0e7

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PECHES MARITIMES

CENTRE DE SETE

ETUDE SUR LES DECHETS

CONCHYLICOLES DE L'ETANG DE THAU

Rapport du dernier semestre de l'étude,

établi par Laurent BREGEON et Sonia LANDREIN

Juin 1977

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PECHES MARITIMES

CENTRE DE SETE

ETUDE SUR LES DECHETS

CONCHYLICOLES DE L'ETANG DE THAU

Rapport du dernier semestre de l'étude,
établi par Laurent BREGEON et Sonia LANDREIN

Juin 1977

SOMMAIRE

1 - ETUDE QUALITATIVE DES DECHETS CONCHYLICOLES DE L'AUTOMNE ET DE L'HIVER

1.1. Expériences réalisées..... p. 2

1.1.1. Expérience d'épandage du mois de septembre 1976.

1.1.1.1. Observations générales.

1.1.1.2. Evolution des composants chimiques.

1.1.1.3. Densité des déchets.

1.1.2. Expérience d'épandage du mois de novembre 1976.

1.1.3. Echantillonnage du mois de décembre 1976.

1.1.4. Observation des déchets de l'été après 3 mois de stockage.

1.2. Composition chimique..... p. 11

1.2.1. Eau.

1.2.2. Salinité.

1.2.3. Calcaire total.

1.2.4. Matière organique.

1.2.5. Azote.

1.2.6. Phosphates totaux.

1.2.7. pH.

2 - EVALUATION QUANTITATIVE DE LA PRODUCTION DE DECHETS CONCHYLICOLES POUR LE SECOND TRIMESTRE 1976.

2.1. Améliorations de l'évaluation quantitative de la production... p. 14

2.1.1. Valeur des échantillons de parqueurs ayant servi à nos estimations.

2.1.2. Relation entre la quantité de déchet produite mensuellement et la surface d'exploitation.

2.1.2.1. Calculs.

2.1.2.2. Conséquences.

2.1.3. Tentatives d'estimation statistique des quantités de déchets produites.

2.1.3.1. Méthode et résultat.

2.1.3.2. Récapitulation des valeurs obtenues par différents modes de calculs.

2.1.4. Autres résultats.

2.2. Rappel des quantités de déchets du premier semestre..... p. 25

2.3. Evaluation de la production de déchets au cours du deuxième semestre 1976..... p. 25

2.4. Calcul théorique de la production de moules dans l'étang de Thau en 1976..... p. 28

2.5. Calcul théorique de la production d'huîtres dans l'étang de Thau en 1976..... p. [illegible]

2.6. Comparaison entre la production théorique de coquillages et la production de déchets..... p. 30

3. RESULTATS DIVERS.

3.1. Variations journalières au cours de la semaine des quantités de déchets produits..... p. 34

3.2. Remarques concernant la composition chimique des déchets de l'été.p.36

3.2. . Magnésium, calcium, carbonates et pH.

3.2.2. Salinité, ions, Cl^- et Na^+.

3.2.3. Eléments principaux et secondaires.

3.2.4. Oligo-éléments.

3.3. Rapports avec les industriels..... p. 43

4. CONCLUSION .

— Ce dernier rapport de travail, concernant l'étude des déchets conchylicoles de l'étang de Thau, comporte d'une part, des observations complémentaires des expériences réalisées en été et en automne 1976 et d'autre part, la relation des expériences menées au cours de l'hiver tant du point de vue de l'étude qualitative du déchet que de son étude quantitative. Au cours de cette période, les contacts avec les industriels (alimentation animale et amendements calcaires) se sont intensifiés. —

1 - ETUDE QUALITATIVE DES DECHETS CONCHYLICOLES DE L'AUTOMNE ET DE L'HIVER.

1.1. Expériences réalisées.

Trois échantillonnages principaux ont été réalisés en septembre, novembre et décembre 1976. Ils avaient pour but de nous faire connaître, outre les modalités d'un éventuel épandage, la nature des déchets en période hivernale, leur évolution au cours du séchage puis pendant le stockage, une comparaison pouvant alors être établie avec les déchets de l'été.

