

N° d'ordre 388

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

THESE

*présentée pour
l'obtention du grade de*

DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE

LA PRODUCTIVITE PRIMAIRE EN BAIE
DE CANCHE



par Jacques DUVAL

soutenue le 29 juin 1973

*devant MM. R. LINDER, président du jury
S. DENAEYER-DE SMET*

P. DUVIGNEAUD, membres invités

E. VIVIER

M. BODARD, examinateurs

LA PRODUCTIVITE PRIMAIRE EN BAIE
DE CANCHE

par Jacques DUVAL

TRAVAIL REALISE AU LABORATOIRE DE CYTOGENETIQUE ET ECOLOGIE
DIRIGE PAR MONSIEUR LE PROFESSEUR R. LINDER.

A LA MEMOIRE DE MON PERE.

*Mon père a su, dès mon plus jeune âge, me
communiquer son amour et son respect de la nature.
Cette communion a, sans doute, orienté ma carrière.*

*Humble professeur, sa vie fut un modèle de
conscience professionnelle, de droiture et d'honnêteté.
Je m'efforcerais de rester digne de l'exemple qu'il m'a
laissé.*

*Je rends hommage à son souvenir en lui dédiant
ce modeste travail.*

Monsieur le Président, Madame, Messieurs les membres du Jury,

Vous me faites le grand honneur de juger ce travail.

Je vous prie d'accepter le témoignage de ma vive gratitude
et de mon profond respect.

J'assure de ma sincère reconnaissance, les membres du corps
professoral de l'U.E.R. de Biologie, pour leur enseignement que j'ai
toujours suivi avec un grand intérêt.

Que toutes les personnes qui m'ont apporté leur collaboration
et leur soutien moral dans la réalisation de ce travail, trouvent ici
l'expression de mes plus vifs remerciements.

A V A N T - P R O P O S

.._.._.._.._.._

Quels sont les paysages que nous offre la grande plaine du Nord ? Un panorama de cultures ouvertes presque exclusives traduit la vocation agricole initiale de la région. La place de ces cultures céréalières et fourragères intensives, est maintenant âprement disputée par l'extension des complexes industriels, nés pour la plupart avec la découverte de la houille.

L'examen de la carte de la végétation nous confirme cette vue synthétique. Le Nord de la France apparaît d'emblée comme une région fortement remaniée, fortement façonnée par les activités humaines. De la hêtraie littorale et de la chênaie-charmaie intérieure il ne reste que des lambeaux, emprisonnés dans un contexte agricole intense, menacés par les pollutions industrielles croissantes. Cinq pour cent seulement de notre territoire sont boisés. Ces forêts elles-mêmes, sont d'ailleurs fortement transformées par l'homme et présentent rarement une végétation climacique.

Par contre, le cordon littoral a été relativement épargné jusqu'à nos jours. L'extension actuelle des aménagements portuaires,

le développement ou l'implantation d'industries nouvelles tendent à morceler cette frange côtière. Bien qu'elle soit menacée par une exploitation parfois irrationnelle, elle demeure néanmoins, un site typique et naturel où s'épanouit une flore sauvage. De ce fait, l'attention des botanistes s'est très tôt portée sur la végétation littorale.

Les études furent d'abord d'ordre purement floristique. Nous citerons les travaux de DE VICQ E., 1883 ; MOLLIARD M., 1903 ; CAUSSIN O., 1907 ; MASSART J., 1908 ; CHEVALIER A., 1922.

Avec la conception précise de l'association végétale donnée par BRAUN-BLANQUET les nombreux travaux consacrés ensuite au littoral furent d'ordre phytosociologique, puis écologique : HOCQUETTE M., 1927 ; DE LITARDIERE R. et G. MALCUIT, 1927 ; JACQUET J., 1929 ; HOCQUETTE M. et Mme, 1950 ; HOCQUETTE M. et coll., 1954 ; SIBEAUD J., 1954 ; GEHU J.M. et A. GHESTEM, 1963 ; HOCQUETTE M., GEHU J.M. et M. FAUQUET, 1965 ; GHESTEM A., 1966, 1968 et 1972.

Parmi ces travaux sur le littoral de la Manche et de la Mer du Nord, nombreux sont ceux consacrés aux estuaires, et particulièrement à l'estuaire de la Canche.

C'est donc, dans la suite logique des études effectuées, que nous avons entrepris ce présent travail d'écosystématique.

Avec l'avènement et le développement de l'écologie quantifiée, les estuaires apparaissent comme des zones de haute productivité, conditionnant l'alimentation des chaînes trophiques marines. WESLEY MARX, les décrit comme "les berceaux nourriciers de la faune océanique".

Un travail précis et approfondi s'imposait sur le plan régional. Par sa superficie, par l'étendue et par la netteté des formations halophiles qui colonisent le schorre, par sa représentativité écologique, par l'intérêt qu'il a toujours suscité auprès des botanistes, l'estuaire de la Canche se devait de retenir notre choix. Devant

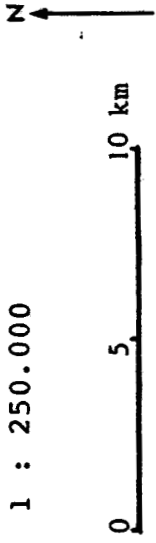
les menaces qui pèsent sur cette baie, le travail était d'autant plus nécessaire.

Cette étude aujourd'hui menée à bien, c'est un agréable devoir pour moi, de renouveler ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur R. LINDER de m'avoir confié ce sujet riche et original, d'un indéniable intérêt fondamental et régional.

Pour terminer cet avant-propos, je tiens à souligner l'intérêt des sociétés savantes locales. Je pense en particulier à la Société de Botanique du Nord de la France, qui compte, parmi ses bulletins, la majeure partie des travaux pré-cités. De telles sociétés régionales, permettent de rassembler rapidement une ample bibliographie sur un sujet précis. Leur aide est précieuse et je souligne aujourd'hui leur utilité et leur nécessité.

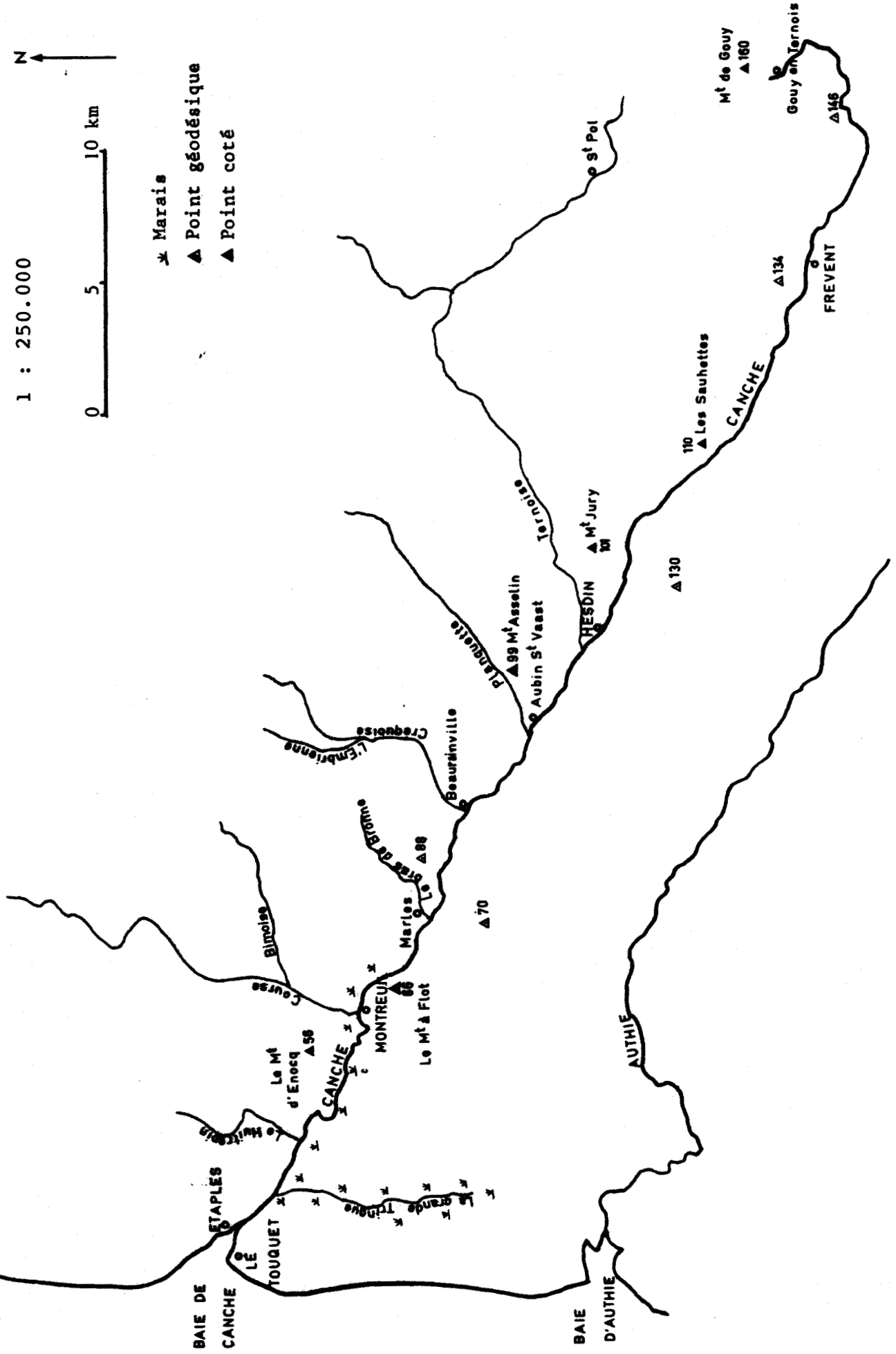
—••—••—••—

PLANCHE 1. - LA VALLEE DE LA CANCHE.



1 : 250.000

- * Marais
- ▲ Point géodésique
- ▲ Point coté



C H A P I T R E I.

G E N E R A L I T E S

-°°-°°-°°-

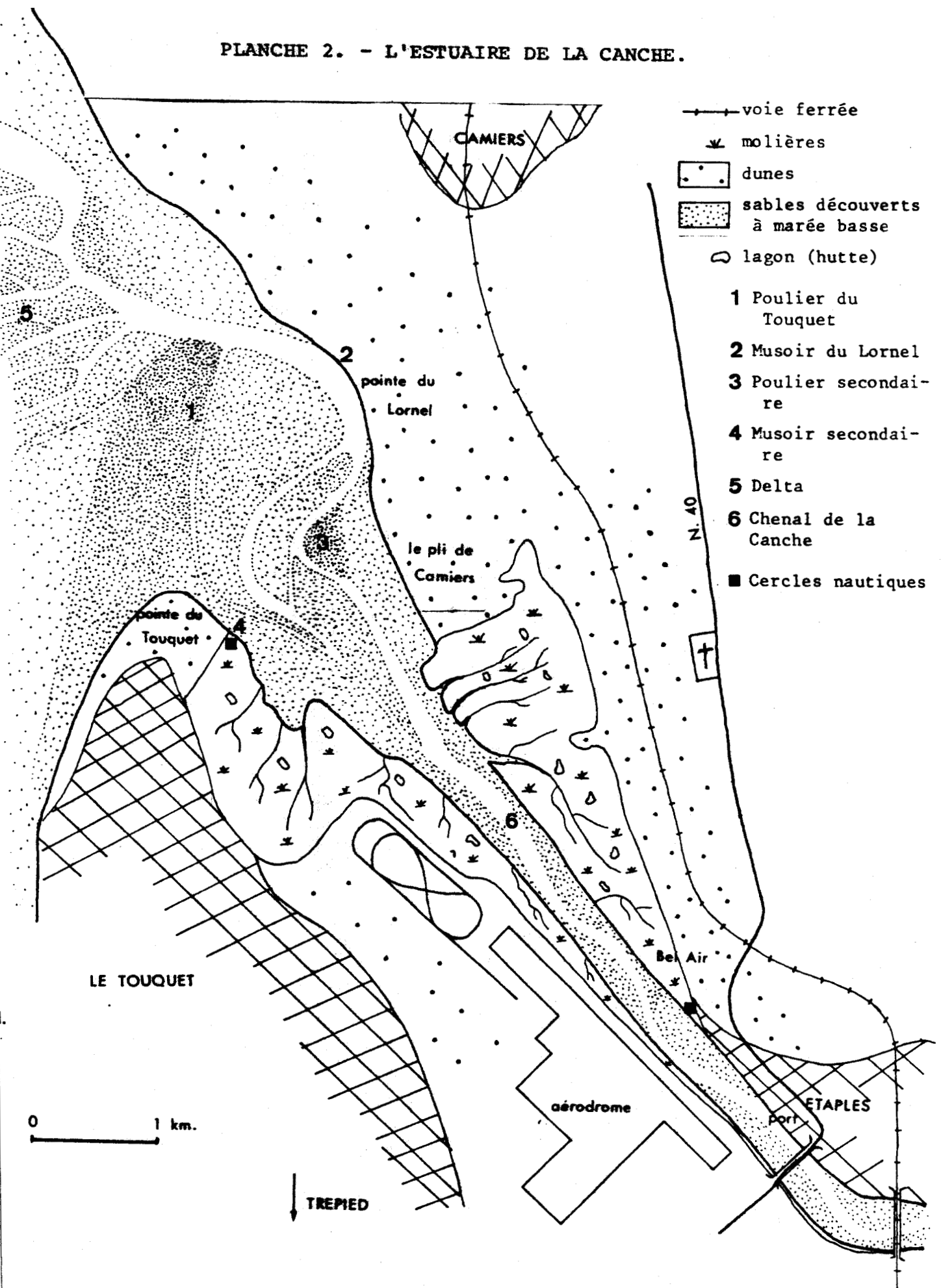
APERCU GEOGRAPHIQUE

La Canche, petite rivière côtière à régime océanique, prend sa source au pied du Mont de Gouy en Ternois (Pas de Calais) à une altitude de 133 m. Comme affluents principaux elle reçoit la Ternoise près d'Hesdin, la Planquette en aval d'Aubin-St Vaast, la Créquoise à Beaurainville et la Course à Montreuil.

En aval de Montreuil, la Canche a une largeur de quelques mètres ; le courant est lent, le débit des eaux est faible. Elle se jette ensuite dans la Manche, en dessinant un estuaire en entonnoir, typique des fleuves de plateaux peu élevés. Cet estuaire, d'une orientation générale Sud-Est, Nord-Ouest, situé entre les localités d'Etaples et du Touquet, s'enfonce de 4,5 km dans les terres (jusqu'au pont de chemin de fer d'Etaples). Sa largeur maximale dépasse 2 km entre la pointe du Touquet, au Sud, et la pointe du Lornel, au Nord. Son embouchure est barrée par des formations sédimentaires liées aux courants littoraux, caractéristiques de la morphologie à poulrier et à musoir. Le poulrier progresse de la Pointe du Touquet vers le Nord, entraînant ainsi l'érosion du musoir qui se creuse au niveau du Lornel. Consécutivement à cette déviation progressive du chenal de la Canche, on voit apparaître le début de formation d'un poulrier et d'un musoir secondaires.

A l'intérieur de l'estuaire, pendant la marée basse, le lit de la Canche est en partie maintenu dans un étroit chenal par des digues

PLANCHE 2. - L'ESTUAIRE DE LA CANCHE.



submersibles. La rivière se résoud en de nombreux bras formant delta, après avoir contourné la barrière créée par le poulter.

On retrouve en baie de Canche les dépôts vaseux classiques, décrits par MASSART J. ⁽¹⁾. Du chenal vers les formations dunaires, on distingue une zone inférieure submergée à toutes les marées : "La Slikke", et une zone supérieure inondée sporadiquement lors des marées de vives eaux : "le Schorre", couvert par une végétation dense. Le passage de la Slikke au Schorre se fait progressivement dans la partie la plus littorale de la baie. Vers l'intérieur, la limite entre ces deux zones est marquée par un petit talus de quelques décimètres.

La mer pénètre dans l'estuaire à chaque marée. Actuellement, l'influence du flux se fait sentir jusqu'à 5 km de l'embouchure. Toutefois, dans les temps historiques, les zones immergées à marée haute étaient beaucoup plus étendues ; la marée montante pénétrait profondément à l'intérieur des terres ; elle était sensible jusqu'à Montreuil sur Mer où les bateaux abordaient. Le comblement progressif de l'estuaire et des marais arrière-littoraux s'est effectué par la sédimentation des alluvions de la rivière et par les dépôts de la marée. Cependant, ce colmatage résulte en grande partie de l'apport éolien.

La sédimentation éolienne érige aujourd'hui des dunes vives et des dunes embryonnaires plaquées contre le cordon littoral dunaire plus ancien. Des dépressions inondables dans ce cordon dunaire, créent des "pannes" d'eau douce où s'épanouit une végétation hydrophile.

Pour retenir une vue générale, la baie de la Canche présente donc un complexe de trois biotopes en parfaite continuité : le biotope estuaire, le biotope dunaire et le biotope aquatique.

(1) MASSART J., 1908 - *Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique*

PLANCHE 3. - CLASSIFICATION DU QUATERNAIRE
DU NORD DE LA FRANCE.

d'après G. DUBOIS, 1924.

			FACIES MARIN PICARD :
HOLOCENE	FLANDRIEN	}	assise de Dunkerque Sables du Marquenterre à <i>CARDIUM</i>
			assise de Calais Argile de polder et tourbe Sables gris.
			assise d'Ostende Argile de polder Galets, sables, graviers.
PLEISTOCENE	}	MONASTRIEN	Sables et galets (alluviens anciennes)
		TYRRHENIEN	
		MILAZZIEN	
		SICILIEN	

APERCU GEOLOGIQUE

Les travaux consacrés à la sédimentation, la géomorphologie et la géologie du littoral, notamment ceux de A. BRIQUET⁽¹⁾ et de G. DUBOIS⁽²⁾, nous permettent d'établir la synthèse géologique de la baie de la Canche.

L'extrême base des couches quaternaires repose sur un fond crayeux, constituant le plateau d'Artois et de Picardie, où la Canche a creusé son lit. Cette couche crayeuse apparaît entre Bel-Air et le Pli de Camiers. Elle forme une petite falaise sur laquelle s'adosse le cordon littoral actuel ; elle sert de fondation à la construction de la ligne de chemin de fer Etaples - Camiers. A marée basse, la craie était encore visible à Etaples près du pont de Trépied et dans le petit port en 1921 (G. DUBOIS).

Les dépôts sédimentaires observés en baie de Canche sont dus à la transgression flandrienne post-glaciaire (A. BRIQUET). Les trois assises qui la caractérisent sont bien individualisées.

1 - L'assise d'Ostende, base du flandrien, forme le cordon littoral ancien. Il est constitué de galets roulés, de graviers et de sables coquillers⁽³⁾ et affleure, de place en place, d'Etaples à Bel-Air sur le socle crayeux.

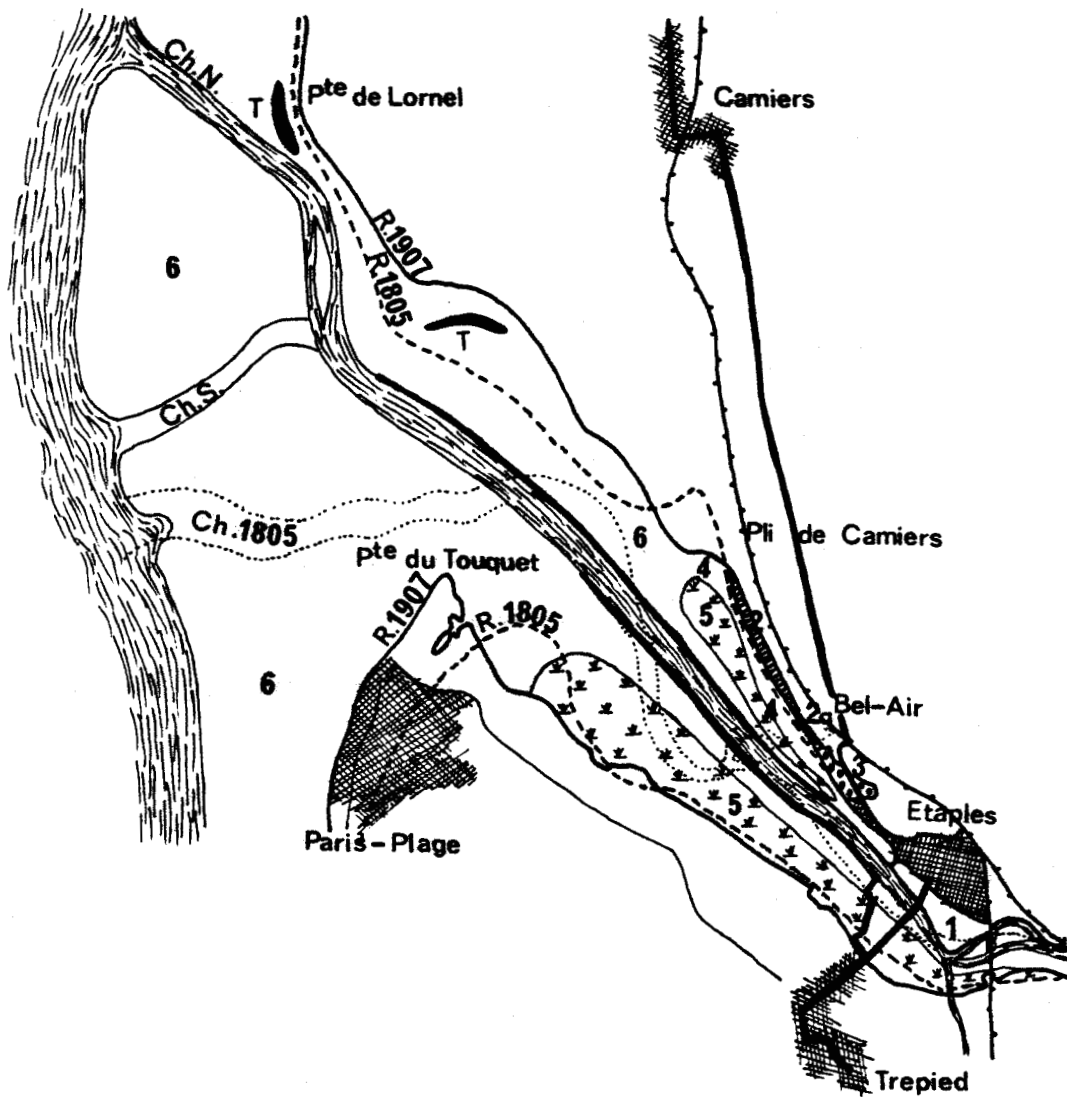
(1) A. BRIQUET, 1930 - *Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique.*

(2) G. DUBOIS, 1921 - *Notes géographiques et géologiques sur l'estuaire de la Canche.*

G. DUBOIS, 1924 - *Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France.*

(3) J. GOSSELET (*Galets glaciaires d'Etaples*, 1902) attribuait cette formation au pléistocène, l'assimilant ainsi aux pragues monastiriennes. M. BRIQUET et G. DUBOIS indiquent qu'elle est plus récente et appartient au flandrien inférieur.

PLANCHE 4. - CROQUIS GEOLOGIQUE DE LA BAIE DE CANCHE.
d'après G. DUBOIS.



EGENDE : 1, craie affleurant dans le chenal à marée basse ; - 2, falaise de craie ; - 2a, plateforme littorale ; - 3, cordon littoral de Bel-Air (Flandrien moyen) ; - 4, cordon littoral actuel ; - 5, schorre ; - 6, slikke et plage sableuse ; - T, tourbe submergée (Flandrien moyen) ; - R. 1907, rivage actuel (en 1907) ; - Ch. N., chenal occupé par la Canche à marée basse ; - Ch. S., chenal temporairement occupé par la Canche à marée basse ; - R. 1805, rivage en 1805 ; - Ch. 1805, chenal de la Canche à marée basse en 1805.

2 - L'assise de Calais est représentée sous son facies poldérien par des sables argileux qui ont donné naissance à la Slikke et au Schorre.

a) Le Schorre est dû à une sédimentation fine, argilo-tourbeuse. Il est formé par l'argile grise des polders à *HYDROBIA ulvae* et *SCROBICULARIA piperata* ; ce sont des dépôts d'eaux tranquilles indiquant une émergence légère due à un déplacement du niveau marin ou à un cordon littoral protecteur.

b) La Slikke est constituée essentiellement par une vase argilo-sableuse fine. La formation de l'argile n'étant pas simplement due à une précipitation des particules en suspension dans l'eau de mer mais aussi à une agglutination par des produits organiques visqueux et muqueux sécrétés notamment par les *HYDROBIA* et *RISSEA*.

Ultérieurement à ces dépôts, le mouvement marin positif s'accroît, et le régime d'estuaire fait progressivement place au régime océanique franc, avec dépôts de sable de plage à *DONAX*, dépôts que l'on retrouve au niveau de l'embouchure de la Canche. A cet endroit les sédiments vaseux sont remplacés peu à peu par des sédiments sableux ; le Schorre et la Slikke s'estompent en une plage sableuse qui s'étend au-delà de la pointe du Lornel.

Un banc tourbeux couronne l'assise de Calais. La forte érosion, consécutive à l'avancée du poulier du Touquet, le met partiellement à nu dans l'anse du pli de Camiers.

3 - L'assise de Dunkerque, flandrien supérieur, est représentée sous son facies typique par les sables à *CARDIUM*, connus depuis les travaux de GOSSELET sous le nom de Sables du Marquenterre. Cette assise forme en baie de Canche le cordon littoral constitué de graviers et de sables coquillers. D'une largeur de 50 à 100 m au maximum, il est visible du port d'Étaples au Pli de Camiers. Il n'est plus atteint

par la mer qu'exceptionnellement et a été peu à peu transformé en un chemin. Au-delà de Bel-Air il s'élargit progressivement et passe insensiblement à l'état de grève sableuse.

La sédimentation éolienne actuelle contribue à la formation de dunes vives plaquées contre ce cordon littoral.

APERCU BIOTIQUE ET HUMAIN

Souligner les activités humaines en milieu littoral, c'est d'abord évoquer la pêche.

Aux premières heures du flux, les petits bateaux profitent du "gonflement" des eaux de la Canche pour regagner les quais du port d'Etaples. Si cette pêche artisanale n'est pas directement pratiquée à l'intérieur de l'estuaire, les pêcheurs ne s'éloignent guère de cette source nourricière ; les prises sont d'ailleurs constituées d'une majorité d'espèces catadromes, notamment crevettes grises, mullets et flets ; ces derniers temps, une pêche scientifique d'espèces anadromes et plus spécialement de l'anguille, a été expérimentée à l'intérieur même de la baie, durant les pleines eaux. Cette expérience nous permet de souligner l'importance de la libre circulation des eaux entre rivière et océan ; cette continuité assurant aux espèces migratrices un cycle de reproduction normal.

A marée basse, les estivants et les pêcheurs amateurs profitent de la grande superficie des vases sableuses exondées pour se livrer au ramassage des coquillages, et en particulier des coques. Cette espèce, caractéristique de l'étage médio-littoral inférieur, abonde près de l'embouchure de la Canche.

La mer suscite la pêche, mais elle apporte également la détente durant les mois d'été. A marée haute, l'estuaire constitue un vaste plan d'eau d'environ 200 hectares. Les adeptes de la voile et des sports nautiques ont le loisir de s'adonner à leur activité plusieurs heures par jour. Les plus hardis bénéficient de la haute mer, toute proche, pour exercer leur habileté. Les cercles nautiques d'Etaples et du Touquet comptent de nombreux amateurs, et chaque jour de beau temps, une centaine de voiliers évoluent dans la baie submergée.

APERCU BIOTIQUE ET HUMAIN

Souligner les activités humaines en milieu littoral, c'est d'abord évoquer la pêche.

Aux premières heures du flux, les petits bateaux profitent du "gonflement" des eaux de la Canche pour regagner les quais du port d'Etaples. Si cette pêche artisanale n'est pas directement pratiquée à l'intérieur de l'estuaire, les pêcheurs ne s'éloignent guère de cette source nourricière ; les prises sont d'ailleurs constituées d'une majorité d'espèces catadromes, notamment crevettes grises, mulets et flets ; ces derniers temps, une pêche scientifique d'espèces anadromes et plus spécialement de l'anguille, a été expérimentée à l'intérieur même de la baie, durant les pleines eaux. Cette expérience nous permet de souligner l'importance de la libre circulation des eaux entre rivière et océan ; cette continuité assurant aux espèces migratrices un cycle de reproduction normal.

A marée basse, les estivants et les pêcheurs amateurs profitent de la grande superficie des vases sableuses exondées pour se livrer au ramassage des coquillages, et en particulier des coques. Cette espèce, caractéristique de l'étage médio-littoral inférieur, abonde près de l'embouchure de la Canche.

La mer suscite la pêche, mais elle apporte également la détente durant les mois d'été. A marée haute, l'estuaire constitue un vaste plan d'eau d'environ 200 hectares. Les adeptes de la voile et des sports nautiques ont le loisir de s'adonner à leur activité plusieurs heures par jour. Les plus hardis bénéficient de la haute mer, toute proche, pour exercer leur habileté. Les cercles nautiques d'Etaples et du Touquet comptent de nombreux amateurs, et chaque jour de beau temps, une centaine de voiliers évoluent dans la baie submergée.

Sur le Schorre, sujet à immersion régulière, les activités humaines sont restreintes. Cependant, comme dans la majorité des estuaires picards, on y pratique la chasse à l'affût. Près des lagons naturels ou artificiels, où s'ébattent les appelants*, des gabions* sont aménagés pour surprendre les nombreuses espèces migratrices lors d'une escale. Les chasseurs ne disposant pas de tels aménagements, se contentent de "battre" le Schorre, dans l'espoir de mettre sur l'aile quelques pluviers attardés dans un marigot. Invisibles, plaqués contre le versant d'une dune ils peuvent aussi guetter la passée de quelques bizets. Les dunes voisines offrent un autre attrait cynégétique : elles sont colonisées par les lapins et la présence de sangliers n'est pas rare.

La couverture végétale du pré-salé montre quelques espèces qui suscitent un intérêt particulier.

Le *LIMONIUM vulgare*, communément appelé Lilas de mer ou bruyère de mer, aux belles inflorescences mauves persistantes, est âprement convoité par les touristes et fleuristes amateurs. Les cueillettes sont nombreuses, mais hélas, dépassent souvent la limite du raisonnable dans un but mercantile.

En septembre *SALICORNIA europaea* est aussi abondamment récoltée, sous le nom local de "passe-pierre"; elle est utilisée comme condiment.

BETA maritima est bien représentée au niveau des "laisses de mer". Les sélectionneurs y trouvent une source de génotypes sauvages de betterave, nécessaire à la restauration des races de cultures spécialement adaptées à notre climat.

Les activités humaines ne sont pas bornées à profiter passivement de ces ressources naturelles : pêche, chasse, cueillette...,

* Note : "appelants" : oiseaux captifs ou factices, postés pour attirer ses congénères sauvages.

"gabion" : Abri sommaire des chasseurs d'espèces migratrices.

l'aménagement anthropique de l'estuaire s'est soldé par une conquête des terres qui ont été progressivement annexées au continent.

Ainsi, les parties du Schorre les moins sujettes à immersion, où l'on devrait trouver une pelouse à *GLYCERIA maritima*, ont été transformées en pâturages permanents.

La soustraction définitive des molières à l'influence des marées est rendue possible par l'établissement de digues insubmersibles nommées "royons" derrière lesquelles s'établissent des "renclôtures"; c'est sur de telles formations qu'ont été établis l'aéroport et le champ de course du Touquet.

Nous soulignons également l'intérêt pédagogique d'un tel site où s'épanouissent en parfaite continuité les végétations halophiles, psammophiles et hydrophytes. Chaque année, des centaines d'étudiants profitent de ce livre d'enseignement ouvert en pleine nature.

C H A P I T R E I I .

C L I M A T O L O G I E .

°°°°_°°_

La productivité primaire d'un tapis végétal dépend du tryptique : bioclimat, sol, patrimoine héréditaire. Si le climat n'est pas le seul facteur conditionnant l'activité photosynthétique et ne peut, à ce titre, servir d'indice de productivité, il n'en reste pas moins un coefficient de grande importance. La prépondérance de ce facteur écologique apparaît dans la variation annuelle de la productivité d'une phytocénose définie. Son importance est également soulignée dans la comparaison de la productivité de deux formations végétales qualitativement et quantitativement identiques, installées sur un substrat semblable mais de localisation géographique très différente.

Aussi, la quantification de la productivité végétale, étroitement liée aux conditions atmosphériques, nous a paru inséparable d'une étude micro-climatique.

Dans un premier temps, nous définirons le climat d'ETAPLES - LE TOUQUET à travers les moyennes des relevés météorologiques effectués, ces quinze dernières années. Ces données nous ont été communiquées par la station de l'aéroport du TOUQUET. Les appareils de mesure et d'observation sont installés sur une "renclôture" du Schorre, ancien site de l'*OBIONE portulacoides*. Les phénomènes enregistrés reflètent donc parfaitement le micro-climat de l'estuaire de la Canche. A titre de comparaison, nous indiquerons un aperçu du climat de la région de LILLE durant la même période.

Dans un second temps, à partir des moyennes effectuées sur ces quinze dernières années, nous dégagerons les variations climatiques observables au TOUQUET en 1972.

P L A N C H E 5 :

TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES RELEVÉES AU TOUQUET.

Les chiffres en petits caractères indiquent le nombre de jours de gelée.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. année
1956	5,3 ₆	-3,0 ₂₆	6,9 ₉	6,6 ₁₀	12,2	13,0	16,4	15,3	16,2	11,4	6,2 ₆	7,1 ₄	9,5 ₆₁
1957	5,2 ₉	6,8 ₄	9,9 ₁	9,1	11,0	16,7	17,8	16,7	14,5	12	7,2 ₂	4,6 ₁₁	11,0 ₂₇
1958	4,8 ₁₀	6,1 ₈	4,4 ₁₇	7,2 ₃	12,4	14,7	16,5	17	16,8	12,3	6,8 ₂	6,5 ₅	10,5 ₄₅
1959	3,7 ₁₃	3,1 ₁₈	8,1 ₄	10,3 ₁	13,6	15,6	18,4	18,3	17,2	13,3	7 ₄	6,6 ₂	11,3 ₄₂
1960	4,5 ₁₁	4,8 ₁₄	7,2 ₆	8,9 ₃	13,2 ₁	16	16,2	16,4	14,5	11,5	9,3	4,6 ₅	10,6 ₄₀
1961	4,7 ₉	7,7 ₂	8 ₅	11,8	11,7	14,7	16,4	16,9	17,5	12,5	6,4 ₅	3,5 ₁₆	11 ₃₇
1962	5,2 ₉	4,3 ₁₁	3,2 ₂₁	8,6	10,2 ₂	13,6 ₁	15,9	16,1	14	11,6	6,1 ₆	1,9 ₁₉	9,2 ₆₉
1963	-2,9 ₂₉	-0,7 ₂₂	6,3 ₇	8,7 ₃	11,1	15,1	16,6	16,2	15,1	11,5	9,6 ₁	0,7 ₂₀	8,8 ₈₂
1964	2,2 ₁₇	5,0 ₈	4,8 ₈	8,8 ₃	13,8	15,2	16,6	16,7	15,8	9,4	7,9 ₅	4,1 ₁₂	10,1 ₅₃
1965	4,2 ₁₁	2,9 ₁₁	6,2 ₁₁	8,3	12,2	14,1	15,3	16,4	13,7	11,8	5,6 ₈	6,3 ₇	9,8 ₄₈
1966	1,8 ₁₆	7,4 ₁	7 ₄	9,6 ₁	12,1	16,3	15,9	16	15,3	12,3 ₁	6,1 ₇	6,2 ₄	10,5 ₃₄
1967	4,8 ₆	6,0 ₉	8,2 ₀	8,1 ₃	12,5 ₁	14,2	17,5	17,2	15,1	12,9	6,3 ₈	4,2 ₁₂	10,6 ₃₉
1968	3,9 ₁₃	3,2 ₁₁	6,7 ₄	9,2 ₅	10,6	14,9	16,9	16,8	15,6	13,8	6,2 ₆	1,7 ₁₂	10,6 ₅₆
1969	6,1 ₆	2,6 ₁₃	5,6 ₈	8,4 ₂	12,7	14,7	17,2	17,2	15,6	13,3	7,7 ₅	1,9 ₁₉	10,2 ₅₃
1970	4,5 ₆	4,4 ₁₁	4,2 ₉	6,9 ₈	12,4	16,8	15,5	17	15,8	12,2	9,3 ₁	3,5 ₁₃	10,2 ₄₈
1972	3,4 ₁₀	4,9 ₅	7,8 ₄	8,7	11,6	12,9	16,2	15,8	12,9	11,1	7,8 ₂	5,4 ₇	10,2 ₂₈

I. - LE CLIMAT MOYEN DE LA REGION DU TOUQUET.

1 - Températures :

La température moyenne est de $10^{\circ}2$ C. La variation annuelle est faible : La moyenne mensuelle des températures maximales quotidiennes est de $20^{\circ}3$ C (mois d'Août).

