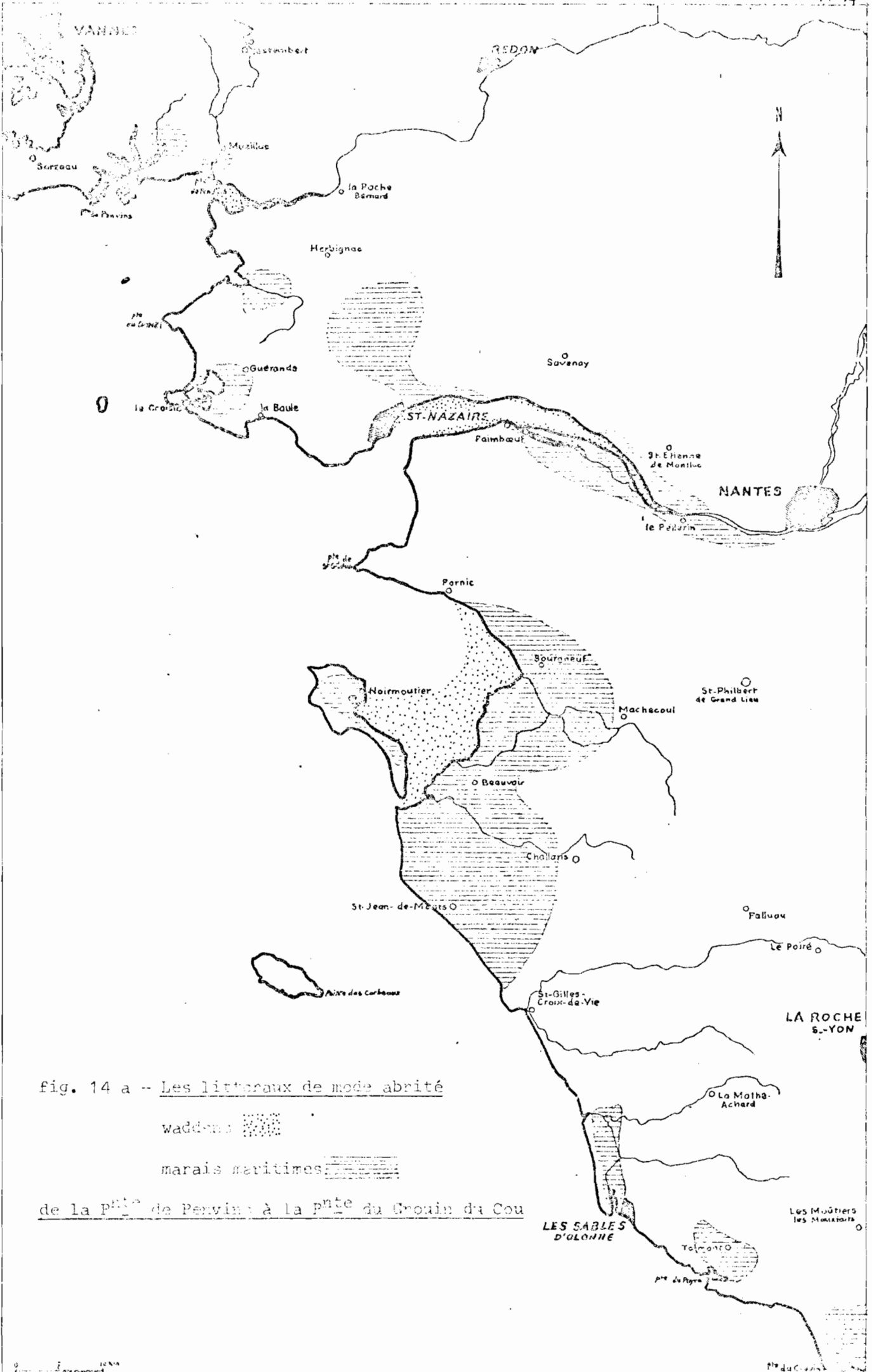




fig. 14 a -- Les littoraux de mode abrité

waddens 

marais maritimes 

de la Pte de Pervins à la Pte du Croisic du Cou

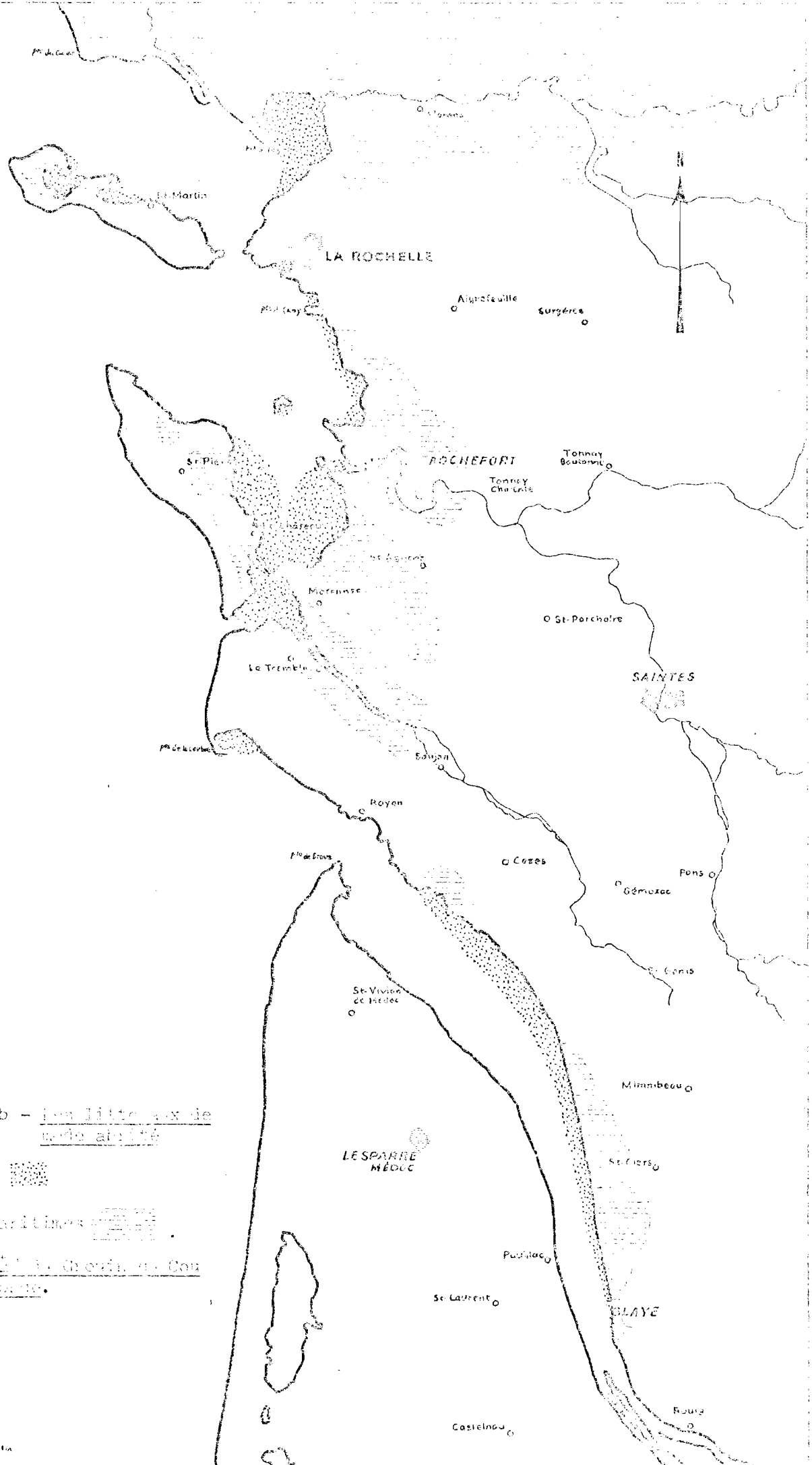


Fig. 14 b - les littoraux de
la Gironde

Wadiens
 marais maritimes
 de la P^{re} à la Gironde
 de l'océan

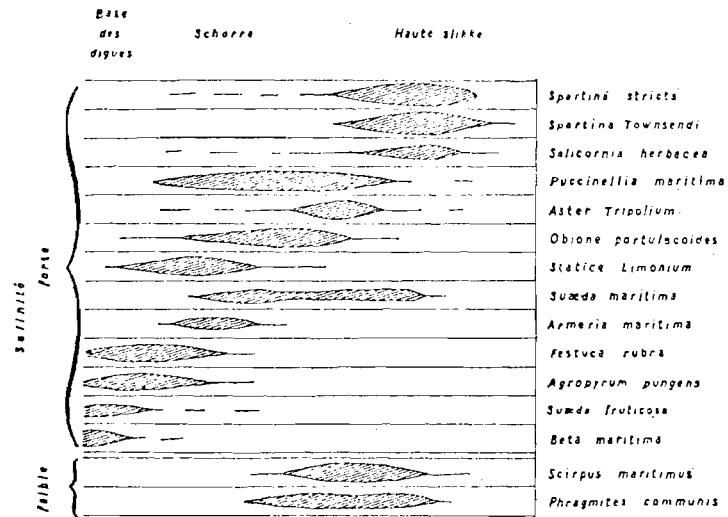


fig. 15 - Diagramme schématique de la répartition des tapis végétaux en fonction du niveau et de la salinité du milieu.

(VERGER, 1968)

fixes et carrelots) et la pêche à pied (crevettes, soles, palourdes, coques), y sont aussi pratiquées.

Les peuplements naturels dominants ou faciès de ces vases sont essentiellement les Scrobiculaires, les Nereis, les Corophium, etc... Les vases, elles-mêmes sont à très haute teneur en eau libre qui les gonflent et les rendent thixotropiques (phénomènes du passage brutal à l'état liquide des couches superficielles du sédiment) d'où les difficultés d'accès et de travail dans ces milieux. (photos 1 et 2).

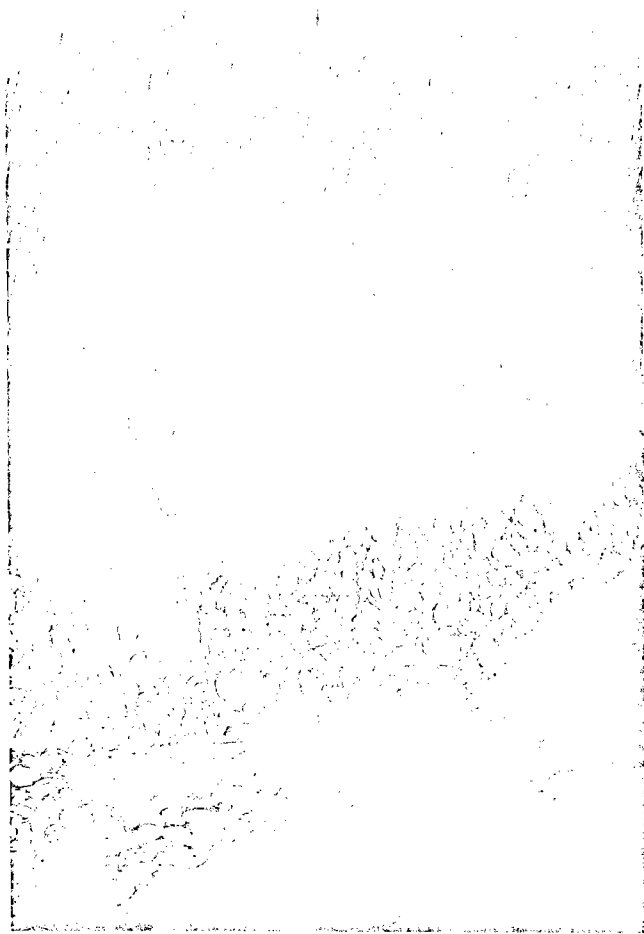
Une technique de production et de récolte apte à utiliser la haute productivité de ces zones, sans en subir les inconvénients (envasement, difficultés d'accès) pourrait permettre d'utiliser de vastes surfaces qui n'intéressent ni le tourisme, ni la navigation et qui ne sont que partiellement occupées par la conchyliculture traditionnelle. L'élevage rationnel de poissons plats, de bivalves ou de crevettes pourrait y être très intéressant, mais les difficultés sont énormes et des recherches dans ce sens n'ont pas été très poussées, à notre connaissance, vers des résultats positifs.

b) Les schorres :

Les schorres, partie supérieure des estrans des waddens, sont couverts d'une végétation phanérogame de plantes halophiles caractéristiques (Puccinellia maritima, Aster tripolium, Statice limonium, Spartina maritima, Juncus maritimus, Salicornia herbacea, etc...). (fig. 15).

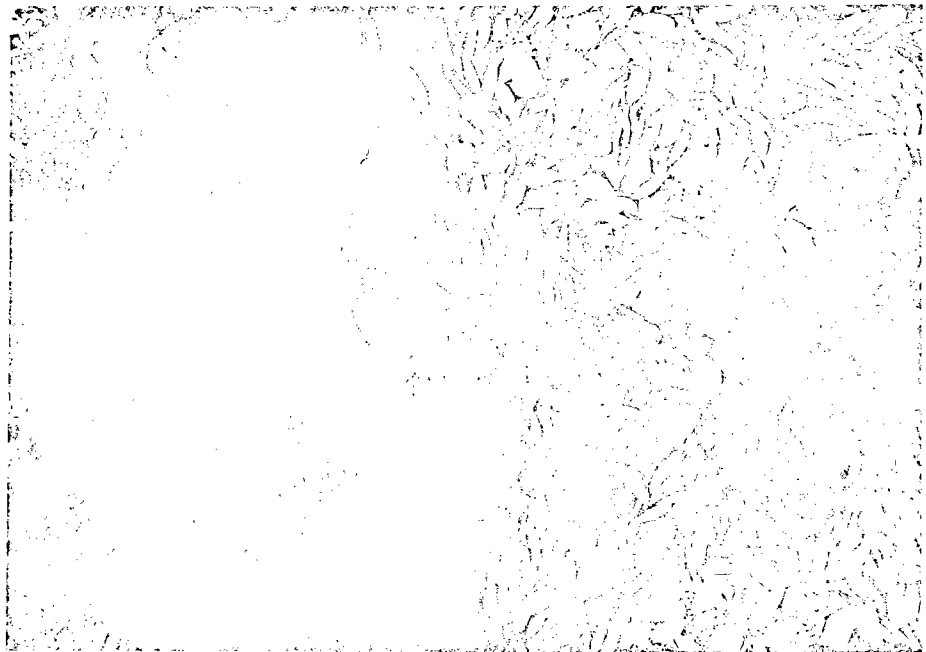
La faune de ces zones se rapproche de celle des prairies (amphipodes, araignées, orthoptères, grenouilles, etc...) ; elle est particulièrement recherchée par l'avifaune (oies bernaches, migrateurs). La faune endogée est très pauvre.

Ce sont traditionnellement des zones de pâturage (prés salés) ou de chasse aux migrateurs (mares aménagées avec des huttes dissimulées). Parfois, on y récolte des coquillages comme le lavignon (Scrobicularia piperata).



cliché Jacques Riffius

Photo 1 - Vase à Scrobicularia piperata (Lavignon) à la limite du schorre et de la slikke, près du chenal de Brouage.



cliché Jacques Riffius

Photo 2 - Détail de l'amas coquillier ramené à la surface par l'érosion.

Les waddens peuvent présenter d'autres formes que les schorres dans leurs parties supérieures :

- Les zones plus exposées au courant, en général, sableuses (sédiment 100 % $>$ 20μ) sont peuplées de Cardium edule (Coques) et de Donax vittatus.

- Les zones relativement plus abritées avec du sable fin légèrement vaseux ou des tangles (sédiment 60 % $>$ 20μ , 40 % de 2 à 20μ) sont peuplées d'Arenicola maritima dont les millions de déjections en tortillon sont très caractéristiques.

d) Evolution de ces zones :

Slikke et schorre peuvent évoluer relativement rapidement ; dans certaines régions l'évolution est constante : envasement des slikkes, extension des schorres avec une fixation des sédiments par une succession de végétation colonisant ces zones.

Parfois l'évolution de ces zones est incertaine : engraissement et érosion se succèdent au gré des évolutions des courants littoraux et des ouvrages de l'homme (jetées, endiguements...). La connaissance des courants littoraux se révèle être doublement intéressante dans ces zones : d'une part, pour leur évolution sédimentologique, et, d'autre part, pour leur richesse physicochimique ou leurs risques de pollution.

5° - Les marais maritimes.

a) Définition :

Les marais maritimes, zones endiguées (fig. 8b) subissent l'influence de la marée, soit directement (vannes, écluses), soit indirectement (écoulement d'eau douce au rythme des marées) représentent environ $2\ 200 \text{ km}^2$ sur la région étudiée (fig. 14).

Leur formation, grâce aux ouvrages artificiels de l'homme sur d'anciens waddens est en fait généralement liée à un colmatage. Les caractéristiques édaphiques générales sont décrites plus loin (Chapitre II).

Les marais maritimes présentent diverses zones : la figure 16 illustre schématiquement les diverses parties généralement rencontrées dans ces marais.

b) Zones submersibles associées :

Il faut aussi mentionner un type de surface maritime qui n'entre pas dans la définition des marais maritimes et qui écologiquement appartient aux parties supérieures des waddens, mais se rattache structurellement à ce chapitre : il s'agit des zones en parties endiguées, mais submersibles comme par exemple les claires (à huîtres) submersibles des bords de la Seudre. Il existe aussi d'anciens marais maritimes regagnés par la mer et présentant l'aspect de schorres aménagés plus ou moins abandonnés, par exemple dans le Fier d'Ars, à l'Île de Ré, en Baie de Bourgneuf.

c) Morphologie des marais maritimes :

- Incidents au niveau des digues

La rupture d'une digue provoque la formation de creusements au niveau des brèches : le sédiment est creusé profondément et emporté par la masse d'eau qui entre et sort à chaque marée.

Il se forme alors un ombilic qui peut subsister ou disparaître après reconstruction de la digue suivant qu'il se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur du nouvel endiguement (fig. 17). Les ombilics peuvent présenter un intérêt considérable pour l'aquaculture : réserves d'eau, zones profondes à l'abri des grandes variations thermiques.