1.1.1. Expérience d'épandage du mois de septembre 1976.

Les déchets conchylicoles ont été ramassés dans une vingtaine de mas et déposés sur le terrain du Mourre-Blanc le 21 septembre. Une partie de ces déchets a été broyée avant d'être étalée en couche, l'autre partie étant déposée à l'état brut. Quatre prélèvements ont été effectués ce jour-là aux fins d'analyses :

. échantillon n° 53 : correspondant à des déchets de moules prébroyées se composant pour 1/3 d'ascidies,
pour 1/3 de graines et de coquilles de moules,
pour 1/3 d'algues et divers.

. échantillon n° 54 : correspondant à des déchets d'huîtres prébroyées se composant de débris de coquilles d'huîtres, d'ascidies et de boue.

. échantillon n° 55 : correspondant à des déchets de moules non broyées.

. échantillon n° 56 : correspondant à des déchets de moules prébroyées et lavées.

Quatre autres prélèvements ont été effectués 14 jours plus tard :

. échantillon n° 58 : correspondant aux déchets de moules non broyées, laissés sur le terrain pendant deux semaines.

. échantillon n° 59 : déchets d'huîtres prébroyées, séchés.

. échantillon n° 60 : déchets d'huîtres brutes, séchés.

. échantillon n° 61 : déchets de moules prébroyées, séchés.

1.1.1.1. Observations générales.

Le jour de l'épandage (J.O.), ainsi que le montre le tableau suivant, les déchets ne dégagent aucune odeur. Les mouches sont rares. Un écoulement de 50 cm est visible autour des tas de déchets ; il est deux fois plus conséquent autour des déchets prébroyés.

Le lendemain (J.I.), le sol sous-jacent reste très humide bien qu'aucun écoulement ne soit visible. Les odeurs commencent à être perçues à une distance de 5 mètres. On peut noter la présence d'une certaine quantité de mouches. Le déchet broyé est déjà plus sec que le déchet non broyé ; la couche extérieure forme une croûte.

Au jour 3, le déchet est encore bien humide, les odeurs s'atténuent.

Ces dernières disparaissent presque complètement au jour 6. Quelques asticots se développent dans le déchet qui est toujours très humide et compact.

Au jour 14, le déchet est très dur et sec en surface mais il reste humide au-dessous. Il n'y a plus cependant d'écoulement ni d'imbibition visible du sol sous-jacent. Les mouches et les asticots sont absents.

Des analyses chimiques ont eu lieu à cette époque.

1.1.1.2. Evolution des composants chimiques.

Le tableau ci-dessous présente les résultats les plus importants quant au but de cette expérience.

		Eau %	sal. %	calcaire%	Mat.org.%
moules	(n° 53 jour 1	59	7,6	63	14,1
prébroyées	(n° 61 jour 14	25	2,1	70	11,1
moules	(n° 55 jour 1	70	11,4	56	16,7
brutes	(n° 58 jour 14	37	3,5	66	13,4
huîtres	(n° 54 jour 1	66	7	62	13,9
prébroyées	(n° 59 jour 14	25	3,4	71	9,6

EXPERIENCE N° 4

Date	j	N° Prlt	Temps	Aspect-composition	Odeurs	Mouches	Ecoult	Broyage	Retournt	Chaux
21/9	0	53 54 55		moules : 1/3 bijus 1/3 graines et coquilles 1/3 algues et divers huîtres : coquilles - débris de coquilles , bijus, boue	0	M : 1 A : 0	0,50 m maximum	Ecoulement + important (1 m)		
22/9	1	non numérotés (MS)		compacte, bien égoutté sec en surface, détrempé en dessous	50 : 0 20 : 0 5 : 1 1 : 2 VI : 3	M : 3 A : 0	0 Sol TH	plus encroûté plus homogène moins humide		
24/9	3	non numérotés (MS)		très humide	50 : 0 20 : 0 5 : 0 1 : 1 VI : 2					
28/9	6	non numérotés (MS)		Très humide compact coquille + boue intersticielle	50 : 0 20 : 0 5 : 0 1 : 0 VI : 1	M : 2 A : 2	0,50 - 1m Sol TH	Réduction en profondeur		
5/10	14	58 à 61		Très dur et sec en surface Très humide dessous	50 : 0 20 : 0 5 : 0 1 : 0 VI : 0	M : 0 A : 0				

LEGENDE

j : nombre de jours écoulés depuis le début de l'expérience.

Prlt : numéros des prélèvements de déchet.