La moyenne mensuelle des températures minimales quotidiennes est de $1^{\circ}2$ C (mois de Février).

Le maximum absolu est de $33^{\circ}3$ C (le 9/7/59)

Le minimum absolu est de $-18^{\circ}2$ C (le 2/2/56).

Les moyennes mensuelles s'échelonnent de $3^{\circ}9$ C en Janvier à $16^{\circ}7$ C en Août.

L'amplitude quotidienne moyenne voisine autour de 8° C. Elle est plus forte durant les saisons intermédiaires Automne - Printemps et peut atteindre des valeurs maximales de 20° C.

Le nombre de jours de gelée (0° C sous abri) est de 48 par an, avec une répartition prépondérante en Décembre, Janvier, Février, Mars (respectivement 11 - 11 - 11 - 8 jours). Les dernières gelées peuvent se manifester en Mai-Juin, les premières dès Octobre. Toutefois, les jours sans dégel et de glace au sol n'excèdent pas 7 par an.

A LILLE, (données fournies par la station météorologique de LILLE - LESQUIN) la température moyenne de l'année est un peu plus faible : $9^{\circ}6$ C. Les variations annuelles sont plus importantes.

La moyenne des températures mensuelles maximales est de $21^{\circ}9$ C (mois de Juillet), celles des minimales est $-0,1^{\circ}$ C (mois de Janvier). L'amplitude quotidienne est également plus forte.

L'influence océanique est moins sensible à LILLE qui, de ce fait, connaît des hivers un peu plus froids : la température

P L A N C H E 6 :

HAUTEUR MENSUELLE DES PRECIPITATIONS RELEVÉES AU TOUQUET.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total année
1956	77,1	37,2	8,4	17,4	18,7	67,2	44,2	113,7	61,8	100,6	47,2	38,1	631,6
1957	40,5	158,2	31,4	75,3	31,1	25,4	65,2	74,8	109,8	64,7	86,9	42	805,3
1958	99,0	97,8	42,6	55,4	52	104,6	85,1	98,8	84,4	106,8	129,4	124,9	1080,8
1959	84,7	4,4	58,5	71,5	49,6	8,8	117,4	32,2	8,5	43,6	110,7	164,2	854,1
1960	62,2	52,3	70,1	7,3	85,4	45,7	57,8	219,2	100,6	166,1	222,3	157,4	1246,4
1961	107,0	65,0	67	69,5	22,8	34	135,4	10,6	85,3	163,3	120,5	94,4	914,5
1962	87,8	42,8	57,7	35,9	39,8	14	143,1	76,5	70,2	98,9	121	77,4	865,1
1963	6,0	22,1	73,4	71,1	57	84,2	22,8	106,5	98,5	64,3	164,1	16,5	786,5
1964	25,1	51,3	81,4	73,1	29,5	116,3	19,3	29,5	37	174,7	129	109,5	875,7
1965	91,6	3,9	65,3	40,4	58,8	49,1	75,4	62,5	153,1	17,4	61,1	169,4	848
1966	51	99,7	25,5	82,7	47,9	67,3	73,7	75,4	22,8	103,5	116,6	116,3	882,4
1967	36,2	49,5	54,6	28,9	80,4	61,2	25,8	53	79,7	124,7	83,2	88,4	765,6
1968	70,1	93,7	24,7	45,3	41,9	40,6	119,4	95,5	131,3	90,1	22,1	32,1	806,8
1969	44,3	40,6	61,7	38,8	117,3	98,3	74,5	44,4	5,7	20,2	183,8	78,8	808,4
1970	100,9	84,5	54,5	93,1	64,9	50,5	54,9	48,1	88,9	37,6	149,2	68,3	895,4
1972	59,5	59,5	43,7	81,8	65,7	42,8	51,7	68,3	47,7	17,7	93,8	93,8	665,6

moyenne des mois d'hiver est plus basse d'environ 1°C ; le nombre de jours de gelée est de 61.

2 - Précipitations :

Le climat maritime se caractérise par de fortes précipitations. Elles s'élèvent, dans la région de la baie de la Canche à 871 mm. Celles-ci se répartissent uniformément sur toute l'année avec toutefois un maximum durant les mois d'automne. Il pleut en moyenne 166 jours par an. La moyenne mensuelle des jours de pluie ne subit qu'une faible variation. 10 jours en Juin , 17 jours pour chacun des mois de Novembre, Décembre et Janvier.

La neige est peu fréquente (11 jours par an). La grêle est rare (2 jours par an). Les orages sont peu nombreux (5 jours par an). Les jours de brouillard (25 par an) se répartissent sur toute l'année. L'humidité relative de l'air reste souvent très élevée.

A LILLE, les précipitations recueillies sont de 606 mm par an. Elles s'échelonnent sur toute l'année, mais le maximum d'Automne s'atténue. Il pleut 170 jours par an et la variation de la moyenne mensuelle demeure dans une limite plus restreinte : 12 jours en Juin, 16 jours pour chacun des mois de Novembre, Décembre et Janvier. Consécutivement à la rigueur de l'hiver, les chutes de neige s'accroissent : 18 jours par an. La grêle est plus fréquente : 4 jours par an. Avec un net maximum durant les mois d'été, les jours d'orage s'élèvent à 22 par an. Les brouillards sont beaucoup plus nombreux : 76 jours par an, avec un minimum en été où l'on observe principalement des brumes matinales. Bien que l'humidité relative de l'air n'atteigne pas celle relevée au TOUQUET, elle demeure souvent élevée : 84 % en moyenne annuelle.

L'ensemble de ces données, nous permet d'établir la synthèse climatique de ces deux régions , selon la méthode des courbes ombrothermiques de GAUSSEN⁽¹⁾ (cf. planche 7). Le tracé en pointillé

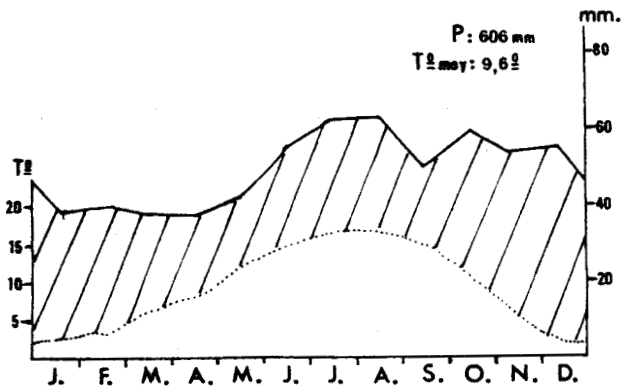
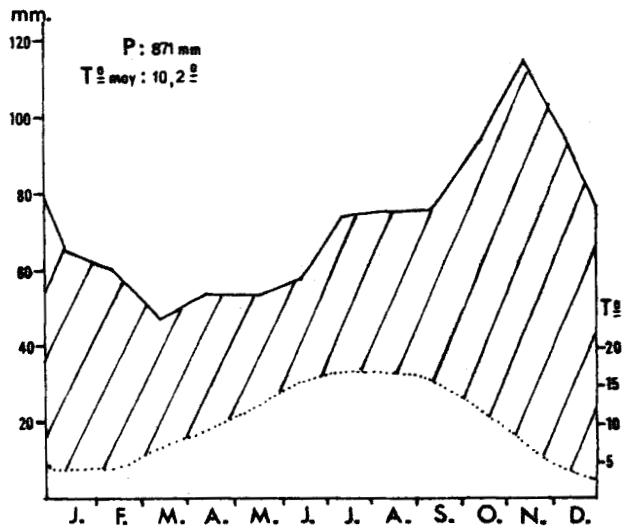
(1) GAUSSEN : - *L'indice xérothermique*
- *Les climats biologiques et leur classification.*

PLANCHE 7 . - COMPARAISON DU CLIMAT LE TOUQUET - LILLE.
Moyennes des 15 dernières années (1955-1970).

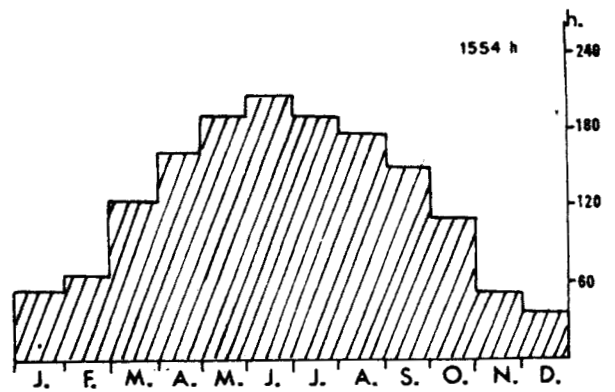
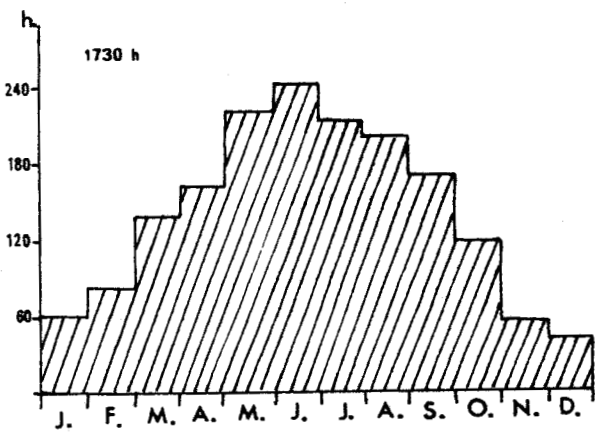
LE TOUQUET

LILLE.

1) Courbes ombrothermiques.



2) Histogrammes d'insolation (insolation mensuelle moyenne).

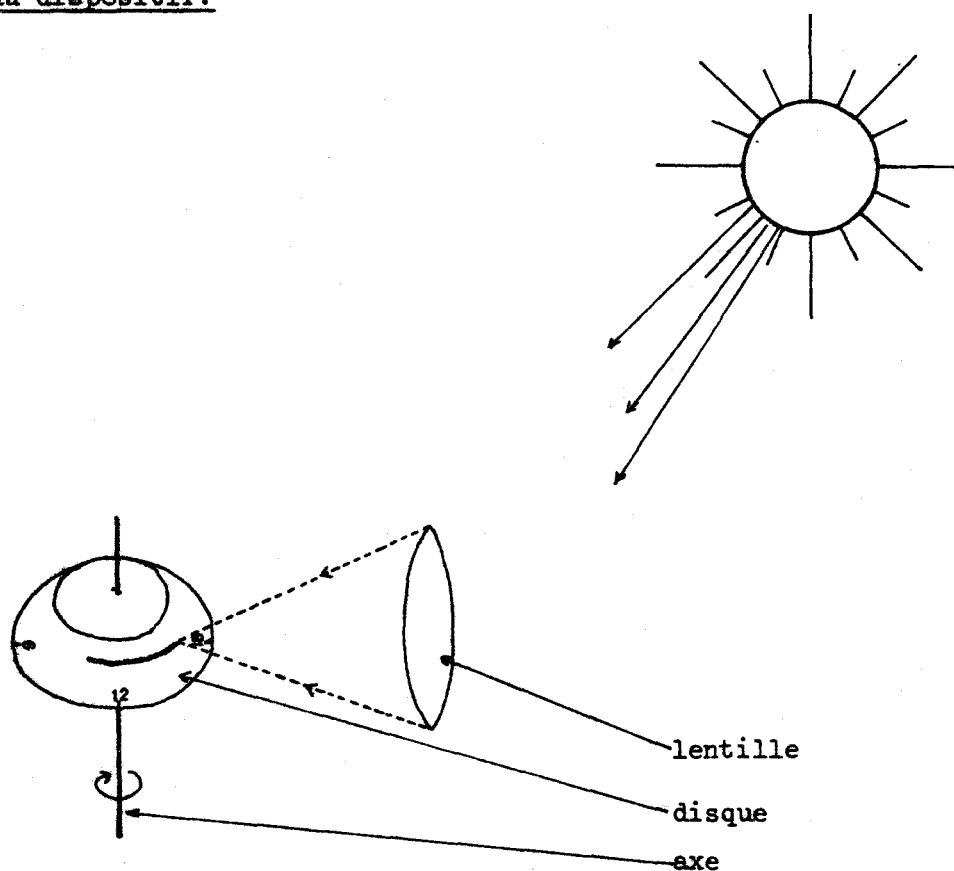


représente les températures, le trait plein, les précipitations. L'échelle des précipitations est double de celle des températures.

3 - Insolation :

L'insolation quotidienne est mesurée sur un disque de carton animé d'un mouvement rotatif synchrone de l'heure. Dès que les rayons solaires percent la couche nuageuse, ils sont concentrés à travers une grosse lentille et convergent sur le disque qu'ils brûlent selon une ligne régulière.

Schéma du dispositif.



Au TOUQUET, l'insolation atteint 1730 heures par an. En été, elle dépasse 200 heures par mois ; elle voisine autour de 60 heures durant les mois d'hiver.

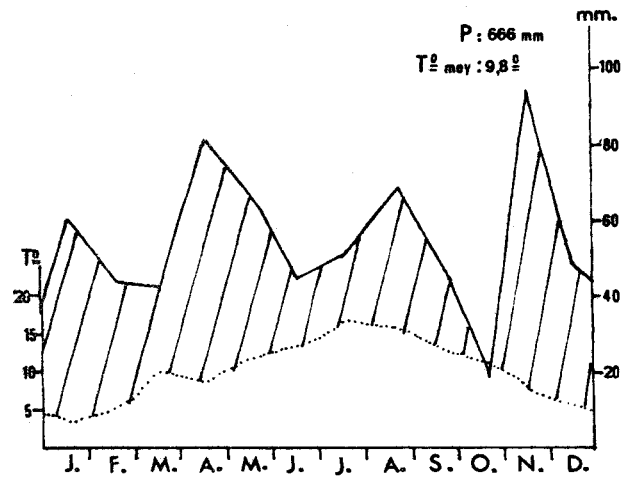
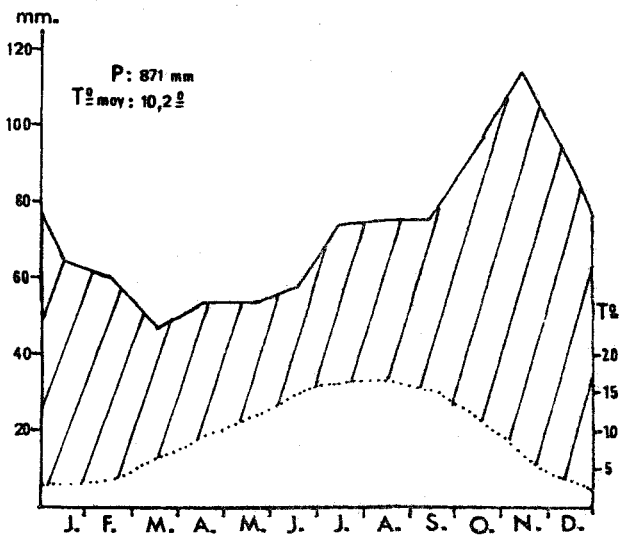
PLANCHE 8 . - CLIMAT DU TOUQUET ANNEE 1 9 7 2.

Comparé à la moyenne des 15 dernières années.

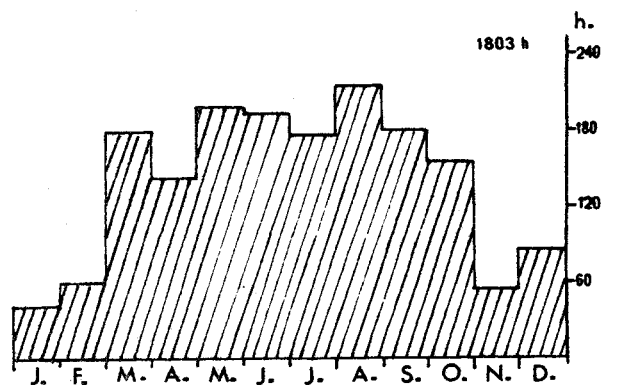
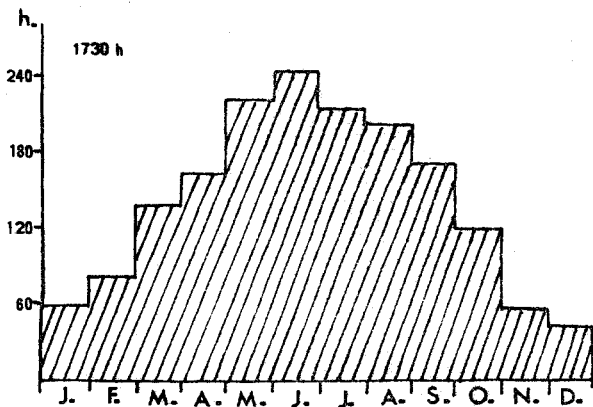
LE TOUQUET (moyenne 1955-1970)

LE TOUQUET (1972).

1) Courbes ombrothermiques



2) Histogrammes d'insolation mensuelle.



A LILLE, la durée annuelle de l'insolation est légèrement plus faible : 1554 heures. Ce déficit est surtout marqué en été ; les moyennes mensuelles des mois de Mai, Juin, Juillet et Août n'atteignent pas celles observées au TOUQUET.

Les histogrammes d'insolation de ces deux stations, figurés planche 7, montrent bien l'aspect "érodé" de la courbe de la région de LILLE.

En résumé, la baie de Canche, présente les caractéristiques océaniques du climat tempéré : précipitations élevées, faibles amplitudes de températures tant annuelles que quotidiennes. Le climat paraît plus nuancé que celui de la région lilloise où l'hiver froid, traduit une influence océanique moins sensible.

II. - LE CLIMAT DE LA REGION DU TOUQUET EN 1972.

La planche 8 montre la synthèse climatique de l'année 1972 comparée au climat moyen de ces quinze dernières années.

1 - La courbe des températures :

Elle paraît légèrement supérieure à la moyenne. L'hiver 1972 fut plus doux, les températures printanières plus élevées. Nous mentionnons cependant la présence de fortes gelées tardives : -1°C le 9/3/72 ; $-2,9^{\circ}\text{C}$ le 12/3/72 ; $-0,5^{\circ}\text{C}$ le 13/3/72 ; $-1,6^{\circ}\text{C}$ le 23/3/72 et de températures basses très tard en saison : $0,9^{\circ}\text{C}$ le 17/4/72 ; $1,3^{\circ}\text{C}$ le 19/5/72 ; $2,2^{\circ}\text{C}$ le 2/6/72. Ces chiffres s'entendent relevés sous abri.

La durée du cycle de végétation se définit arbitrairement dans les régions tempérées par les mois ayant simultanément une température moyenne supérieure à 7°C et une moyenne des températures minimales supérieure à 5°C (d'après PARDE et GIACOBBE¹). Elle

(1) PARDE, 1958 : Une notion nouvelle et fructueuse : l'indice C.V.P.
 PARDE, 1958 : Retour sur l'indice C.V.P. de PATERSON.
 GIACOBBE, 1967 : Le coefficient climatique de productivité potentielle.

s'échelonne normalement pour la région du TOUQUET, d'Avril à début Novembre soit une durée de 7 mois.

Vu les températures du mois de Mars 1972 supérieures à la moyenne, nous serions enclins à l'envisager comme début de la période de végétation. Cependant, les fortes gelées tardives recensées en Mars et les faibles températures nocturnes observées en Mai et Juin, nous amènent à considérer le cycle de végétation 1972 comme normal et d'une durée de 7 mois.

2 - Précipitations :

La hauteur des précipitations recueillies au cours de l'année 1972 s'élève à 666 mm ; elle est donc loin d'atteindre la moyenne. Ce déficit pluviométrique est très net durant l'automne, notamment au mois d'Octobre où la courbe des précipitations descend en dessous de celle des températures ; Ce mois peut être considéré, selon GAUSSEN, comme période de sécheresse. Nous ne pensons pas que ce manque de pluies automnales ait pu influencer défavorablement la productivité, cette période intervenant en fin de cycle de végétation. De plus, Octobre est l'époque des fortes marées annuelles et cette relative sécheresse atmosphérique aura été compensée par l'immersion régulière du Schorre. Toutefois, le déficit annuel global, d'environ 25 % par rapport à la moyenne, conduit certainement à une production primaire inférieure à la normale.

3 - Insolation :

L'insolation totale de l'année 1972 atteint 1803 h. qui se répartissent de manière plus uniforme sur l'ensemble de l'année, (cf. histogrammes planche 8). En Mars, l'insolation mensuelle dépasse la moyenne de 50 heures. Cette forte valeur printanière concomitante des températures élevées pour la saison aurait pu intensifier l'activité photosynthétique du tapis végétal. Mais les fortes gelées encore enregistrées à cette époque ont probablement joué le rôle de facteur limitant. Ensuite, l'insolation mensuelle durant la période d'accroissement végétatif, présente un déficit par rapport à la normale :

(baisse de 20 heures d'insolation en Mai, de 50 heures en Juin, de 40 heures en Juillet). Si la valeur annuelle est forte, sa mauvaise répartition se traduit en fait par un déficit pour le tapis végétal.

Nous avons signalé, en début de chapitre, l'importance du climat sur la végétation et sur la productivité primaire. Cette relation a été depuis longtemps étudiée par divers auteurs qui ont d'abord cherché à exprimer l'ensemble du climat d'une région, par une formule synthétique. Les variables de cette formule sont généralement représentées par les facteurs climatiques principaux : températures et précipitations.

Ces indices reflètent d'une manière synoptique l'ensemble des données météorologiques ; Ils n'ont souvent qu'une signification phytogéographique : définition des types de végétation (déserts, savanes, steppes, forêts...) définition des étages de végétation.

Plus récemment les auteurs ont cherché à exprimer le climat en tant que coefficient de productivité. Les formules, plus complexes, auxquelles ils aboutissent ne mettent en jeu que les facteurs ayant un rôle réel dans l'accroissement végétatif de la couverture végétale. Les notions de période de végétation, précipitations utiles, amplitude des températures, évaporation... deviennent alors prépondérantes.

Parmi les nombreuses synthèses climatiques élaborées, nous ne citerons que les plus couramment utilisées dans les travaux de phytogéographie et d'écologie. Cette étude nous permet de comparer le climat et la productivité potentielle moyenne de ces 15 dernières années avec ceux de l'année 1972.

L'indice d'aridité de DE MARTONNE¹ prend en considération le rapport précipitation/température. Il ne considère que les précipitations et les températures moyennes annuelles, sans faire intervenir

(1) DE MARTONNE, 1924 : *Traité de géographie physique*.

la notion de période de végétation.

$$i = \frac{P}{T + 10}$$

P = précipitations annuelles en mm.

T = température annuelle moyenne en °C.

$$i \text{ moyen} = 43,2$$

$$i_{(1972)} = 33,6$$

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER^d tient compte des précipitations, de la température, et de l'évaporation qu'il considère fonction de la différence M - m.

M = moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

m = moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

Ces deux valeurs étant exprimées en température absolue.

$$Q = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

P = précipitations annuelles en mm.

$$Q \text{ moyen} = 161$$

$$Q_{(1972)} = 123.$$

(1) EMBERGER, 1952 : Sur le quotient pluviométrique.



Le coefficient bioclimatique de productivité potentielle

 de GIACOBBE met en jeu les notions de température utile et de pluie

 utile.

C = température utile X pluie utile.

L'auteur définit la température utile comme la température moyenne mensuelle de la période de végétation. La durée de cette période est théoriquement définie par les mois à température moyenne supérieure à 7°C et dont la moyenne des températures minimales ne descend pas en dessous de 5°C. La pluie utile est exprimée conventionnellement par un indice d'arido-humidité :

$$i = \frac{100 \times P}{\text{température moyenne maximale} \times \text{amplitude diurne}}$$

Cet indice s'établit pour chaque mois de la période de végétation.

Nous ne citerons ici que le coefficient mensuel moyen. :

$$Q \text{ moyen} = 57 \qquad Q_{(1972)} = 49$$

L'indice C.V.P. (climat, végétation, productivité) de

 PATERSON fait intervenir la chaleur, l'humidité, la durée de la période

 végétative et l'intensité des radiations solaires.

$$\text{L'indice est : } \frac{T_v \times P \times G \times E}{T_a \times 12 \times 100.}$$

Tv = température moyenne du mois le plus chaud

Ta = amplitude thermique annuelle

G = durée de la période végétative

E = intensité des radiations solaires.

$$E = \frac{100 R_p}{R_s}$$

Rp = radiations solaires au pôle en
10³ cal./gramme/cm²/mn.

Rs = radiations solaires à la station.

E = environ 65 % pour les climats tempérés.

Q moyen = 432

Q(1972) = 367.

A l'intérieur du tryptique, climat, sol, plante, nous pouvons considérer, pour la végétation de la baie de Canche, les deux derniers facteurs comme constants d'une année à l'autre. La variation de la productivité d'une station déterminée est parallèle à la variation climatique annuelle. Le climat observé au TOUQUET durant l'année 1972 paraît sensiblement voisin de la normale :

- Les températures moyennes printanières élevées sont compensées par des valeurs minimales faibles.

- Le plus grand écart se situe au niveau des précipitations où l'on enregistre 200 mm de moins que la normale.

- Si l'insolation annuelle dépasse légèrement la moyenne, sa répartition fait apparaître une diminution durant les mois d'intense développement végétatif.

En 1972, la productivité du tapis végétal de l'estuaire de la Canche, en s'approchant d'une valeur moyenne, doit en être toutefois légèrement inférieure. Ce déficit probable est d'ailleurs traduit par les indices et coefficients bioclimatiques. Ceux-ci sont toujours inférieurs à la valeur moyenne de ces quinze dernières années.

C H A P I T R E I I I .

E T U D E D E L A V E G E T A T I O N .

_ . . . _ . . . _ . . . _ . . . _

A. - LE MILIEU.

Du fait de l'influence de facteurs écologiques variés, notamment la rencontre eaux douces - eaux salées et le rythme des marées, les estuaires offrent une grande diversité floristique.

La baie de Canche demeure un site encore naturel. Elle nous permet d'étudier le complexe biologique que représentent ces zones littorales saumâtres. La séquence des groupements halophiles y est particulièrement nette. Leur grande superficie respective ne se retrouve dans aucun autre estuaire de la région.

En baie de Canche, les vases salées couvrent environ 400 hectares qui se partagent en Slikke et Schorre, formations sédimentaires classiques des estuaires picards particulièrement bien individualisées en ce site.

1 - La Slikke :

Constituée de vases fines et souvent nauséabondes, elle est immergée à chaque marée. Elle se présente sous forme de sédiments nus, dépourvus de végétation phanérogamique. A l'intérieur de l'estuaire, elle descend vers le chenal de la Canche selon une pente marquée. Vers l'embouchure, la faible déclivité permet une colonisation plus ample par les espèces pionnières.

Pendant les marées de quadrature, dont l'amplitude est faible, l'immersion biquotidienne de la haute Slikke est très brève. Le sol se dessèche en surface. Il présente alors, un réseau de fentes de dessiccation qui le découpe en polygones plus ou moins réguliers.

2 - Le Schorre :

Il s'individualise de la formation précédente, par une couverture végétale très dense. La dénomination locale d' "Herbu" n'est sans doute pas sans rapport avec cette densité du tapis des halophytes. Il constitue le pré salé ou encore la "Molière" picarde. Il s'apparente au "Salt March" décrit par des auteurs anglais.

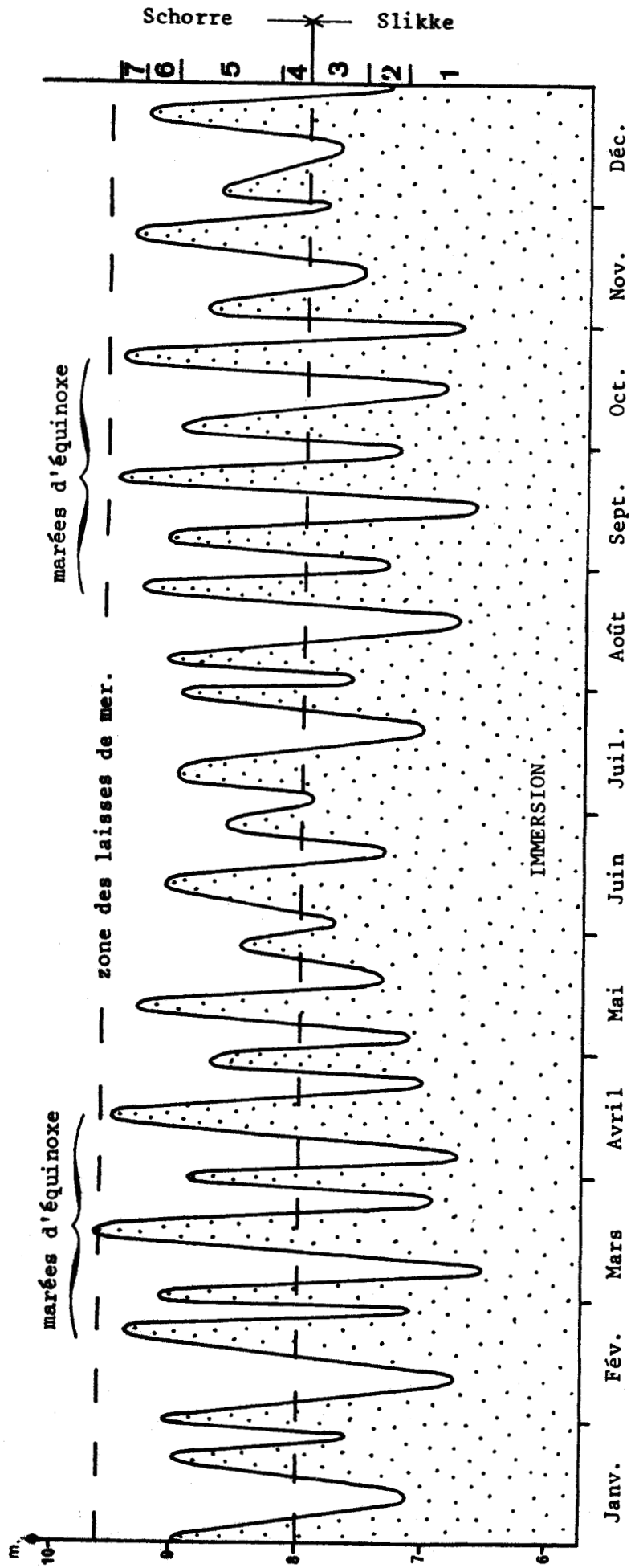
Sur la rive droite, les molières s'étendent du pont d'ETAPLES au Pli de Camiers. La largeur varie de 100 à 400 m. Sur la rive gauche, elles s'étalent du pont d'ETAPLES à la pointe du TOUQUET sur une largeur pouvant atteindre 600 m un peu en aval de cette pointe. Sur cette rive, une partie du Schorre a été définitivement annexée au continent sous forme de polder. Sans ces renclôtures son extension serait beaucoup plus importante que sur la rive droite.

La déclivité du Schorre est très faible. Il apparaît comme une vaste prairie plane ; la différence de niveau entre la zone inférieure et la zone supérieure excède rarement 1 m.

Il est sillonné par de nombreux marigots, qui représentent autant de ramifications de la Slikke à laquelle ils aboutissent. Avec la marée montante, ils se remplissent d'eau en même temps que le niveau des flots submerge la Slikke. Aux premières heures du jusant le courant de retrait y est violent. Il exporte alors, vers le plateau continental, la litière accumulée sur le Schorre et de nombreux rameaux et feuilles arrachés à la végétation. C'est par ces marigots que s'établit l'eutrophisation régulière du plateau continental voisin. Nous aurons l'occasion de revenir plus amplement sur ce

PLANCHE 9. - HAUTEUR THEORIQUE DES NIVEAUX DE HAUTES MERS EN BAIE DE CANCHE. (1972)

- 1 Domaine des vases nues
- 2 Domaine de *SPARTINA tomsendi*
- 3 Domaine de *SALICORNIA europaea* et
SUAEDA maritima
- 4 Domaine d'*ASTER tripolium*
- 5 Domaine d'*OBIONE portulacoides*
- 6 Domaine de *LIMONIUM vulgare*
- 7 D maine de *FESTUCA rubra*



phénomène dans la suite de ce travail. Alors que ces marigots sont à flot à chaque marée, la végétation couvrant le Schorre n'est submergée que sporadiquement, lors des marées de syzygie.

3 - Rythme des marées :

L'amplitude théorique de chaque marée est coefficientée par le Service Hydrographique de la Marine. Ce coefficient théorique traduit la hauteur des basses et hautes mers. Cependant, le niveau des eaux est localement modulé par les perturbations atmosphériques régionales ; un vent du large, une pression barométrique faible amplifient les marées et vice-versa.