- Pente des prises

Les marais maritimes sont souvent constitués d'une succession d'endiguements. La pente de chaque zone endiguée ou prise, est en France, en général, celle de l'ancien wadden s'abaissant vers la mer : elle est alors dit conforme (les pentes contraires sont surtout fréquentes au Danemark et aux Pays-Bas (fig. 18)).

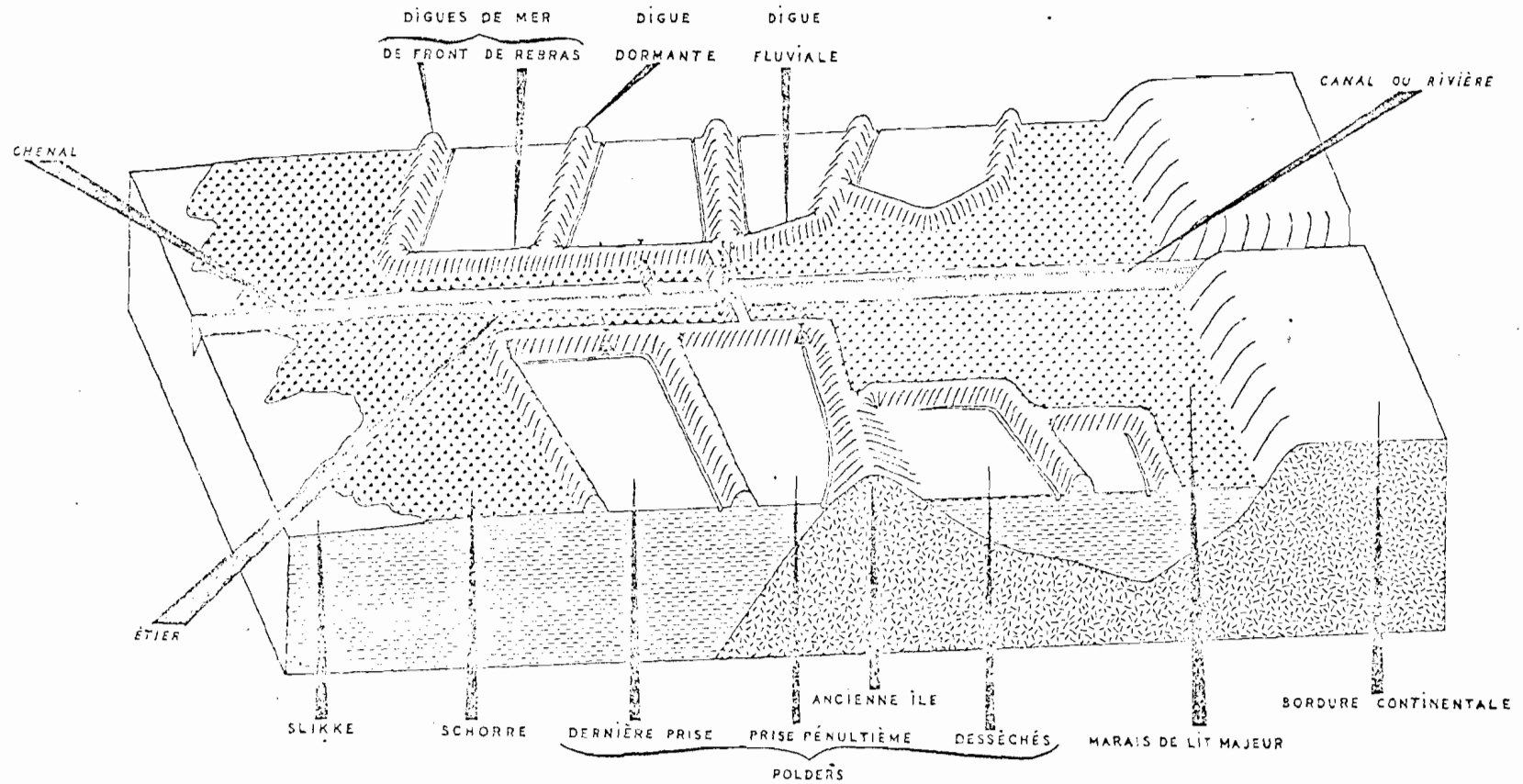
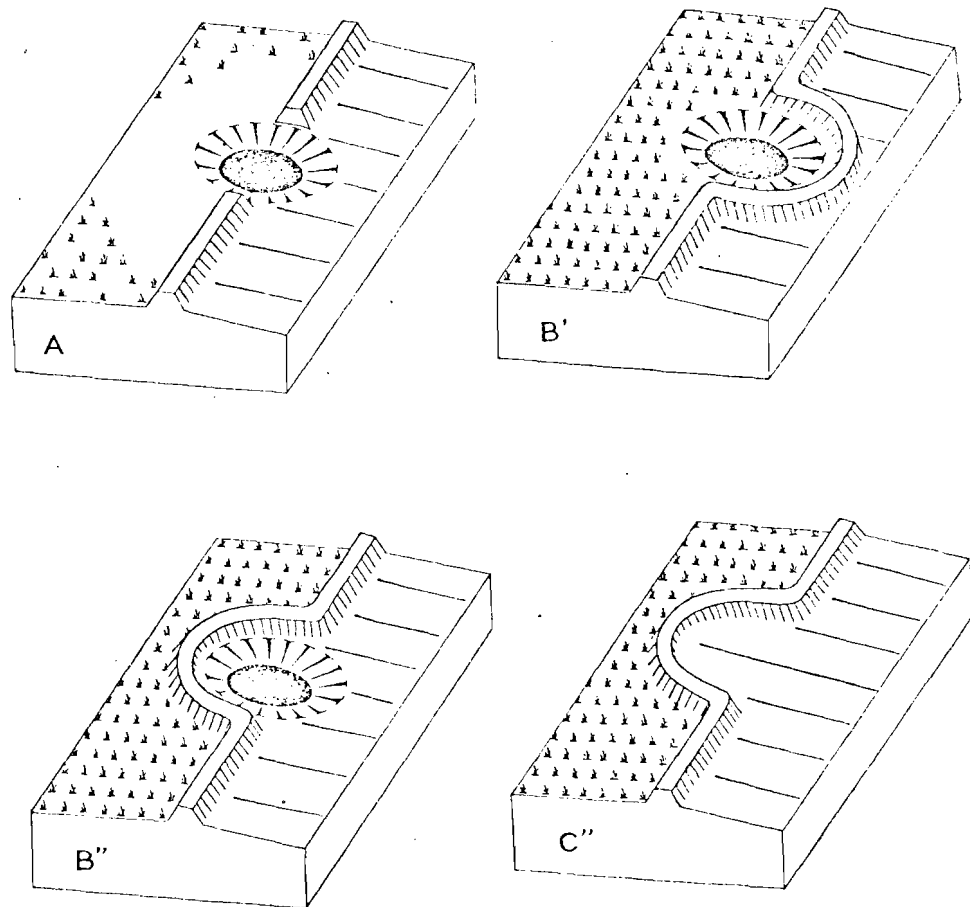
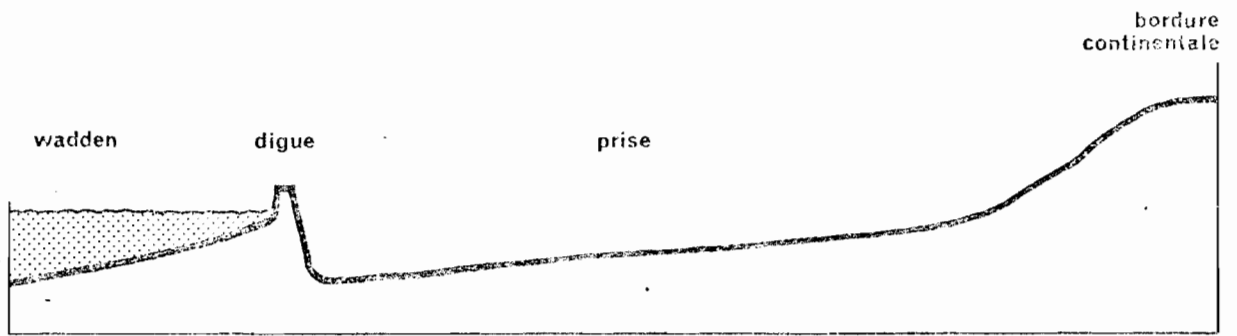


fig. 16 - Bloc diagramme schématisant les diverses parties des marais maritimes. (VERGER 1968)

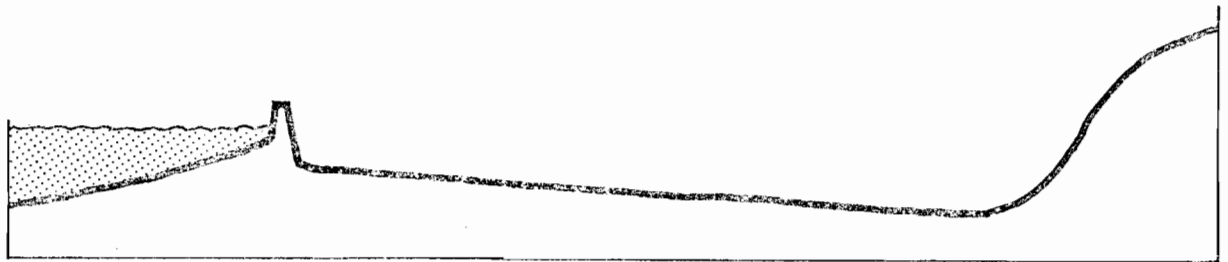


A : un ombilic est creusé par l'érosion dans la brèche ;
 B : une digue de contournement est construite ;
 B' : contournement externe ;
 B'' : contournement interne ;
 C'' : dans le cas du contournement interne, l'ombilic disparaît par
 comblement ultérieur.

fig. 17 Les ombilics de brèche et les digues associées.
 (d'après F. VERGER)

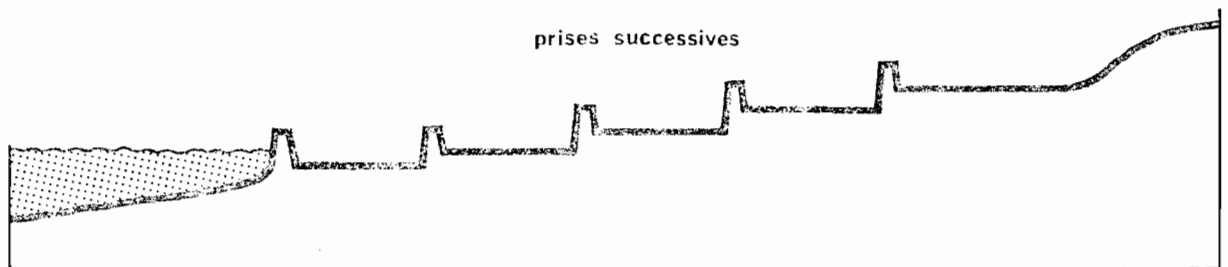


pente conforme



pente contraire

fig. 18 Pente des prises.



disposition conforme



disposition contraire

fig. 19 Disposition des prises.

- Disposition des marais dans leur ensemble

Après chaque endiguement, la sédimentation continue à l'extérieur, du côté mer (fig. 20), si bien qu'avec le tassement qui se produit du côté assèché, la prise se trouve à un niveau inférieur à celui du schorre. Il est très fréquent d'avoir les dispositions contraires décrites dans la figure 19, dans les marais étudiée. Le marais de Brouage, seul, semblerait présenter une disposition conforme dans son ensemble.

Il est ainsi souvent surprenant de constater que les possibilités de renouvellement d'eau pour un aménagement aquacole sont beaucoup plus intéressantes vers l'intérieur des terres que vers la mer, en considérant bien sûr que les étiers et canaux soient correctement calibrés.

- Niveau des mers et marais maritimes

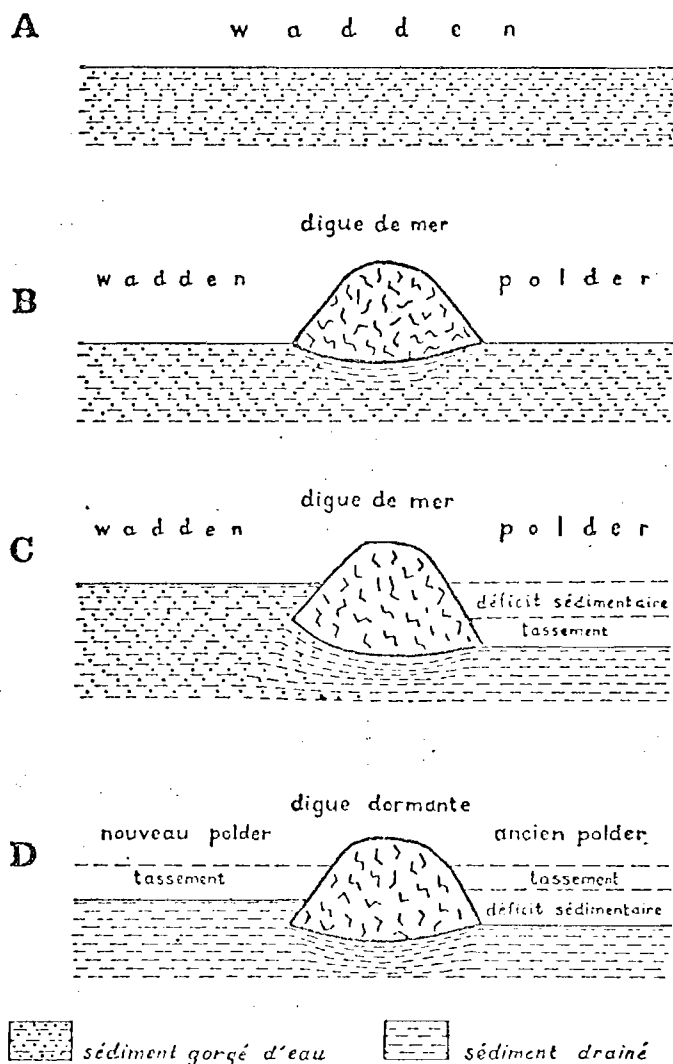
L'évolution des niveaux des sols des prises des marais peut aussi être liée à celle du niveau des mers. Les auteurs donnent à ce sujet des hypothèses assez différentes, mais, il semble que, depuis l'Holocène, le niveau des mers ait monté progressivement, avec quelques fluctuations. Il était plus bas qu'actuellement au Mégalithique, mais il est difficile d'en tirer des conclusions nettes.

L'hypothèse du soulèvement général des côtes expliquant l'envasement ne semble pas vérifiée pour la région du Pertuis, mais un envasement général accéléré par les travaux de l'homme (digues, conchyliculture) semble être l'hypothèse la plus vraisemblable.

Les endiguements ont été principalement faits au XI, XII et XIIIème siècle, après les grands défrichements, dans la deuxième moitié du XVIIIème, puis entre 1810 et 1830 et au Second Empire, jusque vers 1880.

Ces endiguements ont surtout été faits pour créer des marais salants, mais les zones ainsi gagnées sur la mer ont parfois été rapidement transformées en marais à poissons, en zones ostréicoles (claires) ou transformées en zones agricoles.

C'est cependant originellement l'aménagement en marais salants qui est à la base de beaucoup de travaux d'endiguements ; ceci revêt ici



A. Situation avant la construction d'une digue sur les wadden supposés horizontaux.

B. Situation lors de la construction d'une digue de mer: un tassement par « compaction » se produit sous la digue.

C. Situation après la construction de la digue: déficit de sédimentation et tassement par drainage dans le polder.

D. Situation après la construction d'un nouveau polder: le tassement par drainage se produit maintenant à l'extérieur de la digue devenue digue dormante.

fig. 20 La dénivellation de part et d'autre des digues.
(d'après F. VERGER)

une importance toute particulière car l'exploitation des marais salants est liée à des niveaux très précis par rapport aux marnages.

6° - Structures des marais salants.

Le principe de l'exploitation des marais salants est de stocker une quantité d'eau suffisante pour extraire le sel entre deux malines (vives eaux, soit au moins 15 jours), puis de procéder au dépôt du sulfate de calcium puis du chlorure de sodium qui est récolté et à l'évacuation des eaux mères réchauffées et très concentrées (trop riches en sels de magnesium).

Ceci se fait bien sûr durant les mois d'été à forte insolation en profitant d'une hygrométrie très basse et surtout d'un vent actif qui chasse la vapeur d'eau qui se forme à la surface de ces marais. La pression partielle étant diminuée, l'évaporation est activée.

Ces diverses opérations sont effectuées sur des surfaces spéciales, situées à des niveaux différents.

a) Etiers

Les étiers sont des canaux en communication avec la mer sur lesquels se font les prises d'eau des marais et par lesquels ils rejettent, à marée basse, les eaux non évaporées. Ces canaux peuvent être contrôlés par un jeu de vannes sur la partie la plus intérieure mais, sont très souvent en communication directe, subissant les jeux des marées.

Leur population végétale est faite de Pelvetia canaliculata, Fucus spiralis, Ulva lactuca, Enteromorpha compressa, Enteromorpha intestinalis, quelques Fucus vesiculosa, parfois Ascophyllum nodosum (touffes).

Ils sont souvent très envasés actuellement et de gros travaux de recalibrage sont à prévoir pour une réutilisation des marais, dans certaines régions.

b) Les bassins de réserves "vasais" ou "jas" ou "vasière" :

Ils sont les plus hauts situés (fig.21) et ont souvent une forme irrégulière (fig. 22). Relativement profonds à l'origine (50 cm sur les bords à 1 m ou 1,50 m au centre) pour permettre de stocker suffisamment d'eau sans qu'elle soit dessalée par les pluies éventuelles. Ils sont alimentés lors des marées de vive eau par une vanne haute donnant sur l'étier. Ce sont des bassins où les matières en suspension sédimentent et une couche épaisse de vase s'accumule au fond. Cette vase en cas de non entretien peut envahir presque tout le volume du bassin.