Odeurs : 50 : à 50 mètres sous le vent
20 : à 20 mètres "
5 : à 5 mètres "
1 : à 1 mètre "
VI : voisinage immédiat
Tous ces paramètres sont gradués de 5 (très fort) à 0 (nul).

Mouches : M : mouches) variant également de 5 (abondance)
A : asticots) à 0 (absence)

Ecoult : longueur de l'écoulement
Sol TH : sol très humide sous le déchet
Sol S : sol sec

Broyage, retournement, chaux : remarques concernant l'influence de ces trois interventions.

Au vu de ces données on peut remarquer l'influence immédiate du prébroyage sur le séchage ; il permet l'écoulement rapide d'une importante quantité d'eau au moment de l'épandage. En effet, la teneur en eau des moules prébroyées est de 59% alors que celle des moules non broyées est de 70%.

Par la suite cependant, le séchage n'est que légèrement accéléré pendant les deux semaines suivantes : 34% de perte d'eau supplémentaire pour le déchet de moules prébroyées contre 33% de perte d'eau pour le déchet de moules brutes.

En définitive, l'égouttage ayant été plus important au début de l'épandage, le prébroyage a permis d'atteindre en 14 jours un taux d'humidité plus bas (25% contre 37%) que lors d'un dépôt brut.

Parallèlement, la salinité et le taux de matière organique diminuent au cours du séchage, entraînés vraisemblablement par l'eau d'égouttage :

. la salinité de 7 à 11,4% décroît jusqu'à 2 à 4% en 14 jours,

. la matière organique de 13,9 à 16,7% atteint 9,6 à 13,4% à la fin des deux semaines.

1.1.1.3. Densité des déchets.

Lors du ramassage au Mourre-Blanc le 21 septembre, le poids des poubelles de déchets ainsi que leur volume ont été mesurés avant l'épandage de façon à connaître la densité des produits récoltés.

Les résultats se sont échelonnés entre 0,67 (moules relativement propres) et 0,85 (huîtres sur barre), la densité moyenne se situant à : 0,80.

1.1.2. Expérience d'épandage du mois de novembre 1976.

Du 22 au 27 novembre a eu lieu une expérience de dépôt de déchets conchylicoles sur le terrain du Mourre-Blanc. Il s'agissait de savoir dans quelles proportions les parqueurs accepteraient de transporter régulièrement leurs poubelles sur un terrain proche de leurs installations et également de compléter les observations concernant le comportement du déchet épandu à cette époque.

Deux prélèvements ont été faits sur le terrain le 24 novembre afin d'être analysés :

- échantillon n° 62 correspondant à des huîtres collées (ciment),
- échantillon n° 63 correspondant à des huîtres de détroquage.

Résultats : 150 poubelles de déchets ont été déposées sur le terrain dans la semaine, ce qui correspond à environ 5% de la production totale de la zone considérée. Cette quantité a été vraisemblablement déposée les trois premiers jours et par un nombre restreint de parqueurs.

Nous avons donc pu constater à nouveau le peu de participation des conchyliculteurs à une opération "non obligatoire", qui se révélait pourtant intéressante en tant qu'expérience à petite échelle et n'offrait aucune difficulté d'ordre pratique, le terrain étant très proche et les chemins d'accès goudronnés.

La composition chimique, comme l'indique le tableau récapitulatif (cf. paragraphe 1.2.) est moyenne. Sur le terrain, nous avons remarqué l'absence de mouches et de ruissellement, le peu d'odeurs, l'imbibition moyenne du sol sous-jacent ; en fait le déchet, déposé en tas de 30 à 50 cm de hauteur a gardé un aspect très propre tout au long du séchage et du stockage.

1.1.3. Echantillonnage du mois de décembre 1976.

Cet échantillonnage avait pour but principal de compléter les renseignements concernant la composition chimique du déchet d'hiver.

Le ramassage a donc eu lieu dans 20 mas déterminés par tirage au sort. Les déchets individuels ont été mélangés, puis ce mélange analysé au cours de son séchage :

. échantillons n° 65 et 66, mélange broyé,

. échantillons n° 67 et 68, mélange analysé après 3 heures d'égouttage, puis 22 heures, puis après 3 jours d'égouttage et d'évaporation naturelle,

. échantillons n° 69 et 70, résultant d'une séparation manuelle grossière de la partie organique (n° 69) et de la partie minérale (n° 70); la partie organique contient :

- algues (codium, ulves, algues rouges),
- ascidies,
- chair de moules,
- chair d'huîtres,
- éponges,

la partie minérale se compose de :

- coquilles d'huîtres,
- coquilles de moules,
- divers.