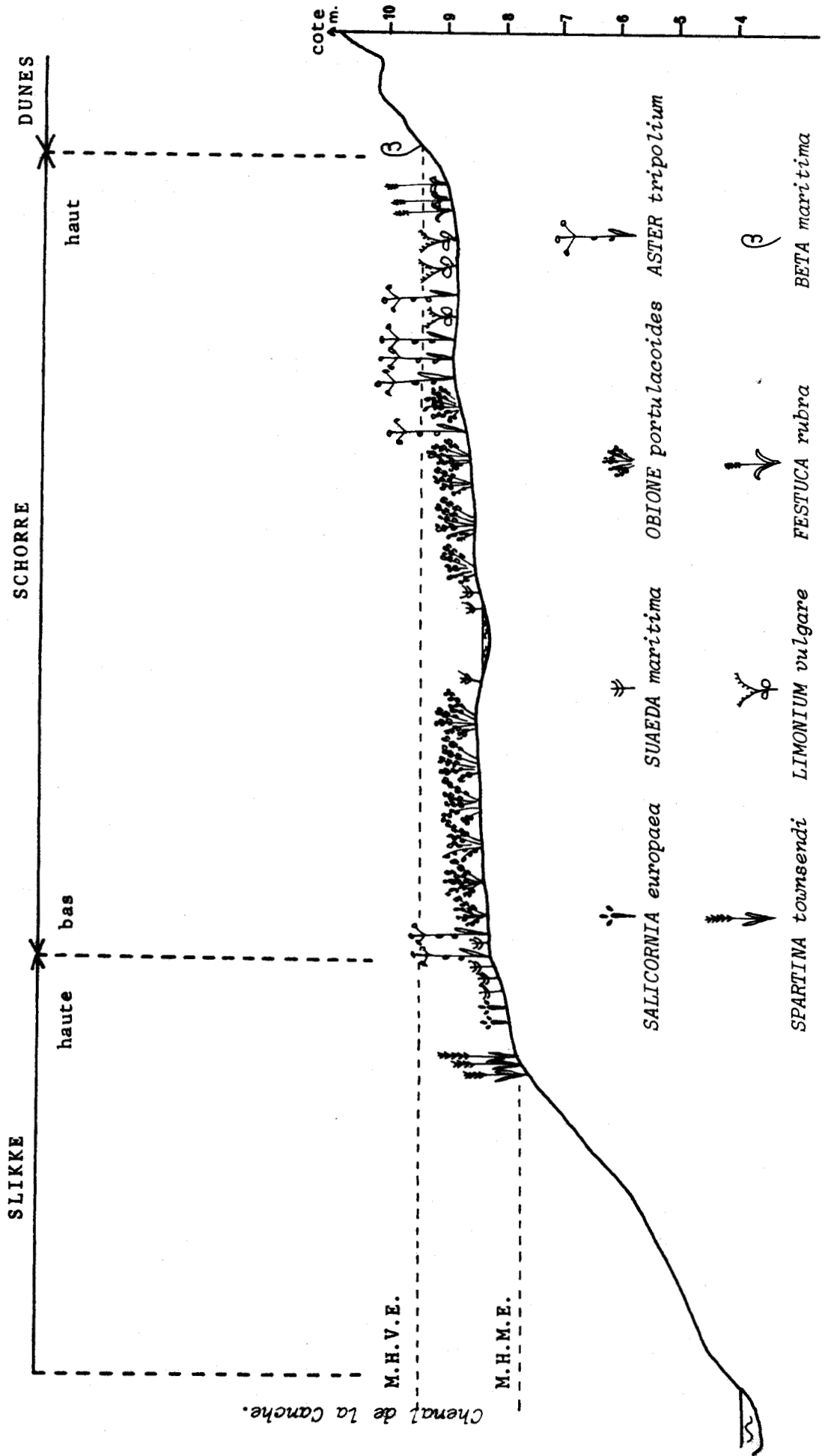
La planche n° 9 reflète la hauteur théorique du niveau des eaux de marée haute en baie de Canche durant l'année 1972.

Les pleines mers de mortes eaux, d'un coefficient variable de 73 à 92 atteignent une hauteur comprise entre 6,7 et 8 m^{*}. Elles immergent la Slikke et peuvent au maximum monter jusqu'au bas schorre. Seules les marées d'un coefficient supérieur à 92 baignent ou inondent totalement, selon leur amplitude, la couverture végétale du Schorre ; leur hauteur varie de 8,2 m à 9,5 m. Les plus fortes marées, observées en 1972 (le 17 Mars, le 15 Avril, le 25 Septembre et le 23 Novembre) étaient coefficientées de 110 à 115. Elles submergent le Schorre de plusieurs décimètres, inondent le chemin qui le borde, et atteignent les premiers monticules dunaires du cordon littoral. Cette limite maximum des flots est appelée "laisse de mer". Elle s'individualise, aux périodes de marées d'équinoxe, par la présence de coquilles diverses, d'une importante litière de feuilles et rameaux végétaux, de débris variés, apportés par le flot et laissés sur place aux premières heures du jusant.

Cette limite est floristiquement marquée par la présence de *BETA maritima*.

* Note : Les hauteurs sont données par rapport au zéro des cartes marines (Port de Boulogne sur mer, rectifié pour la baie de Canche).

PLANCHE 10. - VEGETATION DE LA RIVE DROITE DE L'ESTUAIRE DE LA CANCHE.



La planche n° 9 montre que l'estuaire subit annuellement environ 450 submersions recouvrant la haute Slikke, 240 submersions baignant le Schorre, 60 submersions inondant totalement le tapis végétal et atteignant le chemin qui longe les molières. La zonation de la végétation des vases salées, qui s'établit en fonction du rythme des marées et des fréquence et durée d'immersion, met en relief l'importance de ce facteur écologique.

B. - ETUDE FLORISTIQUE.

La carte située en fin d'ouvrage (cf. carte "Formations végétales en baie de Canche") représente les formations végétales de la baie de Canche, leur situation et leur étendue respective. Nous décrirons ces groupements halophiles selon un transect effectué à partir du chenal de la Canche vers les dunes littorales. La planche n° 10 représente schématiquement, le profil topographique des vases et la séquence de la végétation observée.

La première espèce rencontrée en haute Slikke est *SPARTINA townsendi*. Elle forme des touffes isolées, de forme circulaire plus ou moins régulière, d'un diamètre variant de 0,5 à 3 m. La physionomie de cette formation est tout à fait particulière : peuplements denses dispersés sur les vases nues. Dans ces îlots de végétation, le pourcentage de recouvrement est de 70 %, la hauteur de la formation oscille entre 50 et 70 cm. Parmi les espèces compagnes de la spartine on remarque, çà et là, *SALICORNIA europaea* et, plus rarement, *ASTER tripolium*. L'apport de sables éoliens, qui sédimentent entre les tiges dressées de la spartine, contribue à relever le niveau des sédiments à l'intérieur de ces touffes. Ces formations pionnières s'installent au devant de la végétation continue de la Slikke et du Schorre.

SALICORNIA europaea, qui forme le premier tapis végétal, s'implante en retrait des touffes de spartine. C'est l'espèce caractéristique de la haute Slikke. Les peuplements à *SALICORNIA europaea* sont très divers. Cette plante peut se développer en une pelouse

dense, mais le développement végétatif des individus est faible. Dans d'autres zones, les individus sont plus trapus, par contre, la densité de population est moindre. Enfin la salicorne se rencontre aussi en association avec d'autres espèces notamment *SUAEDA maritima* et *ASTER tripolium*. Le pourcentage de recouvrement est très variable : de 10 à 60 %. La hauteur de la strate s'échelonne entre 10 et 30 cm. Nous pouvons estimer l'ensemble de ces populations de *SALICORNIA europaea*, à une superficie de 4 hectares.

SUAEDA maritima s'implante dans les zones supérieures de la haute Slikke. Comme nous venons de le préciser, nous rencontrons cette espèce en association avec la salicorne ou l'aster. Cependant, elle se développe le plus souvent en peuplement presque pur sur des surfaces assez amples. Elle forme alors de belles pelouses homogènes, ondulant au gré des vagues de la marée montante. La densité de population varie de 60 à 70 %. La hauteur moyenne de la végétation est d'une trentaine de centimètres. On retrouve *SUAEDA maritima* sur le Schorre, en bordure des lagons. Elle les colonise même lorsqu'ils sont asséchés par la forte évaporation estivale. Les pelouses à *suaeda* couvrent une superficie globale d'environ 4 hectares.

La haute Slikke, ainsi que le bas Schorre, sont également le domaine de diverses algues, notamment des genres *ENTEROMORPHA* et *ULVA*, dont la présence est tributaire de l'immersion régulière.

Les formations à *SPARTINA*, *SALICORNIA* et *SUAEDA*, qui font transition entre les vases nues de la Slikke et la dense couverture végétale du pré salé, sont particulièrement développées dans la région la plus littorale de l'estuaire.

Derrière cette végétation qui subit des immersions fréquentes, on trouve çà et là une bande d'*ASTER tripolium* de quelques mètres de largeur. Cette frange, lorsqu'elle existe, marque la limite floristique entre Slikke et Schorre. C'est le premier groupement continu du pré salé. *ASTER tripolium* y est largement dominant ; parmi les espèces compagnes on note *SUAEDA maritima* et *SALICORNIA europaea*. Le

pourcentage de recouvrement de cette formation oscille entre 80 et 90 %. La hauteur de la végétation est d'environ 40 cm.

On trouve ensuite *OBIONE portulacoïdes*, qui colonise la majorité du Schorre en une dense prairie vert-argenté, pratiquement monospécifique. Cette formation sempervirente très homogène, s'étale à perte de vue, aussi bien sur la rive droite que sur la rive gauche. H. DES ABBAYES et R. CORILLON⁽¹⁾ la dénommèrent "*OBIONETUM portulacoïdis*". Ils le définissent pour la première fois, en temps qu'association phytosociologique indépendante. L'*OBIONETUM* était auparavant, selon les auteurs, rattaché soit à l'*ATROPIDETUM*, soit à l'*ARTEMISIETUM maritimas*, soit au *SALICORNIETUM fruticosae*. H. DES ABBAYES et R. CORILLON le caractérisent par :

OBIONE portulacoïdes 5.5
BOSTRYCHIA scorpioides 4.4 (épiphyte).

C'est cette entité phytosociologique qui s'épanouit remarquablement en baie de Canche. On notera cependant que la présence de *BOSTRYCHIA scorpioides* y est rare. Signalée par certains auteurs, nous ne l'avons pas remarquée durant notre étude. Le phénomène d'épiphytisme est néanmoins bien observable dans les zones basses de la prairie, où les tiges d'obione sont couvertes d'*ENTEROMORPHA compressa*, et d'*ENTEROMORPHA marginata*.

L'*OBIONETUM* se caractérise donc par la quasi exclusivité de l'*OBIONE portulacoïdes*. Le port de cette nanophanérophyte, aux tiges stolonifères couchées sur le sol, aux rameaux dressés portant de nombreuses feuilles ovoïdes vert-argent, confère à cette prairie dense, d'aspect ondulant, une physionomie très caractéristique. Le recouvrement est de 100 %, la hauteur de la végétation varie de 35 cm en hiver à 45 cm durant l'été. En baie de Canche l'*OBIONETUM* recouvre 152 hectares ; on remarque l'ampleur de cette formation, largement prédominante en ce site.

(1) H. DES ABBAYES et R. CORILLON, 1949 : L'*OBIONETUM* des halipèdes du Nord de la Bretagne.

A partir du mois de Mai, *ASTER tripolium* colonise une large bande dans la partie supérieure de la prairie à obione. Il dresse ses tiges à travers la couverture végétale ténue, détruisant ainsi partiellement l'homogénéité de l'*OBIONETUM*. Au maximum de leur extension, en Octobre, les groupements à *ASTER tripolium* occupent une superficie d'environ 52 hectares. Cette étendue comprend 42 hectares de "formations en mosaïque", où l'aster s'intrique dans le tapis d'obione, et 11 hectares de formations pratiquement pures, localisées préférentiellement dans les zones supérieures du Schorre les plus intérieures de l'estuaire. Dans le premier cas, le pourcentage de recouvrement peut varier de 40 à 70 % ; dans le second cas, il est en moyenne de 95 %. La hauteur de la végétation est de 80 cm.

L'intrication superficielle de ces deux groupements végétaux n'est en fait qu'une superposition temporelle : Le développement végétatif d'*ASTER tripolium*, ne s'effectue qu'à la fin de l'été, l'*OBIONE portulacoides* ayant atteint une biomasse maximale un mois auparavant. L'aster, espèce très résistante et très envahissante, forme alors une strate supérieure à celle formée par la prairie à obione.

Les zones du haut Schorre sont caractérisées par le *PUCCINELLIETUM maritimae*. Cependant la pelouse rase et dense à *PUCCINELLIA maritima*, typique des prés salés normands, est peu représentée en baie de Canche. On la retrouve en flots dans les zones piétinées du Schorre, comme les sentiers, où encore de place en place, près du chemin longeant les molières. Les sites, où cette pelouse devrait potentiellement s'étaler sur de vastes superficies, ont été isolés de l'influence marine par des "royons". Ils constituent maintenant des pâturages permanents, telles les prairies, situées rive gauche entre le pont ferroviaire et le pont routier d'ETAPLES. C'est essentiellement le facies à *LIMONIUM vulgare* du *PUCCINELLIETUM* que nous observons en baie de Canche. Durant les mois d'été, les inflorescences mauves du *LIMONIUM vulgare*, espèce largement dominante, colorent une pelouse d'environ 9 hectares. Les espèces compagnes sont plus nombreuses et plus représentées que dans les autres associations. On y remarque principalement

PLANTAGO maritima, *TRIGLOCHIN maritimum* et moins abondants *PUCCINEL-LIA maritima*, *GLAUX maritima*, *ATRIPLEX hastata*... Le pourcentage de recouvrement est de 100 %, la hauteur de la strate d'environ 30 cm. Après le flétrissement du limonium, fin Août début Septembre, cette pelouse est progressivement envahie par *ASTER tripolium*.

Terminant la série de végétation du Schorre, on trouve une pelouse dominée par *FESTUCA rubra var. littoralis*. Cette formation occupe une frange très étroite, souvent découpée en îlots, bordant le chemin qui longe le pré salé.

En totale continuité nous trouvons ensuite la végétation psammophile.

Dans une zone des molières, proche du Pli de Camiers, la séquence des groupements halophiles s'estompe pour laisser place à une végétation hydrophile. On y distingue une Scirpaie et surtout une magnifique Phragmitaie, très dense, qui couvre plusieurs hectares.

L'examen de la carte des formations végétales en baie de Canche nous montre que la séquence de végétation, selon le transect lit de la rivière - dunes, n'est pas toujours aussi nette que dans la description précédente. La microtopographie des vases, détermine de manière précise les fréquence et durée d'immersion. Elle joue donc un rôle important sur la végétation et peut moduler la zonation théorique décrite plus haut :

- Vers l'embouchure de la Canche, le passage de la Slikke au Schorre est très progressif. De la faible déclivité, surtout rive gauche, il résulte une grande extension des formations pionnières en haute Slikke. Ces groupements disparaissent pratiquement à l'intérieur de l'estuaire, où la limite entre Slikke et Schorre est marquée par un petit talus de quelques décimètres. Des vases nues nous passons directement à la prairie à obione.

- A la faveur de quelques buttes qui ne sont jamais submergées, nous pouvons trouver sur le Schorre, l'*AGROPYRETUM pungentis*, premier groupement à affinité psammophile.

Les travaux consacrés à la phytosociologie des groupements halophiles en baie de Canche, dégagent selon le même transect, chenal de la Canche - dunes littorales, la séquence d'associations suivantes : *SPARTINETUM*, *SALICORNIETUM*, *SUAEDETUM*, *SUAEDO-ASTERETUM*, *OBIONETUM*, *PUCCINELLETUM* et *FESTUCETUM*. Les divers groupements, décrits par les auteurs, sont caractérisés par une espèce largement dominante ou même une population pratiquement monospécifique, ce qui explique la superposition des associations phytosociologiques avec la description synphysionomique de la végétation, réalisée ici.

Dans ce travail d'écosystématique, par clarté analytique, nous nous sommes exclusivement intéressé à ces espèces dominantes. La mesure de leur productivité constitue une évaluation satisfaisante et suffisante pour cerner la productivité primaire totale de la couverture végétale.

C H A P I T R E I V.

L A P R O D U C T I V I T E P R I M A I R E .

-oo-oo-oo-oo-

A. - GENERALITES SUR LA METHODOLOGIE.

Par leur activité photosynthétique les organismes chlorophylliens sont seuls capables de transformer, grâce à l'impact de l'énergie lumineuse, la matière minérale en énergie chimique initialement stockée sous forme de glucides. La mesure de la productivité primaire cherche à établir le rendement de cette conversion qui se traduit par un accroissement de biomasse. Les méthodes couramment utilisées peuvent être classées en deux grands types : les méthodes synthétiques et les méthodes analytiques.

1 - Méthodes synthétiques :

Elles visent à mesurer l'assimilation chlorophyllienne globale, en déterminant la quantité de CO_2 absorbée, ou la quantité d' O_2 rejetée, par unité de surface et par unité de temps.

- La méthode des flux :

.....
Du fait de l'activité photosynthétique de la couverture végétale, il s'établit un flux vertical descendant de CO_2 dans la basse atmosphère. La mesure de cette diffusion de CO_2 , qui correspond à la photosynthèse diminuée de la respiration de l'ensemble des êtres vivants sur la surface considérée, permet de déduire la production nette.

- La méthode des enceintes climatisées :

.....
On l'utilise pour mesurer l'importance qualitative et quantitative des échanges gazeux au niveau des différents

compartiments de la phytocénose. Les types d'enceintes utilisées actuellement sont à balayage continu : un dispositif de vannes, de courant d'O₂ et de CO₂, de climatisation, d'analyses instantanées rétablit continuellement, à l'intérieur de l'enceinte, les conditions extérieures. L'activité photosynthétique est déduite de la quantité de CO₂ débitée dans l'enceinte pendant un temps donné, pour conserver les conditions ambiantes.

2 - Méthodes analytiques :

Les méthodes analytiques sont fondées sur une mesure directe de la biomasse à un temps donné. Cette estimation pondérale de la couverture végétale peut s'effectuer soit sur une récolte unique, soit sur une série de récoltes échelonnées dans le temps.

- La récolte unique :

.....

Elle s'opère en fin de cycle de végétation.

Elle convient particulièrement aux populations d'espèces annuelles où la biomasse peut être confondue avec la productivité. Chez les espèces vivaces le travail consiste à séparer le matériel élaboré au cours de la période de végétation annuelle, de la biomasse déjà existante.

- La série de récoltes :

.....

Le principe en est simple : on considère qu'entre deux moments déterminés (t_1 et t_2) l'accroissement de la biomasse correspond à la productivité P :

$$P(t_1, t_2) = \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1}$$

La productivité se chiffre généralement en gr/m²/jour ou en T/ha/an. Pour les tapis végétaux on considère la production annuelle à l'hectare.

Pendant la période d'étude il faudra cependant tenir compte des pertes par chutes d'organes (E) et des prélèvements des consommateurs (C). On arrive ainsi à la relation :

$$P = \Delta B + C + E.$$

Que l'on fasse une seule récolte ou plusieurs, le prélèvement peut consister en :

- Fauchage complet :

.....
Pour connaître avec précision la biomasse sur une surface déterminée, il serait logique de la faucher totalement et de peser le matériel recueilli. Il est évident que ce procédé ne s'applique que dans quelques cas rares où le fauchage est pratiqué obligatoirement pour des raisons économiques comme dans les surfaces cultivées.

- Fauchage de parcelles échantillons :

.....
C'est la technique la plus généralement employée. Le problème revient à choisir des zones homogènes, représentatives de la phytocénose étudiée, en nombre et en dimension variables selon la communauté considérée. Sur ces parcelles, le fauchage est effectué à des moments déterminés et la productivité ramenée à l'unité de surface.

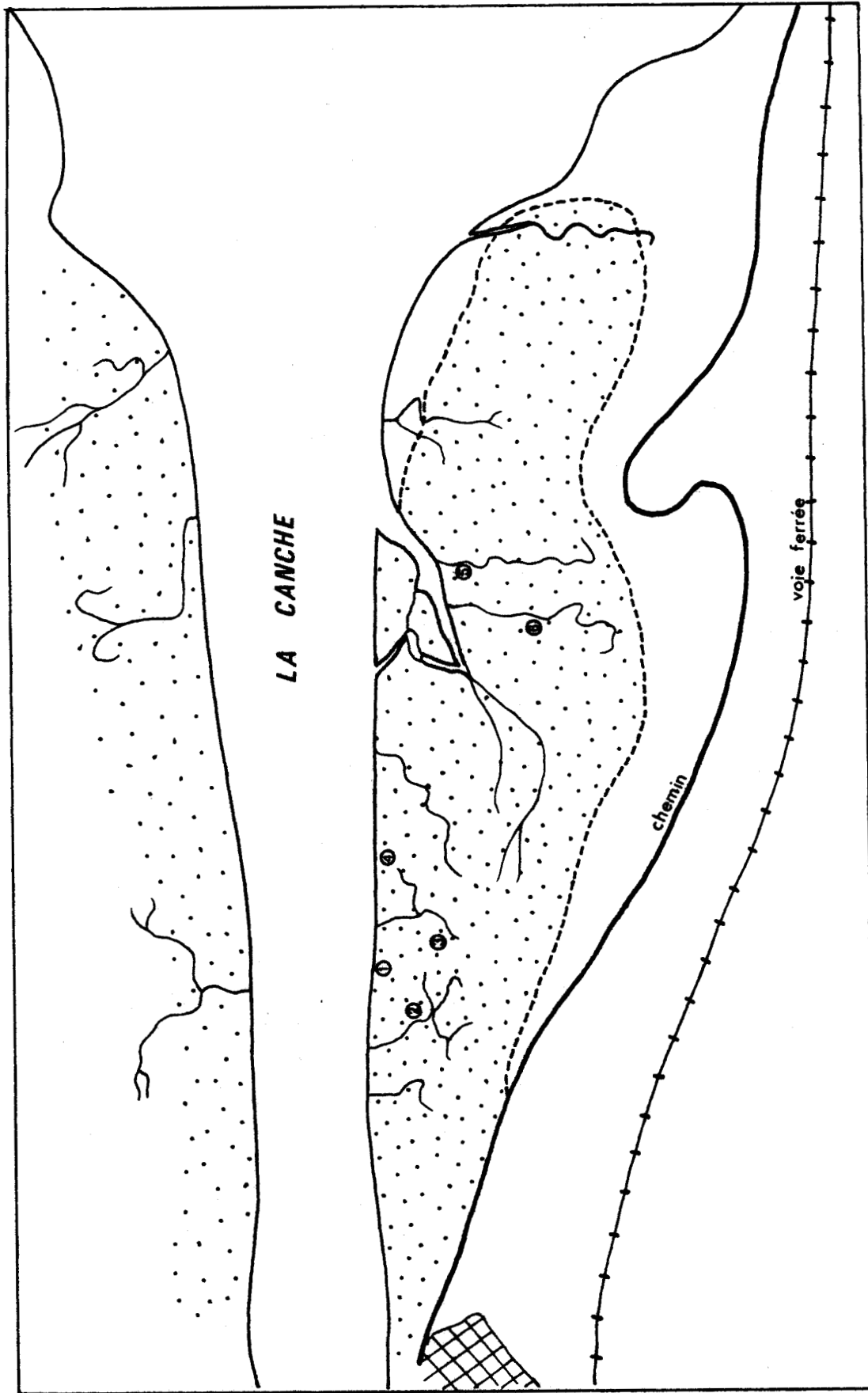
- Récolte d'individus :

.....
Cette technique n'est en fait qu'une variante de la précédente lorsque celle-ci présente encore quelques difficultés d'application. Elle repose sur la récolte d'un nombre limité d'individus de chaque espèce. La biomasse est alors calculée en faisant le produit du poids moyen des individus par la fréquence.

Quelle que soit la technique utilisée, les résultats traduisent la production nette, c'est-à-dire la production brute (masse de glucides théoriquement élaborée par l'activité photosynthétique) diminuée des pertes dues à la respiration (une partie des glucides primitivement élaborée étant obligatoirement dégradée par l'activité respiratoire).

Les méthodes synthétiques nous semblent plus précisément répondre à l'étude d'un bilan photosynthétique de courte durée,

PLANCHE 11. - LOCALISATION DES PARCELLES - ECHANTILLONS.



Agglomération

○ Parcelle étudiée

Prairie à Obione.

ne pouvant servir d'échantillon pour l'ensemble du cycle végétatif. C'est pourquoi nous nous sommes orienté vers des méthodes analytiques, plus adaptées au travail recherché. Le choix entre les divers types de récoltes possibles a été essentiellement conditionné par la physionomie de la formation végétale étudiée.

B. - LA PRAIRIE A OBIONE.

I - Variation de biomasse :

1) Techniques d'étude :

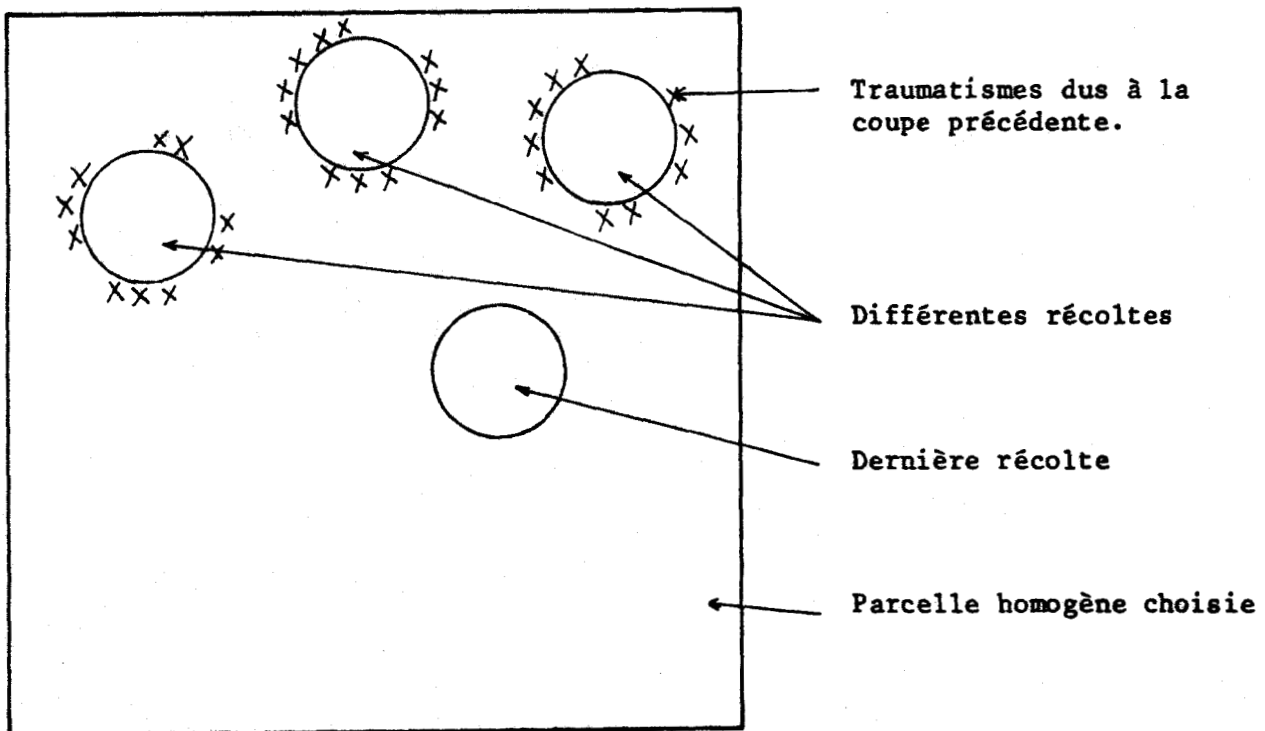
L'*OBIONETUM*, qui recouvre la majorité du Schorre, est la formation la plus représentée en baie de Canche. Par la luxuriance de sa végétation et par son étendue, il a retenu notre attention et a fait l'objet d'une étude selon le principe de la série de récoltes étalées sur plus d'un an. La variation de biomasse a été suivie à travers 6 parcelles échantillons ; la planche n° 11 indique leur localisation. La rive droite, plus accessible, a été retenue comme terrain d'étude. Les parcelles délimitées environ à 4 m sur 4 ont été choisies pour leur représentativité et leur homogénéité tant en densité de population, qu'en hauteur de la strate et développement végétatif des individus. Elles sont dispersées au sein de la phytocénose. A l'intérieur de celles-ci une récolte est effectuée presque tous les mois : on délimite à l'aide d'un tuyau flexible une surface circulaire d'un demi m², sur laquelle, par coupe verticale le long de cette circonférence d'abord, puis, par fauchage au niveau du sol, on recueille l'ensemble de la phytomasse aérienne.

Chaque cercle fauché doit être représentatif de la communauté. L'homogénéité des parcelles choisies et l'exclusivité de l'*OBIONE portulacoides* dans la couverture végétale, qui nous évite ici le problème de la fréquence moyenne des différentes espèces, nous ont conduit à considérer une surface d'un demi m² suffisante pour satisfaire aux exigences de l'échantillonnage.

Le principe d'une surface circulaire a été retenu plutôt que celui d'une surface carrée, car il élimine "l'effet de coin" qui peut nuire à la représentativité de l'échantillon.

Dans la même parcelle, les différents cercles fauchés, seront suffisamment éloignés les uns des autres afin de ne pas récolter en lisière, des plantes ou des organes ayant subi un traumatisme du à la coupe précédente.

Le schéma suivant nous indique le principe de cet échantillonnage de récoltes.



Le matériel récolté est ensuite trié au laboratoire. On le sépare en rameaux âgés, en jeunes rameaux (rameaux chlorophylliens de l'année) et en feuilles. Ce "compartimentage" des divers organes permettra l'analyse de croissance de la prairie à obione. La récolte est ensuite pesée, lavée rapidement à l'eau distillée, et mise à sécher à l'étuve ventilée, d'abord 2 heures à 105°C puis à 85°C pendant 5 à 6 jours jusqu'à poids constant. Le matériel déshydraté obtenu alors est particulièrement friable et cassant. Il se prêtera ainsi au broyage en vue de l'analyse phytochimique dont nous exposons le principe dans le chapitre qui lui est consacrée.

2) Résultats :

Le poids du matériel sec indique la biomasse en place sur la surface récoltée. Les résultats obtenus, exprimés en grammes, sont consignés dans les tableaux suivants.

PLANCHE 12.

PARCELLE 1.

Date de récolte	Feuilles	Rameaux jeunes	Rameaux âgés	Biomasse totale
11.11.71	159	240	476	875
17. 2.72	64	215	222	501
18. 3.72	6	197	303	506
17. 7.72	292	247	492	1031
26. 8.72	373	411	518	1302
26. 9.72	215	318	479	1012
10.11.72	167	256	386	809
15.12.72	134	223	348	705
15. 2.73	81	189	240	510

PARCELLE 2.

11.11.71	159	215	344	718
9. 1.72	97	219	317	633
18. 3.72	91	211	277	579
13. 5.72	95	216	328	639
17. 7.72	281	271	493	1045
26. 8.72	352	398	561	1311
26. 9.72	254	368	403	1025
10.11.72	157	219	316	692
15.12.72	127	217	295	639
15. 2.73	120	202	268	590

PLANCHE 13.

PARCELLE 3.

Date de récolte	Feuilles	Rameaux jeunes	Rameaux âgés	Biomasse totale
11.11.71	186	144	510	840
9. 1.72	111	128	349	588
18. 3.72	86	105	320	511
28. 4.72	103	154	379	636
17. 7.72	255	221	527	1003
26. 8.72	318	344	596	1258
26. 9.72	268	292	510	1070
10.11.72	197	187	483	867
15.12.72	92	169	329	580
15. 2.73	87	143	275	495

PARCELLE 4.

9. 1.72	76	230	361	667
17. 2.72	81	166	278	525
28. 4.72	3	147	243	393
17. 7.72	232	181	522	945
26. 8.72	344	325	532	1197
26. 9.72	227	262	501	990
10.11.72	143	166	312	621
15.12.72	127	154	285	566
15. 2.73	79	145	267	491

PLANCHE 14.

PARCELLE 5.

Date de récolte	Feuilles	Rameaux jeunes	Rameaux âgés	Biomasse totale
9. 1.72	36	203	432	671
18. 3.72	24	206	403	633
13. 5.72	4	152	330	486
17. 7.72	221	167	515	913
26. 8.72	361	348	558	1271
26. 9.72	293	269	443	1005
10.11.72	153	241	326	720
15.12.72	123	203	262	588
15. 2.73	112	207	241	560

PARCELLE 6.

9. 1.72	51	221	349	621
18. 3.72	51	204	295	550
28. 4.72	3	213	340	558
13. 5.72	3	223	342	568
17. 7.72	279	245	480	1004
26. 8.72	367	372	527	1268
26. 9.72	222	281	421	924
10.11.72	168	244	324	736
15.12.72	102	194	310	706
15. 2.73	99	188	318	605

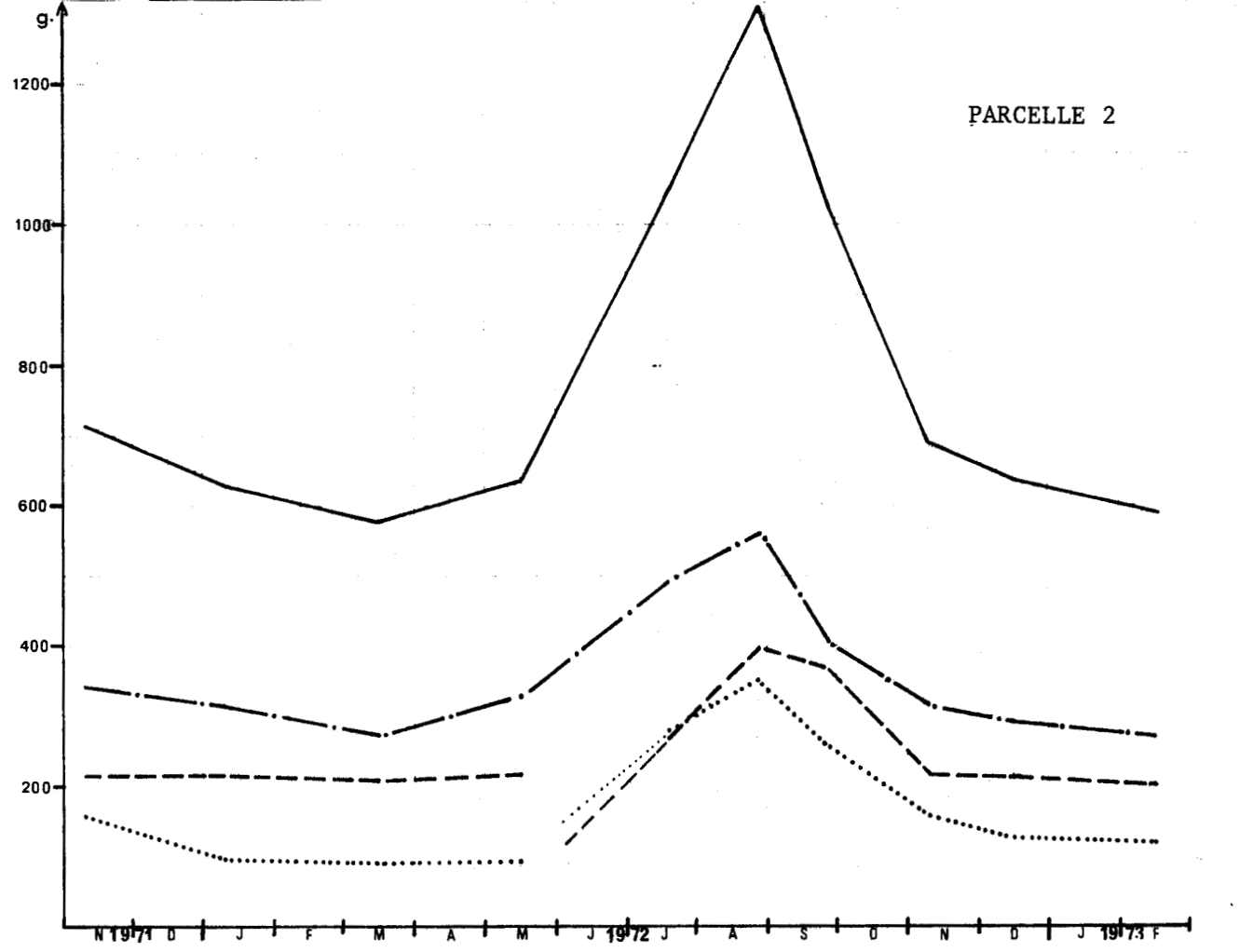
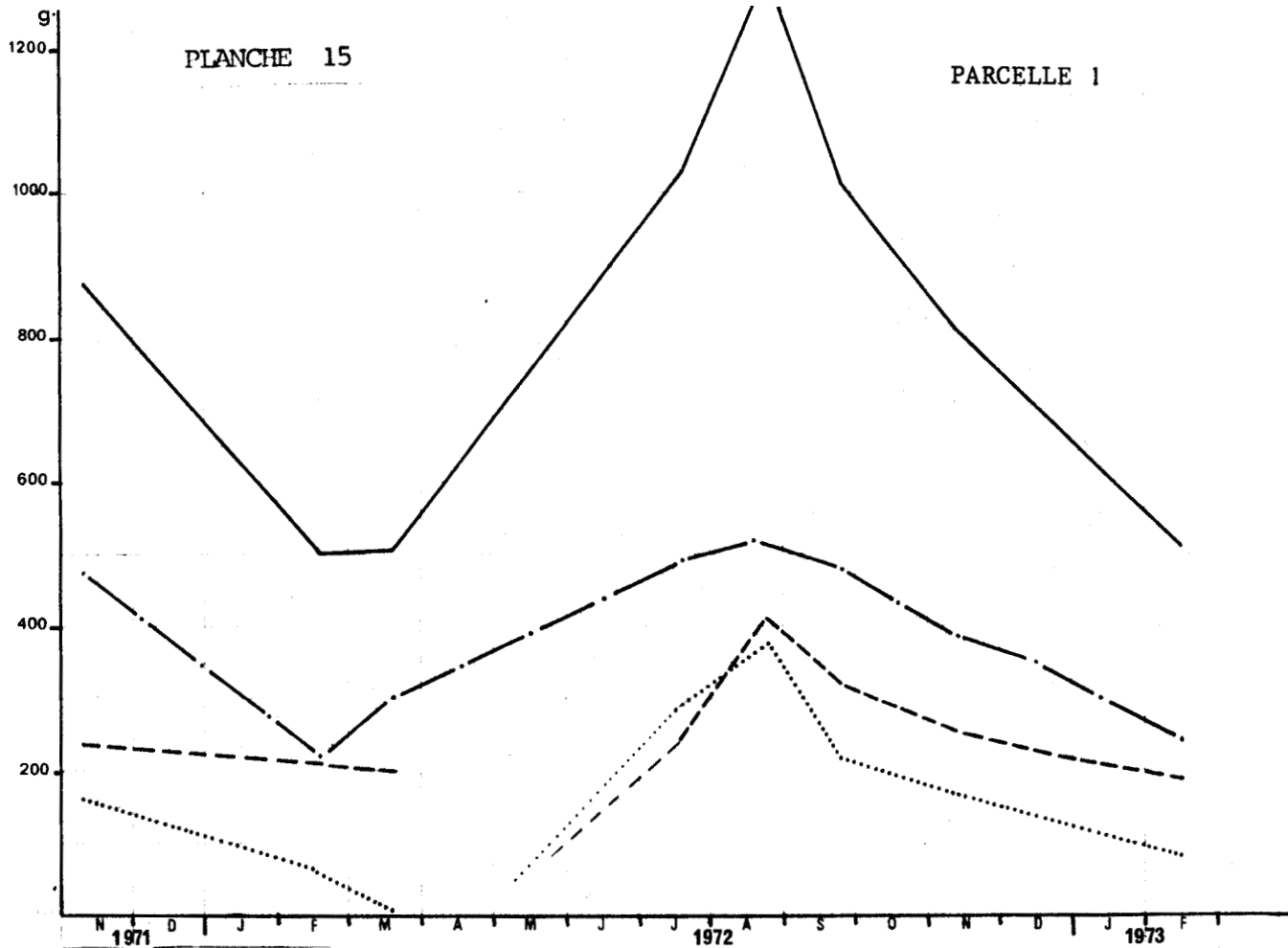
REMARQUES.