Les populations végétales sont pratiquement toujours les mêmes dans ces milieux. Dans le petit chenal ou cuy, ou tuy ou gourmas ou coef, qui mène l'eau de l'étier au vasais, on trouve Ulva lactuca, Enteromorpha intestinalis, Cladophora expansa... mais pas de Fucus comme dans l'étier, car il n'y a plus de marnage. Dans le vasais, l'eau commence à se réchauffer. La concentration des sels commence à se produire par évaporation. Il faut retenir comme caractéristiques principales pour tout ce qui peut vivre ici (végétaux ou animaux) que ce sont des milieux extrêmement euryhalins (concentration par évaporation, dilution lors des pluies) et eurythermiques (insolation, chutes thermiques nocturnes). Ceci est accentué par le fait que la terre creusée pour faire des bassins forme des levées de terre ou bosses qui peuvent paradoxalement former obstacles aux vents si les bassins sont plats ou mal orientés et tendent à transformer les bassins en micromilieux très particuliers. Par ailleurs, les variations de concentrations de sels rendent l'eau moins tamponnée et le pH peut atteindre 9 et même 10 en été.

Ces milieux, souvent dominés par les phanérogames (Ruppia, Zostera) sont abondamment peuplés d'algues vertes (Ulves, Enteromorphes et Cladophores). On trouve avec des herbiers de ruppia (constamment immergés) des Cladophora fructa, Chaetomorpha linum, Ulva lactuca, Enteromorpha intestinalis, Enteromorpha compressa, Cladophora expansa etc..

Les peuplements animaux sont essentiellement des Anguilles, des Mulets (Bars et quelquefois Daurades durant les courtes périodes), crabes verts (Carcinus), Crevettes de marais (Palaeomonetes varians) ou plus marines (P. serratus), Gammarus, Coques (Cardium), etc... (photos 3 et 4.)

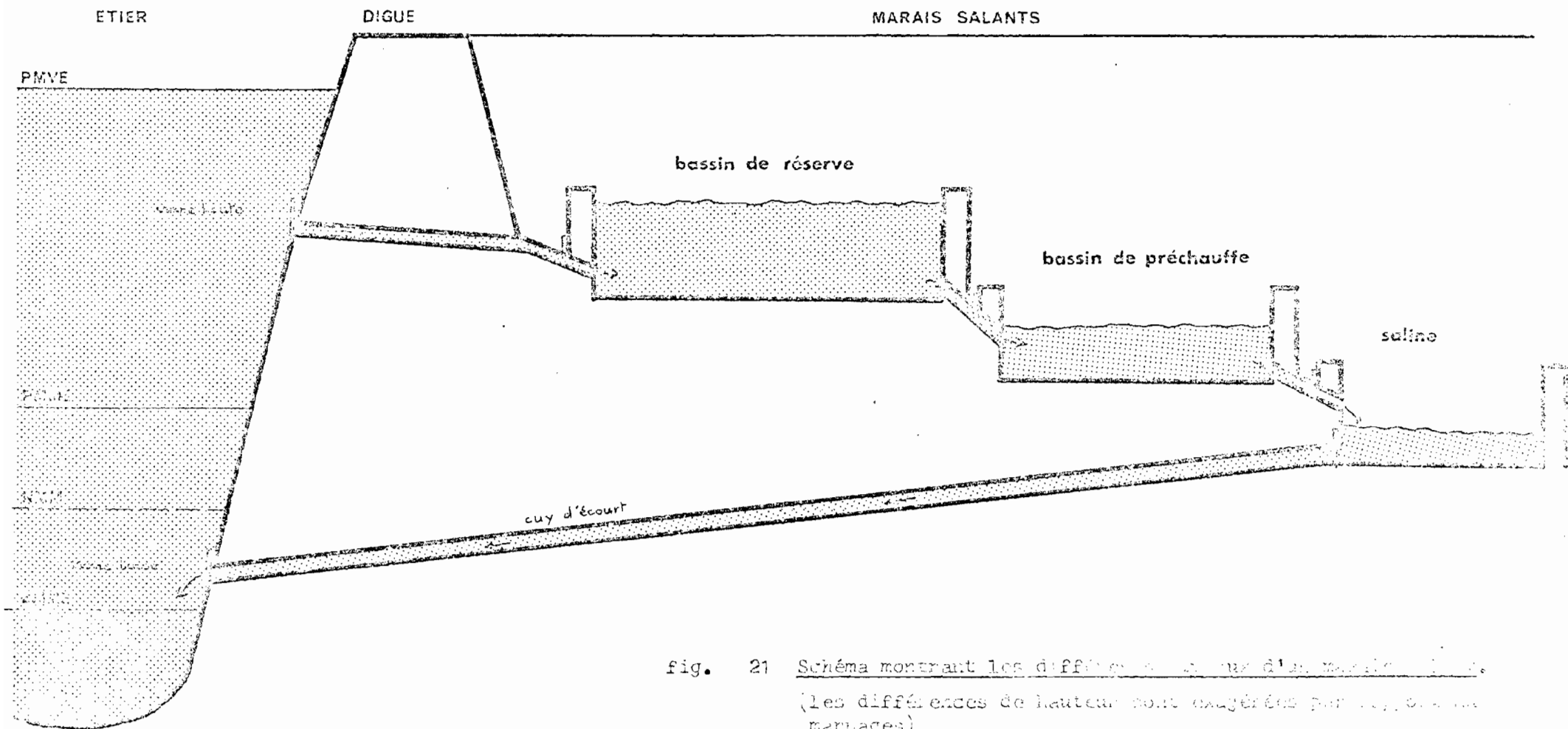
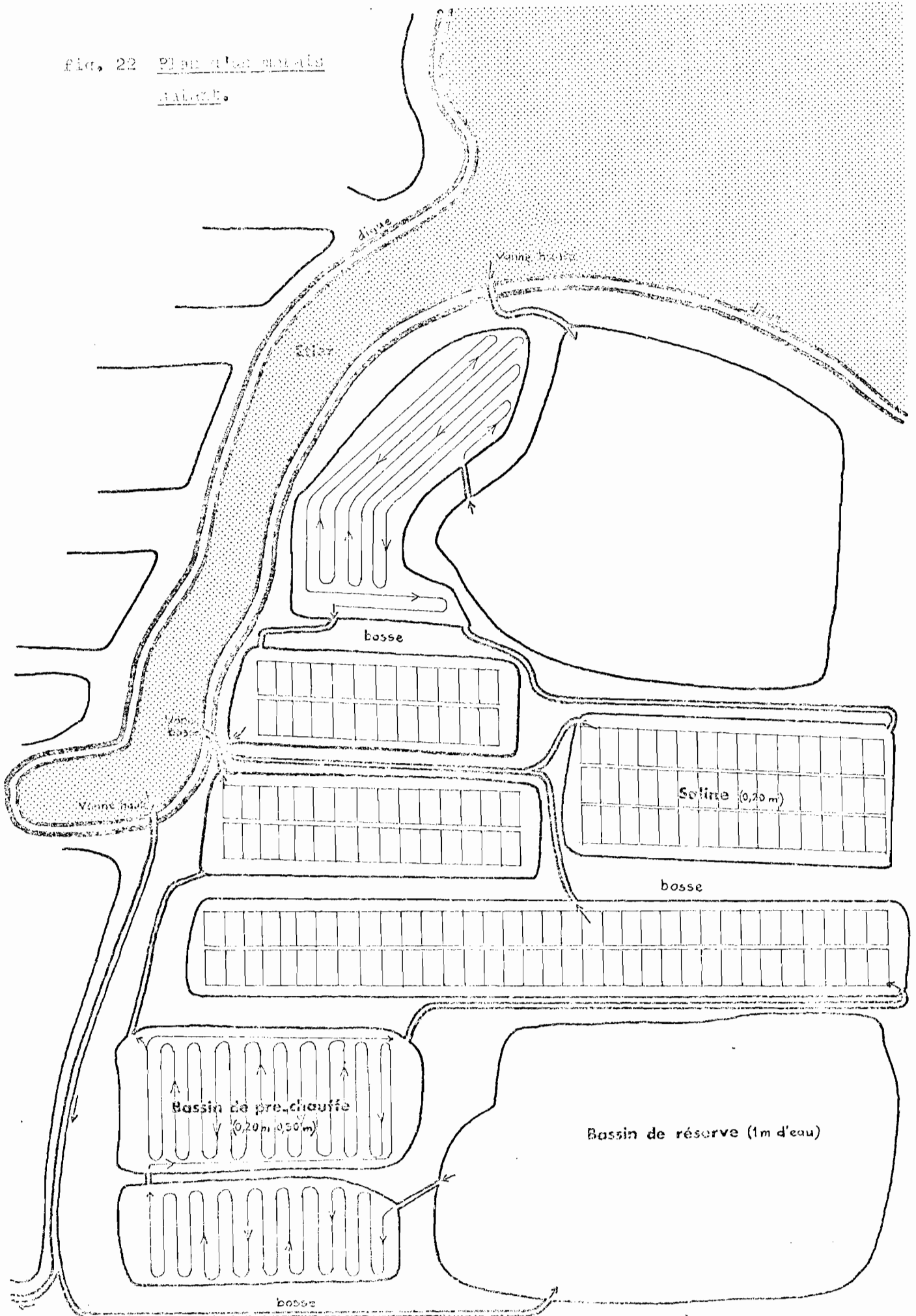
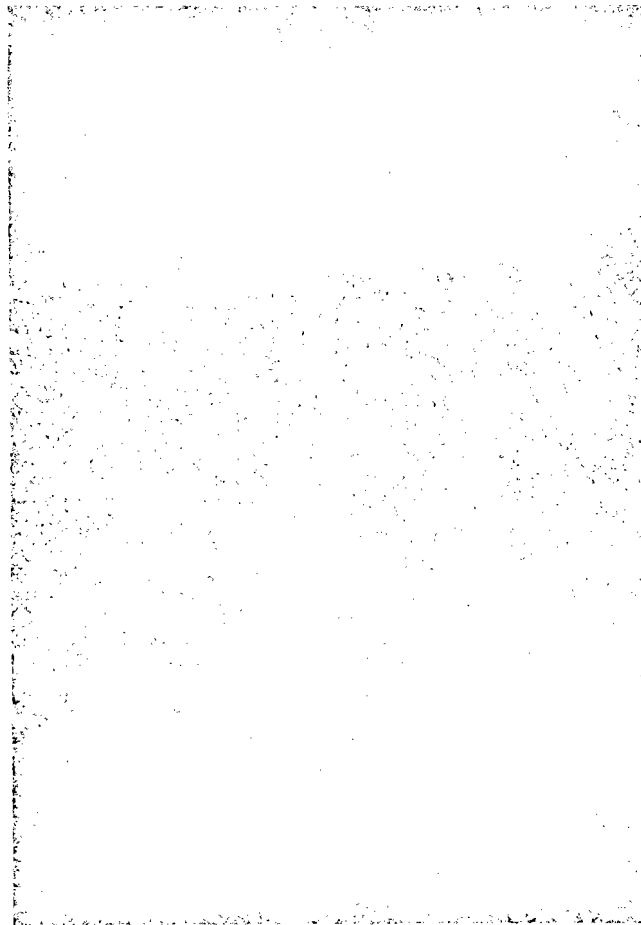


fig. 21 Schéma montrant les différences de hauteur d'un marais salé.
 (les différences de hauteur sont exagérées par rapport aux
 marais)

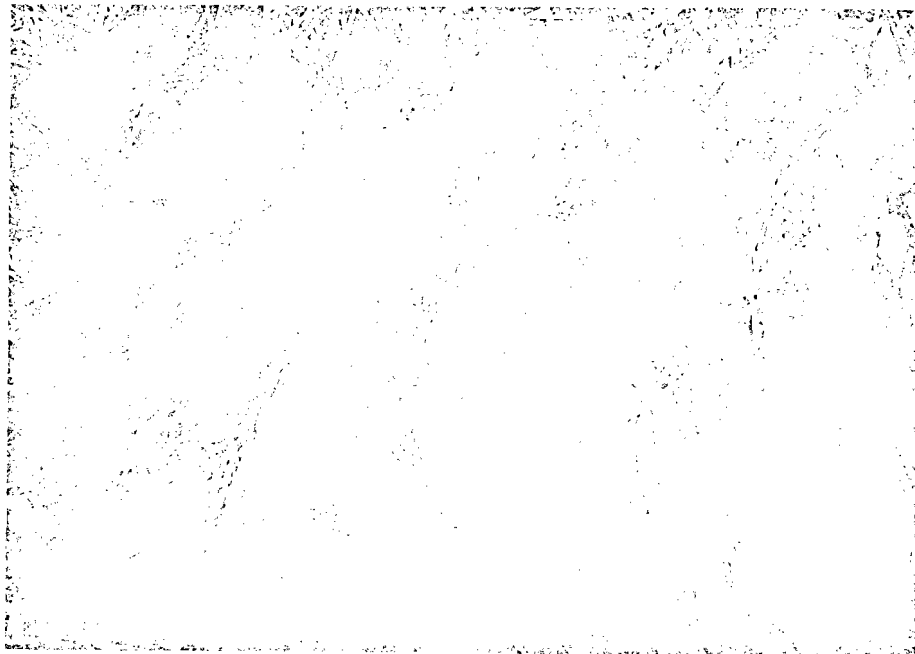
fig. 22 Plan des canalisations
mines.





cliché Jacques Rémus

Photo 3 - Sédiment sablo-vaseux à Cardium edule (Coques),
Le Grand Vasais, Ile de Ré.



cliché Jacques Rémus

Photo 4 - Très haute densité en Gammarus (petits crustacés prisés
par les poissons carnivores); extrémité nord du même
Grand Vasais.

Les algues vertes produisent énormément d'oxygène le jour et provoquent par contre un abaissement très net du taux d'oxygène dissous en fin de nuit (tandis que le gaz carbonique varie en sens contraire). La production d'oxygène peut être très forte et former des bulles qui font remonter les végétaux qui forment alors un tapis à la surface : ce tapis pourrait en privant d'oxygène l'eau située dessous. Ces phénomènes, très nets dans les marais peuvent être évités avec un bon renouvellement de l'eau, mais c'est une menace continuelle pour l'aquaculture semi-extensive.

c) Le bassin de préchauffe : "metière" ou "cobier" ou "conche"

Il est de dimension très variable et de forme irrégulière, avec des petits canaux dessinés pour provoquer une circulation la plus longue possible de l'eau. Les herbiers sont rares mais on trouve des Enteromorphes, Cladophores, et Chaetomorphes en abondance.

d) La saline proprement dite

Elle est un troisième bassin à fond plat, découpée en divers compartiments et petits canaux dont la description ne rentre pas dans le cadre de cette étude ; le bassin est, en général, rectangulaire, souvent allongé dans le sens du vent dominant en été.

Les algues des salins en activités sont essentiellement des Cyanophycées qui disparaissent en été avec les travaux. Dans les salins abandonnés on trouve des Cyanophycées (flaques saumâtres) et Atriplex, Bostrychia scorpioides (zones asséchées). Si la hauteur d'eau est suffisante et si le marais est abandonné depuis très longtemps on retrouve les mêmes peuplements que dans les vasais ou metières (appelés ensemble les "vivres" en Charente).

e) Evacuation

Les eaux mères sont évacuées, toujours par gravité, par le canal de décharge ou cuy d'écourt, vers une vanne basse ouverte à marée basse à travers la digue, directement sur la mer ou plutôt sur l'étier d'alimentation qui s'écoule alors vers le large.

Il faut remarquer que ces systèmes sont inutilisables pour l'aquaculture tels quels : les entrées et sorties d'eau des différents bassins sont en général de tout petit calibre (20 à 50 cm de diamètre) et ne sont pas séparés.

Les vannes d'alimentation hautes et basses sont situées à des niveaux très précis par rapport aux marnages : les trois niveaux des vasais, metières et salins se situent entre les niveaux de ces vannes (fig. 21). En général, lorsque l'on s'éloigne de la mer, dans un étier, l'amplitude de ces niveaux est plus grande (ainsi que le diamètre des vannes).

La structure économique de ces exploitations est, en général, familiale et extrêmement morcelée, même si la récolte fait l'objet d'une collecte et d'une commercialisation collective, d'où une certaine complication tant au point de vue structure des diverses exploitations qu'au niveau du parcellaire foncier.

Actuellement, les seules zones où de tels marais fonctionnent ainsi sont situés sur **les Iles** de Ré et Noirmoutier, et surtout la Presqu'île Guérandaise, mais, depuis la dernière guerre la production est en train de disparaître complètement. Néanmoins, il faut noter que la plupart des marais maritimes endigués ont été à l'origine construits dans cette optique et en gardent encore les structures et les niveaux.

DONNEES

CLIMATOLOGIQUES - HYDROLOGIQUES - EDAPHIQUES

II - DONNEES CLIMATOLOGIQUES, HYDROLOGIQUES ET EDAPHIQUES.

1° - Climatologie générale de la Côte Atlantique.

Le climat océanique varie du nord au sud :

- Le caractère le plus pur de ce climat se rencontre en Bretagne où les pluies fréquentes ne sont négligeables en aucune saison mais présentent un maximum entre octobre et février en liaison avec les perturbations venant de l'océan Atlantique. La douceur de la température est une autre marque de ce climat. Les hivers peuvent être aussi cléments que sur le littoral méditerranéen, mais les étés sont beaucoup plus frais.

- Dans le sud-ouest de la France on s'attendrait, du fait de la position plus méridionale, à une amélioration du climat océanique, puisque les perturbations venant de l'ouest circulent plus rarement à cette latitude. Cette influence est pourtant partiellement masquée par l'existence de la chaîne pyrénéenne, dont le relief provoque par ascendance le renforcement de certaines perturbations (notamment de nord-ouest). Le climat aquitain est ainsi moins égal que celui de Bretagne, les pluies sont moins fréquentes mais plus abondantes principalement en hiver et au printemps. Les températures en été dépassent de 2 à 4° celles de la Bretagne.

- Entre les embouchures de la Loire et de la Gironde le climat est plus favorisé. Les précipitations sont moindres, l'ensoleillement est meilleur.

Les études climatologiques des sémaphores de LE TALUT (Morbihan), LA COUBRE (Gironde) et SOCOA (Pyrénées Atlantiques) vont servir de données de base du climat de la côte Atlantique. Les variations du climat suivant la latitude sont exprimées par la superposition des courbes moyennes annuelles de ces 3 stations types :

- températures fig. 23

Les variations géographiques des températures sont importantes par les valeurs des maxi principalement qui entraînent une variation des températures moyennes mensuelles.