. échantillon n° 71 : mélange d'huîtres et de moules, lavé et égoutté.

Remarques concernant la perte d'eau durant le séchage

Le tableau suivant montre la progression de la perte d'eau. Ainsi au cours de l'égouttage, le déchet perd 7% d'eau dans les trois premières heures ; la perte d'eau atteint 9% (du poids initial) au bout

	+ 3 heures	+ 22 heures	+ 3 jours	+ étuve
n° 67	7%	9%	19%	54%
n° 68	7%	9%	21%	55%

de 22 heures et 19 à 21% à la fin des 3 jours d'observation ; cette perte concerne l'égouttage et l'évaporation naturelle.

Remarques concernant la séparation "organique - minérale" du déchet.

Les analyses des échantillons n° 69 et 70 montrent que la partie organique est celle contenant le plus fort pourcentage d'eau (79% contre 39%), la plus forte salinité (11,8% contre 2,9%) et, bien entendu, le taux le plus élevé de matière organique (25,5% contre 6,4%). Les phosphates, plus importants également dans la partie organique, proviennent donc essentiellement des ascidies et des algues, plutôt que des coquilles.

Remarque concernant le lavage du déchet.

Les résultats des analyses pratiquées sur l'échantillon n° 71, lavé puis égoutté, confirment ceux déjà obtenus quant à l'égouttage : il ne reste plus que 38% d'eau après cette opération sommaire. Le lavage du déchet, manuel ici mais pouvant être assimilé aux effets d'une pluie, entraîne une diminution du taux des matières organiques ainsi que de la salinité.

1.1.4. Observation des déchets de l'été après 3 mois de stockage.

Les déchets entreposés au Mourre-Blanc en été, ont été examinés au mois de septembre après 3 mois de séchage. Deux prélèvements ont été effectués :

. échantillon n° 51 : correspondant au déchet prébroyé sec,

. échantillon n° 52 correspondant au déchet brut sec.

Le taux d'humidité atteint, au bout de 3 mois, respectivement 15 et 16% et la salinité 0,1 et 0,3%. Le taux de calcaire est légèrement supérieur à ce qu'il était au départ (voir tableaux généraux) puisqu'il s'agit d'un pourcentage et que le taux d'humidité a lui-même baissé. Le taux de matière organique a également diminué au cours du séchage, sous l'influence de l'égouttage d'une part, des pluies d'autre part.

On peut en outre remarquer qu'un long séchage entraîne une augmentation de la quantité d'azote : il y aurait vraisemblablement fixation d'azote atmosphérique.

1.2. Composition chimique.

Le tableau suivant montre les résultats des analyses pratiquées sur les échantillons prélevés au cours du dernier trimestre.

1.2.1. Eau.

Les déchets frais, bruts en contiennent 70% ; les déchets frais et prébroyés, perdant leur eau plus rapidement, ont des taux d'humidité variant de 57 à 66% alors qu'un égouttage sommaire fait descendre ces taux à 54-55%.

1.2.2. Salinité.

La salinité des déchets frais se situe entre 7 et 11,4%. Nous avons déjà vu que le lavage ou la pluie font diminuer ces taux, ce qui n'est pas sans intérêt pour la préparation d'un engrais ou d'un amendement calcaire par exemple.

1.2.3. Calcaire.

Le taux de calcaire des déchets examinés est en moyenne de 69% (56 à 80%).

1.2.4. Matière organique.

La matière organique représente entre 9,5 et 16,7% du poids du déchet, 3% au minimum sont contenus dans le jus d'égouttage naturel ou de lessivage par les pluies.

1.2.5. Azote.

Les taux d'azote se situent entre 1,4 et 4%.