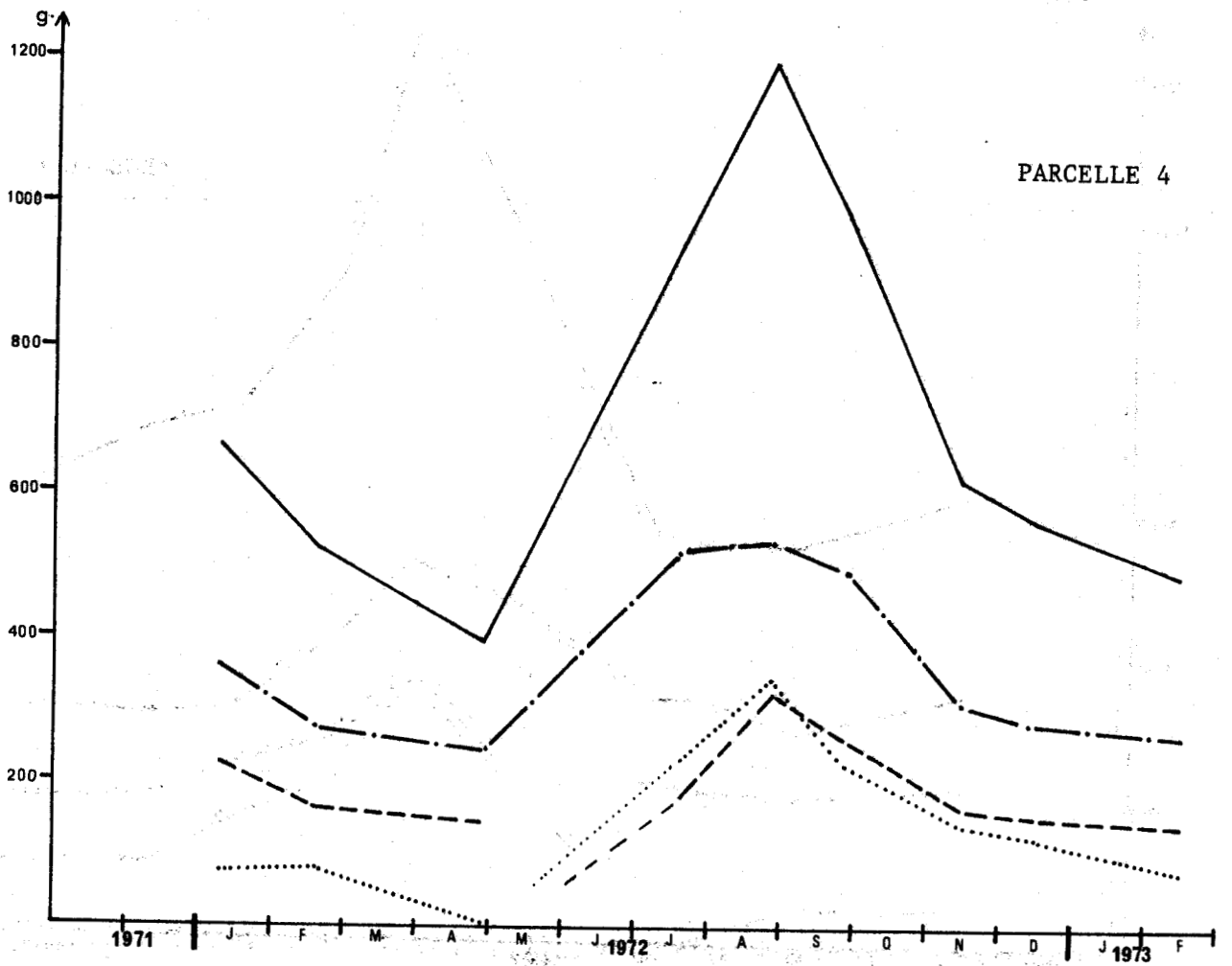
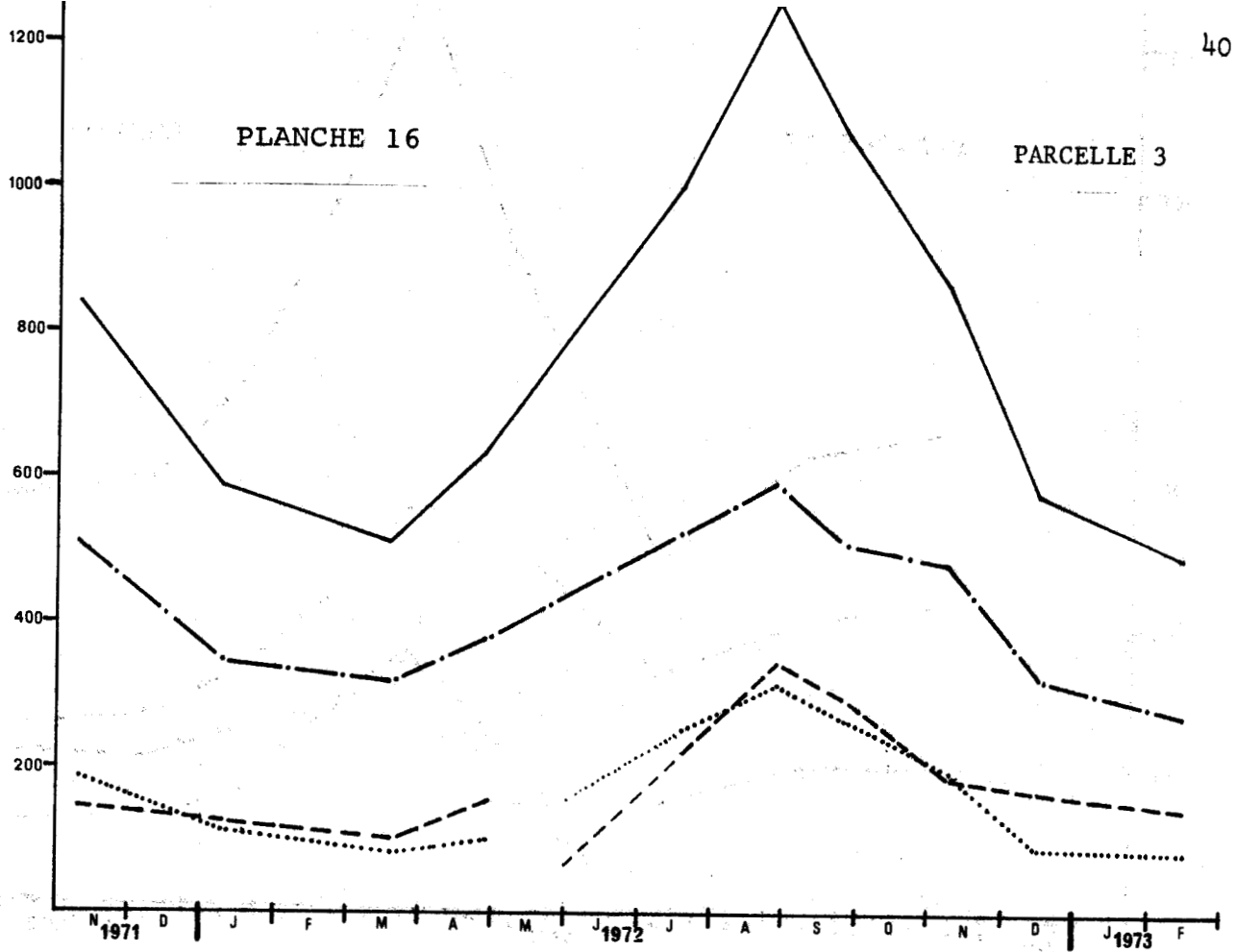
Compte tenu de la déshydratation rapide du matériel récolté durant le tri au laboratoire, déshydratation due à l'évapo-transpiration mais aussi à la respiration, qui entraîne une diminution du poids sec, nous nous sommes efforcé de traiter chaque récolte de manière rapide et rigoureusement identique en veillant à ce que le matériel soit à l'étuve au plus tard, trois heures après le début du tri.

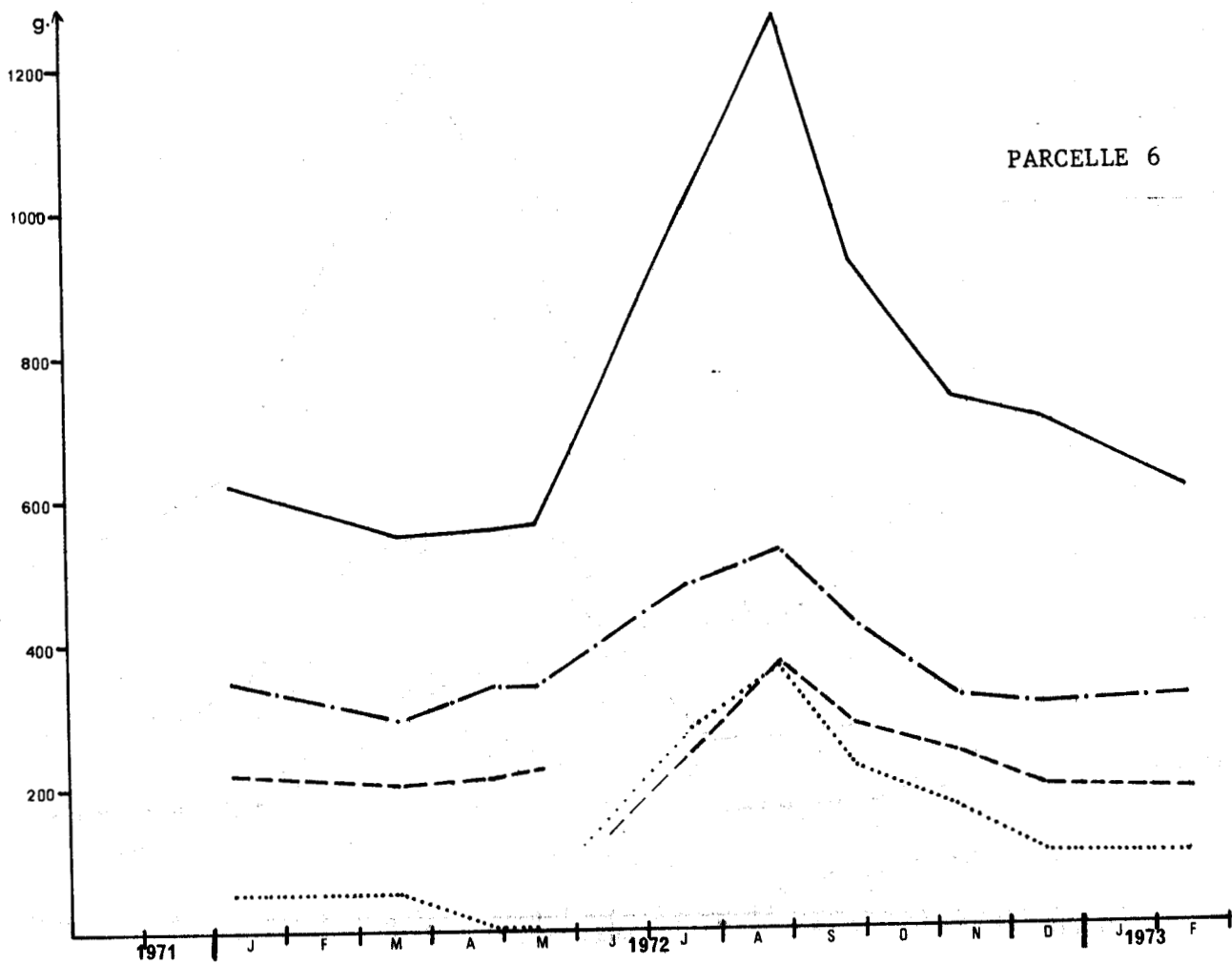
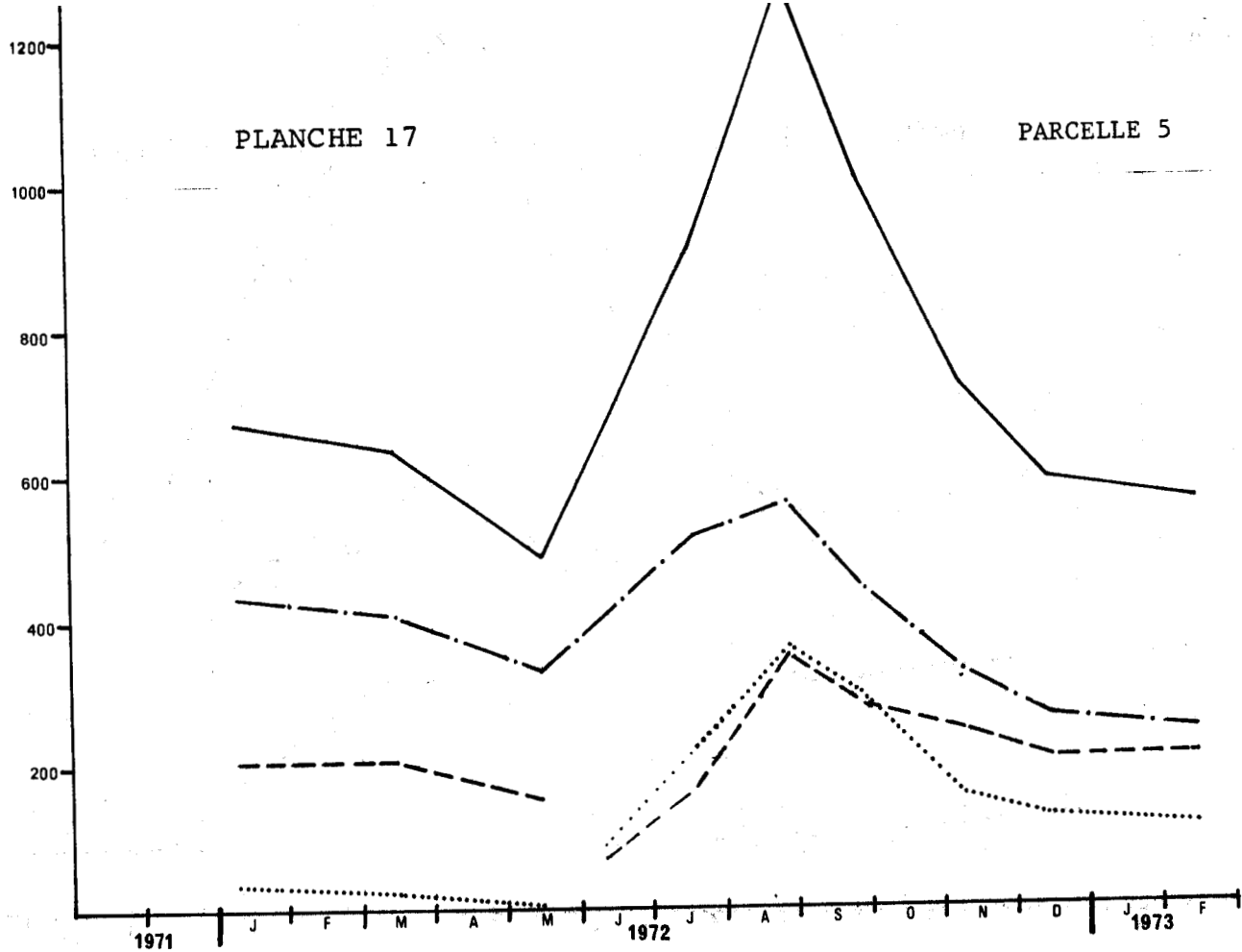
Les tableaux précédents montrent l'absence de feuilles dans les parcelles 1, 4, 5, 6 en Avril-Mai. Cette défoliation anormale serait due, selon les renseignements que nous avons pu recueillir, à l'effet néfaste d'un produit toxique, déversé fortuitement, à marée haute, par une papeterie située en amont de l'estuaire. La prairie, d'aspect desséché, avait pris alors une teinte rouille. Pratiquement défoliés, les rameaux étiolés étaient cassants. Cette diminution accidentelle de la phytomasse dans les zones touchées, s'est accompagnée d'une augmentation concomitante de la litière et des rameaux morts. Les zones où étaient situées les parcelles 2 et 3, sur lesquelles ce phénomène de défoliation n'a pas été observé, bénéficiant d'une microtopographie particulière, avaient été épargnées. Elles avaient leur physionomie normale et leur coloration vert-argenté.

Il semble que cette pollution temporaire n'ait pas eu de répercussion notable dans la reprise de la vie végétative active de l'*OBIONE portulacoides* : en Juillet le pré salé avait retrouvé son aspect habituel et les récoltes effectuées à cette époque montrent une bonne homogénéité.

Les courbes suivantes représentent l'évolution de la biomasse sur les parcelles échantillons étudiées pendant le cycle végétatif de l'obione. Les valeurs sont exprimées en grammes de matière sèche, et correspondent à la récolte effectuée sur un demi m².







LEGENDE. DE CES COURBES.

————	Biomasse totale
— · — · —	Rameaux âgés
- - - - -	Jeunes rameaux
.....	Feuilles
..... - - -	Hypothèse de croissance.

Remarque : De Mai à Juillet on notera la discontinuité des tracés représentant les feuilles et les jeunes rameaux, leur accroissement étant cyclique. Dans le tri des récoltes du mois de Juillet, nous considérons comme jeunes rameaux, les rameaux chlorophylliens de 1972 ; les rameaux de 1971 étant incorporés aux rameaux âgés. Il en est de même des feuilles : les feuilles de 1971 tombent et sont progressivement remplacées par celles de la poussée 1972. Ce sont ces dernières que nous retrouvons exclusivement en Juillet. Le tracé en pointillé léger, ne traduit donc qu'une hypothèse de croissance de ces organes 1972.

3) Interprétation :

.....

a - Analyse de croissance : L'homogénéité de la prairie à obione est traduite par la relative similitude de l'allure générale des courbes de développement obtenues sur les différentes parcelles. Ces courbes mettent en évidence un palier de phytomasse minimale, situé en hiver. Il est suivi par une nette remontée, au printemps, puis par un brusque accroissement de la biomasse durant l'été ; le maximum se situant fin Août, avant les premières marées de vives eaux. On note ensuite une soudaine chute de la courbe, d'Août à Septembre : le matériel élaboré durant la période végétative est arraché à la prairie, par les marées d'équinoxe et se trouve exporté

par le jusant vers le plateau continental. Nous reviendrons sur ce phénomène dans le paragraphe "Pertes par chutes d'organes". La diminution de la phytomasse est ensuite progressive jusqu'au nouveau palier minimum hivernal.

Une première remarque s'impose : la productivité annuelle ne se traduit pas par un accroissement de la biomasse en place d'année en année. Elle est immédiatement intégrée dans le cycle de l'écosystème en participant à l'alimentation régulière de la chaîne trophique marine.

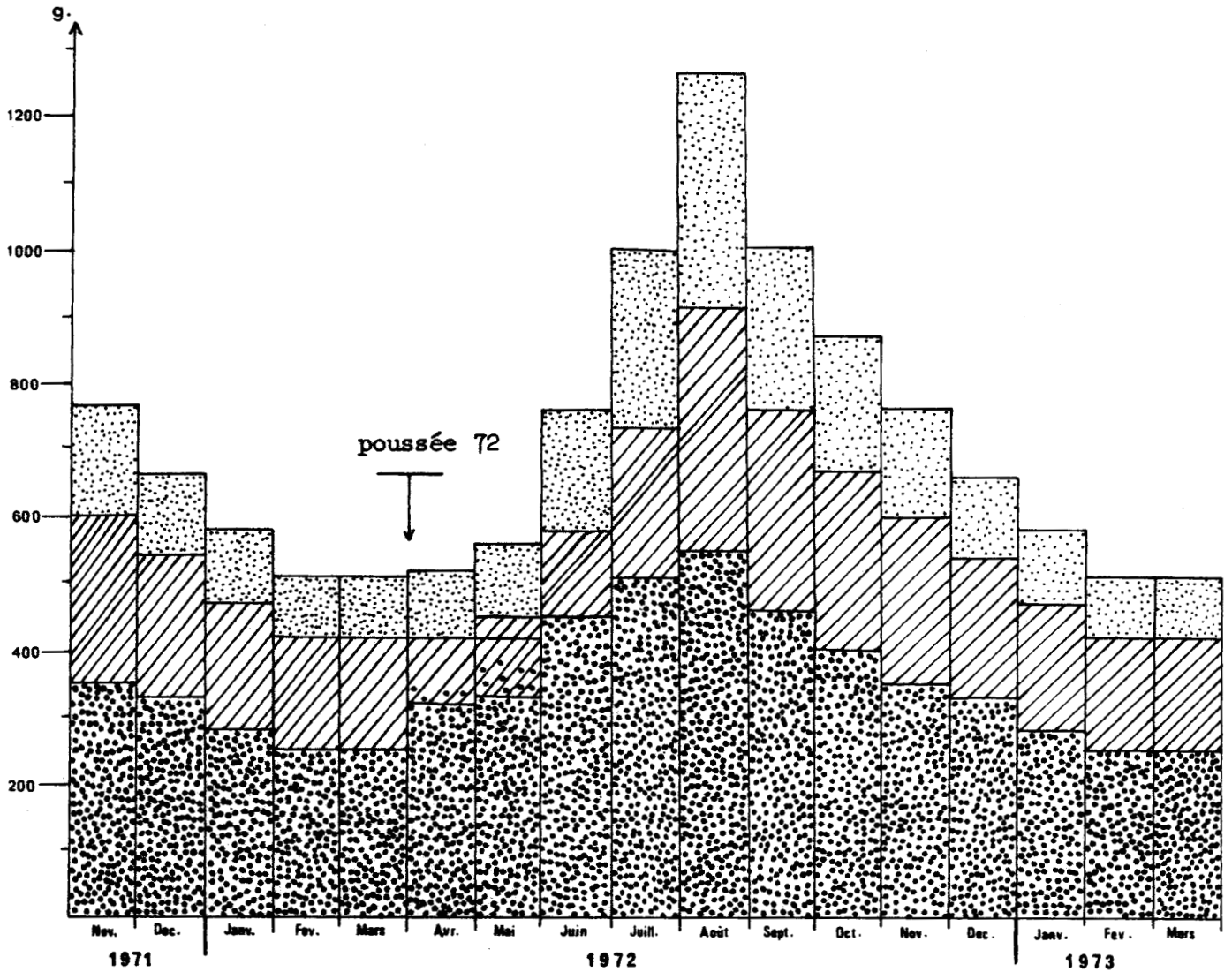
Dès les premiers mois de printemps on note l'augmentation rapide de la biomasse des rameaux âgés. Celle-ci est due à l'incorporation des jeunes rameaux de l'année 1971, au matériel plus ancien. Le pourcentage du poids sec par rapport au poids frais de ces rameaux 71 traduit bien la lignification de ceux-ci : il augmente de 34 % en Novembre à 39 % en Mars-Avril. Consécutivement à cette incorporation des rameaux 1971 aux rameaux âgés, le poids sec de ces derniers, qui est en moyenne de 46 % du poids frais, tout au long de l'année, tombe à cette époque à 42-43 %. Il ne retrouvera ce pourcentage moyen de 46 % qu'en Août.

L'augmentation de la biomasse des rameaux âgés au début de l'été, jusqu'en Juillet est ensuite due à la poursuite de la lignification complète des rameaux 71 et également à l'accroissement des rameaux âgés plus anciens.

La poussée de printemps se caractérise d'abord par le développement des feuilles. Celles-ci se multiplient et s'accroissent plus rapidement que les rameaux de l'année. La biomasse de ces derniers n'égale celle des feuilles qu'en Août, période de développement maximum de l'*OBIONE portulacoides*. On notera que cette poussée de printemps s'accompagne d'une forte rétention d'eau dans les organes nouvellement formés ; en moyenne 14 % de matière sèche dans les feuilles en Mai, 16 % en Juillet, 17 % en Août, 18 % en Septembre et 19 % environ à partir du mois de Novembre jusqu'à la poussée

PLANCHE 18. -

HISTOGRAMME THEORIQUE DE LA CROISSANCE DE LA PRAIRIE A OBIONE.



Rameaux âgés



Jeunes rameaux
de l'année



Feuilles.



Incorporation des
rameaux 71 au ra-
meaux âgés.

de l'année suivante. Il en est de même des rameaux de l'année dont le pourcentage de matière sèche croît de 21 % en Mai à 34 % en Novembre.

Aux premières marées d'équinoxe d'automne, ce sont d'abord les feuilles qui sont arrachées aux plantes par la mer. C'est cette défoliation qui est la principale responsable de la brusque baisse globale de la biomasse au mois de Septembre. L'exportation des rameaux de l'année et des rameaux âgés par la marée s'effectue ensuite régulièrement durant l'automne et l'hiver, c'est alors que la biomasse totale rejoint le palier minimum.

L'ensemble de ces données nous permet d'interpréter la croissance théorique de la prairie à obione selon l'histogramme représenté planche n° 18.

On y remarque l'importance des organes chlorophylliens (feuilles et rameaux de l'année) par rapport à la biomasse totale. Le rapport photosynthèse/respiration s'en trouve considérablement augmenté et conduit à une productivité nette accrue.

b - Accroissement de la biomasse : Il est remarquable de Mars à Août, période où l'activité photosynthétique est stimulée par des conditions extérieures optimales. En dehors de cette période, le rendement de la photosynthèse, d'ailleurs diminuée par les conditions climatiques moins favorables, ne peut se traduire par une augmentation de la biomasse : la masse du matériel élaboré est compensée par les pertes dues aux chutes d'organes et leur exportation par la marée. La différence entre les 2 valeurs extrêmes de la biomasse en place nous donne l'accroissement total pendant la durée du cycle végétatif. Cet accroissement est respectivement de 801 gr., 732 gr., 747 gr., 804 gr., 785 gr. et 718 gr. par demi mètre carré sur les parcelles 1, 2, 3, 4, 5 et 6. Ces valeurs nous conduisent à un accroissement respectif de 16 T ; 14,6 T ; 15 T ; 16 T ; 15,7 T ; et 14,4 T de matière sèche par hectare, soit une moyenne de

15,3 T / hect. / an.

avec un écart quadratique moyen de $\sigma = 0,25$ et
un écart standard de la moyenne de $\delta = 0,1$.

Au coefficient de sécurité de 95 %, cet
accroissement est compris entre

14,9 T et 15,7 T.

Nous pouvons vérifier ces résultats en
appliquant le principe utilisé par la technique de la récolte unique :
En fin de cycle de végétation, le travail consiste à séparer le maté-
riel de l'année du matériel plus ancien. La biomasse du matériel éla-
boré au cours de la période de végétation annuelle se chiffre par la
valeur pondérale des feuilles et des jeunes rameaux (rameaux 72) au
moment de leur développement maximum, ici au mois d'Août. Nous trouvons
respectivement 784 gr., 740 gr., 662 gr., 669 gr., 709 gr. et 739 gr.
par demi-mètre carré sur les parcelles étudiées soit 15,7 T ; 15 T ;
13,3 T ; 13,4 T ; 14,2 T et 14,8 T de matière sèche par hectare. Ces
valeurs ont une moyenne de 14,4 T/ha/an.

Cette valeur de la production en organes
de l'année confirme l'accroissement de biomasse trouvé. La différence
de 0,9 T entre les deux chiffres, correspond sans doute au dévelop-
pement des rameaux âgés.

En conclusion nous pouvons retenir le
chiffre moyen de 15,3 T/ha. d'accroissement total de biomasse aérienne.

II.- Pertes de matériel élaboré :

Nous avons défini précédemment la productivité
primaire par la relation

$$P = A + B + C + E.$$

Il nous reste donc à définir les pertes dues aux consommateurs et
à la chute d'organes.

1) Pertes par consommation :

Comme dans de nombreux écosystèmes, les pertes causées par les herbivores sont difficilement chiffrables; la méthode classique consiste à éviter ces prédatations en enfermant la parcelle étudiée avec un grillage aux mailles d'autant plus fines que l'on veut interdire la pénétration d'animaux plus petits. Mais le résultat recherché est souvent contrarié par l'action ombrageante du grillage causant une diminution de l'activité photosynthétique sur la surface considérée. Un tel dispositif devenait d'application difficile sur ce pré-salé régulièrement balayé par la marée. De plus, la faune de cette prairie à obione étant constituée essentiellement de crustacés et de larves semi-aquatiques et limniques, nous ne pensons pas que l'influence des consommateurs phytophages déprécie notablement la productivité.

2) Pertes par chutes d'organes :

Elles nous semblent poser un problème particulier. Dans les écosystèmes terrestres elles sont chiffrées en recueillant la litière. Nous indiquons ici, les valeurs moyennes trouvées sur la prairie à obione.

	1971	1972										1973
	Nov.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juil.	Août	Sept.	Nov.	Déc.	Fév.
Poids sec moyen de la litière recueillie sur 1/2 m ² exprimé en grammes.	177	92	48	110	63	65	87	91	168	143	108	53

Nous remarquons une nette augmentation de la litière en automne, consécutive à la baisse de la biomasse en place. La forte valeur trouvée au mois de mars, correspond à l'effet de la pollution temporaire que nous avons mentionné antérieurement.

Cette évaluation pondérale nous paraît toutefois peu significative : la mer balayant régulièrement le Schorre entraîne au large une partie du matériel tombé. De plus ce balayage et

même ce "malaxage" de l'*OBIONETUM*, à marée haute, amplifie la chute naturelle d'organes en arrachant aux plantes des feuilles et même des rameaux complets. De ce fait, nous ne pouvons évaluer les pertes en considérant uniquement la litière. Pour estimer ce déficit nous avons tenté d'évaluer l'importance de l'exportation par la marée descendante. A cet effet, en lisière de l'*OBIONETUM*, nous avons périodiquement disposé des "barrages" en grillage aux mailles fines chargés de collecter les organes exportés. Ces barrages étaient installés dans la zone d'évacuation de micro "bassins versants", pris comme échantillons et dont la surface pouvait être aisément mesurée. Ils étaient mis en place pendant la basse mer, étaient inondés par la marée haute et retenant le matériel exporté par le reflux. Nous profitons du retrait des eaux pour aller recueillir "la récolte".

Le tableau figuré page suivante indique les résultats obtenus. Ces derniers sont exprimés en grammes de matière sèche et sont ramenés à une surface d'un m².

Date		hauteur théorique de la marée haute	Biomasse recueillie
18 Mars 1972	matin	9,4	5,5
28 Avril 1972	matin	8,5	1,0
13 Mai 1972	matin	9,0	6,0
13 Mai 1972	soir	9,1	1,5
14 Mai 1972	matin	9,0	4,0
10 Juillet 1972	soir	8,7	6,0
11 Juillet 1972	matin	8,6	2,5
11 Juillet 1972	soir	8,8	3,0
28 Juillet 1972	soir	8,6	3,0
29 Juillet 1972	matin	8,8	4,0
29 Juillet 1972	soir	8,7	1,0
25 Août 1972	soir	9,0	8,0
26 Août 1972	matin	8,9	3,5
25 Septembre 1972	matin	9,2	14,0
25 Septembre 1972	soir	9,3	7,5
26 Septembre 1972	matin	9,1	12,0

On remarque la grande variabilité des résultats. L'exportation dépend de nombreux facteurs, notamment de l'amplitude de la marée, de la vitesse et de la direction du vent au sol qui donnent plus ou moins de force aux vagues. Elle est également fonction de l'état physiologique des plantes : les plus fortes valeurs observées dès le mois de Septembre sont consécutives à l'augmentation de la litière : elles perdent alors leur signification. Pour évaluer les pertes par chutes d'organes, nous devons considérer uniquement celles ayant lieu pendant la période d'accroissement végétatif, c'est-à-dire d'Avril à Août. La moyenne d'exportation par marée et par m² pour cette époque est de 3,6 gr.

Cependant ce chiffre moyen est obtenu avec une expérimentation réalisée généralement les jours de syzygie, donc à fortes marées ; il en résulte, sans doute, une estimation par excès. Pour obtenir une moyenne plus proche de la réalité, nous ramenons l'exportation à $3 \text{ gr/m}^2/\text{marée}$. Cette correction est établie en fonction d'observations personnelles globales.

Seul l'effet des marées submergeant la prairie à obione de plus d'un décimètre nous paraît appréciable dans ce phénomène. Nous fixerons donc le seuil du niveau des marées hautes efficaces à 8,5 m. Nous dénombrons environ 180 immersions supérieures à ce seuil par an.