1946-1947 1948-1949 1950-1951 1952-1953 1954-1955 1956-1957 1958-1959 1960-1961 1962-1963 1964-1965 1966-1967 1968-1969 1970-1971 1972-1973 1974-1975 1976-1977 1978-1979 1980-1981 1982-1983 1984-1985 1986-1987 1988-1989 1990-1991 1992-1993 1994-1995 1996-1997 1998-1999 2000-2001 2002-2003 2004-2005 2006-2007 2008-2009 2010-2011 2012-2013 2014-2015 2016-2017 2018-2019 2020-2021 2022-2023 2024-2025	1946-1947 1948-1949 1950-1951 1952-1953 1954-1955 1956-1957 1958-1959 1960-1961 1962-1963 1964-1965 1966-1967 1968-1969 1970-1971 1972-1973 1974-1975 1976-1977 1978-1979 1980-1981 1982-1983 1984-1985 1986-1987 1988-1989 1990-1991 1992-1993 1994-1995 1996-1997 1998-1999 2000-2001 2002-2003 2004-2005 2006-2007 2008-2009 2010-2011 2012-2013 2014-2015 2016-2017 2018-2019 2020-2021 2022-2023 2024-2025
--	--

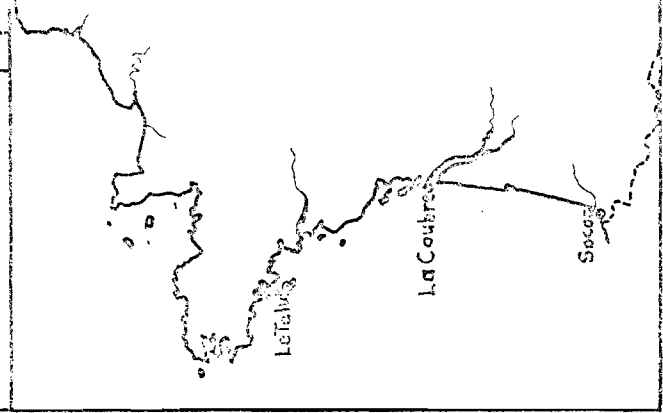
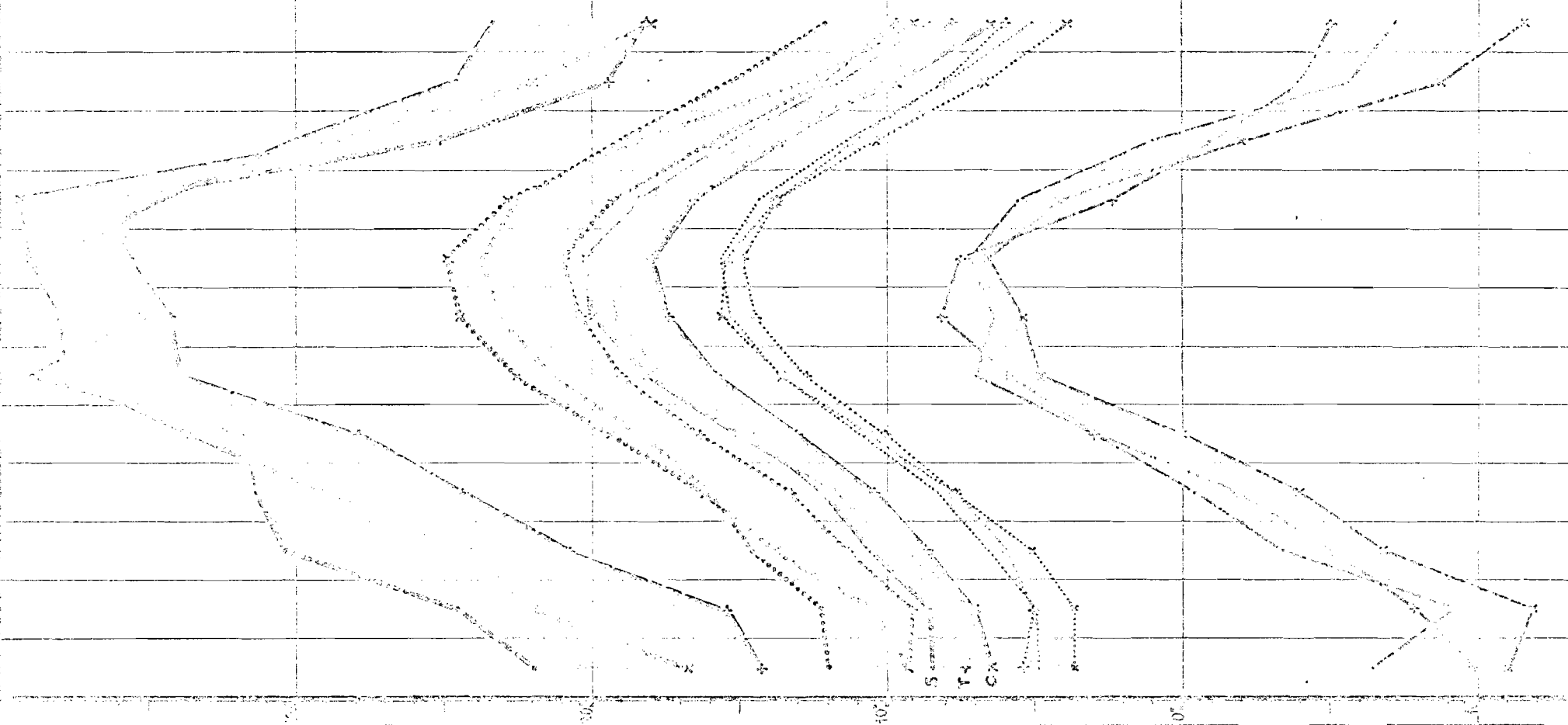


Fig. 23

Les températures sur le littoral atlantique aux stations de La Coubre et Secotz.

Source : Météorologie Nationale



Les amplitudes annuelles de températures sont les plus importantes à LA COUBRE, alors que LE TALUT et SOCOA présentent une plus grande analogie dans les variations mensuelles de températures.

Le caractère moins tempéré du centre Atlantique augmente les risques de perturbations dangereuses des élevages marins en milieu naturel. Les exploitants aquacoles devront se munir d'un matériel de secours pour assurer la survie des élevages aux périodes de températures extrêmes (pompage, chauffage, oxygénation...)

• les précipitations fig. 24

La carte fig. 25 montre les grandes variations de pluviosité du secteur considéré. Les précipitations sont du même ordre au sémaphore du TALUT et de LA COUBRE, alors qu'à SOCOA la quantité d'eau reçue est deux fois plus grande. La pluviosité est mal répartie dans l'année. Il en résulte des fortes dessalures hivernales, très sensibles dans les zones fermées (marais, claires insubmersibles etc...).

• L'insolation fig. 26

La durée moyenne d'insolation de la côte Atlantique se situe aux alentours des 2 000 heures. La région des Sables d'Olonne atteint des valeurs plus élevées, proches du midi méditerranéen, avec 2 500 heures environ.

• les vents fig. 27

Au nord de la Loire les vents sont très variables avec cependant prédominance des vents d'entre sud et ouest en hiver, d'entre SW et NW en été. Les coups de vent viennent surtout d'ouest et NW.

Au sud de la Gironde les vents soufflent de terre en hiver, du SE à Bordeaux, d'est à Biarritz, du sud à Socoa. En été les vents dominants viennent d'ouest et de NW.

L'influence de la chaîne pyrénéenne commence à se faire sentir au sud d'Arcachon avec l'apparition des vents de secteur sud.

Pour l'aquaculture il sera nécessaire d'estimer la force du vent sur des structures solides ou sur des filets émergents. Diverses formules existent pour ce calcul. Ainsi MILNE (1972) a estimé la résistance de filets à des vents de 54 m/s soit 195 km/h.

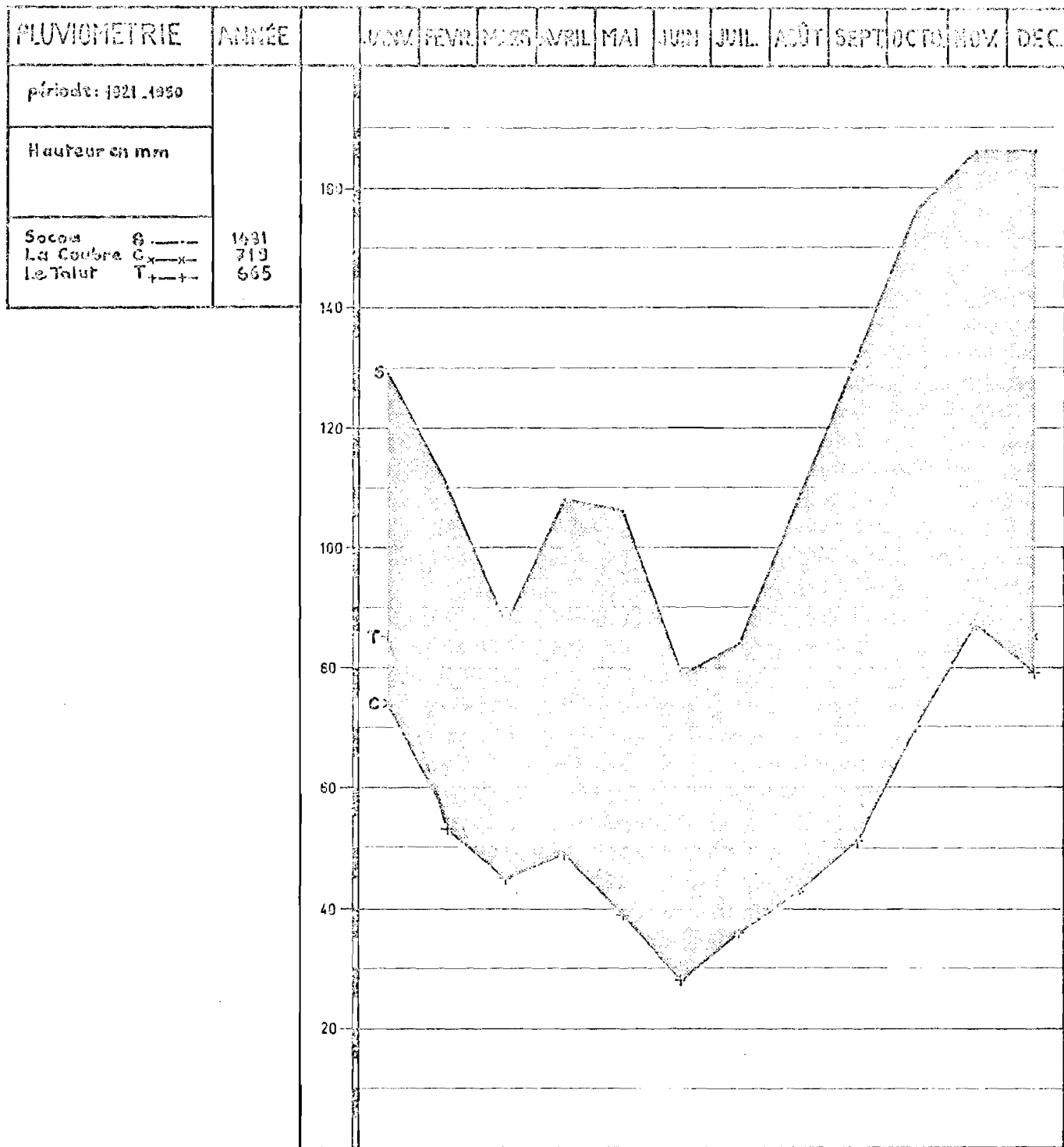


Fig. 24 - Les précipitations sur le littoral atlantique aux sémaphores de : LE TALUT, LA COUBRE et SOCOA.

Source : Météorologie Nationale.

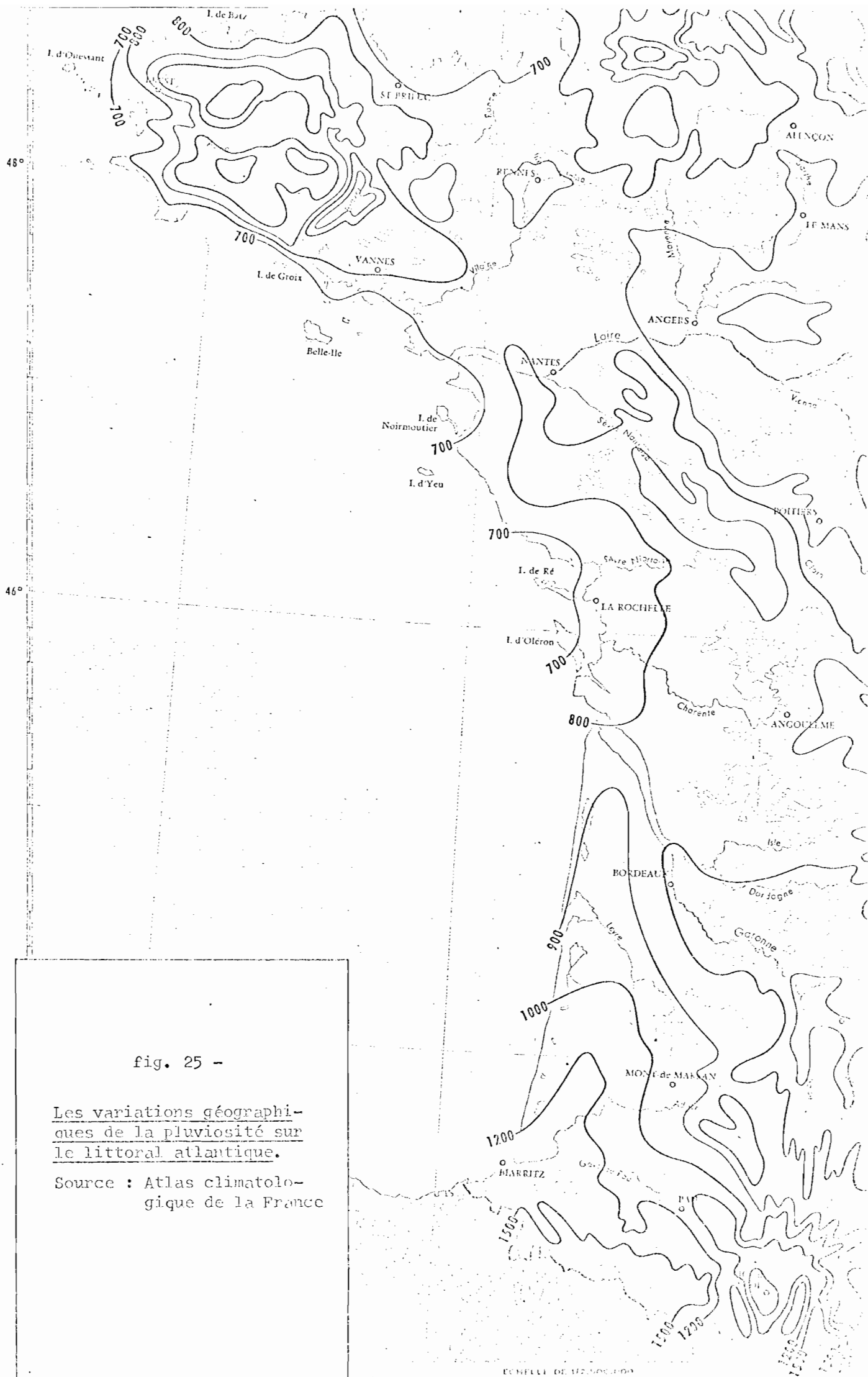


fig. 25 -

Les variations géographiques de la pluviosité sur le littoral atlantique.

Source : Atlas climatologique de la France

DURÉE MOYENNE D'INSOLATION

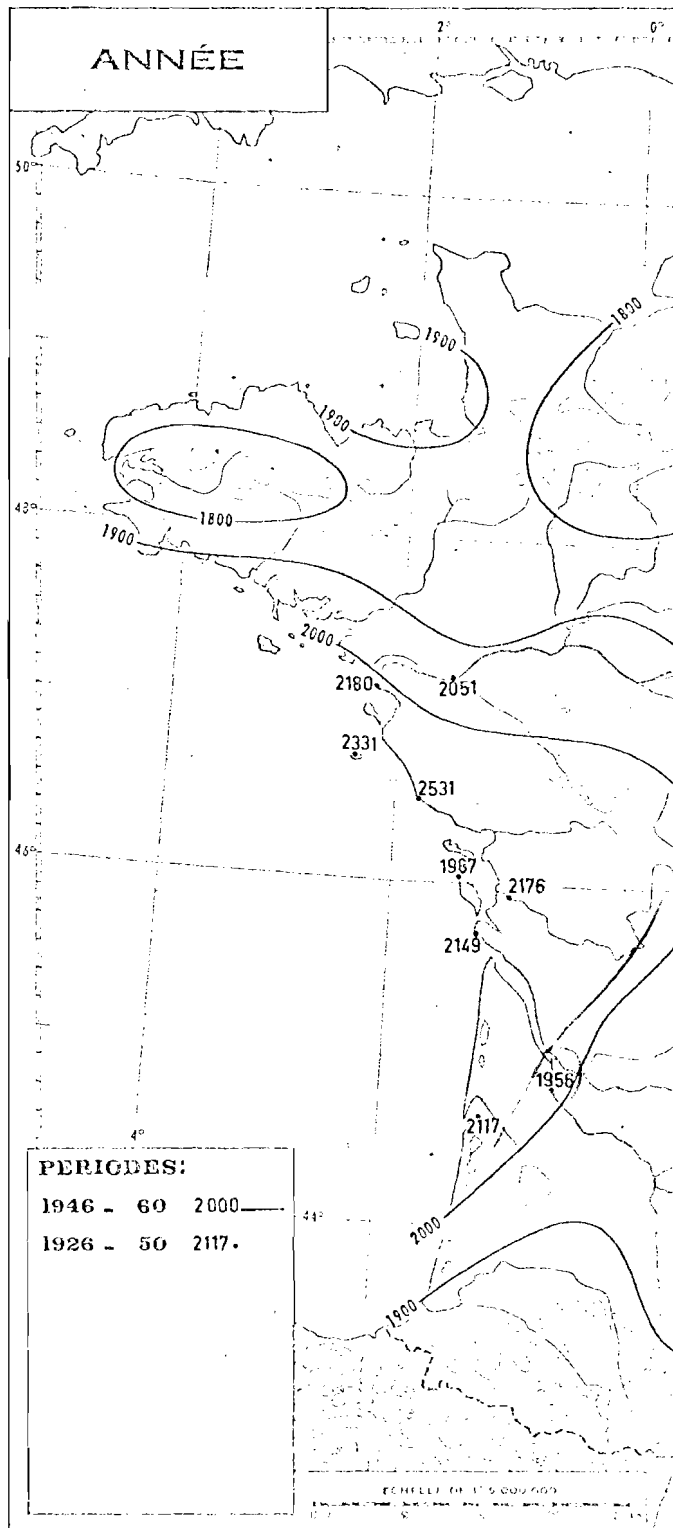


fig. 26 -- L'insolation sur le littoral atlantique.