1.2.6. Phosphates.

Exprimés en P_2O_5 totaux, ils représentent moins de 1% du déchet et rien ne permet d'affirmer que ces phosphates sont lessivables.

date de l'expérience	n° Prlt	Eau %	salinité %	calcaire total %	mat. org. %	azote %	C %	P_2O_5 mat. g/l	P_2O_5 totaux Hcl%	pH	Origine
14-9-76	51	15	0,1	68	8,7	3,47	4,3	31,05	0,88	7,45	Déch. Pr sec + 3 mois
"	52	16	0,3	70	9,3	1,05	4,6	17,84	0,51	7,60	Déch. brut sec + 3 mois
"	53	59	7,6	63	14,1	2,80	7,1	13,08	0,37	7,45	DM. Pr. frais
"	54	66	7,0	62	13,9	4,02	6,9	17,42	0,49	7,20	D.H. Pr. frais
"	55	70	11,4	56	16,7	1,40	8,3	30,53	0,87	7,25	D.M. brutes. frais
"	56	lavées	3,4	66	12	3,15	6,0	11,52	0,33	7,55	D.M. Pr. lavées
"	57	62			15		7,5	18,22	0,52	7,20	D.M. IP
"	58	37	3,5	66	13,4	2,27	6,7	18,22	0,52	7,50	D.M. brutes + 14 jours
"	59	25	3,4	71	9,6	0,17	4,8	15,22	0,43	9,80	D.H. Pr + 14 jours
"	60	39	4,0	67	11,6	2,45	5,8	32,08	0,91	7,50	D.H. Brutes + 14 jours
"	61	25	2,1	70	11,1		5,6	15,53	0,44	7,90	D.M. Pr + 14 jours
24-11-76	62	47		50							D.H. + ciment
"	63	48	4,4	80	9,5		4,7	12,22	0,35	8,0	D.H. brutes non collées
2-12-76	65	57								9,15	D.H + M Broyées
"	66	57	4,7	69	12,4		6,2	16,83	0,48	9,30	D.H + M Broyées
"	67	54	3,7	77	9,7		4,8	15,23	0,43	8,70	D.H + M
"	68	55									idem
"	69	79	11,8	48	25,5		12,7	23,55	0,67	7,90	D.H + M = partie organique
"	70	39	2,9	82	6,4		3,2	4,42	0,13	8,65	D.H + M = partie minérale
"	7 1	38	2,0	77	9,4		4,7	20,04	0,57	8,90	D.H + M : lavé - égoutté

1.2.7. PH.

Exception faite de 2 résultats inexplicables supérieurs à 9, le pH est toujours compris entre 7,2 et 8 (moyenne = 7,4).

Conclusion. Les déchets de l'hiver ont une composition très semblable à ceux de l'été. L'égouttage sur le terrain entraîne rapidement une diminution de la teneur en eau ainsi qu'une baisse de la salinité et des matières organiques. Ces diminutions sont encore accentuées par le lavage mécanique ou les pluies. Par contre ces procédés ne changent rien au taux de calcaire. Il faut noter cependant que si certains prélèvements présentent une salinité plus élevée que ceux de l'été, la cause en est la quantité plus importante de matière organique présente dans le déchet.

2 - EVALUATION QUANTITATIVE DE LA PRODUCTION DE DECHETS CONCHYLICOLES POUR LE SECOND TRIMESTRE 1976.

Après une critique des différentes méthodes utilisées jusqu'à présent pour l'évaluation quantitative de la production de déchets, nous avons tenté de mettre au point une technique d'enquête et de calcul qui tiendrait compte, non seulement des zones mais également des différentes classes de surfaces exploitées.

2.1. Amélioration de l'évaluation quantitative de la production.

2.1.1. Valeur des échantillons de parqueurs ayant servi à nos estimations.

Nous allons comparer pour les mois de mai et juin la distribution, dans les différentes classes de surface précédemment définies, de notre échantillon avec celle de la population totale (annexe S5 rapport d'octobre).

Echantillon de mai					Population	
Zone	A	B + C	Etang		Etang	
classe	nb	nb	nb	%	nb	%
1 - 2 T	5	1	6	9	190	35
3 - 4 T	14	10	24	34	218	40
5 - 8 T	14	12	26	37	114	21
+ de 9T	6	8	14	20	26	5

Il apparaît tout de suite que notre échantillon n'est pas réparti comme la population d'origine. A l'aide du test du χ^2 nous vérifions l'hypothèse : "L'échantillon représente une population différente de la population d'origine".

$$2 = \frac{(35 - 9)^2}{9} + \ldots\ldots\ldots\ldots = 138$$

Avec un nombre de degrés de liberté égal à 2 (car il y a 4 classes) les tables nous donnent χ^2 0,001 $\sim$ 14. Il est donc pratiquement certain que l'échantillon n'est pas représentatif.