Nous pouvons donc estimer cette exportation à 540 gr. par m^2 soit $5,4 \text{ T/hect/an}$.

Vu l'échantillonnage assez peu représentatif et les difficultés d'expérimentation dues aux conditions de milieu, cette estimation ne constitue qu'un ordre de grandeur.

Cette exportation régulière de matériel arraché à la prairie à obione, masque l'accroissement automnal et hivernal de l'obione. L'activité photosynthétique réduite à cette époque ne suffit pas à combler les pertes et la biomasse totale diminue régulièrement.

III - Problèmes posés par l'appareil racinaire :

La récolte des parties situées au-dessus du niveau du sol, qui n'est pas sans difficultés de terrain, demeure cependant chose aisée à l'égard de la mesure du poids des racines.

En théorie la productivité souterraine se calcule en appliquant la formule déjà mentionnée :

$$P = AB + C + E.$$

Mais seul le paramètre B peut être déterminé, cette détermination restant toutefois tributaire de la difficulté d'extraction de l'appareil racinaire. La meilleure estimation est obtenue par carottage ; la teneur du sol en organes souterrains se calcule par lavage au laboratoire.

H. LEITH⁽¹⁾ préconise, à ce sujet, d'établir ce pourcentage sur une fosse de 0,5 à 1 m³ et de combiner l'évaluation directe au lavage.

L'application d'une telle méthode ne nous a pas paru répondre à la structure de la phytocénose étudiée. En effet, la colonisation du Schorre par l'*OBIONE portulacoides* se fait essentiellement par marcottage ; les stolons, très longs et nombreux, sont généralement dépourvus de racines ; les pieds mères sont inégalement dispersés dans la prairie. La teneur du sol en racines est, de ce fait, très variable d'un endroit à un autre, et il aurait fallu multiplier de tels prélèvements pour obtenir une valeur moyenne acceptable.

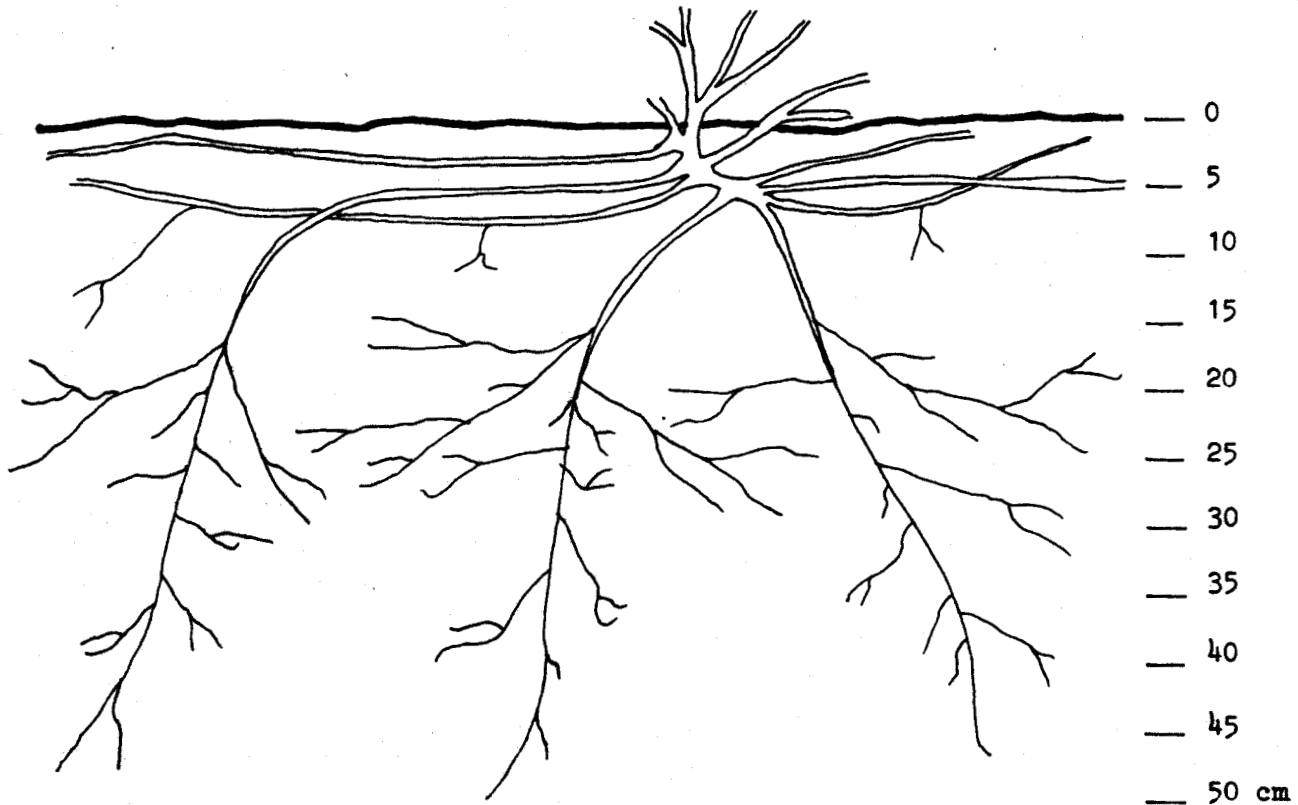
Les techniques, qui consistent à établir des fosses d'observations munies de lames de verre ou de grillage, permettent le comptage sur place des racines. De telles méthodes sont toutefois plus qualitatives que quantitatives et s'adressent particulièrement aux écologistes étudiant spécifiquement la productivité souterraine. Du fait de l'immersion régulière du Schorre, elles se révélaient, de plus, inapplicables ici.

Comme de nombreux auteurs qui ne portent pas un intérêt particulier à la productivité de l'appareil racinaire, nous avons cherché un rapport moyen appareil racinaire/appareil aérien, établi sur plusieurs plants.

(1) H. LEITH, 1968 : *Determination of plant dry matter production.*

Les différents échantillons étudiés nous ont permis d'apprécier l'appareil racinaire à environ 10 % du poids sec de la plante entière.

La structure de cet appareil racinaire, déduite de plusieurs coupes pratiquées dans le sol, peut être interprétée comme suit :



On remarque la prépondérance des stolons dans l'horizon superficiel. Les zones moyennes, de 5 à 15 cm, sont parcourues de manière plus ou moins régulière par les grosses racines, à partir desquelles divergent les radicelles. Ces dernières présentent une large extension horizontale à une profondeur de 15-25 cm, quelques unes d'entr'elles s'enfonçant plus profondément.

Les difficultés de récolte et d'échantillonnage ne nous ont pas permis de suivre l'évolution de la biomasse de l'appareil racinaire. Dans la suite de ce travail, nous entendrons donc par biomasse et productivité, la biomasse et la productivité aériennes.

Les mesures de production primaire, réalisées ici, ne concernent que les organes situés au-dessus du sol. Les évaluations de productivité ne tiennent pas compte de la production souterraine.

IV - Productivité primaire :

Nous avons chiffré l'accroissement de biomasse à 15,3 T/hect/an avec un intervalle de confiance de 0,4 T.

Nous négligeons les pertes par consommation et estimons les chutes d'organes aux environs de 5,4 T/hect. Cette dernière mesure ne constituant qu'un ordre de grandeur, il est impossible et inutile d'apprécier l'intervalle de confiance. La productivité s'élève donc à 20,7 T/hect/an avec un intervalle de confiance de $\pm 0,4$ T.

La production annuelle de l'ensemble de la prairie à obione, recouvrant une superficie de 152 hectares, s'élève à 3146 T. Au coefficient de sécurité de 95 % l'intervalle de confiance est de ± 60 T.

V - Méthodes indirectes :

En plus de la mesure directe de la biomasse, différentes méthodes indirectes, encore appelées méthodes de corrélation peuvent être appliquées pour évaluer la production primaire. Si elles ne conduisent pas obligatoirement à une estimation chiffrée, elles permettent d'apprécier certains facteurs de productivité tels l'indice foliaire, la durée de foliation, l'importance du rapport organes chlorophylliens/organes non assimilateurs, la structure de la phytocénose.

1) Analyse de croissance foliaire :

L'importance de la surface assimilatrice est un facteur primordial de productivité ; aussi il nous a semblé utile de

PLANCHE 19.

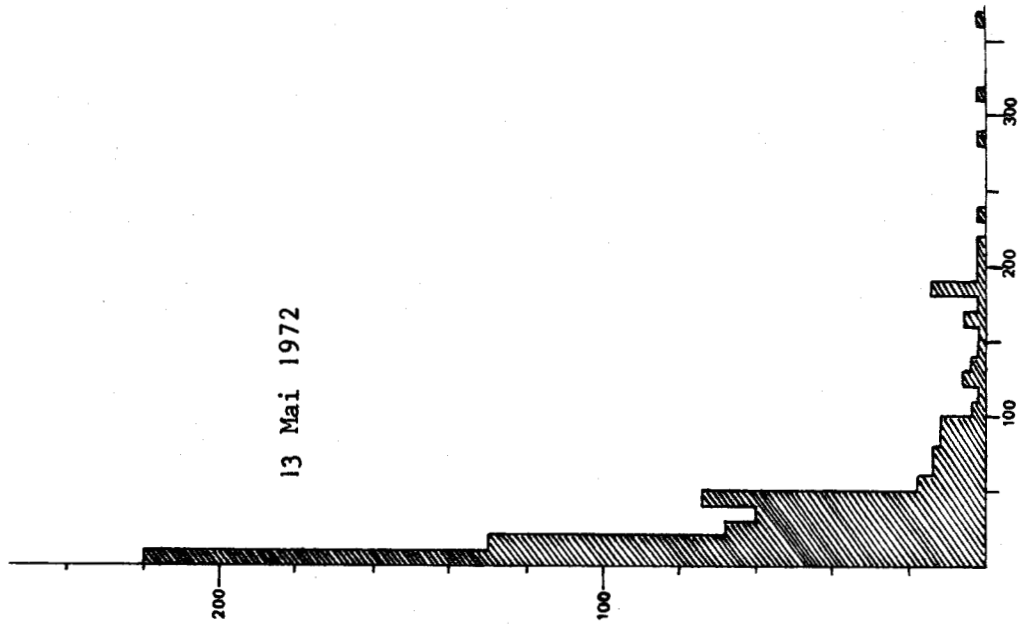
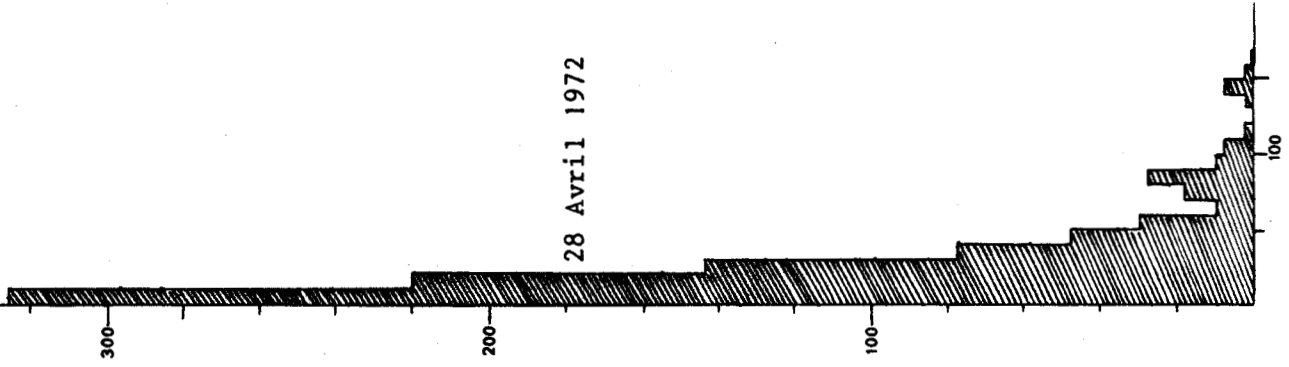
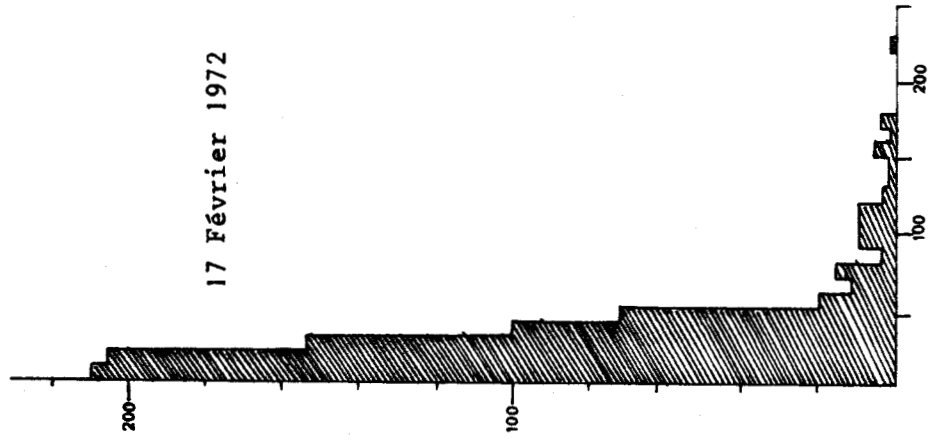
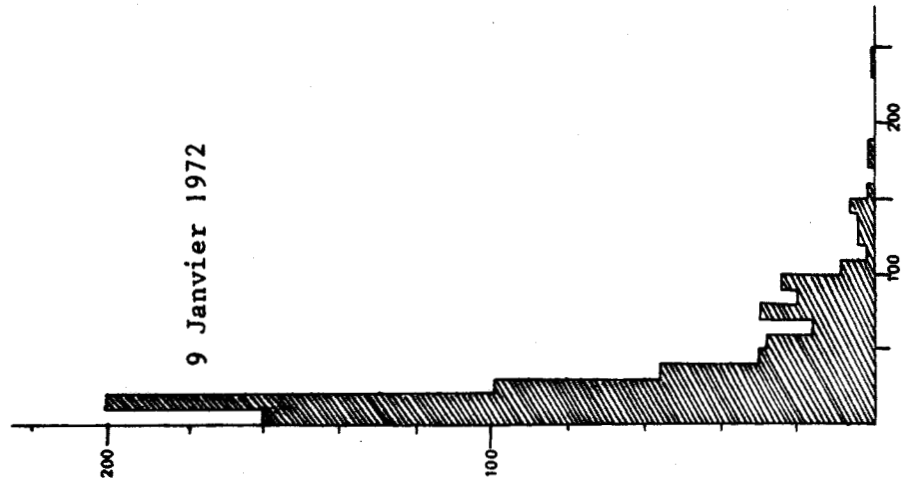
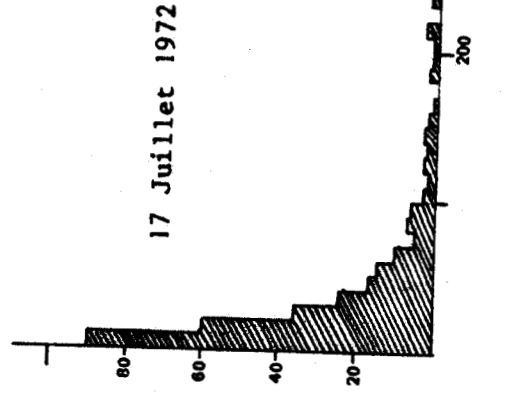
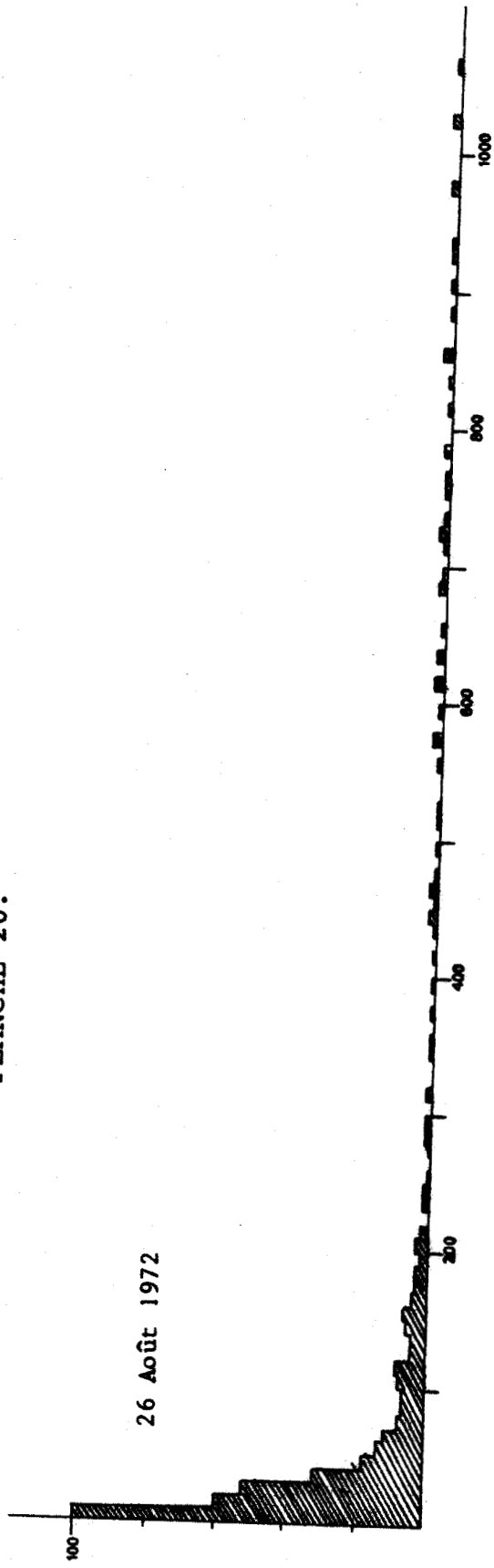


PLANCHE 20.



26 Septembre 1972

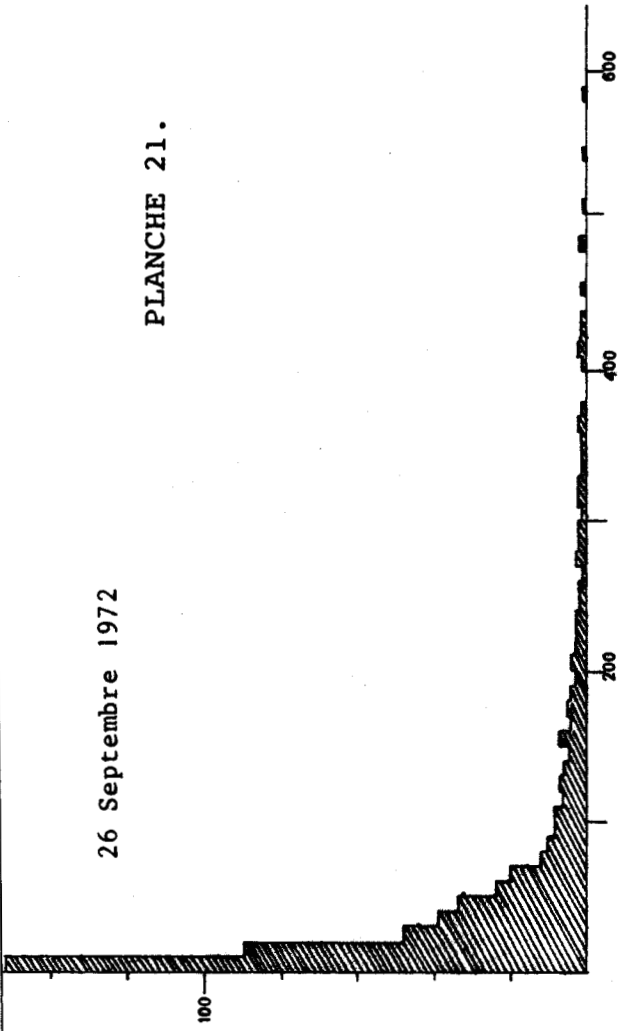
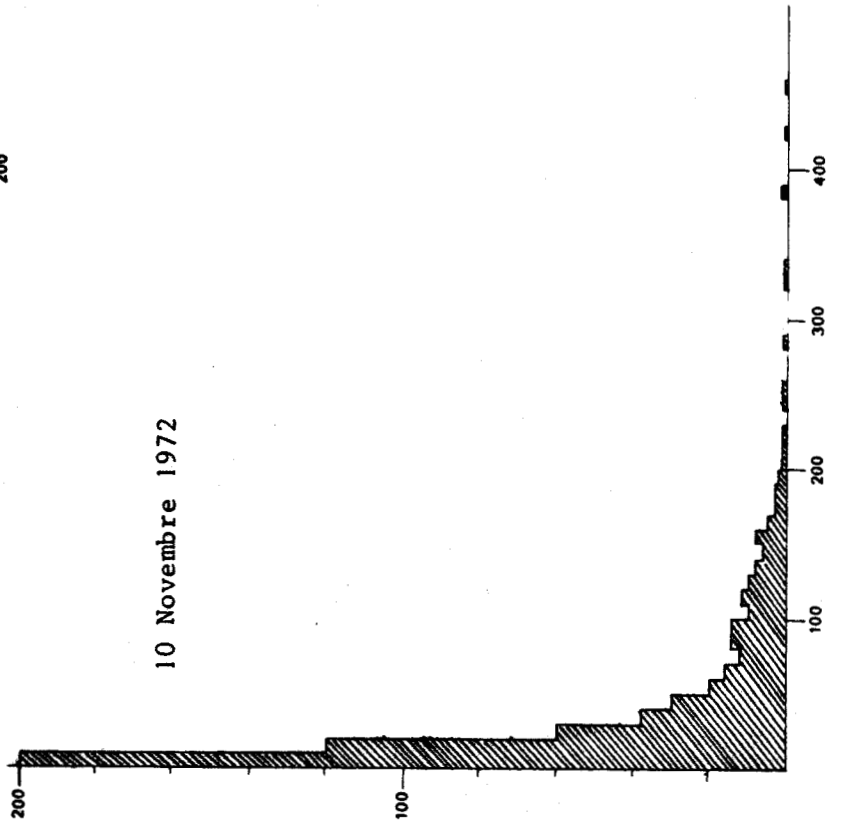
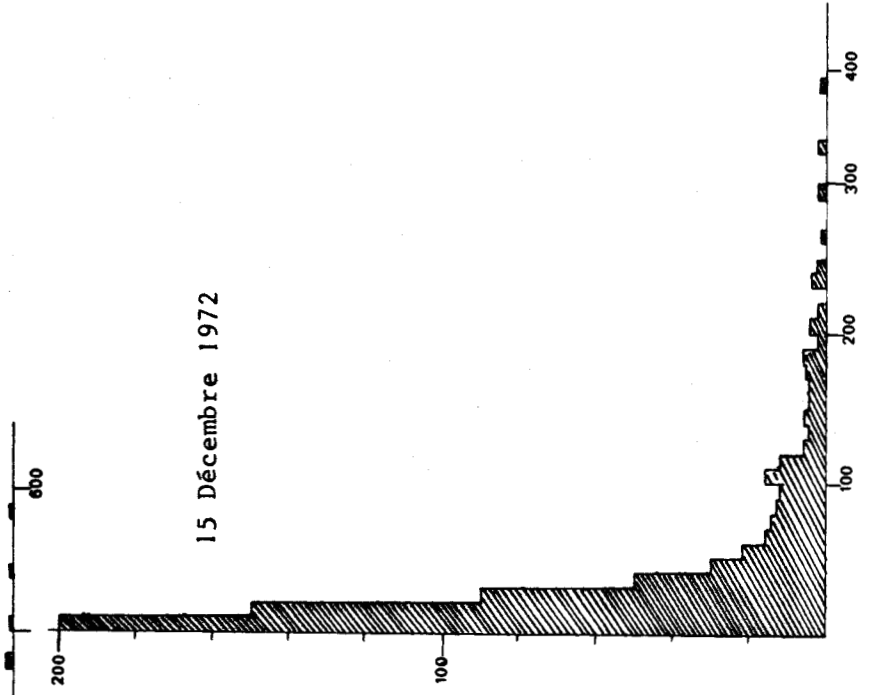


PLANCHE 21.

10 Novembre 1972



15 Décembre 1972



doubler l'analyse de croissance générale de l'obione par l'étude de l'évolution de la surface foliaire. Elle a été réalisée sur un échantillon de 20 gr. de matériel frais, ce qui représente entre 500 et 800 feuilles selon leur taille. Ces feuilles proviennent d'environ 30 ou 40 rameaux, prélevés dans le matériel récolté. Ils sont entièrement défoliés, on obtient ainsi un échantillonnage complet de toutes les tailles présentes sur les plantes. On mesure la surface unitaire de chaque feuille ; les résultats sont ordonnés en classes de 10 mm^2 .

Les planches 19-20-21 figurent les histogrammes moyens obtenus. L'effectif est porté sur l'axe des ordonnées ; la surface foliaire, exprimée en mm^2 , sur l'axe des abscisses.

Ces distributions nous montrent :

- un pic toujours marqué pour les petites surfaces foliaires. Il traduit le renouvellement continu des feuilles tout au long de l'année ;

- ce pic s'accroît nettement au mois d'Avril traduisant ainsi la poussée de printemps 72 ;

- au mois d'Août, les distributions sont plus étalées ; on assiste à la croissance de la surface foliaire ; celle-ci peut croître de 350 mm^2 en Mai à plus de 1.000 mm^2 en Juillet-Août ;

- dès le mois de Septembre on remarque la régression du nombre de grandes feuilles. Elles sont exportées par les marées d'équinoxe, ce qui provoque la brusque diminution de la biomasse en place. Cette régression est ensuite progressive durant l'automne et l'hiver.

2) Indice foliaire :

.....

Nous signalons que les histogrammes précédents ne traduisent qu'une analyse de croissance et, qu'en aucun cas, ils ne peuvent rendre compte de l'importance de la foliation. Cette dernière ne peut être mise en évidence que par l'étude de l'indice foliaire : il représente la surface des organes chlorophylliens par

rapport à l'unité de surface de sol. Il dépend bien sûr de la potentialité génétique de l'individu, du stade de développement végétatif des individus et de la densité de population.

Nous l'avons calculé à partir de l'échantillon de 20 gr. de feuilles. Le produit de la surface totale de cet échantillon par le double de la biomasse des feuilles recueillies sur les diverses parcelles nous donne l'indice foliaire en m^2 de surface assimilatrice par m^2 de sol.

Nous trouvons les valeurs moyennes suivantes :

le 9.1.72	1,26
le 17.2.72	1,24
le 28.4.72	1,60
le 13.5.72	1,77
le 17.7.72	5,19
le 26.8.72	6,12
le 26.9.72	3,62
le 10.11.72	2,58
le 15.12.72	1,61

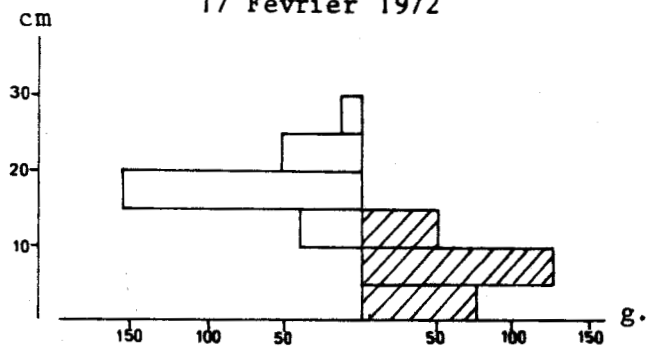
On notera l'importance relative de la surface chlorophyllienne durant l'hiver, importance d'autant plus compréhensible que les organes assimilateurs sont ramassés dans une strate excédant rarement 40 cm.

De Mai à Juillet, l'indice croît rapidement pour atteindre des valeurs maximales voisines de 6 en Août. Cette valeur doit représenter l'optimum de foliation, car nous avons observé un jaunissement et un flétrissement des feuilles situées à la base de la strate. Cet étiolement est, sans doute, à attribuer au manque de luminosité reçue.

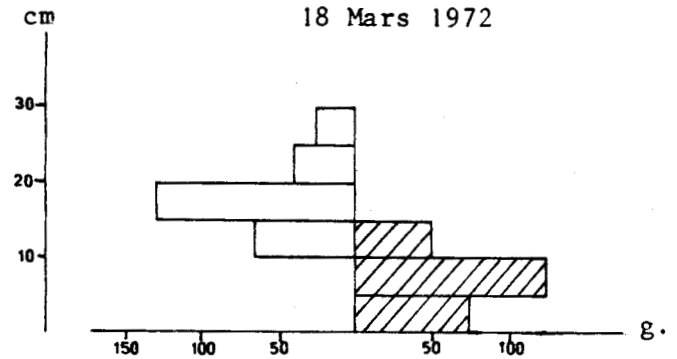
Pendant l'automne l'indice décroît progressivement avec l'exportation régulière de matériel.

PLANCHE 22. - STRUCTURE DE LA PHYTOCENOSE.

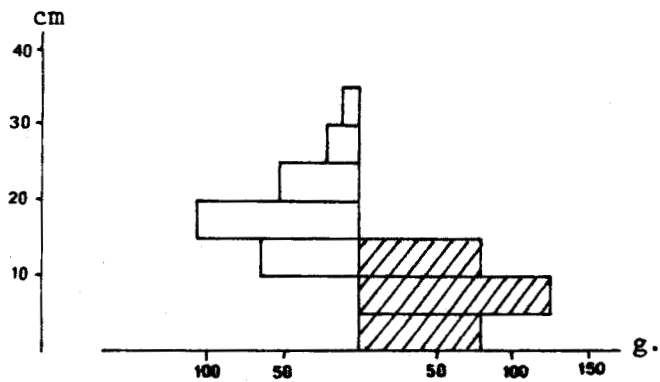
17 Février 1972



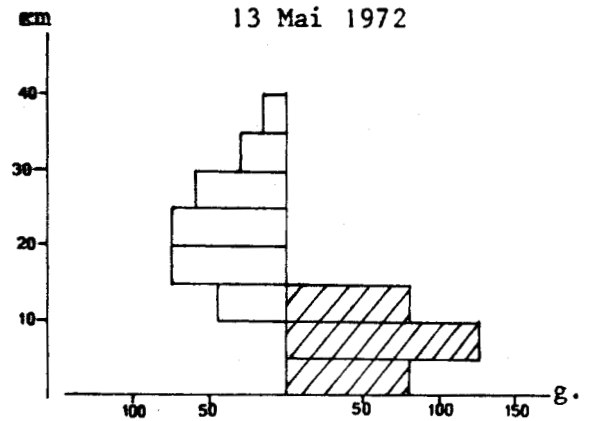
18 Mars 1972



28 Avril 1972



13 Mai 1972



3) Structure de la phytocénose :

Nous avons complété l'analyse de croissance par une étude de la structure de la phytocénose. Cette analyse permet de dégager d'autres paramètres intervenant dans la productivité primaire : exposition des organes chlorophylliens, leur extension verticale ou horizontale... Elle vérifie certains résultats obtenus dans l'étude de la croissance, comme l'importance du rapport "organes assimilateurs/organes non assimilateurs".

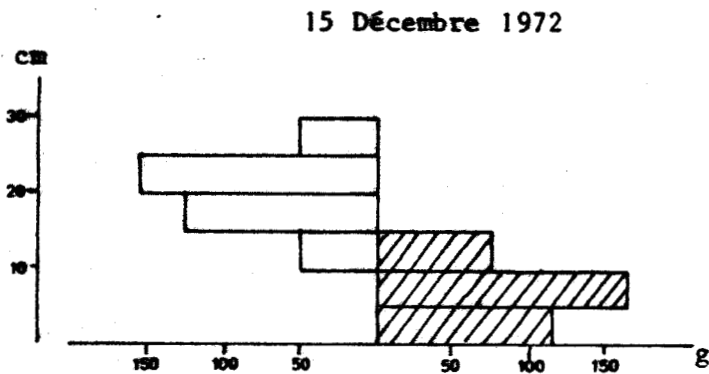
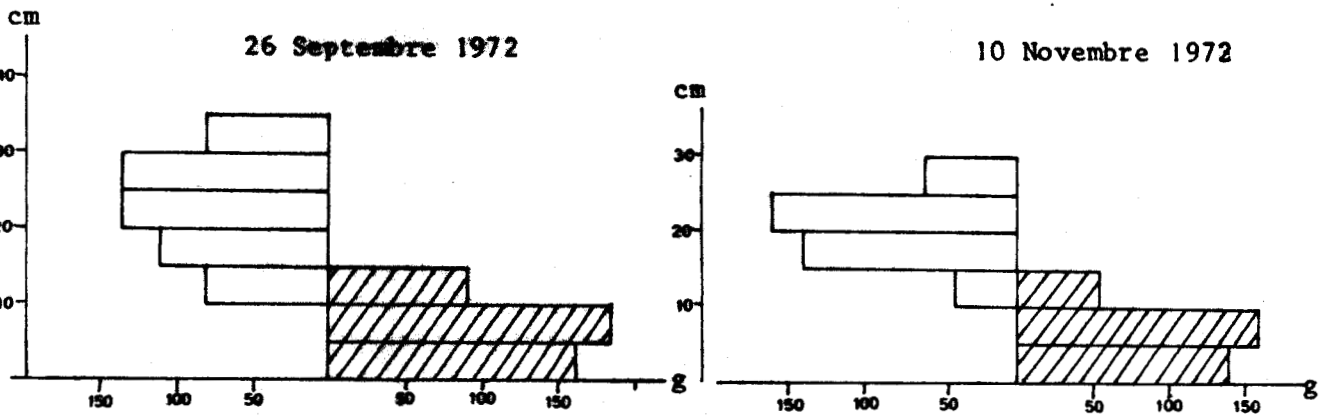
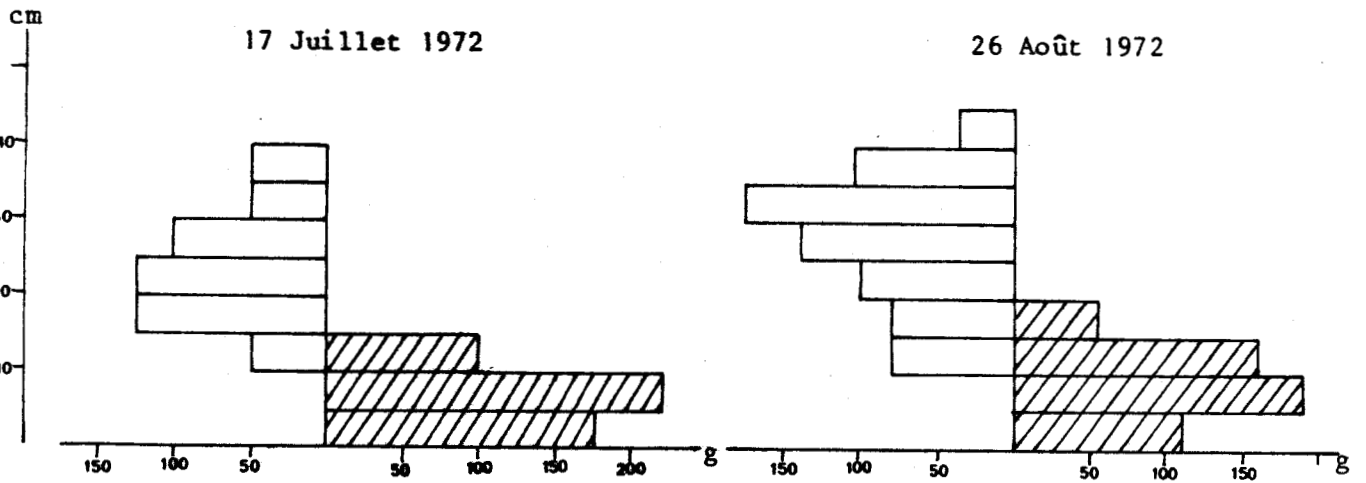
Pour cette étude, ECKART⁽¹⁾ propose de compartimenter la phytocénose, en effectuant des coupes horizontales, parallèles au sol, espacées d'une distance régulière variable selon la hauteur de la strate.