Source : Atlas climatologique de la France (1969)

VENTS :

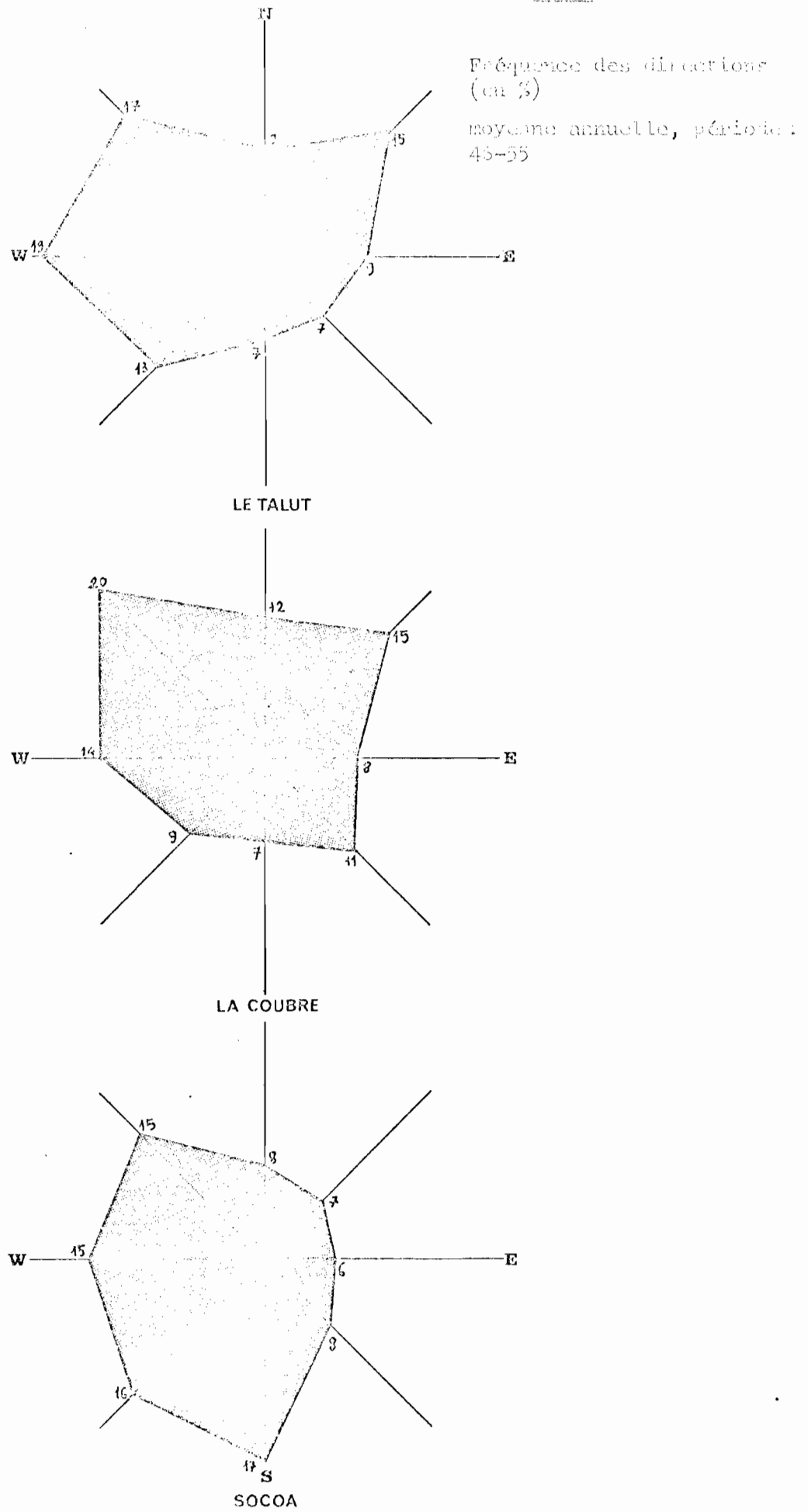


fig. 27 - Les vents sur le littoral atlantique aux sémaphores de :
LE TALUT, LA COUBRE et SOCOA.

Source : Météorologie Nationale.

2° - Hydrologie marine

a) Températures de la mer

La figure 28 donne les courbes isothermes moyennes des eaux de surface du Golfe de Gascogne pour 4 mois de l'année.

Près des côtes, les eaux océaniques subissent des modifications de températures notables. Les eaux littorales sont plus froides en hiver et plus chaudes en été. Ces écarts peuvent être de 3 à 4° c.

En ce qui concerne les températures des eaux utilisables en aquaculture (excepté dans les zones off shore), de nombreux facteurs interviennent : la température de l'eau d'alimentation est modifiée par le micro-climat local en fonction de la fréquence de renouvellement, de la profondeur du bassin, du type des parois du bassin...

Toutefois, il a été montré que les températures moyennes mensuelles des eaux de surface des petits réservoirs d'eau se rapprochaient assez étroitement des températures moyennes mensuelles de la masse d'air située au-dessus des eaux.

Les données climatologiques de zones permettent donc une appréciation des températures attendues pour l'eau de bassins d'élevage en plein air.

b) Salinités

L'eau océanique est perturbée au niveau des côtes par les apports d'eau douce qui viennent des fleuves et rivières, des pluies, des nappes souterraines (fig. 29).

Sur la côte Atlantique l'influence des grands fleuves (Vilaine, Loire, Charente, Seudre, Gironde, Adour) se manifeste loin des estuaires. Les eaux douces se mélangent mal aux eaux marines et peuvent former en hiver une couche complètement dessalée dans certaines zones d'estuaires.

La salinité des eaux littorales varie suivant :

- la proximité d'un rejet d'eau douce
- la période de l'année
- les courants locaux
- la marée

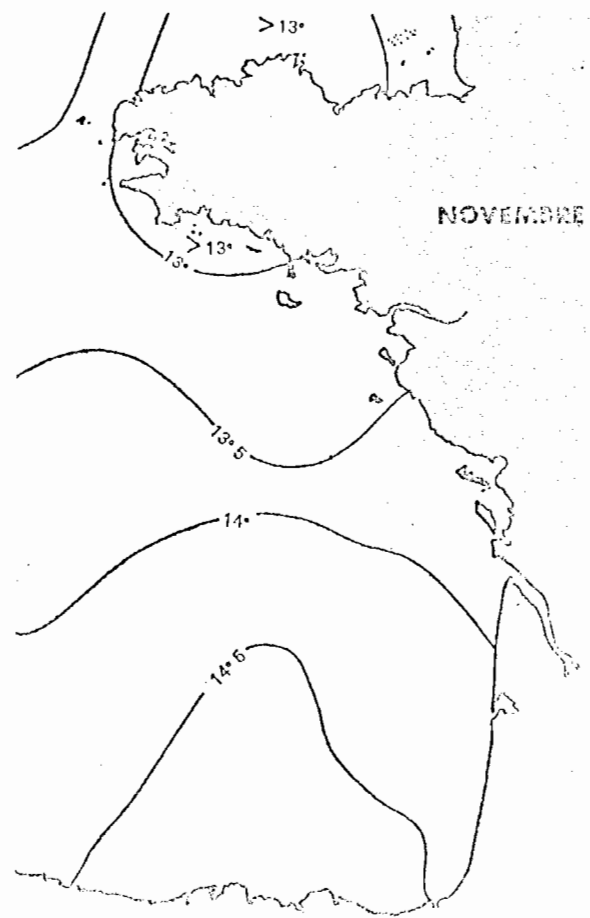
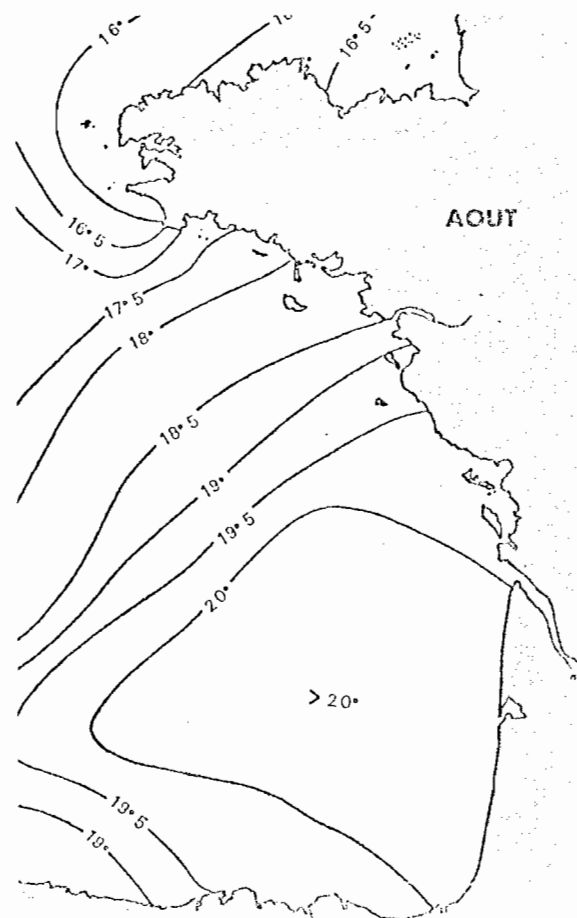
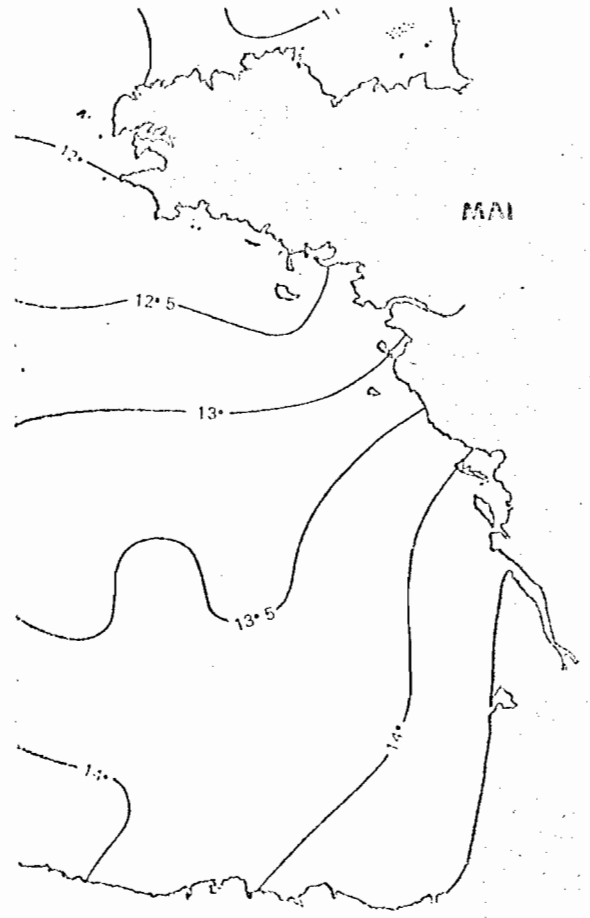
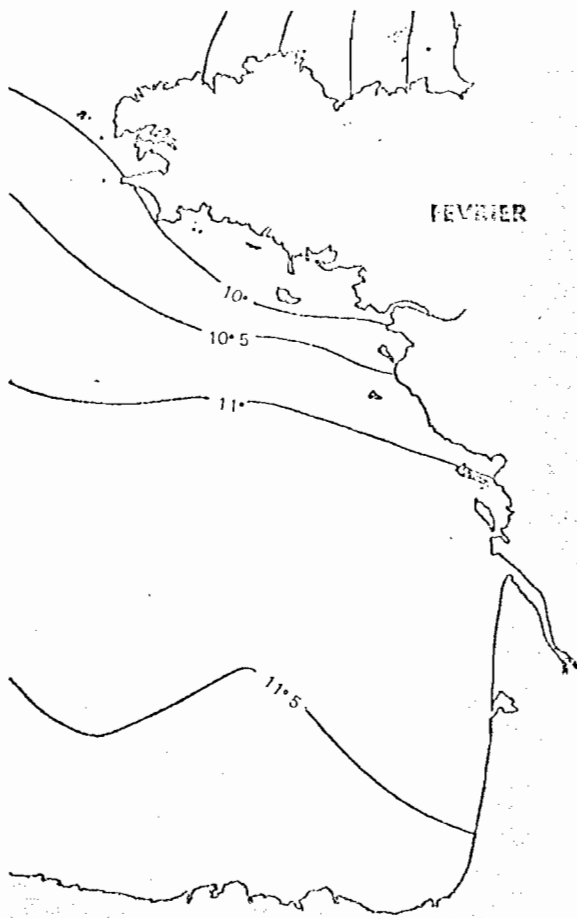


Fig. 28 - Températures superficielles moyennes du Golfe de Gascogne.
 (Source : Instructions Nautiques 1966, SHOM)

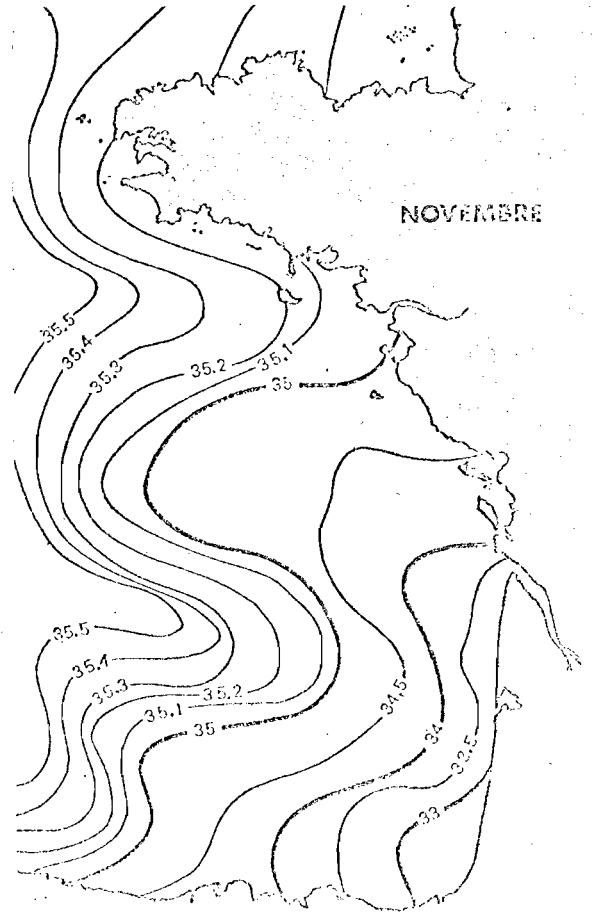
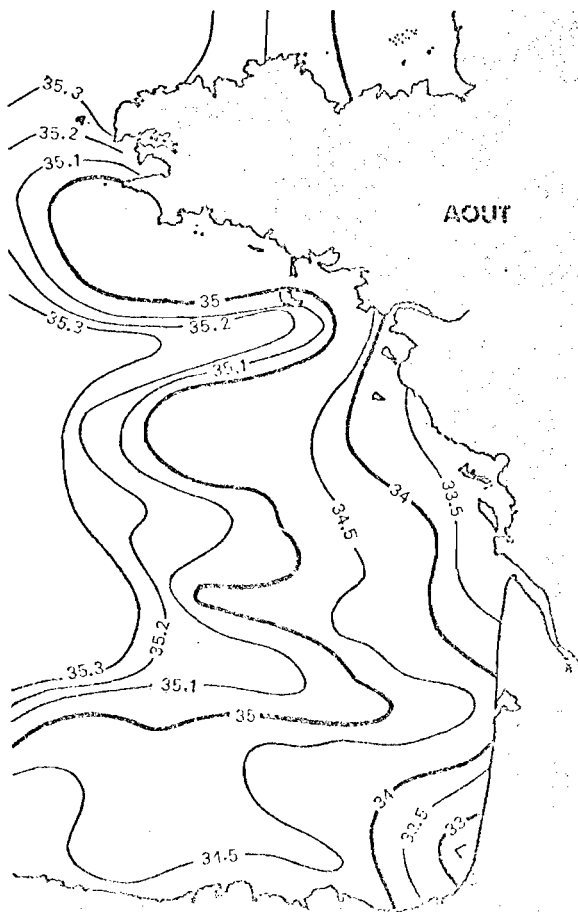
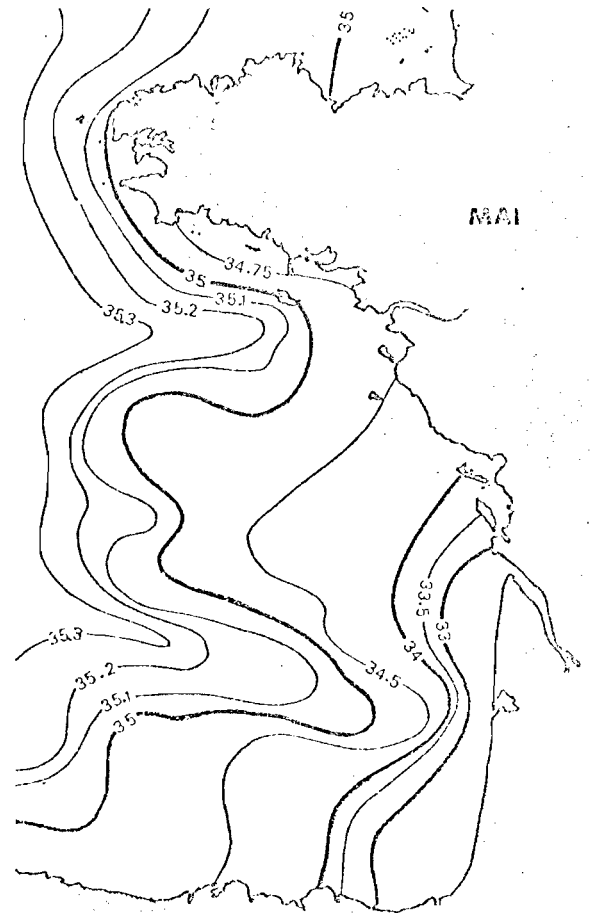
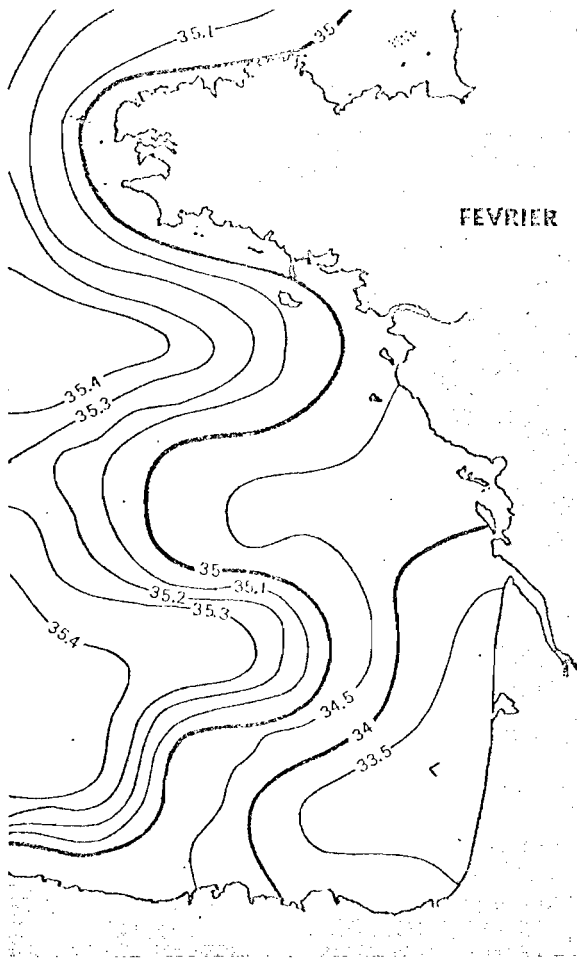


Fig. 29 - Salinités superficielles moyennes du Golfe de Gascogne.
 (Source : Instructions Nautiques 1966, SHOM)

Mais dès que l'on s'éloigne d'un estuaire la salinité des eaux recouvrant la zone inter-cotidale varie assez peu.