On constate en effet que notre échantillon représente beaucoup plus les gros parqueurs que les petits, particulièrement pour la zone B + C. La classe (1 - 2 T) est très insuffisamment représentée alors que la classe (+ de 9 T) est démesurément enflée. Ceci tient à la difficulté que nous avons rencontrée sur le terrain pour trouver présents les petits parqueurs et pour leur faire remplir nos feuilles d'enquête. Deux tables sont en effet à peine suffisantes pour occuper un homme toute l'année à temps complet.

Echantillon de juin

Zone	A	B + C	Etang	
classe	nb	nb	nb	%
1 - 2 T	3	0	3	5
3 - 4 T	12	6	18	33
5 - 8 T	9	9	18	33
+ de 9 T	9	7	16	29

Cet échantillon est encore moins représentatif que celui de mai.

Conséquence

Les extrapolations que nous avons tentées jusqu'à présent seront donc d'autant plus douteuses que la quantité de déchets produite par table sera dépendante de la surface de l'exploitation.

2.1.2. - Relation entre la quantité de déchet produite mensuellement par table et la surface de l'exploitation.

2.1.2.1. Calculs.

Cette relation a été établie pour le mois de mai. Nous avons exclu les cas de production nulle ou très faible, due à une activité autre que le détroquage (collage, préparation de la graine, absence prolongée du mas, etc...) ce que nous n'avions pas fait précédemment lorsque nous avions tenté d'établir une relation entre la surface et la production de déchet totale (cf. p. 63, rapport d'octobre). Notre échantillon se trouve ainsi réduit de 74 à 56 parqueurs.

Les chiffres obtenus sont consignés dans le tableau (1). La moyenne de chaque classe a été calculée. Le nuage de point correspondant est donné figure 2 ; la courbe des moyennes (ou ligne de régression) y est également figurée ainsi que la courbe des moyennes obtenues en incluant les productions nulles. Pour des commodités de représentation nous avons adopté comme classe supérieure "de 9 à 14 T" (au lieu de + de 9 T).

Enfin nous avons calculé le coefficient de corrélation (mais pas les paramètres de la droite de régression, car la relation n'est apparemment pas linéaire).

Le calcul classique ($r = \frac{COV\ (x, y)}{\sigma x \quad \sigma y}$) nous donne $R_e = -0,45$

Notre échantillon étant très faible ($n = 56$), nous sommes passés par l'intermédiaire du paramètre de corrélation transformé pour trouver la validité de R_e ($Ze = \frac{1}{2} \log \frac{1 + r}{1 - r}$). Les tables de FISCHER nous ont donné directement ce paramètre = $Ze = -0,47$.
On en tire les limites de confiance de Z à 95% $Z = Ze \pm 2 \frac{1}{n - 3}$

soit $Z = -0,47 \pm 0,26$

ce qui peut s'écrire $-0,73 < Z < -0,21$

Donc, il y a 95% de chance pour que $-0,62 < r < -0,20$

Le seuil de signification de r pour un nombre de degré de liberté de 54 est d'ailleurs 0,26.

On en conclut donc qu'il existe au mois de Mai de façon sûre une relation négative entre la quantité de déchet produite par table et la surface des concessions.

2.1.2.2. Conséquences.

Ce résultat va à l'encontre de ce que nous pouvions penser à priori. S'il y a une relation directe entre le travail d'une table et la quantité de déchet qui en sort, alors on voit que les tables des petits parqueurs sont beaucoup plus travaillées que les tables des gros parqueurs. Il est également probable que la production d'une table de petit parqueur est quantitativement très supérieure à celle d'un gros parqueur.

Ce résultat est à prendre avec prudence car il s'applique au mois de mai. Si nous avions inclus dans les calculs les productions nulles, il aurait été moins net, comme nous le montrent les deux "courbes des moyennes". Le taux d'absentéisme joue un rôle primordial dans ces calculs, et il conviendrait de le connaître de façon plus précise, tout au long de l'année et pas seulement à une époque donnée.