Dans la prairie à obione, où les plus hauts plants ne dépassent guère 40 cm, il paraissait logique d'établir des coupes de 5 en 5 cm. Mais comment réaliser des tailles aussi rapprochées dans une strate aussi dense ? Une erreur minime d'1 cm, aurait entraîné une fluctuation des résultats. Aussi nous avons substitué une observation objective à cette méthode "manuelle". Sur plusieurs coupes verticales dans la strate nous avons apprécié de 5 en 5 cm, le pourcentage des organes assimilateurs et des organes consommateurs d'énergie (énergie consommée par respiration). Nous sommes arrivé à une évaluation moyenne de cette structure qui est transcrite dans les diagrammes figurés planches 22 et 23

Les biomasses sont indiquées en poids sec. Au gauche, nous avons placé les organes chlorophylliens, F, fournisseurs d'énergie, à droite les organes lignifiés, C, qui consomment par respiration une partie des glucides initialement synthétisés.

(1) F.E. ECKART et col., 1971 : *Fonctionnement de l'écosystème au niveau de la production primaire.*

PLANCHE 23. - STRUCTURE DE LA PHYTOCENOSE.



Nous notons immédiatement que ces diagrammes nous donnent une très bonne image de la population observée sur le terrain.

D'une manière générale nous remarquons que la biomasse consommatrice d'énergie demeure relativement faible par rapport à celle des organes fournisseurs : le rapport organes chlorophylliens/biomasse totale reste généralement supérieur à 1/2.

On remarquera également la disposition favorable, au sommet de l'unique strate, de la majeure partie des organes assimilateurs recevant ainsi le maximum de lumière. Pendant le développement végétatif de l'obione, la hauteur de la strate n'augmente que d'une dizaine de centimètres. L'accroissement des organes assimilateurs s'effectue donc horizontalement. Cette extension horizontale des organes chlorophylliens favorise, de même, la distribution de l'énergie lumineuse.

VI - Conclusions :

L'analyse de la croissance et de la structure de la prairie à obione nous permet de dégager certains facteurs de productivité potentielle élevée :

- importance de la foliation. Elle est traduite par l'indice foliaire qui dépasse 6 en été. On remarque également que l'obione reste feuillée durant l'hiver ;

- importance des organes chlorophylliens par rapport à la biomasse totale ; ce rapport reste voisin de 1/2 ;

- bonne exposition des organes assimilateurs situés au sommet de l'unique strate.

La productivité mesurée, de 20,3 T/ha, confirme l'idée de forte productivité potentielle. Toutefois, le matériel synthétisé ne conduit pas à un accroissement de la biomasse de la phytocénose qui retrouve, chaque année, un palier hivernal minimum. La

phytomasse produite entre dans un cycle d'utilisation particulière ; une partie du matériel élaboré est régulièrement soustraite par la marée, de sorte que la croissance de la prairie est toujours en équilibre avec le milieu. D'une manière synoptique, nous pouvons dire que la biomasse résulte de deux facteurs antagonistes : activité photosynthétique des plantes - exportation du matériel synthétisé . Cette harmonie de croissance de l'*OBIONETUM* est à rapprocher du fait que cette formation végétale constitue la végétation climacique du biotope.

Cette exportation régulière, qui présente néanmoins un maximum avec les marées de vives eaux automnales, participe à l'alimentation continue des chaînes trophiques marines.

Ainsi, dans ce milieu spécifique, où influe fortement le rythme d'immersion, la productivité primaire se traduit par une perpétuelle mise à la disposition des consommateurs, du matériel végétal élaboré.

La production végétale ne présente qu'une stagnation réduite, elle est constamment intégrée dans la chaîne trophique.

C. - LES AUTRES FORMATIONS VEGETALES.I - Formations à *SUAEDA maritima* :

Sur la rive droite, en haute Slikke près de l'embouchure de la Canche, *SUAEDA maritima*, forme une pelouse pratiquement monospécifique qui s'étale sur près d'un hectare. C'est dans cette zone homogène que les mesures ont été effectuées. Nous avons appliqué la méthode de fauchage de parcelles-échantillons. Notre travail a cependant été facilité du fait que la biomasse aérienne durant l'hiver est nulle. Au principe d'une série de récoltes échelonnées dans le temps, nous avons substitué une récolte unique s'opérant en fin de cycle de végétation ; la biomasse peut alors être confondue avec la productivité.

Le 26 Septembre, nous avons prélevé la totalité de la phytomasse sur 6 cercles d' $1/2 \text{ m}^2$. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Poids frais	Poids sec
1	1532	260,4
2	1678	284,7
3	1740	292
4	1627	277,5
5	1485	255,9
6	1596	271,3

Le poids des récoltes séchées à l'étuve (85°C jusqu'à poids constant) donne une valeur moyenne de 274 grs.

L'écart quadratique moyen, de $\sigma = 13$, traduit bien la faible dispersion des résultats autour de cette moyenne, et l'homogénéité de la phytocénose étudiée.

L'écart standard de la moyenne de $\delta = 6$ nous conduit à un intervalle de confiance de ± 12 grs. au coefficient de sécurité de 95 %.

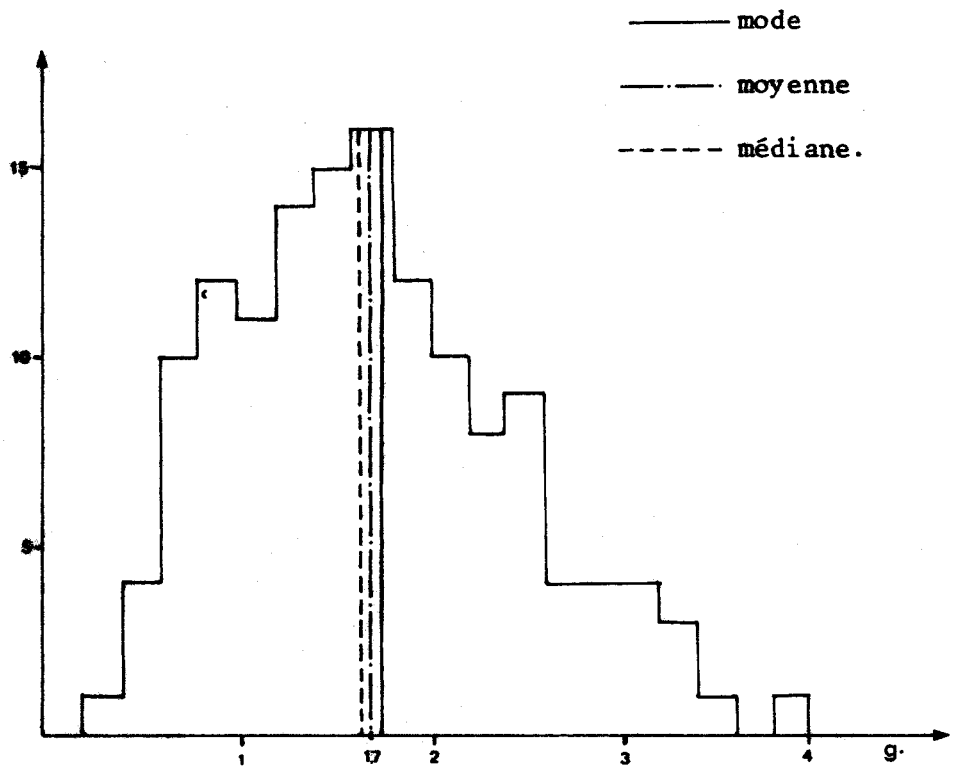
PLANCHE 24. - ECHANTILLONNAGE DE *SPARTINA townsendi*.

1) Bénénombrements.

nb individus
relevés par m².

1	268
2	273
3	240
4	207
5	236
6	248
7	257
8	218
9	226
10	243
11	232
12	247

2) Distribution des biomasses individuelles.



La productivité s'élève donc à 5,5 T/ha avec un intervalle de confiance de $\pm 0,25$ T.

Pour l'ensemble des formations à *suaeda*, qui recouvrent une superficie d'environ 4 hectares, nous évaluons la production primaire totale à 22 T avec un intervalle de confiance de ± 1 T.

II - Formations à *SPARTINA townsendi* :

La biomasse en place a été calculée par la méthode de la récolte d'individus. A l'intérieur des touffes à *SPARTINA townsendi*, qui se multiplie végétativement, nous avons relevé le nombre de rejets aériens présents sur une surface circulaire d' $1/2$ m². Les 12 dénombrements effectués le 26 Septembre 1972, nous conduisent à un peuplement moyen de 240 rejets/m².

L'écart type est de $\sigma = 18$.

L'écart standard de la moyenne de $\delta = 6$.

On remarque la faible dispersion des résultats uniquement due à l'homogénéité de la population à l'intérieur des touffes de végétation.

La moyenne pondérée de la biomasse individuelle, établie sur un effectif de 139 pieds et de 1,7 grs. (poids sec)

avec $\sigma = 0,74$

et $\delta = 0,06$

Ces données nous conduisent à une productivité moyenne de 4,1 T/ha. Au coefficient de sécurité de 95 %, elle est comprise entre 3,6 T et 4,6 T/ha.

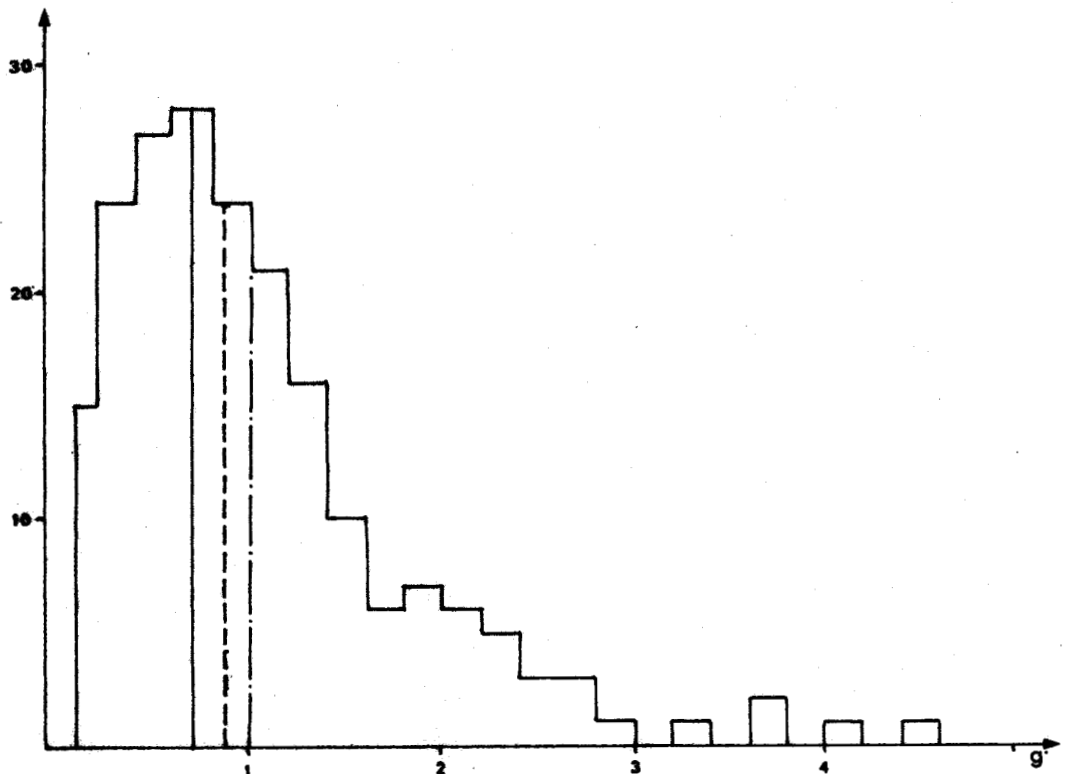
Nous estimons cependant que vue la physionomie particulière des peuplements à *SPARTINA townsendi*, en touffes isolées et dispersées sur les vases nues de la Slikke, il est difficile, à priori, de parler de productivité primaire à l'hectare. Le nombre de 4,1 T n'est donc indiqué que pour mémoire.

PLANCHE 25. - ECHANTILLONNAGE DE *SALICORNIA europaea* .

1) Dénombrements

relevés	nb. individus par m ² .
1	348
2	677
3	186
4	288
5	439
6	570
7	613
8	203
9	295
10	381
11	317
12	713
13	142
14	157
15	249
16	174
17	271
18	421
19	236
20	259

2) Distribution des biomasses individuelles.



III - Formations à *SALICORNIA europaea* :

Nous avons évalué la productivité des formations à *SALICORNIA europaea* par la méthode de récolte d'individus. Le problème d'échantillonnage est cependant rendu plus complexe par la diversité des peuplements que nous avons décrit dans le chapitre "Etude de la Végétation". Les dénombrements ont été ici effectués sur des surfaces d' 1m^2 afin d'obtenir un échantillonnage plus représentatif. Dans le même but, ces dénombrements, effectués le 16 Octobre, ont été portés à 20. Nous nous sommes efforcé d'obtenir à travers cet échantillon une image de l'ensemble de la population. Ces relevés nous conduisent à un peuplement moyen de 308 individus/ m^2 avec

$$\sigma = 163$$

$$\delta = 38$$

La moyenne pondérée de la biomasse individuelle, établie sur un effectif de 201 pieds est de 1 gr. avec

$$\sigma = 0,8$$

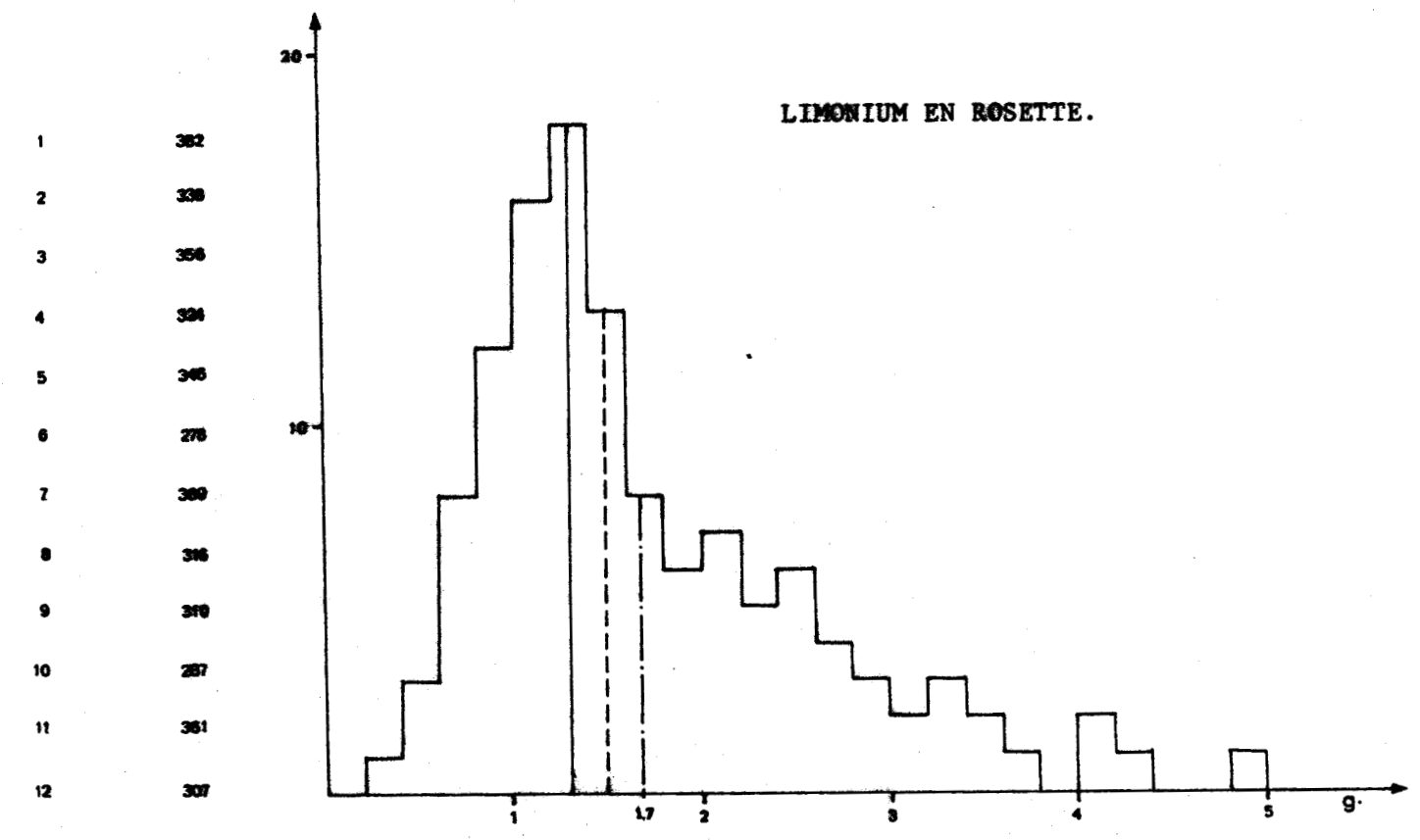
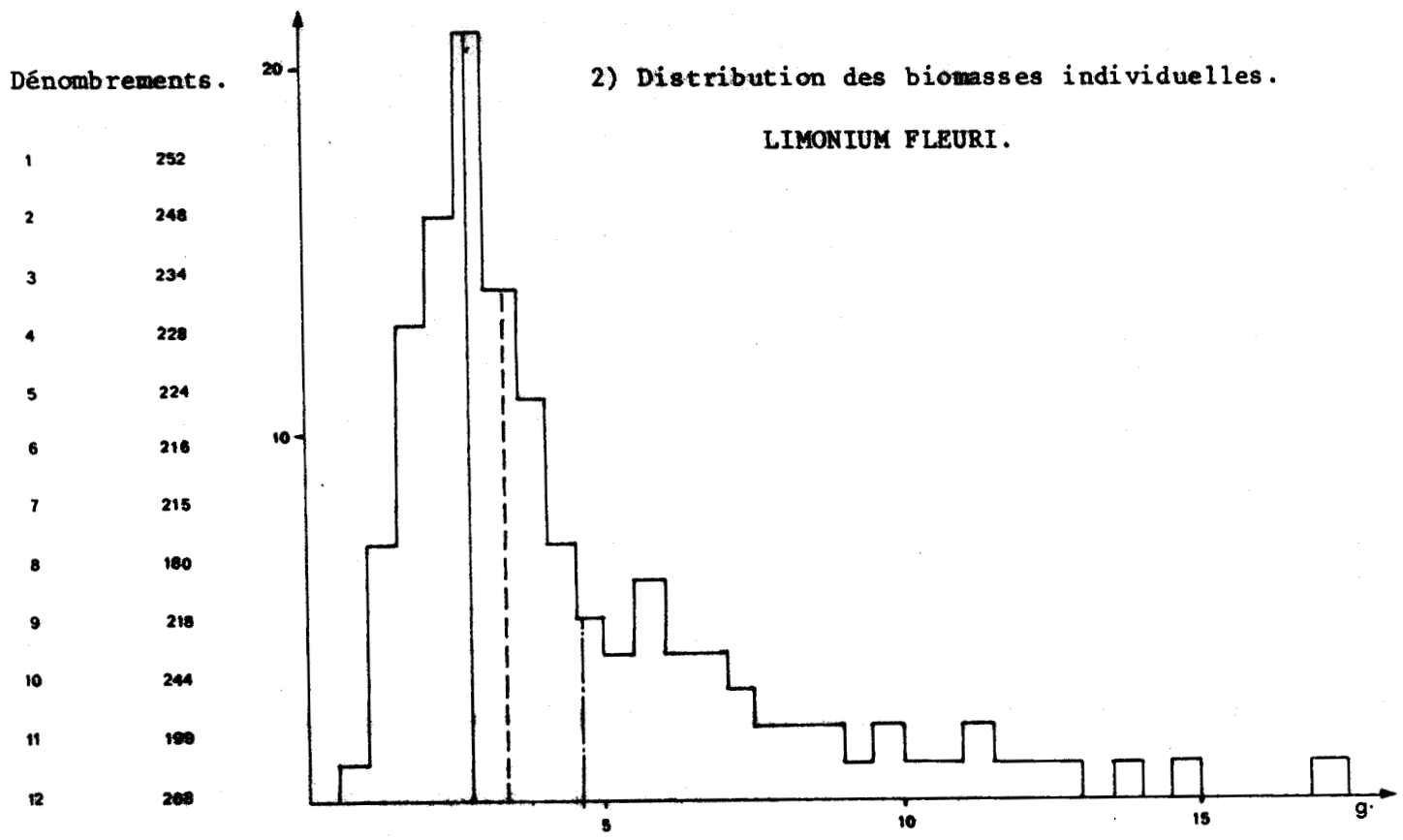
$$\delta = 0,06$$

L'hétérogénéité de la population est traduite par l'étalement de l'histogramme de distribution des poids de chaque individu (poids individuel variant de 0,2 gr. à 20 fois plus) et surtout par la fluctuation du nombre de plantes par m^2 (variant de 142 à plus de 700). Le fort écart type et l'ample marge d'incertitude sur ces mesures rendent compte de ces variations.

Les résultats obtenus nous conduisent à une productivité primaire de 3,1 T/ha (poids sec) comprise, au coefficient de sécurité de 95 %, entre 2,2 T et 4 T/hect.

Pour l'ensemble de ces populations à salicorne, recouvrant 4 hectares, la production primaire globale moyenne est de 12 T., avec un intervalle de confiance de ± 4 T.

PLANCHE 26. - ÉCHANTILLONNAGE DE *LIMONIUM vulgare*.



IV - Formations à *LIMONIUM vulgare* :

La couverture végétale de cette pelouse est essentiellement constituée par *LIMONIUM vulgare* et *PLANTAGO maritima*. *TRIGLOCHIN maritima* et *PUCCINELLIA maritima* sont également présents, mais moins abondants.

Pour chiffrer la productivité de cette formation, nous avons effectué des mesures concernant les deux espèces les plus représentées. On verra toutefois que la productivité du plantain est très faible par rapport à celle du limonium, espèce largement dominante.

Pour évaluer la production primaire du *LIMONIUM vulgare* nous avons été amené à distinguer le limonium en rosette de 1ère année, et le limonium fleuri de 2ème année. L'homogénéité du peuplement et celle des premiers résultats trouvés, nous ont amené à considérer 12 dénombrements, effectués sur des surfaces circulaires d'1 m², comme suffisants pour satisfaire aux exigences de l'échantillonnage.

Du fait de l'ample prélèvement des hampes florales, par les promeneurs, les mesures de terrains ont du être effectuées très tôt : le 17 Juillet. Elles nous donnent les résultats moyens suivants :

limonium en rosette : 331 individus par m²

avec : $\sigma = 31$

et : $\delta = 9$

limonium fleuri : 222 individus par m²

avec : $\sigma = 18$

et : $\delta = 5,5$

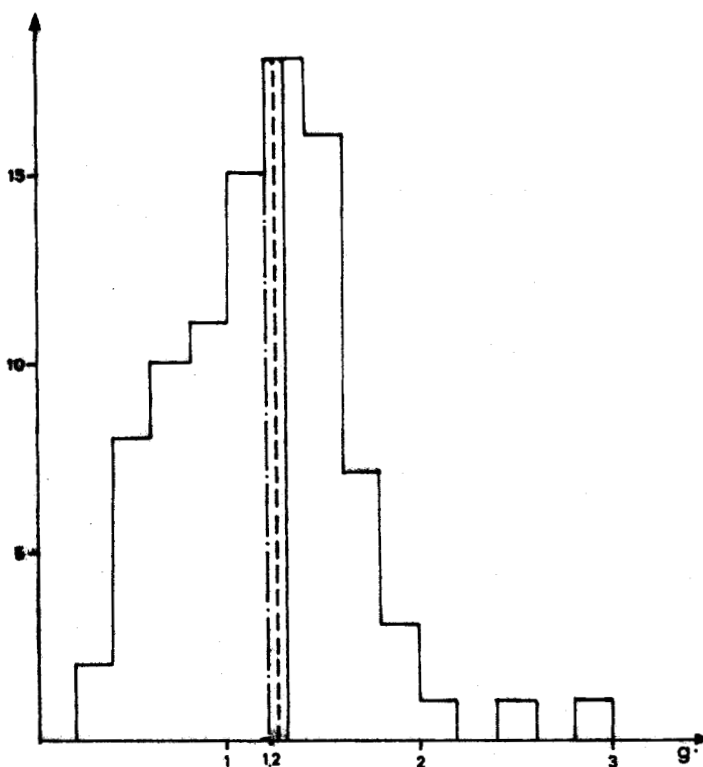
La biomasse des individus a été calculée plus tard, en fin de cycle de végétation, le 29 Août.

PLANCHE 27. - ECHANTILLONNAGE DE *PLANTAGO maritima*.

1) Dénombrements

relevés	nb. individus par m ²
1	90
2	98
3	116
4	119
5	120
6	94
7	114
8	84
9	104
10	98
11	122
12	114
13	167
14	122
15	146
16	137
17	117
18	84
19	108
20	103
21	172
22	94
23	83
24	148
25	146

2) Distribution des biomasses individuelles.



Pour le limonium en rosette, la moyenne pondérée établie sur 122 individus est de 1,72 grs.

avec $\sigma = 0,9$
et $\delta = 0,08$.

Celle du limonium fleuri, établie sur 134 individus est de 4,5 grs.

avec $\sigma = 3,1$
et $\delta = 0,25$

Nous aboutissons à des productivités respectives de 5,63 T/hect. de matière sèche, pour le limonium en rosette et de 9,99 T/hect. pour le limonium fleuri. Les intervalles de confiance sont respectivement de $\pm 0,4$ T et 0,6 T.

La variabilité des résultats obtenus pour *PLANTAGO maritima* sur ces 12 premiers dénombrements nous a amené à porter leur nombre à 25. Nous obtenons alors une fréquence moyenne de 120 individus par m² avec un écart quadratique moyen de $\sigma = 32$ et un écart standard de la moyenne de $\delta = 7$.

Ces valeurs relativement élevées montrent la dispersion des résultats et l'hétérogénéité des populations du plantain. La moyenne pondérée de la biomasse individuelle, établie sur un effectif de 93 pieds, se situe à 1,2 grs.

avec $\sigma = 0,46$
et $\delta = 0,05$.

Ces données nous conduisent à une productivité de 1,44 T/hect, avec un intervalle de confiance de $\pm 0,15$ T.

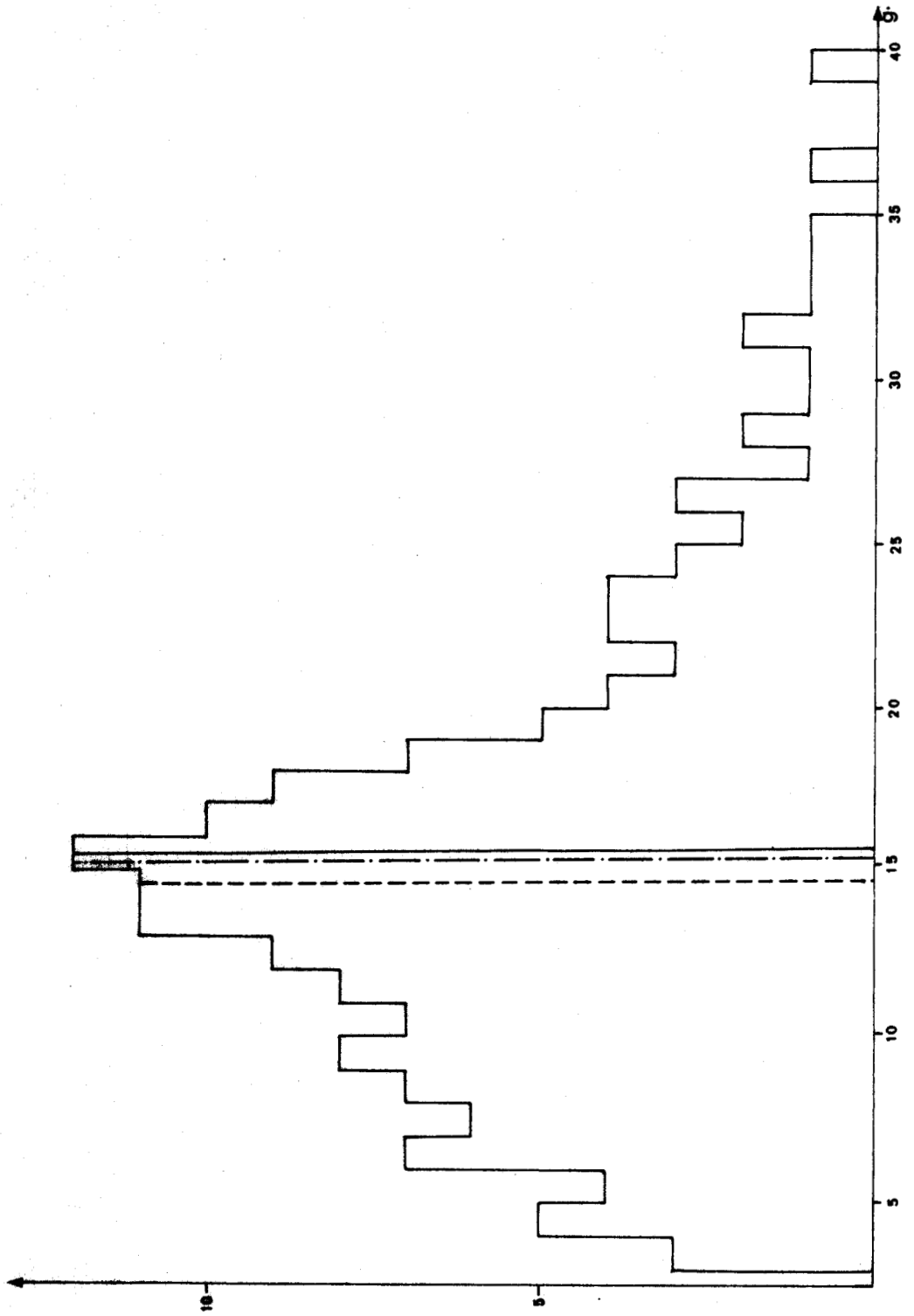
Vu cette faible productivité du plantain, pourtant bien représenté dans cette pelouse, nous avons négligé celle des autres espèces telles *TRIGLOPHIN maritima* et *PUCGINELLIA maritima*. Ces dernières nous auraient conduit à des valeurs très faibles.

PLANCHE 28. - ECHANTILLONNAGE D'ASTER tripolium.

1) Dénombrements

1	160
2	65
3	71
4	116
5	89
6	132
7	128
8	165
9	86
10	105
11	119
12	135
13	147
14	85
15	123
16	112
17	119
18	92
19	132
20	157
21	116
22	127
23	93
24	77
25	161

2) Distribution des biomasses individuelles.



Les mesures effectuées sur les deux espèces dominantes, nous conduisent à une productivité de 17 T/hect. comprise, à l'intervalle de confiance de 95 %, entre 15,8 T et 18,2 T/hect.

Pour l'ensemble de cette pelouse à limonium, qui couvre environ 9 ha, le matériel élaboré durant une année s'élève à 153 T. avec un intervalle de confiance de ± 11 T.

V - Formations à *ASTER tripolium* :

Dans l'étude de la végétation nous avons distingué deux grands types de formations à aster : des formations "pures", avec un pourcentage de recouvrement de 90 % et des formations en intrication avec l'*OBIONE portulacoides* où le pourcentage de recouvrement peut varier de 40 % à 80 %.

Cette hétérogénéité de peuplement nous a conduit à considérer un échantillonnage plus ample, qui devait être représentatif de l'ensemble de la population. Pour satisfaire à cette exigence nous avons effectué 25 dénombrements sur des surfaces échantillons variant de 4 à 10 m². Ces dénombrements, effectués le 16 Octobre, ne portent pas sur les individus entiers dont la diversité morphologique et la fluctuation du stade de développement végétatif sont grandes, mais sur les tiges aériennes. La fréquence de ces dernières nous semblent plus homogène que celle des individus.

Cette fréquence moyenne est de 115 tiges/m²

avec $\sigma = 27$

et $\delta = 5,5$.

La biomasse établie sur un effectif de 164 tiges nous donne une moyenne pondérée de 15,4 grs.

avec $\sigma = 7,2$

et $\delta = 0,55$.

La productivité s'élève à 17,7 T de matière sèche par hectare. Elle est comprise entre 16,3 T et 19,1 T/ha au coefficient de sécurité de 95 %.

La production totale de ces formations, recouvrant 52 ha, s'élève à 920 T avec un intervalle de confiance de \pm 73 T.

VI - Conclusions :

D'une manière générale les formations colonisant le Schorre sont beaucoup plus productives que celles colonisant la Slikke.

Un simple examen de la physionomie de la végétation nous permet de mieux comprendre cette différence notable : la couverture végétale du Schorre est très dense, le pourcentage de recouvrement est toujours de 100 %, sur la Slikke les phanérogames ne font qu'une timide apparition et le tapis végétal est plus clairsemé.

Une remarque s'impose pour les formations à *SPARTINA townsendi*. Alors que les autres groupements végétaux sont climaciques, cette espèce est apparue sur notre littoral il y a quelques décennies. Elle est donc actuellement en pleine extension. La multiplication de la spartine, s'effectue essentiellement de façon végétative ; il en résulte certainement un important accroissement de la biomasse des parties souterraines, que nous n'avons pas pu chiffrer. Notre évaluation de la productivité des parties aériennes, que nous avons estimée à 4,1 T/ha/an est, pour cette espèce, certainement bien inférieure à la productivité totale.

Les différents échantillonnages réalisés nous montrent que l'écart type dépend étroitement de la physionomie de la population considérée. Pour les formations monospécifiques, ou comportant

une espèce largement dominante, l'écart type est faible. Il s'accroît, malgré un échantillonnage élargi, pour les espèces moins représentées ou présentant une fluctuation dans la densité de peuplement.

Les divers histogrammes de biomasse individuelle montrent souvent un mode qui est inférieur à la moyenne. Les fréquences élevées pour les faibles valeurs et une distribution plus étalée pour les biomasses élevées illustrent bien la concurrence qui existe entre les individus d'une population dense : seule une partie des individus arrivent, à la faveur d'une situation particulière, à une croissance maximale.

Les histogrammes obtenus chez *PLANTAGO maritima* et *SPARTINA townsendi* présentent une allure "en cloche" plus caractéristique :

- Le plantain ne constitue pas l'espèce dominante. Sa fréquence est faible, si bien que l'effet de la concurrence s'estompe.

- Chez la spartine nous avons mesuré la biomasse des rejets aériens, donc d'organes d'un même individu. Nous pensons, que les touffes de spartine sont constituées d'un seul, ou au plus de quelques individus ; la concurrence ne joue pas alors.

PLANCHE 29. - PRODUCTIVITE PRIMAIRE DE LA COUVERTURE VEGETALE.

	superficie	Production à 1'ha.	Production totale.
<i>OBIONE portulacoides</i>	152 ha	20,7 T ± 0,4 T	3150 T ± 60 T
<i>ASTER tripolium</i>	52 ha { - 41 (superposition avec l' <i>OBIONE</i>) - 11 (formations pures)	17,7 T ± 1,4 T	920 T ± 73 T
Formations à <i>LIMONIUM vulgare</i>	9 ha	17 T ± 1,2 T	153 T ± 11 T
<i>SUAEDA maritima</i>	4 ha	5,5 T ± 0,25 T	22 T ± 1 T
<i>SALICORNIA europaea</i>	4 ha	3,1 T ± 0,9 T	12 T ± 4 T
<i>SPARTINA townsendi</i>	11	4,1 T ± 0,5 T	

4250 T ± 150 T

Moyenne de production à 1'hectare : 23,6 T ± 1 T.