Pour une installation aquacole en zone de salinité variable, la période d'approvisionnement en eau sera à déterminer en fonction des salinités désirées. Pour se procurer une eau proche de l'eau de mer il faudra disposer d'écluses à ouverture profonde que l'on ouvrira lorsque la couche dessalée est au-dessus des ouvertures, soit utiliser un pompage en eau profonde.

c) Les courants

Les grands courants océaniques ont ici une influence assez indirecte sur les problèmes de l'aquaculture. En dehors du courant atlantique du surface NS, la géographie de la côte fait que ce sont les courants de marée qui sont les phénomènes essentiels. D'eux dépendent l'érosion, l'engraissement du sédiment, le taux de renouvellement de l'eau (il est très faible par exemple dans les pertuis d'Oléron, d'où les variations de salinités, la lenteur de l'élimination des eaux polluées, etc...).

Dans les estuaires le phénomène de la marée entraîne la formation d'un front ou bouchon, chargé en sédiment, qui va et vient deux fois par jour en formant un cloisonnement de deux masses d'eau. Celui de Gironde est très caractéristique.

Les courants de marée aux abords des côtes peuvent être importants et empêcher toute infrastructure aquacole en pleine eau : filets, cages... MILNE (1972) indique une vitesse tolérable de 2 noeuds, il est possible de concevoir des installations dans des courants atteignant 3 noeuds.

d) La houle

Le Golfe de Gascogne est caractérisé par la persistance des houles d'ouest et de NW (fig. 30).

Aux abords des côtes les caractéristiques des houles sont modifiées par la configuration de la côte et la profondeur des eaux. Mais l'énergie qu'elles contiennent est conservée. Et c'est cet aspect énergétique qui intéresse particulièrement l'aquaculture, afin de permettre le calcul des forces des vagues sur des barrages en filets ou des cages.

C'est la composante horizontale de la vitesse orbitale des particules d'eau qu'il faut considérer. D'après MILNE celle-ci ne doit pas dépasser 2 m/s pour permettre des applications aquacoles soit une hauteur de vague de 2 m avec une période de 4 s.

3° - Facteurs édaphiques

Bien que la côte Atlantique rassemble presque tous les aspects géomorphologiques imaginables, on constate que le sédiment présente quatre ou cinq formes principales que l'on retrouve tout le long de la côte avec les mêmes propriétés physiques, les mêmes caractéristiques physicochimiques et les mêmes peuplements biologiques.

a) L'estran

- Facteurs physiques

- Les sables et sablons (2 à 0,02 mm). Ils présentent :
 - un biotope abri relativement fragile (très mobile)
 - une grande perméabilité ; la circulation de l'eau véhicule des gaz dissous à la disposition des organismes
 - une absence de confinement véritable (milieu bien oxydé)
 - des assèchements périodiques brutaux du milieu interne (de façon naturelle sur les plages ou artificielle lors de la mise à sec de bassin)
- Sables vaseux ou tangues. Leurs propriétés se rapprochent surtout de celles des sables :
 - phénomène de thixotropie
 - perméabilité
 - richesse en matière organique
- Vases. Elles présentent :
 - rigidité : très forte cohésion
 - abri solide pour les organismes vivants
 - imperméabilité : milieux confinés facilement réduits
 - thixotropie considérable.

- Facteurs chimiques

• La salinité

Les eaux d'imbibition des sédiments de la zone intercotidale ont des salinités peu différentes des eaux libres sus-jacentes (sauf dans les estuaires). On note des salinités généralement supérieures de 1 à 2 ‰.

• Gaz dissous et pH

"L'épaisseur de la pellicule superficielle oxydée et oxydante dépend de la perméabilité du sédiment : épaisse dans les sables..., elle est très mince dans les vases d'estuaires" (BOURCART, 1955).

L'observation de la couche superficielle oxydée, sur le terrain, donne une idée de la nature et de l'état du sédiment.

Le pH des fonds sableux et vaseux est un indicateur sensible des processus bactériens typiques de ces milieux.

• La matière organique, l'humus.

La matière organique est assez abondante dans les estuaires, et dans de nombreuses vases littorales. Son état physico-chimique est assez mal connu, car elle se trouve dans des états de dégradation divers : matériaux vivants, ou morts récemment ; matière organique dégradée et liée à la fraction fine des sédiments, formant un complexe relativement stable : l'humus.

Suivant l'origine animale ou végétale, la matière organique sera plus ou moins riche en azote. Les matières animales contiennent des protéines azotées, les matières végétales sont essentiellement hydrocarbonées et pauvres en azote.

• Le fer

Le fer est souvent un composant important. Il s'associe aux acides humiques pour former des complexes colloïdaux. Il peut être responsable de la coloration des sédiments vaseux :

- coloration rouge ou brune par les oxydes de fer
- coloration verdâtre par les sulfates de fer
- coloration noire caractéristique des vases putrides par le monosulfure de fer.

L'eau de mer en contient très peu, mais les eaux fluviales le transportent souvent en abondance.

Il y a un rapport entre la densité de peuplement des fonds meubles et leur richesse en matière organique (sables très purs et très pauvres, sables vaseux riches en faune et en flore) ; ceci est modulé par la perméabilité (les vases compactes sont relativement pauvres).

Dans une installation aquacole en bord de mer, il faudra essentiellement tenir compte (en dehors des problèmes de génie civil) du fait que des installations sur sable pur pourront difficilement profiter d'un apport naturel de la vie benthique tandis qu'au contraire des installations sur sables vaseux et vase courent des risques de concurrence biologique, d'eutrophisation et de pollutions diverses plus importantes. (réduction du milieu, fixation de sels minéraux et produits chimiques divers, turbidité des eaux...).

b) Les marais

Au point de vue granulométrie, on retrouve les mêmes grandes familles de sédiments que pour les estrans de zones abritées (waddens) : sables, tangles et vases.

Les sédiments de chaque marais correspondent respectivement aux sédiments des waddens qui les prolongent vers la mer. Cependant, au niveau des sols on constate une évolution des parties les plus jeunes aux plus anciennement gagnées sur la mer, même si les conditions de sédimentation ont vraisemblablement été les mêmes :

- La diminution de la teneur en calcaire
- L'acquisition d'une structure pédologique
- Le dessalement qui est assez rapide et se fait sentir dès que les marais sont protégés de l'eau de mer par un système d'écluse et de vannes.

On distingue les sols sur sables fins et sur tangles, originellement calcaires, avec une petite fraction argileuse et les sols argileux, plus fréquents, appelés terres de bri (du breton "bri" : argile).

ENJALBERT (1960) distingue :

Le bri beige ou "bri frais des laisses de mer" : il caractérise les derniers sols formés qui sont souvent décalcariés sur les premiers centimètres. Ce sont des sols salés, faibles en matière organique et à structure grossière, souvent prismatique.

Le "bri batard" ou intermédiaire de couleur grise, il couvre une bande variable de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres entre les bris récents et les bris anciens. Ils sont souvent formés sur un mélange de sédiments marins et terrestres (limons, tourbes).

Le bri gris-vert ou "bri franc du desséché" : il est le plus vieux des trois, bien pourvu en matière organique (d'où une structure plus fine). On le trouve dans les marais les plus éloignés de la côte dans des zones a priori non favorables aux cultures marines.

AQUACULTURE

TRADITIONS - TECHNOLOGIES - CONFLITS

III - AQUACULTURE - TRADITIONS - TECHNOLOGIES - CONFLITS.

1° - Elevages marins d'hier et d'aujourd'hui.

Le littoral centre ouest Atlantique (Loire Atlantique, Vendée, Charentes Maritimes) est depuis toujours une zone de production maritime. Les exploitations sont très diverses tant par leur nature que par leur mode et leur ampleur.

La production maritime non biologique essentielle (historiquement) est celle du sel ; elle ne nous intéresse pas directement mais ce sont les marais salants qui ont donné toutes les zones de réservoir à poisson et les claires à huîtres et nous avons vu (chapitre I) l'importance qu'ils peuvent avoir pour l'aquaculture.

a) Les mollusques :

Les zones de waddens et les chenaux sont depuis toujours et encore actuellement des lieux de récolte (pêche à pied) de palourdes, de lavignons, de praires, de couteaux, de coques, de moules sauvages, etc... (cf. photos 1, 2 et 3). Cette récolte est parfois améliorée par un élevage sommaire : les pêcheurs regroupent des jeunes coquillages (palourdes) sur des surfaces délimitées (parcs) et les récoltent lorsqu'ils ont atteint une taille suffisante (côte ouest de l'île de Ré par exemple).

L'huître et la moule font l'objet d'un tout autre mode de production, mis au point depuis le dernier siècle. C'est l'ostréiculture et la mytiliculture. Les élevages sont l'objet de nombreux soins, mais la pousse reste d'origine purement naturelle. Le paysage côtier est profondément marqué par la conchyliculture notamment dans la région de la Vilaine, de la Baie de Bourgneuf, de celle de l'Aiguillon et dans les pertuis charentais.

Ces élevages, remarquables par la qualité des produits obtenus et par la ressource considérable fournie à une importante partie de la population côtière, sont malheureusement menacés par leur manque de protection face aux modifications intervenues dans le milieu naturel : la modernisation de l'agriculture, les conséquences de l'industrialisation,

et la présence d'une quantité de plus en plus grande d'estivants provoquent des changements physico-chimiques et des nuisances diverses touchant directement huîtres et moules avec les conséquences sanitaires ou léthales que l'on commence à connaître.

b) Les crustacés :

Les crevettes n'ont jamais fait l'objet d'élevage rationnel, pourtant plusieurs espèces abondent dans les marais, les chenaux et sur les rivages ; les paysans, les ostréiculteurs, les touristes les pêchent à l'haveneau, pour la consommation locale.

Les crabes verts (Carcinus maenas) abondent dans les mêmes marais et sur la côte mais ne font pratiquement jamais l'objet d'exploitation. Ils forment par contre une biomasse considérable dans les milieux d'estrans ou de marais.

L'écloserie de homards de l'Île d'Yeu, aquaculture de repeuplement, a déjà permis l'immersion de nombreux "bébés homards" (7ème stade larvaire).

Durant certaines périodes les marais sont peuplés d'une très haute densité de petits crustacés macroplanctoniques ou micronectoniques comme les gammarus qui sont une nourriture de très haute qualité pour certains poissons (photo 4). L'utilisation rationnelle des productivités élevées rencontrées dans les marais est à l'heure actuelle à peine ébauchée.

c) Les poissons :

La côte du centre ouest Atlantique est une région de pêche côtière importante depuis très longtemps. Une pêche particulière se pratique également aux moyens de "pêcheries" qui sont des pièges fixes sur l'estran. Les marais permettent aussi la capture de poissons.

- La pêche dans les "écluses à poissons" (photo 5).

Ce sont généralement des endiguements submersibles en pierre, situés dans la zone découvrante en basse mer de vive eau sur les côtes rocheuses, où le poisson est piégé à marée descendante. Cette pêche, connue dès le XIIIème siècle, a permis notamment aux populations des îles de Ré et d'Oléron de survivre pendant des siècles de disette économique.



Photo 5 - Ecluse à poissons. Au nord de la Conche des Baleines, Ile de Ré.

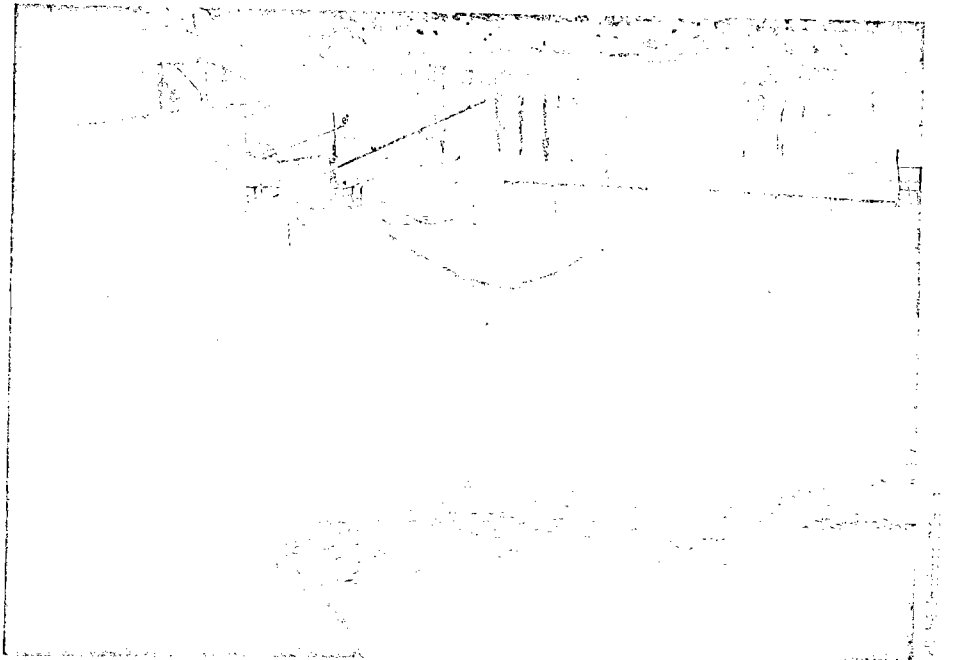


Photo 6 - Pêche au carrelet. Conche des Cadets, Meschers-sur-Gironde.

Des mulets, bars, poissons plats sont capturés, mais les jours de bonnes marées sont assez rares et les soins d'entretien importants et fastidieux. Il existe encore quelques écluses en activité à Fromentine, à St-Jean d'Orbestiers, à Ré et Oléron. Leur rôle de protection contre l'érosion côtière n'était sans doute pas négligeable.

- La pêche au "carrelet" (photo 6).

Plus connue, elle est étendue dans toute la région de la Gironde à la Loire. Les mêmes espèces sont pêchées avec un filet carré posé sur le fond et relevé rapidement avec un treuil.

Cette pêche, comme la précédente, a connu un relatif succès après 1945 alors que les peuplements en poissons étaient remontés à un haut niveau, mais elle tombe en désuétude depuis quelques années vu son faible rendement. Seuls quelques passionnés la pratiquent encore.

- les marais présentent beaucoup d'intérêt pour la capture des poissons. L'abandon de certains marais salants permit la transformation de ces zones incultes en zones d'élevage extensif : les réservoirs à poisson, ou marais à poisson. Ils existent encore et conservent la structure des marais salants (chapitre I), mais ils sont souvent complétés par des fosses profondes qui permettent au poisson de se réfugier durant les froids d'hiver.

Commencés sur une assez grande échelle vers 1770-1780 ces élevages ont connu une extension jusque vers 1880 puis ont diminué jusqu'à la guerre 14-18. A partir de cette époque les marais, faute d'entretien (comme à Arcachon), sont devenus nettement moins productifs. Une nouvelle période atteint son sommet vers 1930, puis ces élevages ont régressé jusqu'au stade actuel. Ce sont essentiellement des compléments de production pour les agriculteurs locaux.

Le tableau suivant (d'après ROCHER. "La culture de la mer") donne une idée des productions de ces viviers à poisson en 1895.

PORTS	Quantités (en kg)	Valeurs (en F.)
Yport	3 900	4 879
Concarneau	1 100	1 220
Quiberon	350	700
Noirmoutier	1 200	980
La Barre-de-Mont	250	300
Les Sables d'Olonne	30 300	30 300
Saint-Martin-de-Ré	320	512
Chateau d'Oléron	8 700	7 000
La Cotinière	3 800	4 000
Rochefort	400	600
Marennes	3 500	4 000
Le Chapus	8 400	8 400
La Tremblade	8 960	11 200
L'Eguille	90 000	110 000
Meschers	780	1 060
Le Verdon	1 460	1 460
Arcachon	51 375	79 855

Tableau de la production des viviers à poisson en 1895.