Nous avions noté qu'il n'existait aucune corrélation entre la surface des exploitations et la quantité de déchet produite mensuellement. Ceci n'est peut-être pas en contradiction avec cela dans la mesure où :

- nous avons exclu pour notre calcul les productions nulles,
- le nombre de tables compense la faible productivité.

On peut aussi penser que les phénomènes de locations de tables jouent un rôle dans ces résultats, les gros parqueurs louant des tables aux petits parqueurs. Si c'était le cas, alors la productivité des tables pourrait être plus constante qu'elle ne le paraît.

Notre échantillon, en sélectionnant préférentiellement les gros parqueurs, sous-estime les chiffres réels de production de déchets, d'où la nécessité de refaire les calculs à partir de la partition que nous avons faite.

2.1.3. Tentatives d'estimation statistique des quantités de déchets produites

2.1.3.1. Méthode et résultat

Nous prenons tous les résultats des parqueurs de l'échantillon de mai, y compris ceux que nous avions éliminés pour notre régression (figure 1 et 1 bis). Nous en déduisons les productions par table pour chaque classe et nous en calculons la moyenne, avec sa signification à 95% (cas des petits échantillons).

Soit si n est le nombre de parqueurs de la classe

N le nombre de tables de la classe

X_k la production de déchet mensuelle du parqueur K

T_k le nombre de tables du parqueur K

$$\text{Production moyenne mensuelle} = \left(\sum_{k=1}^{k=n} \frac{Xk}{Tk} \right) \frac{N}{n}$$

Nous obtenons les résultats suivants :

Classe	Moyenne mensuelle par table (en kg)	Nb de tables	Déchet produit/ en T	Limites sup. et inf. de l'intervalle de confiance
1 - 2 + Cinq Ports	307 ± 318	766*	235	479 0
3 - 4	296 ± 103	650	195	262 128
5 - 8	231 ± 90	735	170	236 104
+ de 9	142 ± 57 **	359	51	71 31
Ensemble de l'étang		2 510	651	1 048 263***

* Soit 282 tables de parqueurs, plus les 484 tables plantées des Cinq Ports.

** Notons que la variance est plus forte chez les petits parqueurs que chez les gros, et ceci d'une manière nette : il s'établit une sorte de "pondération" des résultats avec l'augmentation du nombre de tables.

*** Les limites que nous obtenons ainsi ne tiennent pas compte des interrelations qui existent entre les différentes sous-populations (du fait

qu'elles représentent tous une même population). Mais le calcul que l'on applique d'ordinaire lorsqu'on procède à une stratification

$$\sigma^2 = \frac{1}{N_1+N_2+\dots}\left(N_1^2\frac{\sigma_1^2}{n_1} + N_2^2\frac{\sigma_2^2}{n_2} + \dots\right)$$

ne peut s'appliquer ici, car nous nous rapportons au nombre de tables et pas au nombre de parqueurs.

Exprimée en tonnes par jour ouvrable (25 en mai), la production de déchet est pour l'ensemble de l'étang :

26,1 t/j { maximum 42 t/j
minimum 10,5 t/j } résultat S 1

. Remarque :

Le même mode de calcul appliqué directement à la population totale (c'est-à-dire en passant par le tonnage par table, mais sans stratification) donne une nouvelle estimation S_2 :

- moyenne/mois/table = 248 ± 59 kg
- Nb. de tables : 2 510
- Déchet mensuel = 620 t (maximum 770 t)
  (minimum 470 t)

soit 25 tonnes par jour (maximum 31 t/j)
(minimum 19 t/j)

Bien que nous sachions qu'elle est biaisée, cette estimation peut apparaître comme suffisante. Mais n'oublions pas que notre échantillon de mai est le meilleur, et que donc l'écart entre les deux méthodes sera plus fort pour les autres mois.

2.1.3.2. Récapitulation des valeurs obtenues par différents modes de calculs.

Voir rapport octobre (page 60 estimation E_1 et E_2 : 34 et 23 t/j)
(page 56 " H_1 et H_2 : 26 et 20 t/j)

et graphique joint (figure n° 3).

H_1 et H_2 ne nous paraissent absolument pas des méthodes fiables, bien que dans ce cas précis H_1 se trouve au même niveau que S_1. Rappelons qu'elles font intervenir un nombre restreint de parqueurs choisis. Les résultats sont fortement biaisés.