D - CONCLUSIONS.

Le tableau figuré planche 29 résume la productivité primaire des principales formations halophiles de la baie de Canche, durant l'année 1972. Nous évaluons la production de la couverture végétale du Schorre à 4.250 T, comprise, au coefficient de sécurité de 95 %, entre 4.100 T et 4.400 T.

Nous pensons toutefois que ce nombre est estimé par défaut. Nous n'avons pas mesuré la productivité des organes souterrains. Nous n'avons pas pris en considération la production des espèces compagnes peu représentées mais néanmoins présentes tels *TRIGLOCHIN maritimum*, *PUCCINELLIA maritima*, *ATRIPLEX hastata*, *GLAUX maritima*.... Nous avons négligé les formations peu étendues en baie de Canche et dont la superficie était difficilement calculable comme le *PUCCINELLIETUM* faciès à *PUCCINELLIA maritima*, les formations à *SPARTINA townsendi*, à *FESTUCA rubra var. littoralis*, à *AGROPYRUM pungens*...

Nous n'avons pas tenu compte de la dense Phragmitaie qui s'étale rive droite sur plusieurs hectares. Nous signalons que la productivité primaire des Phragmitaies se situent généralement autour de 25 T/ha (données de LEITH⁽¹⁾, 1962 et WESTAKLE⁽²⁾, 1963). Ne considérant pas le *PHRAGMITES communis* comme une espèce typique des vases salées et caractéristique du biotope estuaire, nous n'avons entrepris aucune mesure dans la roselière de la baie de la Canche.

De l'étude climatologique, nous avons dégagé que l'année 1972 était une année sèche, à insolation estivale inférieure à la moyenne, et à cycle de végétation réduit par des températures voisines du 0°C tardives.

(1) H. LEITH, 1962 : *Die Stoffproduktion der Pflanzendecke.*

(2) D.P. WESTAKLE, 1963 : *Comparison of plant productivity.*

Ces données nous font considérer la productivité moyenne de la couverture végétale du Schorre, comme légèrement supérieure à celle que nous avons pu établir.

Nous notons que la majeure partie de cette production est fournie par la dense prairie à obione, et que la présence de cette formation sempervirente très étendue, maintient toute l'année la productivité primaire à un niveau élevé.

Le matériel élaboré par le tapis végétal ne stagne pas longtemps sur le Schorre. Exporté par la marée, il alimente régulièrement les chaînes trophiques marines. L'estuaire peut donc être considéré comme un écosystème "ouvert", dont les liens chorologiques sont éloignés. On comprend ainsi que l'influence bénéfique de ces zones littorales saumâtres puisse être sensible très loin au large de la côte.

La synthèse de ces 4.250 T de matière organique engendre une libération de 32.10^5 m³ d'oxygène, ce qui représente la consommation quotidienne par respiration d'une population équivalente à celles des départements du Nord, Pas de Calais, Aisne, Somme, Oise groupés (soit environ 5.500.000 habitants).

Du point de vue énergétique, si l'on admet qu'un gramme de matière sèche libère 4,7 Kcal. (donnée fournie par les tables de GOLLEY*) cette productivité correspond à 2.10^{10} Kcal. A titre de comparaison, cette énergie correspond à l'énergie électrique consommée par la ville, de LILLE (usage domestique et usage industriel) pendant trois semaines*. Autre comparaison: elle équivaut à l'énergie développée par 60 voitures automobiles roulant sans interruption pendant 1 an.

* GOLLEY F.B., 1961 : *Energy values of ecological materials.*

* Note : La ville de LILLE consomme en moyenne 11.10^5 Kwatth. par jour (donnée fournie par l'E.D.F.).

A. - LE MILIEU.1) L'eau de mer :

La mer influence directement les végétaux, lors des submersions du Schorre. Par ses imprégnations périodiques, elle conditionne la composition chimique des sédiments de l'estuaire que nous allons analyser. C'est pourquoi nous rappellerons rapidement les principales constantes du milieu marin. Les données qui suivent sont empruntées* à BRISOU et à SVERDRUP dans BRISOU⁽¹⁾. Dans les textes originaux les teneurs des divers éléments étaient données pour un litre d'eau de mer. Nous ramenons ces nombres en pourcentage, et nous ne citerons que les éléments ayant été retenus pour nos propres analyses.

Densité à 0°C, elle oscille entre 1,024 et 1,030.

Le BH du milieu marin se situe entre 7,5 et 8,5.

Cl	1,898 %	Mg	0,127 %
Na	1,056 %	S	0,088 %
Ca	0,04 %	P	traces.
K	0,038 %		

Il est évident qu'à l'embouchure des fleuves, l'eau de mer est plus ou moins diluée par l'apport d'eau douce.

* Note : Nous n'avons pu entreprendre personnellement les analyses de l'eau de l'estuaire de la Canche. Ce milieu particulièrement riche en microflore et microfaune demande des conditions de conservation particulière : pour préserver l'intégralité originale des échantillons, ceux-ci doivent être congelés au plus tard une demi-heure après leur prélèvement. Cette technique nécessite l'emploi d'un matériel complexe et spécial que nous n'avons pu déployer dans le cadre de cette étude.

(1) BRISOU, 1955. : Microbiologie du milieu marin.

C H A P I T R E V.

P H Y T O G E O C H I M I E.

-..-..-..-

L'activité photosynthétique des végétaux aboutit à une élaboration de matériaux biologiques initialement synthétisés sous forme de glucides. Il en résulte un accroissement de biomasse lié d'une part, à la synthèse chlorophyllienne et aux réactions qui y font suite, d'autre part, à l'absorption de sels minéraux puisés dans le monde abiotique. Une quantité plus ou moins grande de matière minérale, appelée "minéralomasse", est donc incorporée et momentanément stockée dans la phytocénose. Le cycle de ces éléments biogènes peut présenter, au niveau du végétal, une stagnation plus ou moins longue.

Il nous a donc paru utile de définir qualitativement et quantitativement l'importance de ces sels minéraux. Cette étude nous a paru d'autant plus justifiée que nous considérons un milieu extrêmement spécifique : La richesse des vases en sels implique des difficultés nutritionnelles pour les plantes. Ces halophytes ont fait l'objet de nombreux travaux d'ordre physiologique.

Dans cette étude, nous n'abordons pas le problème des halophytes sous la même optique. Nous avons cherché à établir la composition chimique de la matière sèche de différentes espèces bien représentées en baie de Canche, et à évaluer l'importance des éléments stockés par rapport à leurs concentrations dans le substrat. Nous verrons que cette étude phytochimique nous permet de dégager des résultats intéressants.

A. - LE MILIEU.1) L'eau de mer :

La mer influence directement les végétaux, lors des submersions du Schorre. Par ses imprégnations périodiques, elle conditionne la composition chimique des sédiments de l'estuaire que nous allons analyser. C'est pourquoi nous rappellerons rapidement les principales constantes du milieu marin. Les données qui suivent sont empruntées* à BRISOU et à SVERDRUP dans BRISOU⁽¹⁾. Dans les textes originaux les teneurs des divers éléments étaient données pour un litre d'eau de mer. Nous ramenons ces nombres en pourcentage, et nous ne citerons que les éléments ayant été retenus pour nos propres analyses.

Densité à 0°C, elle oscille entre 1,024 et 1,030.

Le PH du milieu marin se situe entre 7,5 et 8,5.

Cl	1,898 %	Mg	0,127 %
Na	1,056 %	S	0,088 %
Ca	0,04 %	P	traces.
K	0,038 %		

Il est évident qu'à l'embouchure des fleuves, l'eau de mer est plus ou moins diluée par l'apport d'eau douce.

* Note : Nous n'avons pu entreprendre personnellement les analyses de l'eau de l'estuaire de la Canche. Ce milieu particulièrement riche en microflore et microfaune demande des conditions de conservation particulière : pour préserver l'intégralité originale des échantillons, ceux-ci doivent être congelés au plus tard une demi-heure après leur prélèvement. Cette technique nécessite l'emploi d'un matériel complexe et spécial que nous n'avons pu déployer dans le cadre de cette étude.

(1) BRISOU, 1955 : *Microbiologie du milieu marin.*

2) Le substrat :a) Techniques et méthodes :

Nous avons effectué cinq prélèvements, à une profondeur de 10-15 cm. Les prélèvements 1 et 2, respectivement situés près des parcelles 5 et 3, ont été réalisés le 18 Mars. Les échantillons, 3 localisé dans le sol de la pelouse à suaeda en haute Slikke, 4 localisé dans le sol de la frange à aster limitant le bas Schorre et 5 localisé près de la parcelle 6, ont été recueillis le 26 Septembre. Ces prélèvements ont été effectués environ 3 heures après les pleines eaux.

Le PH a été déterminé à l'aide d'un PH-mètre électrique à électrode de verre, type METROHM HERISAU. Le sol à analyser est amené à consistance pâteuse par un volume égal d'eau neutralisée.

Les carbonates ont été mesurés par la technique classique du calcimètre de BERNARD.

Sur chacun des échantillons nous avons pratiqué une extraction aqueuse et une extraction acide :

- l'extraction aqueuse est réalisée à partir de 5 grammes de sol sec réduit en poudre. Cet échantillon subit deux lavages successifs à l'eau distillée bouillante pendant un quart d'heure. On recueille la solution après centrifugation et filtration ;

- l'extraction acide s'effectue à partir de 2,5 grammes de sol broyé finement et incorporé dans une solution contenant un volume d'HCl concentré et 2 volumes d'eau distillée. Après une ébullition d'un quart d'heure, le filtrat est recueilli par centrifugation et filtration.

Sur une partie aliquote de l'extraction aqueuse, Cl est dosé par titrimétrie (Ag NO_3 0,1 N) ; S par gravimétrie de Ba SO_4 ; P par colorimétrie du phosphomolybdate d'ammonium.

PLANCHE 30 . - GEOCHIMIE.

ECHANTILLONS	PH	carbonates	Cl	S	P	Na	K	Ca	Mg	
1 {	7,3	33	1,8	+	+	extraction aqueuse	0,98	0,10	0,22	
						extraction acide	1,07	0,27	12,8	
2 {	7,4	36	1,8	+	+	extraction aqueuse	0,89	0,13	0,23	
						extraction acide	0,98	0,28	11,8	
3 {	7,8	8	0,6	+	+	extraction aqueuse	0,20	0,02	0,20	0,02
						extraction acide	0,30	0,04	12,0	0,15
4 {	7,4	28	1,6	+	+	extraction aqueuse	0,80	0,10	0,30	0,08
						extraction acide	1,00	0,30	10,09	0,68
5 {	7,5	31	1,7	+	+	extraction aqueuse	0,70	0,07	0,27	0,09
						extraction acide	1,08	0,34	10,30	0,79

Les dosages colorimétriques ont été réalisés sur appareil JOBIN et YVON type MAROC.

Les autres éléments sont dosés dans l'extraction aqueuse et dans l'extraction acide.

Les cations K, Ca, Na sont mesurés par spectrophotométrie de flamme sur appareil JOBIN et YVON type VARAF.

Mg est mesuré par spectrophotométrie d'absorption atomique, sur appareil BECKMANN type AAS. 1301 couplé à une cellule photosensible du type DB-G.

b) Résultats :

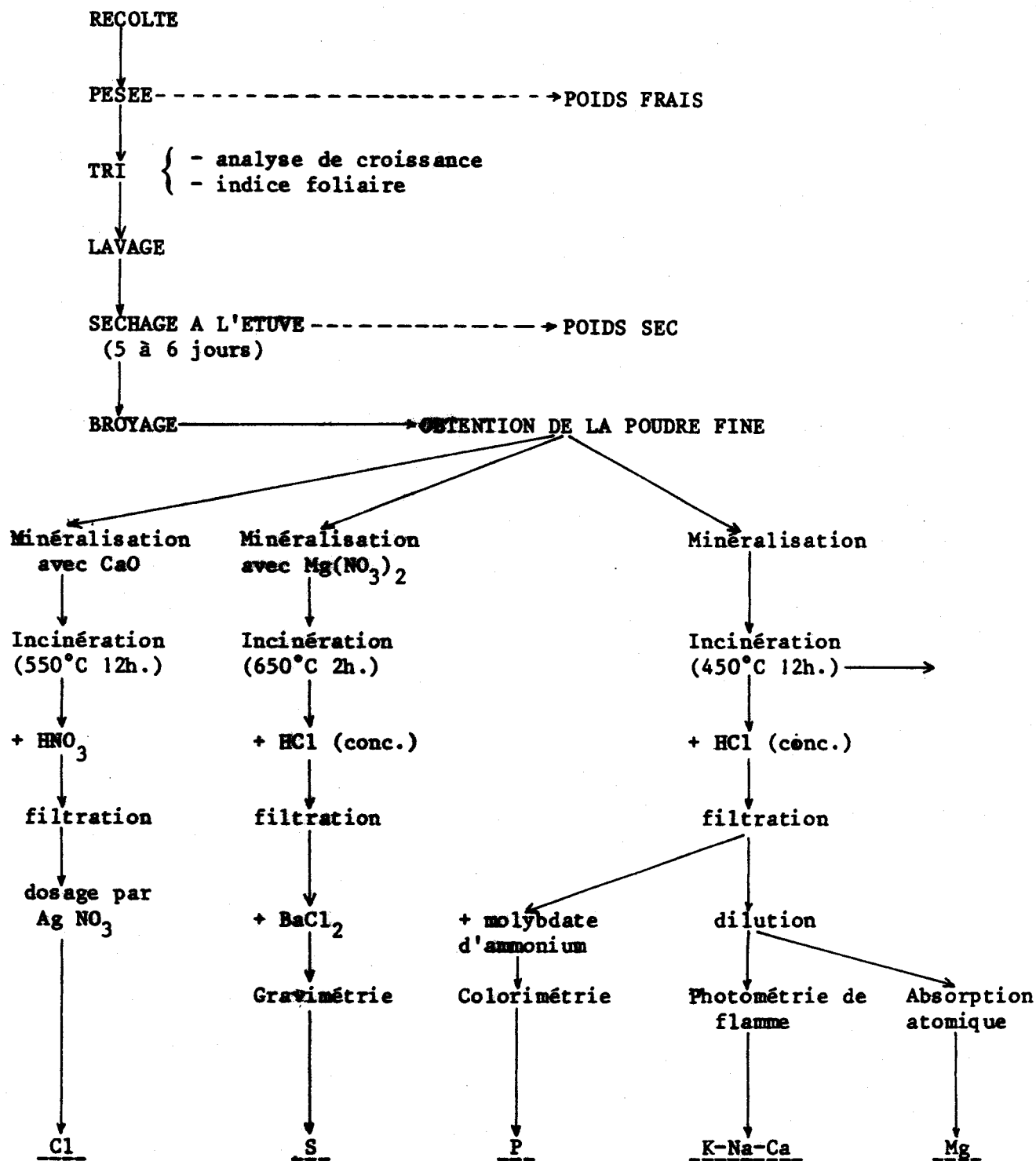
.....
Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau figuré planche 30. Ces résultats sont exprimés en pourcentage du poids des sols séchés plusieurs jours à l'air libre (l'hydratation moyenne est voisine de 40 %).

Le sol du Schorre est essentiellement constitué de fines particules argilo-sableuses. En haute Slikke, près de l'embouchure (échantillon 3), les sédiments sont franchement sableux. Ils représentent typiquement l'assise de CALAIS, facies sables à DONAX. Le substrat est donc beaucoup plus filtrant, ce qui explique les faibles concentrations en éléments minéraux.

Le PH est alcalin. Voisin de 7,4 il varie peu sur le Schorre. Sa relative fixité est due au pouvoir tampon de l'eau de mer. La valeur plus élevée de 7,8, trouvée sur l'échantillon 3, montre la fréquente imprégnation par l'eau de mer à PH alcalin.

La richesse en débris coquilliers est traduite par la forte teneur en carbonates, voisine de 30-35 % pour les prélèvements effectués sur le Schorre.

PLANCHE 31.- RECAPITULATIF DU TRAITEMENT DES RECOLTES.



La chlorinité et la salinité sont proches de celles de l'eau de mer (1,8 % de Cl, 1 % de Na). On notera que ces résultats sont exprimés par rapport au poids sec des sédiments ; la solution du sol est plus riche. Les autres éléments se trouvent dans le sol à des concentrations supérieures à celles de l'eau de mer. On remarquera notamment la forte teneur en calcium comprise entre 10 et 12 %.

Les phosphates et sulfates sont à l'état de traces, non appréciables par les techniques utilisées.

B. - LES PLANTES.

I - Techniques et Méthodes :

La minéralomasse se retrouve après incinération des plantes séchées et broyées en fine poudre. Elle constitue les cendres, objet de l'analyse. La planche n° 31 donne le récapitulatif du traitement des récoltes.

Les chlorures sont dosés par titrimétrie (AgNO_3 0,1 N) après minéralisation douce de la poudre en présence de CaO et incinération 12 heures à 550°C ; les cendres sont alors reprises par l'acide nitrique à chaud (1 volume d' HNO_3 + 3 volumes d'eau distillée).

Les sulfates sont dosés par gravimétrie de BaSO_4 . Les plantes broyées sont minéralisées dans une solution saturée de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, puis incinérées 2 heures à 650°C . La mousse blanche obtenue est dissoute par l'acide chlorhydrique concentré.

Après minéralisation de 12 grs. de poudre végétale et incinération par voie sèche, 12 heures à 450°C , les cendres sont reprises à l'acide chlorhydrique. Dans cette solution, P est dosé par colorimétrie du phosphomolybdate d'ammonium ; les éléments K, Ca et Na

PLANCHE 32. - PHYTOCHIMIE : MOYENNES OBTENUES SUR

OBIONE portulacoides.

	11.11.71	9. 1.72	17. 2.72	18. 3.72	28. 4.72	14. 5.72	17. 7.72	26. 8.72	26. 9.72	10.11.72	15.12.72	15. 2.73	
Feuilles	Cendres	23,9	24,1	25,6	26,4	31,0	35,6	34,7	32,6	28,8	27,5	25,9	26,2
	Cl	9,6	10,1	10,0	9,9	13,9	14,3	14,7	13,2	11,2	10,3	10,7	11,2
	S	0,6	0,55	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6 ¹
	P	0,37	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37	0,29	0,34	0,35	0,39	0,37	0,37
	Na	6,34	6,83	6,63	6,47	7,85	8,20	9,03	8,14	7,35	6,96	6,73	6,75
	K	2,19	2,22	2,16	2,11	2,05	2,10	2,95	2,84	2,67	2,77	2,12	2,03
	Ca	1,25	1,14	1,30	1,76	1,79	1,80	1,38	1,42	1,14	1,17	1,09	1,53
	Mg	0,61	0,57	0,60	0,69	0,82	0,84	0,78	0,81	0,65	0,57	0,55	0,62
Rameaux jeunes	Cendres	9,9	10,1	10,0	10,3	13,0	14,8	18,0	13,9	11,4	10,3	9,6	10,0
	Cl	2,7	2,6	2,7	2,8	3,9	4,7	6,5	4,7	3,5	2,7	2,6	2,2
	S	0,2	0,25	0,3	0,3	0,3	0,35	0,35	0,3	0,25	0,2	0,2	0,2
	P	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,19	0,22	0,21	0,20	0,18	0,19	0,20
	Na	2,30	2,04	1,95	1,85	2,78	3,01	4,06	2,94	2,08	1,76	1,58	1,70
	K	1,37	1,27	1,33	1,30	1,07	1,10	2,69	2,20	1,94	1,57	1,41	1,35
	Ca	1,11	0,93	1,17	1,22	1,27	1,08	0,98	0,93	0,86	0,86	0,84	1,02
	Mg	0,26	0,29	0,31	0,34	0,38	0,34	0,35	0,28	0,22	0,24	0,27	0,30
Rameaux âgés	Cendres	4,8	5,5	6,3	6,3	5,9	6,7	7,4	6,3	5,6	4,9	4,6	5,3
	Cl	1,1	1,0	1,3	1,4	1,3	1,6	2,0	1,6	1,4	0,9	0,9	1,0
	S	0,2	0,1	0,1	0,15	0,17	0,17	0,23	0,13	0,1	0,1	0,1	0,1
	P	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17
	Na	0,71	0,72	0,94	0,88	0,85	0,94	1,03	0,85	0,71	0,56	0,53	0,59
	K	0,53	0,70	0,68	0,63	0,64	0,65	0,99	0,97	0,92	0,72	0,66	0,65
	Ca	0,70	0,73	0,96	0,94	0,92	0,75	0,72	0,60	0,58	0,50	0,52	0,68
	Mg	0,17	0,16	0,18	0,20	0,22	0,22	0,18	0,17	0,16	0,17	0,17	0,18

Les résultats sont exprimés en pourcentage de la poudre végétale séchée à 105°C.

sont mesurés par photométrie de flamme ; la teneur en Mg est déterminée par spectrophotométrie d'absorption atomique.

II - Résultats :

a) L'obione :

.....
Les divers organes des plantes : feuilles, rameaux jeunes et rameaux âgés, ont fait l'objet d'une série d'analyses à chaque récolte. Les résultats de chacune de ces analyses sont mentionnés dans le tableau inclus en fin de volume.

Mises à part les fluctuations dues à l'échantillonnage, nous n'avons pu mettre en évidence aucune variation interprétable entre les différentes parcelles. C'est pourquoi, la planche 32 ne résume que les résultats moyens, obtenus à la même date, sur les 6 échantillons. C'est sur ces moyennes que nous établirons l'interprétation.

b) Les autres espèces :

.....
Les résultats obtenus sur les divers organes des espèces ayant fait l'objet d'analyses sont consignés dans le tableau 33 .

III- Interprétation :

a) L'obione :

.....
Nous remarquons immédiatement la haute teneur en sels minéraux des divers organes de la plante :

- + 30 % dans les feuilles
- + 13 % dans les rameaux jeunes
- + 6 % dans les rameaux âgés.

On notera toutefois une proportion de Cl^- supérieure à celle du rapport ionique Cl^-/Na^+ . Les chlorures sont donc équilibrés par une partie des autres cations. Parmi ces cations, le

PLANCHE 33. - PHYTOCHIMIE DES PRINCIPALES ESPECES HALOPHYTES.

		Cendres	Cl	S	P	Na	K	Ca	Mg
<i>LIMONIUM</i> <i>vulgare</i>	H.F.	10,8	4,0	0,7	0,24	1,85	1,68	0,71	0,35
	F. 1 ^{ère} année	20,2	8,7	1,4	0,28	3,77	2,07	0,94	0,88
	F. 2 ^{ème} année	21,3	8,1	1,7	0,24	3,95	1,70	1,00	0,94
<i>ASTER</i> <i>tripolium</i>	T.	15,5	6,5	0,4	0,27	4,03	2,08	0,68	0,23
	F.	19,8	7,8	0,6	0,31	5,53	1,44	0,90	0,44
<i>SALICORNIA</i> <i>europaea</i>	T.	28,6	15,6	0,2	0,18	8,57	1,72	0,72	0,70
	F.	33,9	16,9	0,5	0,33	10,37	1,98	0,83	0,83
<i>SUAEDA</i> <i>maritima</i>	T.	20,6	10,1	0,3	0,14	5,75	1,47	0,83	0,50
	F.	27,8	11,8	0,5	0,32	7,20	1,61	1,17	0,93
<i>SPARTINA</i> <i>townsendi</i>	T.	14,5	5,8	0,3	0,24	3,12	1,17	1,03	0,41
	Epis	12,6	4,4	0,3	0,26	2,15	0,89	0,88	0,40
<i>PLANTAGO</i> <i>maritima</i>	F.	30,0	13,0	1,3	0,21	8,42	1,91	1,06	0,61
	H.F.	12,7	5,70	0,5	0,24	2,90	1,51	0,84	0,32
<i>OBIONE</i> <i>portulacoides</i>	F.	28,8	11,2	0,7	0,35	7,35	2,67	1,14	0,65
	R. jeunes	11,4	3,5	0,25	0,20	2,08	1,94	0,86	0,22
	R. âgés	5,6	1,6	0,1	0,15	0,71	0,92	0,58	0,16

Les résultats sont exprimés en pourcentage de la poudre végétale séchée à 105°C.

T. : Tige - F. : Feuille - H.F. : Hampe florale -
R. : Rameau.

potassium se trouve généralement à des concentrations plus fortes que celles du calcium, malgré la forte teneur en calcium du substrat. Cette différence est surtout nette chez les organes de l'année ; les rameaux âgés ayant des teneurs relativement similaires en Na - K - Ca. Le magnésium est toujours à des concentrations plus faibles que celles des autres cations.

Parmi les anions, les chlorures sont largement dominants par rapport aux phosphates et sulfates. Toutefois, cette spécificité pour la salinité chlorurée décroît légèrement chez les rameaux âgés.

L'ensemble des résultats nous permet également de mettre en évidence un cycle saisonnier d'absorption minérale. Les concentrations varient dans la même proportionnalité quels que soient les organes considérés. Ainsi le pourcentage de cendres passe :

de $\pm 25 \%$ en hiver à $\pm 35 \%$ en Mai-Juillet pour les feuilles
de $\pm 10 \%$ en hiver à $\pm 18 \%$ en Juillet pour les rameaux jeunes
de $\pm 5 \%$ en hiver à $\pm 7 \%$ en Juillet pour les rameaux âgés.

Cette croissance de la teneur en sels minéraux correspond à la période d'intense développement végétatif de la plante (fin du printemps, début de l'été). Le maximum de minéralomasse se situe en Mai-Juin pour les feuilles et en Juillet pour les rameaux. On note donc un léger retard, dans cette progression cyclique de la teneur en sels minéraux, pour les organes présentant un accroissement plus tardif (cf. analyse de croissance).

Durant cette augmentation de la teneur en cendres, on ne peut remarquer aucune accumulation spécifique d'un élément particulier. C'est l'ensemble de l'absorption qui est multiplié par un coefficient (voisin de 1,5).

b) Les autres espèces :

.....
Le cycle annuel de concentration minérale mis en évidence pour l'*OBIONE portulacoides*, existe certainement chez

les autres plantes du Schorre. Mais, nous avons pratiqué une seule récolte-échantillon dans ces espèces et nous ne pouvons le dégager de manière affirmative.

Bien que ces plantes colonisent le même biotope, et que les analyses effectuées dans les vases du Schorre nous montrent une relative constance de la teneur du substrat en éléments minéraux, on note que l'importance et la composition de la minéralomasse sont variables avec l'espèce.

L'accumulation minérale est fonction du patrimoine héréditaire porté par l'espèce. La teneur en cendres est de 14 % chez *SPARTINA townsendi*, colonisant la Slikke, et de 30 % chez *PLANTAGO maritima* présent sur le haut Schorre. Elle n'est donc pas tributaire de la situation géographique de la plante par rapport au niveau marin.

D'une manière générale, on note l'importance de la concentration minérale dans les feuilles par rapport à celle des autres organes. Le Cl-Na constitue une grande partie de ces cendres. Parmi les anions, Na est largement dominant. K est toujours bien représenté dans les cendres, malgré sa faible teneur dans le sol. Il peut atteindre des concentrations appréciables chez certaines espèces. 2,5 % chez *OBIONE portulacoides* et 2 % chez *LIMONIUM vulgare*. Malgré une teneur plus élevée que celle du potassium dans l'eau de mer et dans le sol, le magnésium se retrouve au niveau du végétal dans une faible proportion. Nous pouvons faire une remarque similaire vis-à-vis du calcium : 10-12 % dans le substrat, 1 % en moyenne dans les cendres.

La teneur en chlorures constitue souvent près de la moitié de la minéralomasse. On notera cependant une accumulation relativement élevée des sulfates chez *LIMONIUM vulgare*.

Nous pouvons ainsi mettre en évidence, l'existence de spécificité phytogéochimique et tenter une classification chimique des espèces étudiées.

Pour une teneur en cendres moyenne, *LIMONIUM vulgare* s'individualise par une forte teneur en soufre : environ 1,7 % ce qui représente environ 5 % de sulfates. La relative importance de ces sulfates par rapport aux chlorures (env. 8 %) nous fait ranger cette espèce parmi les thiohalophores.*

La teneur relativement élevée du potassium (2,5 %) par rapport à celle du sodium (7 %) chez *OBIONE portulacoides* nous fait classer cette plante parmi les polyhalopotassophores.

SALICORNIA herbacea présente une minéralomasse importante (34 % du poids sec), caractérisée par des teneurs élevées en Cl (17 %) et en Na (10 %). Cette plante appartient au groupe des polyhalophores.

Les autres plantes analysées, présentent des minéralomasses variables de 15 à 30 % (considérées comme moyennes) qui comportent un large pourcentage de Na Cl et une absence de spécificité pour un élément défini. Nous les classons parmi les polymésahalophores.

c) Quantification de la minéralomasse :

Nous pouvons considérer que la teneur en cendres des plantes colonisant le Schorre est en moyenne de 20 % du poids sec. Il en résulte une accumulation de 4,7 T de sels minéraux/ha/an ; l'accumulation annuelle sur l'ensemble de la couverture végétale du Schorre est voisine de 850 T. Cette minéralomasse est composée d'environ 65 % de Na Cl, 12 % de K, 5 % de Ca, 3 % de Mg, 2,5 % de P (soit environ 7 % de phosphates) 5 % de S (soit environ 15 % de sulfates). Elle fait partie intégrante des 4.250 T de matières produites et exportées vers le milieu marin, chaque année.

*Note : La terminologie et la classification que nous employons ont été proposées par P. DUVIGNEAUD et S. DENAYER : -Essai de classification chimique (éléments minéraux) des plantes gypsicoles du bassin de l'EBRE. -Note sur la spécificité biogéochimique des halophytes du littoral belge.

Par leur accumulation d'éléments minéraux, les plantes du pré salé jouent donc, en plus de leur rôle de producteur primaire, un rôle important dans l'alimentation en matières minérales de l'écosystème estuaire. Cet apport d'éléments minéraux doit être surtout sensible pour les éléments à faible concentration dans l'eau de mer comme K - Ca - Mg - P et S que les plantes concentrent et restituent ensuite au milieu.

Les eaux du plateau continental voisin s'enrichissent régulièrement d'importantes quantités de matières organiques et minérales puisées dans la couverture végétale du Schorre par le mouvement rythmique des marées.

Cet apport considérable et permanent crée un véritable "bouillon de culture" pour les microflore et microfaune marines.

IV - Conclusions :

L'analyse chimique de ces plantes halophytes nous a permis de dégager certaines tendances communes : richesse en cendres, en Na et en Cl, pauvreté en Ca. Toutefois, la proportion de minéralomasse est variable, d'une part avec l'espèce, d'autre part avec le degré de développement végétatif des individus. Elle diffère avec les organes de la plante, les feuilles se montrant généralement plus riches.

En dehors de ces tendances communes, il existe une spécificité phytogéochimique très marquée chez certaines espèces. Ces plantes, établies dans un même biotope, peuvent accumuler un ou plusieurs éléments dont la teneur dans le substrat est faible.

Dans l'écosystème estuaire, ce pouvoir de concentration de matière minérale, confère à la couverture végétale des vases salées, un rôle important dans l'apport d'éléments minéraux à l'écosystème estuaire.

C H A P I T R E V I .

C O N C L U S I O N

Les nombreux travaux consacrés aux estuaires soulignent l'intérêt de ces zones littorales saumâtres. Notre étude écologique, abordée au niveau de l'espèce et au niveau de la biocénose, met en évidence d'autres caractères de la flore d'estuaire.

Du point de vue taxonomique, l'étude phytogéochimique nous a permis de dégager des caractères chimiosystématiques précis pour les espèces étudiées. En plus d'une tendance commune : richesse en cendres, nous avons montré l'existence de spécificités d'accumulation minérale marquées. Le cycle biogéochimique est inhérent à l'espèce et traduit la potentialité physiologique du patrimoine héréditaire.

Du point de vue écosystématique, les mesures réalisées permettent de conclure à la haute productivité de la végétation des vases salées.

Les 180 hectares de tapis végétal effectuent annuellement la synthèse de 4.250 tonnes de matériel sec. Compte tenu des conditions climatiques observées en 1972, nous pensons toutefois que cette évaluation est inférieure à la valeur moyenne. L'immense prairie à obione, qui colonise les 5/6 de la superficie du Schorre, fournit la plus grande partie du matériel élaboré. La présence de cette prairie sempervirente maintient la productivité à un niveau élevé toute l'année. La moyenne de production, chiffrée à 23,6 T par hectare et par an, est double de celle des cultures régionales les plus riches.

L'importance bioénergétique de cette production naturelle, qui s'effectue spontanément, échappe généralement au profane. Par la méconnaissance des complexes biologiques, il ne voit comme intérêt direct, que quelques salicornes employées en tant que condiment !.

Cette productivité de la végétation des vases salées est le moteur des chaînes trophiques marines : par le mouvement rythmique des marées, ces formations d'estuaire exportent régulièrement la matière organique nécessaire aux hétérotrophes marins. D'importantes quantités de matière minérale, concentrées par le tapis végétal, sont de même exportées et restituent au milieu océanique les ions biogènes essentiels. Cette alimentation continue du milieu marin nous a permis de dégager la notion d'écosystème "ouvert", où les liens chorologiques peuvent être très distants ; l'influence des estuaires peut être sensible très loin au large de la côte.

La haute productivité de ces zones leur confère un rôle important dans la régénération d'une atmosphère saine. L'oxygène devient une denrée rare ; la végétation de la baie de Canche en fournit assez, à elle seule, pour permettre la respiration d'une ville de 15.000 habitants.

L'océan, par ses potentialités nutritionnelles, paraît, pour de nombreux écologistes, un espoir de survie de l'humanité. La génération actuelle se doit de préserver ce milieu et ce qui en fait sa richesse : les estuaires et les zones littorales.

C H A P I T R E V I I

B I B L I O G R A P H I E

FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES AU NIVEAU DE LA PRODUCTION PRIMAIRE,
1968 - *Actes du Colloque de Copenhague, U.N.E.S.C.O.*

MEMOIRE SUR LA CANCHE, 1971 - *Initiative de la Société Nord-Nature.*

PROBLEMES DE PRODUCTIVITE BIOLOGIQUE, 1967 - *Publication sous les
auspices du Comité français du programme biologique inter-
national.*

_oo_oo_oo_

ABBAYES H. (DES) et R. CORILLON, 1949 - L'*OBIONETUM* des halipèdes du
Nord de la Bretagne. - *C.R. Acad. Sc. Paris, t. 228, n° 2,*
935-937.

BAGNOULS et GAUSSEN, 1966 - Les climats biologiques et leur classifi-
cation. - *Ann. géogr., 193-220.*

BLACKMANN G.E., 1968 - The application of the concepts of growth ana-
lysis to the assesement of productivity. - *Fonctionnement
des écosystèmes au niveau de la production primaire, 243-259.*

BORDERIE R. et R. SAUVEZON, 1971 - Etude théorique de l'évaluation des
échanges gazeux à partir d'enceintes climatisées. Conception
et utilisation d'une régulation de CO₂ de l'air. - *Oecol.
Plant., t. 6, n° 4, 387-406.*

- BOUCART J., Cl. FRANCIS-BOEUF et B. RAJCEVIC, 1941 - Sur le mécanisme de la sédimentation des vases dans les estuaires. - *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 213, 1025-1028.
- BOUCAUD J., 1972 - Auto-écologie et étude expérimentale des exigences écologiques de *SUAEDA maritima*. - *Oecol. Plant.*, t. 7, n° 2, 90-123.
- BRAUN-BLANQUET, 1964 - Pflanzensozioologie. - 3ème ed. Springer Verlag Vienne.
- BRIQUET A., 1930 - Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. - *Librairie Armand Colin, Paris*.
- CAUSSIN O., 1907 - Flore descriptive du littoral picard 1 vol. - 110 p., Bonvalot-Jouve ed. Paris.
- CHAPMAN U.J., 1954 - The influence of salts upon the terrestrial halophytes. - *Proc. 8. Congr. Internat. Bot. Paris. Sect. 7 et 8*, 194-200.
- CHAPMAN U.J., 1958 - Salt Marshes and ecological terminology *Végétatio.* - t. 8, 215-234.
- CHEVALIER A., -1922 - Les salicornes et leur emploi dans l'alimentation. Etude historique, botanique, économique. - *Rev. Bot. Appl. et Agr. col.*, vol. 2, n° 16, 697-777.
- CORILLON R., 1960 - Sur quelques aspects de la répartition des flores sur le littoral de Bretagne. - *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. 13, 41-43.
- COMBES R., 1970 - Le cycle vital $O_2 - CO_2$. - *Revue Sec. franç.*, t. 6, n° 80, 16-20?