Actuellement, les zones de marais à poisson se situent en général en arrière des claires, vers l'intérieur des terres, à des niveaux qui ne sont pas forcément plus hauts que ceux des claires (voir chap. I, la formation des marais). Cependant ils sont en fin de réseau d'alimentation, au bout des chenaux, souvent envasés, à faible débit. Ils sont le lieu d'un élevage extensif traditionnel en mulets et aiguilles principalement (plie et bar accessoirement). La pêche se fait en général tous les deux ans par vidange des marais et permet une consommation régionale. Les méthodes, bien que rudimentaires, sont pleines d'astuces améliorées au cours des siècles dont il peut être bon de s'inspirer pour des élevages rationnels d'aquaculture :

- capture d'alevins par piège fixe (photo 7)
- conservation du poisson en cage grillagée (photo 8)
- élimination des prédateurs pour le développement des crevettes de marais par baisse du niveau des eaux (quelques centimètres) et utilisation ensuite comme nourriture des poissons ;
- utilisation de l'énergie éolienne pour amener l'eau de mer dans les bassins d'élevage (photo 9)
- etc...

La capture des alevins d'anguille (civelles ou pibalcs) est dans la région considérable, il faut le souligner.

De novembre-décembre à mars-avril suivant les zones, ces civelles arrivent sur la côte et remontent vers l'eau douce soit dans les marais, soit dans les rivières. Ce sont elles qui donnent la production naturelle (parfois considérable, souvent mal exploitée) en anguille dans les marais et aussi dans toutes les régions intérieures où passent les rivières. Par ailleurs, les milliards et milliards de civelles qui approchent la côte servent de nourriture aux divers carnivores locaux qui ainsi passent l'hiver avec une abondante source de nourriture. La pêche à la civelle est une tradition très ancienne et artisanale. Les civelles sont consommées comme un plat de luxe recherché par les gourmets.

Mais depuis quelques années la demande considérable de divers marchés étrangers (principalement l'Espagne pour la nourriture, les pays d'Europe du nord-est et surtout le Japon pour les alevins vivants) a développé une véritable industrie de la pêche aux civelles. Les prix considérables de vente des alevins vivants font que bon nombre de ces pêcheurs passent les nuits hivernales à manier de fins tamis (en Charente le "pibalou", photo 10). Les marins-pêcheurs s'équipent souvent de véritables dragues pélagiques avec des équipements qui n'ont rien à envier aux plus modernes filets à macroplancton océaniques (photo 11).

Il ne fait pas de doute que la perturbation dans l'équilibre écologique et l'appauvrissement considérable de la biomasse ainsi provo-



© 1984, Département de la Pêche

Photo 7 - Capture d'alevins avec piège fixe dans les marais d'Ars en Ré.



© 1984, Département de la Pêche

Photo 8 - Cage grillagée pour la conservation du poisson lors des pêches ou travaux dans les marais à poissons Ricaille-sur-Saône.



cliché Jérôme Hussenot

Photo 9 - Eolienne pour l'alimentation en eau de mer d'un marais à poissons : Ile de Noirmoutier.



cliché Jacques Rinaud

Photo 10 - Pêche à la civelle avec le "Pibalou" (normalement
praticquée de nuit avec une lanterne)
les Ecluses de Brouage.



cliché Jacques Rinaud

Photo 11 - Pêche (industrielle), de nuit, des civelles
remontant la Seudre.

qués sont une menace très grave pour toutes la région et les régions qui en dépendent.

En résumé, il faut retenir que de très vastes surfaces existent, pratiquement inemployées aujourd'hui, mais ayant un passé marin très proche et que toute une population est depuis longtemps sensibilisée aux problèmes d'exploitations et de productions maritimes.

2° - Les possibilités de développement de l'aquaculture.

Sans entrer maintenant dans les détails de l'étude qui va suivre, il est déjà possible de dire que la côte Atlantique offre d'immenses possibilités pour l'aquaculture.

Comme nous l'avons évoqué, de très grandes surfaces attendent une mise en valeur avec une population locale presque déjà qualifiée pour l'aquaculture (sens de l'élevage du poisson, sens de la mer...). Mais il ne faut pas, pour autant, croire que l'aquaculture sera la panacée à tous les problèmes existants.

Aujourd'hui, les essais entrepris ne permettent que très imparfaitement de dessiner les caractéristiques futures des "fermes aquacoles". Ceci est un gros handicap pour le choix des sites.

L'aspect systématique de l'étude (voir "Généralités"), toutefois, a permis d'en établir une liste assez complète. Mais l'intérêt relatif de ces sites reste à considérer. Il est aujourd'hui très difficile de préciser quels seront les sites les plus intéressants.

a) Une installation aquacole en 1974. Aperçu des problèmes technologiques, économiques et administratifs :

- les aménagements nécessaires à la mise en exploitation d'un site favorable à l'aquaculture sont difficiles à évaluer aujourd'hui, alors que les types d'aménagements nécessaires ne sont pas encore définis avec certitude. De plus, l'aménagement à effectuer dépend des structures déjà en place, des espèces à élever, et du degré d'intensification envisagé.

- les chiffres suivants, ne sont destinés qu'à donner quelques éléments indicatifs de coûts d'aménagements :

- terrassément : si le site est d'un niveau trop haut il faut effectuer un surcreusement. Il en coûte 10 à 25 F. pour retirer 1 m^3 de terre en marais, soit un minimum de 100 000 F. par hectare pour un surcreusement d'1 m.

- bassins : le coût de bassins en béton est de l'ordre de 600 à 700 F. le m^3 utilisable.

- cages flottantes : le coût des cages est d'environ 300 à 400 F. le m^3 utilisable.

La réalisation d'une cage rigide rectangulaire en tube acier soudé de $8 \times 4 \times 3 \text{ m}$ (96 m^3) est de 25 000 F. environ, sans tenir compte des frais d'ancrage.

- station de pompage : l'estimation du coût d'une telle station dépend du débit demandé, de la distance à parcourir, de la surélévation nécessaire.

Elle peut atteindre un chiffre très élevé comme par exemple le projet de PALAVAS-les-FLOTS (surélévation de quelques mètres, conduite de 250 mm de diamètre sur 400 m de long, avec un débit de $600 \text{ m}^3/\text{h}$ qui a été estimé à 500 000 F.

- coûts d'aménagements généraux :

En tenant compte des réserves d'eau, des canaux d'aménage d'eau etc... sur un site, il faut compter un minimum de 50 000 à 100 000 F. par hectare aménagé (source CTGREP).

- l'utilisation du domaine public maritime pour l'aquaculture n'est à l'heure actuelle pas clairement définie. Les quelques concessions aujourd'hui accordées en France à cet usage sont assimilées aux activités traditionnelles de pêche maritime.

Ainsi, la redevance annuelle demandée pour un bassin d'élevage de crevettes sur le D.P.M. sera celle appliquée aux réservoirs fixes (viviers) à poissons et crustacés soit 11,40 F. l'are en 1972, (114 F./ha par an).

Ce chiffre dépasse de beaucoup les taux de redevances des concessions attribuées dans d'autres pays, par exemple l'Etat de Floride. La répartition de la redevance d'une concession décennale pour l'élevage des crevettes est dans ce pays de : pour les 18 premiers mois = 55,60 F. (ha. an).

En ce qui concerne les cages flottantes placées sur le D.M., elles sont considérées comme un établissement flottant. La redevance annuelle sera donc en 1972 de 4,80 F. le m^2 soit environ 1 000 F. pour une cage moyenne de 100 m^2 de surface.

Le développement de l'aquaculture sur le littoral nécessitera de toute évidence une adaptation des structures administratives existantes.

b) Le cotoiement des activités littorales existantes, les conflits possibles.

L'aquaculture va se trouver confrontée avec les activités principales du littoral que sont l'agriculture, la conchyliculture, la pêche, l'industrie, le tourisme.

- l'Agriculture

L'agriculture du littoral Atlantique centre ouest est principalement tournée vers l'élevage bovin. Dans le secteur sud (Charente-Maritime) les cultures de céréales se développent (maïs), la vigne et les primeurs sont des activités importantes.

Pour l'aquaculture, le cotoiement de l'agriculture peut présenter des risques de pollution. Les engrais et surtout les pesticides qui sont employés couramment dans les méthodes actuelles de cultures peuvent être entraînés par les eaux de ruissellement jusqu'à proximité d'une zone d'aquaculture. Les très faibles doses léthales des pesticides peuvent entraîner des mortalités importantes.

Un exemple récent, non pas dû à l'agriculture mais aux Services des Ponts et Chaussées (désherbage des accotements de route) a entraîné la mort de la majeure partie d'une exploitation de salmoniculture marine située en Bretagne Nord, sur la Rance.

Certaines zones basses du littoral (marais, polders...) encore inutilisées, risquent d'entraîner des conflits dans les années prochaines. L'agriculture et l'aquaculture pouvant faire valoir quelquefois l'intérêt d'un même site pour des usages bien différents.

- la Conchyliculture

Il y a complémentarité entre l'aquaculture et la conchyliculture qui peut être considérée comme une forme succincte d'aquaculture.

Au niveau de la détermination des sites favorables, nous avons été souvent amenés à considérer certains sites où s'exercent actuellement des activités conchylicoles.

Une activité conchylicole existante sur un site retenu favorable à l'aquaculture ne doit pas être considérée comme un facteur défavorable. En cas d'une défaillance possible de la conchyliculture l'aquaculture pourrait peut être prendre le relai.

De nombreux conchyliculteurs sont d'ailleurs souvent vivement intéressés par cette nouvelle activité et certains d'entre eux sont prêts à participer à une éventuelle expérimentation.

Cependant il ne faut pas oublier que l'installation d'une production aquacole moderne demandera vraisemblablement une toute autre conception de l'utilisation de l'espace marin d'où une source de conflits possibles.

- la Pêche

La pêche est également complémentaire de l'aquaculture. C'est elle qui fournit les géniteurs et le plus souvent les juvéniles.

L'aquaculture de repoplement, qui consiste à réintroduire dans le milieu naturel des juvéniles produits en écloserie est encore plus liée à la pêche. Elle se développera pour les espèces dont la rentabilité est difficile en raison d'une croissance lente. C'est déjà le cas pour le homard où cinq ans sont nécessaires pour obtenir un homard de taille commercialisable (écloseries de Houat, de l'Île d'Yeu).

- l'Industrie

L'aquaculture semble en conflit avec l'Industrie. Principalement en raison des nuisances de cette dernière. Il faut espérer pourtant que au nom de "industrie" ne soit plus associé systématiquement l'adjectif "polluant".

L'utilisation de certains rejets industriels pour l'aquaculture est cependant à l'essai en Grande Bretagne notamment. Il s'agit de profiter du réchauffement de l'eau que produisent certaines usines (centrales électriques, thermiques ou nucléaires) pour accélérer la croissance des poissons durant la période des eaux froides.

- le Tourisme

Les municipalités côtières estiment généralement que leur commune a une vocation touristique, même si elle est bordée par des waddens ou des marais maritimes (cf. chapitre I).

Elles ne songent généralement qu'à construire des ensembles résidentiels, des villages vacances, des ports de plaisance, des centres de thalassothérapie, des plans d'eau (fig. 31)...

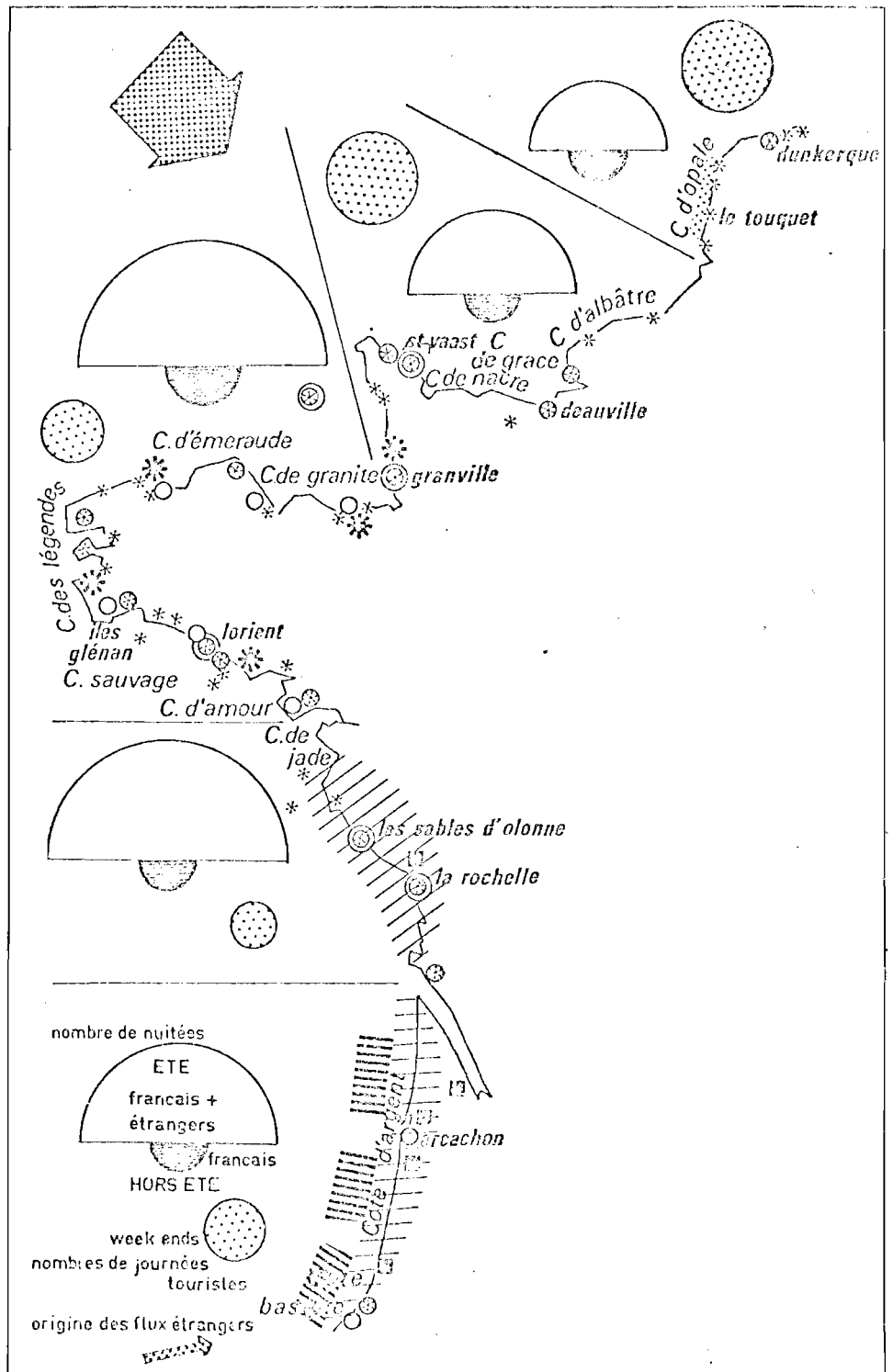
Pour se faire, les promoteurs font prospecter de véritables équipes chargées de rechercher et négocier des terrains. Elles effectuent un recensement systématique des terrains disponibles. (ROUXET 1973)

Les marais, qui restent aujourd'hui le plus souvent les seules grandes surfaces inoccupées et relativement bon marché, sont ainsi convoitées. Et il est fréquent de rencontrer au moins un projet abandonné ou non sur chaque grand marais de l'Atlantique.

En dehors des réalisations touristiques en elles-mêmes et des pollutions qui en découlent : pollution bactérienne et organique des eaux, le tourisme est également source de conflit pour l'aquaculture par la densité humaine qu'il provoque saisonnièrement dans de larges secteurs : pollutions non contrôlées par les "campeurs sauvages", détérioration possible de l'environnement et des installations sur le domaine maritime, chapardage...

Une réservation foncière des sites favorables à l'aquaculture devient indispensable.

De même qu'il existe souvent des zones de protection pour les secteurs conchylicoles, il faudra également prévoir des zones de protec-












-  zone d'aménagement touristique
-  centre de thalassothérapie
-  port de plaisance
-  " " sans possibilité de réparation ni de carénage
-  ensemble de ports de plaisance
-  ski nautique et motonautisme
-  école de voile homologuée
-  surf
-  char à voile

fig. 31 - Hypothèse de fréquentation du littoral : horizon 1980
document ITMO/CEM 1972

tion pour l'aquaculture.

Il y aura sans doute une lutte serrée entre ceux qui défendront une ressource due à une production de nourriture sur place et ceux qui voudront développer une consommation touristique certes bénéfique durant deux mois d'été mais qui risque fort de faire disparaître toutes richesses internes au pays (sans parler de l'attrait touristique qui risquerait d'être très amoindri : nivellement inévitable d'une partie des marais, modification du paysage, etc...)

c) Les facteurs favorables et les facteurs défavorables à un développement de l'aquaculture.

En conclusion, on peut donner les éléments qui suivent en faveur de l'aquaculture :

- Possibilités de récupérer de larges zones quasiment inexploitées à l'heure actuelle (anciens marais salants, claires abandonnées, marais à poisson, polders non utilisés, ou même zones purement marines, etc...)

- Existence d'une population qui sera sans doute très rapidement compétente.

- Création d'un deuxième volet pour l'ostréiculture qui, monoculture, se relève parfois difficilement d'une crise récente qui ne sera sans doute pas unique.

- Faible pollution des zones exploitées contrairement à certaines techniques de mise en valeur du marais par l'agriculture.

- Préservation du paysage naturel, contrairement à certains développements touristiques.

- Création d'emplois permanents.

- Enfin, ressource économique certaine pour la région.

Par contre, en défaveur de l'aquaculture il y a :

- Le coût d'aménagement considérable de certaines zones abandonnées depuis des années (en particulier recalibrage des chenaux, re-

creusement des bassins, vanes de calibre suffisant, éventuellement ouvrages de grande envergure, digues, réservoirs), contrôle de toutes les sources de pollutions, contrôle de l'eau de sortie en aval des élevages, etc...

- La concurrence de la conchyliculture : nous avons vu que les deux pourraient cohabiter de manière très heureuse ; mais les aménagements aquacoles nécessitant des investissements substantiels, il y a le risque que la profession conchylicole traditionnelle (essentiellement des entreprises familiales assez divisées) fasse quelques obstacles à la jeune aquaculture.