- DENAEYER S., J. LEJOLY et P. DUVIGNEAUD, 1968 - Note sur la spécificité biogéochimique des halophytes du littoral belge. - *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique*, t. 101, 293-301.
- DUBOIS G., 1921 - Notes géographiques et géologiques sur l'estuaire de la Canche. - *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 46, 9-16.
- DUBOIS G., 1924 - Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. - *Mem. Soc. Géol. du Nord.*, t. 8, n° 1.
- DUCHAUFOUR P., 1965 - Précis de Pédologie. -1 Vol., Ed. Masson et Cie, Paris.
- DUFERTRE A.P., 1927 - Biogéographie de l'estuaire de la Canche. - *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. 27, 132.
- DUVAL J., 1972 - Contribution à l'étude de la productivité primaire en Baie de Canche. - D.E.A., Lille, 40p.
- DUVAL J. et R. LINDER, 1972 - Estimation de la productivité primaire des grandes formations halophytes en Baie de Canche. - *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 25, n° 4 (sous presse).
- DUVIGNEAUD P., 1967 - La productivité primaire des écosystèmes terrestres. - *Problèmes de productivité biologique*, 37-92, Ed. Masson et Cie Paris.
- DUVIGNEAUD P. et S. DENAEYER-DE-SMET, 1962 - Distribution de certains éléments minéraux (K - Ca et N) dans les tapis végétaux naturels. - *Bull. Soc. Franç. Physiol. Végét.*, 8, 96-102.
- DUVIGNEAUD P. et S. DENAEYER-DE-SMET, 1968 - Essai de classification chimique (éléments minéraux) des plantes gypsicoles du bassin de l'Ebre. - *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 101, 279-291.

- ECKART F.E., 1967 - Mécanisme de la production primaire des écosystèmes terrestres sous climat méditerranéen. Recherches entreprises à Montpellier dans le cadre du P.B.I. - *Oecol. Plant.*, t. 2, n° 4, 367-393.
- ECKART F.E., 1968 - Techniques de mesure de la photosynthèse sur le terrain, basées sur l'emploi d'enceinte climatisées. - *Fonctionnement des écosystèmes au niveau de la production primaire*, 289-317.
- ECKART F.E., 1968 - Remarques préliminaires concernant la structure et le fonctionnement des écosystèmes. - *Fonctionnement des écosystèmes terrestres au niveau de la production primaire*, 21-26.
- ECKART F.E., G. HEIM, M. METHY, B. SAUGIER et R. SAUVEZON, 1971 - Fonctionnement d'un écosystème au niveau de la production primaire. Mesures effectuées dans une culture d'*HELIANTHUS annuus*. - *Oecol. Plant.*, t. 6, n° 4, 51-100.
- EMBERGER L., 1952 - Sur le quotient pluviothermique. - *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 234, 2508-2510.
- EMBERGER L., 1955 - Une classification biogéographique des climats. - *Rec. Trav. Bot. Fac. Sciences Montpellier*, 7, 3-44.
- FOURNIER P., 1961 - Les quatre flores de France. - Ed. Lechevalier. Paris.
- GATES D.M., 1968 - Energy exchange in the biosphere. - *Fonctionnement des écosystèmes au niveau de la production primaire*, 33-43.
- GAUSSEN et BAGNOLS, 1952 - L'indice xérothermique. - *Bull. Associa. Géogr. for.*, t. 222-223, 10-16.

- GEHU J.M. et A. GHESTEM, 1963 - Zonation végétale en baie de Canche. - *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 16, n° 1, 27.
- GHESTEM A., 1966 - Etude des Prés salés de la baie de Canche en relation avec les caractères physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques des sédiments. - *Thèse Doctorat d'Etat*, Lille, 150 p.
- GHESTEM A., 1968 - Ecologie de quelques groupements végétaux de l'estuaire de la Canche. - *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. 21, 7-15.
- GHESTEM A., 1972 - Essai de synthèse des végétations halophiles de la baie de Canche. - *Documents phytosociologiques*, Fasc. 1, 1-33.
- GIACOBBE A., 1967 - Le coefficient climatique de productivité potentielle. - *Oecol. Plant.*, t. 2, n° 3, 183-216.
- GOLLEY F.B., 1961 - Energy values of ecological materials. - *Ecology*, 42, 581-584.
- GOSSELET F.E., 1967 - Galets glaciaires d'Etaples. - *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 31, 297-307.
- HOCQUETTE M., 1927 - Etude sur la végétation et la flore du littoral de la Mer du Nord de Newport à Sangatte. - *Thèse Doctorat d'Etat et Arch. de Bot.*, t. I, Mémoire 4.
- HOCQUETTE M. et Mme, 1950 - Un peuplement naturel de *SPARTINA townsendii* H. et J. Groves sur le littoral continental de la Mer du Nord. - *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. 3, 73-76.
- HOCQUETTE M. et Coll., 1954 - Les estuaires du littoral picard. Notices botaniques et itinéraires commentés, publiés à l'occasion du VIIIe Congrès International de Botanique - Nord de la France. - *Sedes ed. Paris*, 1-6, p. 23.

- HOCQUETTE M., J.M. GEHU et M. FAUQUET, 1965 - Contribution à l'étude phytosociologique de l'estuaire de l'Authie. - *Bull. Soc. Bot. Nord France*, t. 18, 114-133.
- JACQUET J., 1949 - Recherches écologiques sur le littoral de la Manche, les prés salés et la spartine de Townsend. Les estuaires, la Tangue. - *I vol. ed. Lechevalier, Paris.*
- LITARDIERE R. (de) et G. MALCUTT, 1927 - Contribution à l'étude phytosociologique du littoral du Boulonnais. - *Arch. de Bot.*, t. I, 121-127.
- MARTONNE (de), 1926 - Traité de géographie physique, 3 vol. Tome I : Notions générales. Climat. Hydrographie. - *Ed. A. Colin.*
- MASSART J., 1908 - Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. - *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique*, T. 44, et *Recueil de l'Inst. Bot. Léo Errera* t. 7.
- MINAS J.M. et F. BLANC, 1970 - Production organique primaire au large et près des côtes méditerranéennes françaises. - *Thétys*, t. 2, n° 2, 299-315.
- MOLLIARD M., 1903 - Témoignage historique des plantes halophiles du Marquenterre. - *Rev. Gen. Bot.*, t. 15.
- ODUM E.P., 1959 - *Fundamentals of Ecology.* - *W.B. Saunders Company.*
- ODUM E.P., 1960 - Organic production and turnover in old field succession. - *Ecology*, n° 41, 34-39.
- OVINGTON J.D., 1962 - Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept. - *Advances in ecological research*, 103-182.
- PARDE J., 1958 - Une notion nouvelle et fructueuse : l'indice C.V.P. - *Revue forestière française*, t. 10, 195-201.

- PARDE J., 1958 - Retour sur l'indice C.V.P. de PATERSON. - *Revue forestière française*, t. 11, 50-53.
- PLATT T., 1969 - The concept of energy efficiency in primary production. - *Linn. and oceano.*, 14, n° 5, 663-659.
- POSTEL E., 1961 - Fertilité et production végétale des océans. - *Sciences et Nature*, n° 48, 15-22.
- RODIN L.E. et N.I. BAZILEVIC, 1966 - The biological productivity of the main vegetation types in the northern hemisphere of the old world. - *Forest. abstr.*, 27, n° 3, 369-372.
- SIBEAUD J., 1954 - La flore halophile des estuaires picards. - *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, t. 7, 47-50.
- STEELE J.M. et I.E. BAIRD, 1968 - Production ecology of a sandy beach. - *Linn. and Oceanography*, n° 1, 14-25.
- TOMBAL P. et R. LINDER, 1973 - Approche phytosociologique de l'estuaire de la Canche. Transsect du cordon arrière dunal au canal de la Canche. - *Bull. A.P.B.G.*, n° 1, 76-84.
- VICQ E. (de), 1883 - Flore du département de la Somme.
- WESLEY M., 1969 - Les berceaux de la vie marine. - *Le courrier de l'U.N.E.S.C.O.*, mars 1969.
- WESTAKE D.F., 1963 - Comparaison of plant productivity. - *Biol. Rev.*, 38, 385-425.
- WITTAKER R.H., 1961 - Estimation of net primary production of forest and shrub communities. - *Ecology*, 42, 177-180.

TABLE DES PLANCHES ET TABLEAUX

PLANCHE 1	La vallée de la Canche	p. 4
PLANCHE 2	L'estuaire de la Canche	p. 5
PLANCHE 3	Le quaternaire du Nord de la France	p. 6
PLANCHE 4	Géologie de la Baie de Canche	p. 7
PLANCHE 5	Températures moyennes au TOUQUET	p. 13
PLANCHE 6	Précipitations relevées au TOUQUET	p. 14
PLANCHE 7	Synthèse climatique : LE TOUQUET - LILLE	p. 15
PLANCHE 8	Synthèse climatique LE TOUQUET 1972	p. 16
PLANCHE 9	Niveau des hautes mers en Baie de Canche	p. 25
PLANCHE 10	Végétation de l'estuaire de la Canche	p. 26
PLANCHE 11	Localisation des parcelles échantillons	p. 35
PLANCHE 12	} Biomasse de la prairie à obione	p. 38-39
PLANCHE 13		
PLANCHE 14		
PLANCHE 15	} Evolution annuelle de la biomasse	p. 40-41
PLANCHE 16		
PLANCHE 17		
PLANCHE 18	Croissance théorique de la prairie à obione	p. 43
PLANCHE 19	} Histogrammes de la croissance foliaire	p. 52-53
PLANCHE 20		
PLANCHE 21		

PLANCHE 22	} Structure de la phytocénose	p. 55-56
PLANCHE 23		
PLANCHE 24	Echantillonnage de <i>SPARTINA townsendi</i>	p. 59
PLANCHE 25	Echantillonnage de <i>SALICORNIA europaea</i>	p. 60
PLANCHE 26	Echantillonnage de <i>LIMONIUM vulgare</i>	p. 61
PLANCHE 27	Echantillonnage de <i>PLANTAGO maritima</i>	p. 62
PLANCHE 28	Echantillonnage d' <i>ASTER tripolium</i>	p. 63
PLANCHE 29	Productivité primaire du tapis végétal	p. 66
PLANCHE 30	Géochimie	p. 72
PLANCHE 31	Récapitulatif du traitement des récoltes	p. 73
PLANCHE 32	Phytochimie d' <i>OBIONE portulacoides</i>	p. 74
PLANCHE 33	Phytochimie de quelques halophytes	p. 76.

HORS-TEXTE, e fin de volume :

- Tableau des résultats phytochimiques obtenus sur *OBIONE portulacoides*.
- Carte "Les formations végétales en baie de Canche".

T A B L E D E S M A T I E R E S .

AVANT - PROPOS.

CHAPITRE I : GENERALITES

Aperçu géographique.....	p. 4
Aperçu géologique.....	p. 6
Aperçu histique et humain.....	p. 9

CHAPITRE II : CLIMATOLOGIE.

Le climat moyen de la région du TOUQUET.....	p. 13
Le climat de la région du TOUQUET en 1972.....	p. 16
Indices et coefficients bioclimatiques.....	p. 18

CHAPITRE III : ETUDE DE LA VEGETATION.

Le milieu.....	p. 23
Etude floristique.....	p. 26

CHAPITRE IV : LA PRODUCTIVITE PRIMAIRE.

Généralités sur la méthodologie.....	p. 32
La prairie à obione.....	p. 35
variation de biomasse aérienne.....	p. 35
pertes de matériel élaboré.....	p. 44
problèmes posés par l'appareil racinaire.....	p. 48

la productivité primaire.....	p. 51
méthodes indirectes.....	p. 51
conclusions.....	p. 56
Les autres formations végétales.....	p. 58
formations à <i>SUAEDA maritima</i>	p. 58
formations à <i>SPARTINA townsendi</i>	p. 59
formations à <i>SALICORNIA europaea</i>	p. 60
formations à <i>LIMONIUM vulgare</i>	p. 61
formations à <i>ASTER tripolium</i>	p. 63
conclusions.....	p. 64
Conclusions.....	p. 66
 CHAPITRE V : PHYTOGEOCHIMIE.	
L'eau de mer.....	p. 70
Le substrat.....	p. 71
L' <i>OBIONE portulacoides</i>	p. 74
Les autres espèces.....	p. 75
Conclusions.....	p. 78
 CHAPITRE VI : CONCLUSION	
	p. 79
 CHAPITRE VII : BIBLIOGRAPHIE	
	p. 81

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

DOYENS HONORAIRES de l'Ancienne Faculté des Sciences

MM. H. LEFEBVRE, PARREAU

PROFESSEURS HONORAIRES des Anciennes Facultés de Droit et
Sciences Economiques, des Sciences et des Lettres

M. ARNOULT, Mme BEAUJEU, MM. BEGHIN, BROCHARD, CAU, CHAPPELON, CHAUDRON, CORDONNIER, DEHEUVELS, DEHORNE, DEHORS, FAUVEL, FLEURY, P. GERMAIN, HEIM DE BALSAC, HOCQUETTE, KAMPE DE FERRET, KOURGANOFF, LAMOTTE, LELONG, Mme LELONG, LIEBAERT, MARTINOT-LAGARDE, MAZET, MICHEL, NORMANT, PARISELLE, PASCAL, PAUTHENIER, PEREZ, ROIG, ROSEAU, ROUBINE, ROUELLE, WIEMAN, ZAMANSKI.

PRESIDENT DE L'UNIVERSITE
DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

M. DEFRETIN René

Professeur de Biologie Marine,
Directeur de l'Institut de Biologie
Maritime et Régionale de Wimereux

PROFESSEURS TITULAIRES

M. BACCHUS Pierre	Astronomie
M. BEAUFILS Jean-Pierre	Chimie Générale
M. BECART Maurice	Physique
M. BIAYS Pierre	Géographie
M. BLOCH Vincent	Psychophysiologie
M. BONNEMAN Pierre	Chimie et Physico-Chimie Industrielle
M. BONTE Antoine	Géologie Appliquée
M. BOUGHON Pierre	Mathématiques
M. BOURIQUET Robert	Biologie Végétale
M. CAPET Marcel-Francis	Institut de Préparation aux Affaires
M. CELET Paul	Géologie
M. CONSTANT Eugène	Physique Industrielle-Electronique
M. CORSIN Pierre	Paléobotanique
M. DECUYPER Marcel	Mathématiques Générales
M. DEFRETIN René	Biologie Marine
M. DELATTRE Charles	Géologie Générale
M. DURCHON Maurice	Zoologie Générale et Appliquée
M. FAURE Robert	Mécanique
M. FOURET René	Physique
M. GABILLARD Robert	Radio-Electricité-Electronique
M. GEHU Jean-Marie	Institut Agricole
M. GLACET Charles	Chimie Organique
M. GONTIER Gérard	Mécanique
M. GUILLAUME Jean	Biologie Végétale

M. HEUBEL Joseph	Chimie Minérale
M. JOLY Robert	Biologie (Amiens)
Me LENOBLE Jacqueline	Physique Expérimentale
M. LOMBARD Jacques	Sociologie
M. MONTARIOL Frédéric	Chimie Appliquée
M. MONTREUIL Jean	Chimie Biologique
M. POUZET Pierre	Informatique
Mme SCHWARTZ Marie-Hélène	Analyse Supérieure
M. TILLIEU Jacques	Physique Théorique
M. TRIDOT Gabriel	Chimie
M. VAILLANT Jean	Mathématiques
M. VIDAL Pierre	Automatique
M. VIVIER Emile	Biologie Animale
M. WERTHEIMER Raymond	Physique
M. ZEYTOUNIAN Radyadour	Mathématiques

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

M. BOUISSET Simon	Physiologie Animale
M. DELHAYE Michel	Chimie
M. FLATRES Pierre	Géographie
M. LEBRUN André	Electronique
M. LINDER Robert	Botanique
M. LUCQUIN Michel	Chimie Physique
M. PARREAU Michel	Mathématiques Appliquées
M. PRUDHOMME Rémy	Droit et Sciences Economiques
M. SCHILTZ René	Physique

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. BELLET Jean	Physique
M. BILLARD Jean	Physique
M. BODARD Marcel	Botanique
M. BOILLET Pierre	Physique
M. DERCOURT Jean-Michel	Géologie
M. DEVRAINNE Pierre	Chimie Minérale
M. GOUDMAND Pierre	Chimie Physique
M. GRUSON Laurent	Mathématiques
M. GUILBAULT Pierre	Biologie
M. LACOSTE Louis	Biologie Végétale
M. LANDAIS Jean	Chimie
M. LEHMANN Daniel	Mathématiques
Mme LEHMANN Josiane	Mathématiques
M. LOUCHEUX Claude	Chimie
M. MAES Serge	Physique
Mle MARQUET Simone	Mathématiques
M. MONTEL Marc	Physique
M. MONTUELLE Bernard	I.U.T. Lille
M. PANET Marius	I.E.E.A.
M. PROUVOST Jean	Minéralogie

MAITRES DE CONFERENCES (et Chargés de fonctions)

M. ADAM Michel	Economie Politique
M. ANDRE Charles	Sciences Economiques
M. ANGRAND Jean-Pierre	Géographie
M. ANTOINE Philippe	Mathématiques
M. AUBIN Thierry	Mathématiques
M. BART André	Biologie Animale
M. BEGUIN Paul	Mécanique des Fluides
M. BKOUCHE Rudolphe	Mathématiques
M. BOILLY Bénoni	Biologie Animale
M. BONNEMAIN Jean-Louis	Biologie Végétale
M. BONNOT Ernest	Biologie Végétale
M. BOSCOQ Denis	Mathématiques
M. BRIDOUX Michel	Chimie
M. BRUYELLE Pierre	Géographie et Aménagement Spatial
M. CAPURON Alfred	Biologie Animale
M. CARREZ Christian	I.E.E.A.
M. CORDONNIER Vincent	Informatique
M. CORTOIS Jean	Physique
M. COULON Jean	I.E.E.A.
M. DEBOURSE Jean-Pierre	Sciences Economiques et Sociales
M. DEBRABANT Pierre	Sciences Appliquées
M. DELAUNAY Jean-Claude	Sciences Economiques et Sociales
M. DEPREZ Gilbert	Physique (I.U.T.)
M. DERIEUX Jean-Claude	Biologie (I.U.T.)
M. DOUKHAN Jean-Claude	Physique
M. DRIEUX Baudouin	I.E.E.A.
M. DYMENT Arthur	Mathématiques
M. ESCAIG Bertrand	Physique
Mme EVRARD Micheline	Chimie (I.U.T.)
M. FONTAINE Jacques André	Génie Electrique
M. FONTAINE Jacques Marie	I.U.T. Lille
M. FOURNET Bernard	I.U.T. Lille
M. FROELICH Daniel	Sciences Appliquées
M. GAMBLIN André	Géographie
M. GOBLOT Rémi	Mathématiques
M. GOSSELIN Gabriel	Sociologie
M. GRANELLE Jean-Jacques	Sciences Economiques
M. GUILLAUME Henri	Sciences Economiques et Sociales
M. HERMAN Maurice	Physique
M. JOURNEL Gérard	Sciences Appliquées
Mle KOSMANN Yvette	Mathématiques
M. KREMBEL Jean	Chimie
M. LABLACHE COMBIER Alain	Chimie
M. LAURENT François	Automatique
M. LAVAGNE Pierre	Sciences Economiques et Sociales
Mle LEGRAND Denise	Mathématiques
Mle LEGRAND Solange	Mathématiques
M. LENTACKER Firmin	Géographie et Aménagement Spatial
M. LEROY Jean-Marie	E.N.S.C.L.
M. LEROY Yves	Electronique
M. LHENAFF René	Géographie
M. LOCQUENEUX Robert	Physique
M. LOUAGE Francis	Sciences Appliquées
M. LOUCHET Pierre	C.U.E.E.P.
M. MAHIEU Jean-Marie	Physique (I.U.T.)

Mme MAILLET Monique	Sciences Economiques
M. MAZIERES Christian	I.E.E.A.
M. MALAUSSENA Jean-Louis	Sciences Economiques et Sociales
M. MERIAUX Emile	Sciences de la Terre
M. MESSELYN Jean	Physique
M. MIGEON Michel	Chimie (Sciences Appliquées)
M. NICOLE Jacques	Chimie (E.N.S.C.L.)
M. PAQUET Jacques	Sciences Appliquées
M. PARSY Fernand	Mathématiques
M. PECQUE Marcel	Chimie
M. FERROT Pierre	Chimie
M. PERTUZON Emile	Biologie
M. PONSOLIE Louis	Chimie (Valenciennes)
M. POVY Jean-Claude	Sciences Appliquées
M. RACZY Ladislas	Physique
Mme RENVERSEZ Françoise	Sciences Economiques et Sociales
M. ROUSSEAU Jean-Paul	Physiologie Animale
M. ROY Jean-Claude	Biologie
M. SALMER Georges	Radio-Electricité-Electronique
M. SEGUIER Guy	Electronique
M. SIMON Michel	Psychologie
M. SLIWA Henri	Chimie
M. SMET Pierre	Physique
M. SOMPE Jean	Géographie
Mle SPIK Geneviève	Chimie Biologique
M. THERY Pierre	Calais
M. TOULOTTE Jean-Marc	Sciences Appliquées
M. TREANTON Jean-René	Sciences Economiques et Sociales
M. VANDORPE Bernard	Chimie Physique
M. VILETTE Michel	Génie Mécanique
M. WERNER Georges	Informatique (I.U.T.)
M. WATERLOT Michel	Géologie
Mme ZINN JUSTIN Nicole	Mathématiques



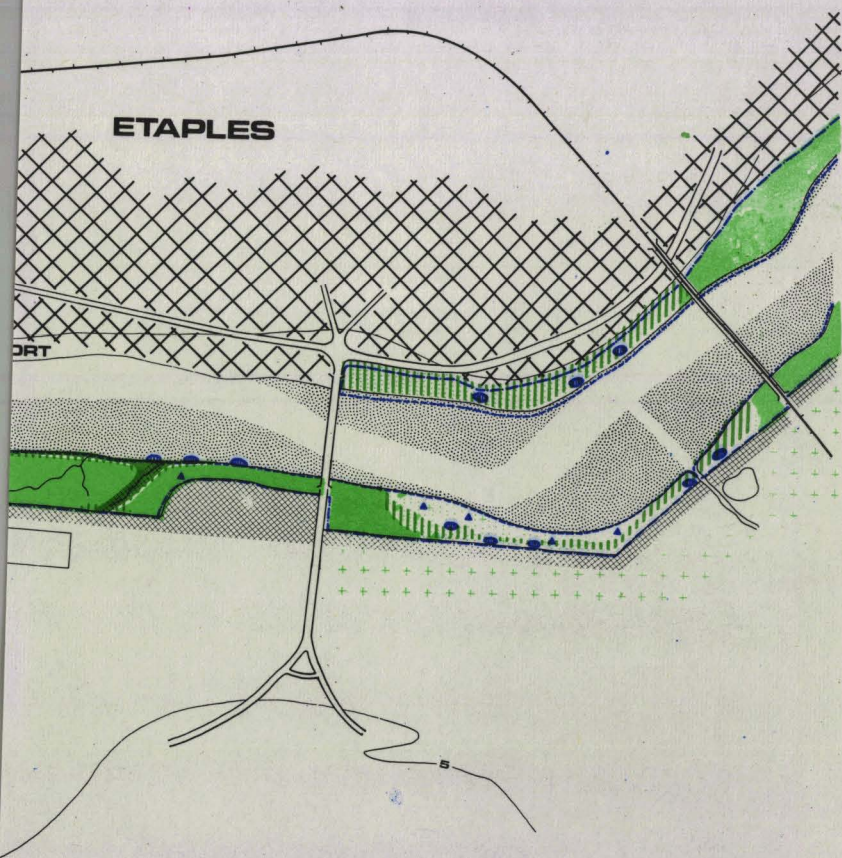
72			26.9.72						10.11.72						15.12.72						15.2.73					
4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
32,5	34,4	31,8	27,9	29,4	28,5	30,5	28,1	28,3	28,3	27,3	28,4	26,6	27,8	26,7	26,5	25,1	26,6	26,9	25,7	24,9	28,1	24,9	26,5	25,2	25,9	26,9
3,1	14,1	12,5	10,1	11,4	11,2	11,8	11,6	10,8	11,2	9,8	10,5	9,9	11,1	9,4	10,7	10,4	10,9	11,4	11,0	10,2	11,7	11,3	10,8	12,1	10,9	10,7
0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
0,32	0,33	0,39	0,33	0,35	0,35	0,35	0,34	0,38	0,38	0,40	0,37	0,37	0,41	0,41	0,37	0,38	0,38	0,36	0,35	0,38	0,35	0,37	0,38	0,36	0,38	0,35
8,21	8,45	8,04	7,46	7,19	7,13	7,58	7,27	7,47	7,27	7,00	6,91	6,59	6,80	7,19	6,66	6,24	6,69	7,03	7,01	6,74	6,94	6,55	6,57	6,83	6,77	6,84
2,41	2,78	2,90	3,03	2,92	2,67	2,43	2,36	2,61	2,93	2,99	2,91	2,44	2,74	2,61	2,35	2,30	2,05	1,91	1,93	2,18	1,94	2,15	1,82	1,96	2,20	2,10
1,58	1,47	1,34	1,10	1,24	1,13	1,22	1,09	1,07	1,09	1,11	1,15	1,26	1,23	1,17	1,15	1,07	1,20	1,19	1,02	0,92	1,42	1,68	1,55	1,53	1,54	1,43
0,84	0,82	0,79	0,62	0,70	0,67	0,64	0,61	0,63	0,51	0,60	0,59	0,55	0,63	0,56	0,57	0,64	0,53	0,56	0,48	0,50	0,59	0,69	0,62	0,68	0,63	0,54
14,2	14,9	13,4	10,4	10,9	12,1	11,9	11,7	11,3	10,1	10,6	10,4	10,4	10,8	9,8	9,4	9,4	9,8	9,6	9,6	9,6	10,2	9,9	9,8	10,4	10,0	9,9
4,3	5,1	4,3	3,2	3,4	3,3	3,5	3,6	3,8	2,9	3,1	2,6	2,3	2,8	2,6	2,8	2,6	2,5	2,8	2,6	2,3	2,1	2,4	1,9	2,5	2,1	2,1
0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2
0,20	0,21	0,20	0,17	0,22	0,19	0,21	0,20	0,20	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,17	0,18	0,19	0,20	0,19	0,22	0,21	0,21	0,18	0,19	0,22	0,21	0,20
2,85	2,86	2,85	1,86	1,89	2,04	2,33	2,08	2,25	1,82	1,91	1,64	1,60	1,84	1,73	1,61	1,62	1,55	1,60	1,60	1,51	1,77	1,61	1,53	1,87	1,77	1,64
2,07	2,50	2,13	1,92	1,78	1,97	1,80	2,09	2,06	1,78	1,54	1,41	1,53	1,59	1,60	1,68	1,35	1,35	1,26	1,48	1,35	1,36	1,25	1,37	1,31	1,47	1,32
1,05	1,11	0,86	0,87	0,83	0,90	0,95	0,81	0,81	0,74	0,88	0,99	0,93	0,82	0,80	0,79	0,87	0,91	0,86	0,77	0,83	0,98	0,92	1,08	1,20	0,94	0,93
0,28	0,33	0,29	0,23	0,22	0,25	0,22	0,25	0,26	0,23	0,23	0,24	0,25	0,24	0,26	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,26	0,28	0,26	0,31	0,33	0,33	0,29
6,4	6,8	6,4	4,7	4,8	5,8	5,2	6,3	6,2	4,7	4,8	5,2	4,9	5,5	4,7	4,4	4,6	4,4	5,1	4,7	4,2	4,9	5,1	4,4	6,0	5,3	5,7
1,5	1,9	1,4	1,1	1,2	1,4	1,1	1,7	1,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0	0,9	1,1	1,0	0,8	0,8	1,1	0,8	1,2	1,0	0,9
0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,19	0,19	0,16	0,13	0,14	0,16	0,15	0,16	0,17	0,17	0,14	0,16	0,14	0,14	0,15	0,19	0,18	0,16	0,16	0,20	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18
0,79	1,06	0,87	0,60	0,65	0,72	0,66	0,81	0,82	0,50	0,53	0,50	0,55	0,68	0,61	0,54	0,52	0,50	0,59	0,60	0,45	0,56	0,56	0,51	0,71	0,65	0,57
1,02	1,08	0,93	0,81	0,87	0,92	1,00	0,92	1,02	0,82	0,67	0,65	0,70	0,80	0,66	0,64	0,62	0,69	0,70	0,67	0,64	0,62	0,58	0,58	0,71	0,62	0,79
0,62	0,61	0,57	0,53	0,56	0,62	0,51	0,66	0,61	0,47	0,42	0,45	0,54	0,50	0,52	0,51	0,48	0,57	0,55	0,49	0,53	0,62	0,65	0,63	0,75	0,69	0,74
0,18	0,19	0,17	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,19	0,18	0,16	0,17	0,19	0,15	0,19	0,19	0,18	0,16	0,19	0,15	0,17	0,17	0,16	0,18	0,18	0,19	0,19

PHYTOGEOCHIMIE. RESULTATS OBTENUS SUR O

DATES	11.11.71		9. 1.72		17. 2.72		18.3.72				28.4.72			14.5.72			17.7.72						26.8		
	1	4	6	1	4	2	3	5	6	1	3	4	2	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	
FEUILLES	Cendres	23,9	24,2	24,0	24,9	26,4	26,4				31,0			35,6			33,7	34,8	33,3	35,7	36,3	34,3	32,3	33,4	30,
	Cl	9,6	10,4	9,8	10,0	10,1	9,9				13,9			14,3			13,7	14,4	13,7	16,2	15,8	14,5	13,5	13,6	12,
	S	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6				0,6			0,7			0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,
	P	0,37	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36				0,37			0,37			0,30	0,28	0,30	0,30	0,28	0,29	0,34	0,34	0,
	Na	6,34	6,90	6,75	6,41	6,94	6,47				7,85			8,20			8,68	8,61	9,33	9,28	9,46	8,80	8,20	8,11	7,
	K	2,19	2,15	2,30	2,14	2,18	2,11				2,05			2,10			3,32	3,08	2,86	2,46	2,57	3,39	3,08	3,14	2,
	Ca	1,25	1,17	1,12	1,15	1,65	1,76				1,79			1,80			1,20	1,57	1,25	1,36	1,70	1,18	1,30	1,40	1,
Mg	0,61	0,58	0,56	0,57	0,62	0,69				0,82			0,84			0,71	0,87	0,78	0,83	0,77	0,73	0,80	0,83	0,	
JEUNES RAMEAUX	Cendres	9,9	10,3	10,0	9,8	10,2	9,7	10,9	10,9	9,8	12,5	12,9	13,5	15,3	14,3	14,7	17,8	17,3	16,9	19,0	19,2	17,9	13,8	14,4	12,
	Cl	2,7	2,6	2,5	2,6	2,9	2,6	3,1	2,9	2,6	4,1	3,9	5,0	4,7	5,0	4,4	6,4	6,3	6,0	6,6	7,0	6,6	5,0	5,0	4,
	S	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,
	P	0,17	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,19	0,21	0,20	0,18	0,18	0,22	0,23	0,21	0,23	0,24	0,22	0,20	0,22	0,
	Na	2,30	2,13	1,95	1,70	2,20	1,56	2,00	2,16	1,68	2,80	2,73	2,80	2,90	2,91	3,23	3,98	3,91	3,83	4,23	4,46	3,94	3,00	3,13	2,9
	K	1,37	1,26	1,27	1,28	1,37	1,27	1,48	1,25	1,18	0,96	1,17	1,07	1,10	1,07	1,13	2,85	2,76	2,41	2,54	2,58	2,99	2,12	2,39	2,0
	Ca	1,11	0,92	0,93	1,17	1,18	1,30	1,27	1,08	1,28	1,18	1,40	1,20	1,16	1,93	1,13	0,94	0,91	0,93	1,03	1,10	0,98	0,84	0,94	0,
Mg	0,26	0,30	0,28	0,3	0,32	0,35	0,35	0,33	0,34	0,38	0,30	0,44	0,32	0,34	0,34	0,34	0,33	0,31	0,38	0,41	0,33	0,27	0,28	0,	
RAMEAUX AGES	Cendres	4,8	5,6	5,5	5,8	6,9	6,9	6,7	5,8	5,7	5,6	6,1	5,8	6,7	6,3	7,1	6,7	6,9	7,2	8,1	7,6	7,6	6,4	5,7	5,
	Cl	1,1	1,0	1,0	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,5	1,3	1,4	1,3	1,5	1,8	1,4	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,2	1,7	1,3	1,3
	S	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,
	P	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,16	0,17	0,16	0,19	0,17	0,14	0,13	0,15	0,16	0,17	0,15	0,17	0,15	0,
	Na	0,71	0,68	0,75	0,85	1,02	0,78	0,82	0,86	1,04	0,75	0,95	0,82	0,90	0,95	0,96	1,02	0,97	1,08	1,01	1,02	1,06	0,93	0,76	0,
	K	0,53	0,71	0,68	0,60	0,76	0,63	0,71	0,56	0,60	0,57	0,71	0,64	0,65	0,62	0,68	1,01	0,82	0,92	0,97	1,04	1,16	1,00	0,82	0,9
	Ca	0,70	0,73	0,72	0,92	1,00	1,05	1,08	0,81	0,83	0,77	1,09	0,89	0,80	0,59	0,82	0,63	0,66	0,71	0,93	0,65	0,75	0,53	0,59	0,6
Mg	0,17	0,16	0,16	0,18	0,19	0,21	0,19	0,20	0,19	0,20	0,24	0,22	0,20	0,24	0,22	0,17	0,18	0,17	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,	

FORMATIONS VEGETALES EN BAIE DE CANCHE

J. Duval - 1972



onium vulgare

ragmitaie

ouse à festuca rubra
var. littoralis



pelouse à glyceria maritima



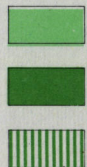
paturages



agropyrum pungens














salicornia europaea
 spartina townsendii
 suaeda maritima



prairie à obione portulacoides
 aster tripolium : formations pures
 aster tripolium : formations en mosaïque avec d'autres espèces





- | | | |
|---|---|---|
|  voie ferrée |  slikke |  limite des eaux de marée haute à fort coefficient |
|  agglomérations |  formations dunaires |  limite des eaux de marée haute à faible coefficient |
|  remblais récents |  plages sableuses et dunes embryonnaires |  algues : ulva, enteromorpha... |
|  courbes de niveau | | |
|  pont | | |