- La concurrence très forte de l'aménagement touristique : le développement parallèle de ces deux activités est à étudier.

Enfin, dans l'état actuel des connaissances et des prix sur le marché, il faut dire que l'aquaculture dans ces régions, sous forme extensive ou intensive, ne sera pas obligatoirement une mine d'or partout ; il faudra beaucoup d'efforts avant d'arriver à un résultat, bien que des expériences concrètes (Marais Guérandais, la Pauline sur la Seudre, le Domaine de Certes dans le bassin d'Arcachon) montrent les problèmes dans leur exactitude. Cet aspect risque évidemment de rebuter beaucoup d'aquaculteurs potentiels.

IV - CONCLUSION -

En conclusion de cette étude générale, il faut retenir le caractère avant tout biologique de l'aquaculture. Même si les biotechniques qui sont ou seront mises au point font appel à des possibilités techniques nouvelles (qu'il faut absolument différencier de la conchyliculture traditionnelle ou des élevages de poissons en marais), il faudra tenir compte de la santé du littoral, actuelle et future (nuisances ou conflits à l'urbanisation, l'industrie, le tourisme, l'agriculture, etc...).

L'état actuel des recherches (maintenance et maturation des géniteurs, reproduction artificielle, obtention de juvéniles, grossissement, problème de nutrition, problèmes sanitaires et éthologiques) et les développements en cours (salmonidés, anguilles), **ne** permettent pas de dire si les technologies appliquées aujourd'hui ne sont pas susceptibles d'être complètement remplacées demain (circuits fermés, thermorégulation, taille du bassin, etc...).

Examinons la situation : actuellement il semble se profiler une aquaculture intensive, coûteuse en investissement, technologiquement assez poussée ; par ailleurs, les "élevages" marins traditionnels (poissons, alevinages, mollusques autre que huîtres et moules...) tombent en désuétude (gros entretien, faibles rendements, espèces peu prisées). Ils concernaient d'immenses surfaces dont la vocation devient incertaine.

Entre ces deux pôles, des essais, des projets et des exploitations, poussées par le souci d'apporter des ressources immédiates à ces surfaces, allient les procédés traditionnels à des techniques plus modernes (restructuration, creusement des marais). C'est peut-être la solution pour la situation actuelle, mais il nous semble que pour l'activité nouvelle que constitue l'aquaculture, c'est seulement s'il est mis au point

une biotechnique tenant compte et des espèces élevées et des particularités écologiques des surfaces (marais, waddens et baies, dans le cas présent) que l'on pourra, dans quelques années, modifier considérablement les données et permettre une mise en valeur efficace. Pour cela, la collaboration étroite entre les centres de recherches et les exploitants est nécessaire. (Le développement de l'aquaculture au Japon est dû en grande partie aux idées des exploitants expérimentées et mises en valeur par les laboratoires).

Face à une situation qui a par endroits un caractère d'urgence évident, il est malheureusement difficile de proposer autre chose qu'une politique d'attente.

Pour faire l'inventaire des sites, nous avons pris les critères techniques pondérés suivants qui peuvent être résumés en quatre points :

- 1) - Intérêt de la morphologie du site (niveau, forme, hydrologie...)
- 2) - Protection contre les nuisances au sens large (pollutions, conflits d'ordre touristique, urbains, industriels...)
- 3) - Contraintes biologiques naturelles favorables (équilibre des milieux, productivité, espèces présentes...)
- 4) - Essais et projets existants, aptitude professionnelle (particuliers ou groupements professionnels).

(Ces 4 points sont "notés" de 0 à 5 pour former une note totale d'aptitude générale de 0 à 20).

Ce sont ces critères qui ont servi à porter un jugement de valeur -avec toutes les réserves dues à une connaissance trop partielle du développement aquacole possible- sur chaque site. (voir en fin de chaque "Fiche Site" et conclusion de l'étude).

V - BIBLIOGRAPHIE.

Cette bibliographie se rapporte aux documents de l'Inventaire des Sites Favorables à l'Aquaculture :

- "Généralités" - Littoral français.
- "Etude Générale" - Côte atlantique.

- BESSEMOULIN (J.), 1969 . — Atlas climatologique de la France.
Document Météorologie Nationale.
- BURNET (L.), 1972 . — Etude régionale du littoral français.
Document C.N.E.X.O.-DATAR, 207 p. + cartes.
- DARCHEN (J.), 1967 . — Eléments climatologiques concernant les côtes de la France Métropolitaine.
Monographie Météorologie Nationale N° 59, 140 p.
- ENJALBERT (H.), 1960 . — Le modelé et les sols des pays aquitains.
Bordeaux, Bière 618 p.
- FERLIN (P.), 1974 . — Problèmes techniques posés par l'installation d'exploitations aquacoles sur le littoral atlantique.
Conférence A.D.A.C., Saintes, mars 1974.
- GARENC (P.), 1957 . — Contribution à l'étude du climat d'entre Loire Inférieure et Gironde.
Mémorial de la Météorologie Nationale N° 44, 200 p.
- GOUGENHEIM (A.), 1956 . — Sur la fréquence des coefficients de marée.
Bull. Astronomique 20 (2) : 157-181.
- LAUBIER (L.), 1974 . — Etat actuel des recherches en matière d'aquaculture de mollusques, de crustacés et de poissons en France.
Possibilités d'application de ces recherches à court et moyen terme.
Conférence A.D.A.C., Saintes, 20/21 mars 1974.
- MILNE (P.H.), 1972 . — Fish and shellfish farming in coastal waters.
London, Fishing News (Books), 208 p.

- OTTMANN (F.), 1965 . — Geologie marine et littorale.
Paris, Masson, 260 p.
- PAPY (L.), 1941 a . — Les aspects naturels de la côte atlantique de la Loire à la Gironde.
Bordeaux, Delmas, 302 p.
- PAPY (L.), 1941 b . — La côte atlantique de la Loire à la Gironde, l'homme et la mer.
Bordeaux, Delmas, 528 p.
- ROCHÉ (G.), 1898 . — La culture des mers en Europe. Pisciculture, pisciculture, ostréiculture.
Paris, Alcan, 328 p.
- ROLLET DE L'ISLE (M.), 1945 . — Observation, étude et prédiction des marées.
S.H.O.M. document 13-155, 287 p. + 19 pl.
- ROUXEL (P.), 1973 . — Le promoteur et le terrain.
O.T.H. informations, décembre 1973, : 17-21.
- VERGER (F.), 1968 . — Marais et wadden du littoral français.
Bordeaux, Biscaye Frères. 544 p.
- WEBBER (H.), 1971 . — The design of an aquaculture enterprise.
Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
24ème session annuelle, nov. 71 : 117-125.

ANONYMES ET PUBLICATIONS D'ORGANISMES.

Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale :

- D.A.T.A.R./E.P.H.E. 1971 . — Schéma théorique de définition du littoral.
- D.A.T.A.R./I.R.I.E.C. - C.R.E.S.I. 1972 . — Perspectives à long terme d'aménagement du littoral français : les perspectives du tourisme sur le littoral français : la demande française et étrangère. Rapport de synthèse.

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine :

S.H.O.M. 1966 . — Instructions nautiques France - côtes Nord et Ouest --
vol. C (11) 594 p. + corrections.

S.H.O.M. Annuaire des marées : tome 1 - Ports de France
3 vol. (années 1972, 1973, 1974) 223 p.

- En préparation :

PENN AR BED n° 77, 1974 . — Numéro spécial sur l'Aquaculture.

A N N E X E S

1 - DECOUPE CARTOGRAPHIQUE

2 - RECOPES CONSULTÉES LORS D'UNE RECONSTITUTION
D'UN VASE MATR

INVENTAIRE DES SITES FAVORABLES A L'AQUACULTURE

COTE ATLANTIQUE DE LA VILAINE A LA BIDASSOA

- REPERAGE CARTOGRAPHIQUE -

Pour chacune des 19 zones de la côte Atlantique (A à S) un quadrillage a été mis en place à partir des cartes IGN 1/25 000.

Chaque carte IGN a été découpée en 4 éléments (a,b,c,d) de la façon suivante :

A.1.a	A.1.b
A.1.c	A.1.d

A : nom de la zone

1 : carte IGN au 1/25 000

a : chaque élément du quadrillage correspond, à l'échelle du 1/25 000, à un format 21 x 29,7 cm environ.

REPERAGE CARTOGRAPHIQUE DE LA VILAINE A LA BIDASSOA

DECOUPAGE DU REPERAGE CARTOGRAPHIQUE	CARTE IGN AU 1/25 000 ou 1/50 000
A.1. c, d.....	Vannes..... 7.8.
A.2. c.....	Questembert..... 5.6.
A.3. a, b.....	St-Gildas de Rhuys..... 7.8.
A.4. a, b, c.....	La Roche Bernard..... 1.2.
B.1. a, b, d.....	St-Gildas de Rhuys..... 7.8.
B.2. a, b, c.....	La Roche Bernard..... 5.6.
B.3. b, d.....	Ile Hoedic..... 3.4.
B.4. a, b, c, d.....	Saint-Nazaire..... 1.2.
C.1. b, c, d.....	Saint-Nazaire..... 3.4.
C.2. a, b, c, d.....	Paimboeuf..... 1.2.
C.3. a, c, d.....	Paimboeuf..... 3.4.
C.4. a, b, d.....	Saint-Nazaire..... 7.8.
C.5. a, c.....	Paimboeuf..... 5.6.
C.6. a, b.....	Paimboeuf..... 7.8.
C.7. b.....	Noirmoutier-en-l'Ile..... 3.4.
D.1. a, c, d.....	Machecoul..... 1.2.
D.2. b, d.....	Machecoul..... 5.6.
D.3. a, c, d.....	Machecoul..... 7.8.
D.4./E.3.....	Challans
D.5.....	Challans
D.6.....	Challans
D.7.....	St-Gilles-sur-Vie
D.8.....	St-Gilles-sur-Vie
E.1.....	Noirmoutier-en-l'Ile..... 7.8.
E.2.....	Barbâtre..... 3.4.
E.3./D.4.....	Challans
F.1. a, b, c, d.....	Ile d'Yeu

Repérage cartographique de la Vilaine à la Bidassoa (suite)

G.1.....	St-Gilles-sur-Vie	
G.2.....	St-Martin de Brem	
G.3.....	Les Sables d'Olonne	
G.4.....	Les Sables d'Olonne	
G.5.....	Les Sables d'Olonne	
G.6.....	Longeville	
G.7.....	Longeville	
G.8.....	Longeville	
H.1. c, d.....	L'Aiguillon-sur-Mer.....	1.2.
H.2. c, d.....	L'Aiguillon-sur-Mer.....	3.4.
H.3. b, d.....	Marans.....	1.2.
H.4. a, b, d.....	L'Aiguillon-sur-Mer.....	5.6.
H.5. a, b, c, d.....	L'Aiguillon-sur-Mer.....	7.8.
H.6. a, b, c, d.....	Marans.....	5.6.
H.7. a, b, c, d.....	La Rochelle.....	3.4.
H.8. a.....	Surgère.....	1.2.
H.9. a, b, c, d (I.4.).....	La Rochelle.....	7.8.
I.1. a, b, c, d.....	Ile de Ré.....	3.4.
I.2. a, c, d.....	La Rochelle.....	1.2.
I.3. a, b.....	La Rochelle.....	5.6.
I.4. a, (H.9.).....	La Rochelle.....	7.8.
J.1. b, c, d, (L.2.).....	Ile d'Oléron.....	3.4.
J.2. a, c.....	Rochefort.....	1.2.
J.3. b.....	Ile d'Oléron.....	7.8.
J.4. a, b, c, d, (K.2.a).....	Rochefort.....	5.6.
Ka.1. b, c, (L.4., J.3.).....	Ile d'Oléron.....	7.8.
Ka.2. c, (J.4.).....	Rochefort.....	5.6.
Ka.3. b, d, (Kb.1., L.5.).....	Marennes.....	3.4.
Ka.4. a, b, c, d.....	St-Agnant.....	1.2.
Ka.5. a, b, d, (Kb.3.).....	St-Agnant.....	5.6.
Kb.1. c, d, (Ka.3, L.3.).....	Marennes.....	3.4.
Kb.2. a, b, d, (L.7., M.1.....	Marennes.....	7.8.
Kb.3. a, c, d, (Ka.5.).....	St-Agnant.....	5.6.
Kb.4. a, b, (M.3.).....	Royan.....	1.2.
L.1. a, c, d.....	Ile d'Oléron.....	1.2.
L.2. c, (J.1.).....	Ile d'Oléron.....	3.4.
L.3. a, b, c, d.....	Ile d'Oléron.....	5.6.

Repérage cartographique de la Vilaine à la Bidassoa (suite)

L.4. a, c, d, (J.3., Ka.1.).....	Ile d'Oléron.....	7.8.
L.5. b.....	Marennnes.....	1.2.
L.6. a, b, c, (Ka.3., Kb.1.).....	Marennnes.....	3.4.
L.7. a, (Kb.2., M.1.).....	Marennnes.....	7.8.
M.1. (L.6.).....	Marennnes	
M.2. a, b, c, d.....	Tour de Cordouan.....	3.4.
M.3. a, b, c, (Kb.4.).....	Royan.....	1.2.
M.4. a, b, c, d, (O.2.).....	Royan.....	5.6.
N.1. a, b, c, d.....	St-Vivien-du-Médoc.....	3.4.
N.2. (O.6.).....	St-Vivien-du-Médoc	
N.3. a, c.....	Jonzac.....	5.6.
N.5. a, c, d.....	Montendre.....	1.2.
N.6. a, b, c, d.....	Montendre.....	5.6.
N.7. a, c, (O.10.).....	Blaye-Sainte-Luce.....	1.2.
N.8. (O.16.).....	Blaye-Sainte-Luce	
O.1. d.....	Tour de Cordouan.....	7.8.
O.2. (M.4.).....	Royan	
O.3. b, c.....	Soulac-sur-Mer.....	3.4.
O.4. a, b, c, d.....	Saint-Vivien-du-Médoc.....	1.2.
O.5. a, b, c, d.....	Saint-Vivien-du-Médoc.....	5.6.
O.6. a, b, c, d, (N.2.).....	Saint-Vivien-du-Médoc.....	7.8.
O.7. a, b, c, d.....	Lesparre-Médoc.....	3.4.
O.8. a, b, d.....	Lesparre-Médoc.....	7.8.
O.9. b, d.....	Saint-Laurent et Benon....	3.4.
O.10. (N.7.).....	Blaye-Sainte-Luce	
O.16. a, b, c, d, (N.8.).....	Blaye-Sainte-Luce.....	5.6.
P.1. b, d.....	Soulac-sur-Mer.....	7.8.
P.2. b, d.....	Le Junca.....	3.4.
P.3. b, c, d.....	Le Junca.....	7.8.
P.4. a, b, c, d.....	Etang de Carcans.....	3.4.
P.5. a, b, c, d.....	Etang de Carcans.....	7.8.
P.6. a, b, c, d.....	Le Porge.....	3.4.
P.7. a, b, c, d.....	Le Porge.....	7.8.
Q.1. a, b, c, d.....	Arcachon.....	3.4.
Q.2. c.....	Audenge.....	1.2.
Q.3. a, b, c, d.....	Arcachon.....	7.8.
Q.4. a, c.....	Audenge.....	5.6.

Repérage cartographique de la Vilaine à la Bidassoa (suite)

Q.5. a, b, c, d.....	La Teste.....	3.4.
R.1. a, b, c, d.....	La Teste.....	7.8.
R.2. a, a', b, c, c', d.....	Biscarosse.....	3.4.
R.3. a, a', b, c, c', d.....	Biscarosse.....	7.8.
R.4. b, d.....	Mimizan.....	1.2.
R.5. a, c.....	Mimizan.....	3.4.
R.6. b, d.....	Mimizan.....	5.6.
R.7. b, d.....	Lit et Mixe.....	1.2.
R.8. a, b, c, d.....	Lit et Mixe.....	5.6.
R.9. a, b, c, d.....	Soustons.....	1.2.
R.10. a, b, c, d.....	Soustons.....	5.6.
S.1.....	Saint-Vincent de Tyrosse.	
S.2. a, c.....	Saint-Vincent de Tyrosse.	5.6.
S.3. b, c, d.....	Bayonne.....	3.4.
S.4. c.....	Bayonne.....	5.6.
S.5. a, c.....	Bayonne.....	7.8.
S.6. a.....	Espelette.....	1.2.

CENTRE NATIONAL
POUR
L'EXPLOITATION DES OCEANS

- MESURES CONSEILLEES LORS D'UNE EXPERIMENTATION
D'ELEVAGE MARIN (AQUACULTURE) -

I/ - Relevé journalier.

- Dates,
- Numéro du bassin,
- Taux de renouvellement des eaux en % du bassin en 24 heures,
- Température minimale,
- Température maximale,
- Nutrition (faible, moyenne, forte),
- Couleurs de l'eau (brune, verte, bleue, etc...),
- Transparence des eaux (claire, peu chargée, très chargée)
- Observations (mortalité, etc...).

II/ - Relevé hebdomadaire.

- Semaine du au
- Numéro du bassin
- Oxygène dissous prise à la même heure (ex. 9h du matin) et température
- pH
- Densité (salinité)
- Quantité de nourriture distribuée,
- Observation (prescription, insolation, etc...)

III/- Relevé mensuel.

- Date,
- Longueur moyenne des poissons (sur dix individus),
- Poids moyen du poisson (sur dix individus) si l'on dispose d'une balance assez précise (mettre le poisson rapidement essuyé dans une cuvette remplie d'eau qui est mise sur la balance et faire la différence).

IV - Fiche entrée de lots de poissons.

- Date,
- Bassin,
- Dimension,
- Profondeur moyenne,
- Nature de l'eau d'alimentation,
- Empoisonnement (nombre),
- Poids moyen,
- Qualité du fond (sable, vase, couleur....)

V - Fiche sortie de lots de poissons.

- Date,
 - Bassin,
 - Moyens de pêche,
 - Nombre d'individus,
 - Poids moyen,
 - Qualité du fond du bassin (sable, vase, couleur....)
-