E_1 met tous les parqueurs sur le même plan. L'hétérogénéité de la population la rend sans intérêt. E_2 fait encore trop ressortir l'influence des gros parqueurs, bien que le biais soit plus faible que pour H_1 et H_2.

S_2 est encore un peu biaisé puisque nous ne tenons pas compte de la répartition des parqueurs entre chaque sous-population. Il conviendrait donc en toute logique d'adopter S_1. Cependant cette méthode élargit artificiellement les limites de confiance de la moyenne puisque nous faisons entrer dans chaque classe un nombre très faible de parqueurs.

En conclusion il ne nous semble pas trop erroné étant donné la construction de ces deux estimations, d'adopter comme valeur centrale S_1, et de la munir de l'intervalle de confiance de S_2. C'est également ce que nous ferons désormais pour les estimations des mois à venir.

Résultat pour mai = 26 tonnes par jour plus ou moins 6 t

2.1.4. Autres résultats

Comparaison entre les zones A et B + C

Nous avons fait cette comparaison pour le mois de mai en excluant les productions nulles. Soit sur 31 parqueurs de la zone A
24 " de la zone B + C

Nous obtenons : moyenne mensuelle de déchet par table en kg :

$A = 333 \pm 86$ kg

$B + C = 271 \pm 82$ kg

Les estimations des deux moyennes se recoupent. Le calcul du T de STUDENT s'avère donc indispensable (quoique son emploi soit ici déconseillé étant donné que les variances sont différentes : 39 900 pour B + C et 57 000 pour A).

$T = 1{,}03$ Avec $\nu = 53$

La différence entre A et B + C n'est donc pas statistiquement significative (à 95%). Notons pourtant que T 0,30 = 1,03 : il y a donc 70% de chance pour que notre hypothèse soit juste et qu'il y ait réellement une différence entre A et B + C.

Nous admettrons donc (bien que nous ne l'ayons pas statistiquement prouvé) qu'il existe une différence entre les zones A et B + C et que la zone A produit plus de déchet par table que la zone B + C. Sur notre échantillon de mai la différence observée est de 63 kg par table et par mois.

Ceci fait que la zone A qui compte 1 074 tables, produit plus de déchet que les zones B et C réunies (952 tables), si du moins nous comptons à part les pêcheurs des 5 Ports - soit pour A 15 T/j, pour B + C 11 T/j } en mai

Signification de notre partition

Nous avons effectué le test de la variance sur nos quatre sous-populations I, II, III et IV.

variance intragroupe : 70 690
" intergroupe : 82 830

F = 1,17

D'après les tables de SNEDECOR, F 0,05 = 2,70

Par conséquent nos quatre sous-populations ne sont pas suffisamment hétérogènes pour être considérées comme distinctes (ce qui justifie de prendre pour estimation de la moyenne celle qui découle du calcul de S_2).

Nous remarquerons pour conclure que l'incertitude provient essentiellement dans tous nos calculs du groupe I, très insuffisamment représenté. Il suffirait pour améliorer le sondage de prendre plus de petits parqueurs.

Critique : nous prenons comme unité élémentaire pour notre calcul la quantité moyenne de déchet mensuelle par table. Or cette unité est déjà elle-même la moyenne d'observations plus ponctuelles, dont l'incertitude est grande. Nous n'avons fait intervenir cette incertitude dans aucun de nos calculs. Nous ne saurions d'ailleurs l'estimer de façon correcte puisque nous nous fions aux déclarations des producteurs.

Figure 1

Relation entre le nombre de tables des parqueurs et la quantité moyenne de déchets produite par table au mois de mai (toutes zones comprises).

(1) = nombre de tables du parqueur considéré.

(2) = production mensuelle de déchet par table (en kg).

I		II		III		IV	
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1	1 280	3	443	5	164	9	136
2	188	3	520	5	206	9	187
2	940	3	135	5	252	10	68
2	130	4	117	5	920	11	218
2	700	4	520	6	50	12	83
2	75	4	365	6	147	12	200
		4	540	6	196	12	218
		4	770	6	307	12	317
		4	500	6	333	13	58
		4	320	6	420	14	150
		4	320	6	467	14	194
		4	390	7	309		
		4	240	7	166		
		4	740	8	15		
		4	160	8	63		
		4	380	8	106		
		4	460	8	125		
		4	133	8	198		
				8	250		
				8	344		
				8	743		
moyenne 552		moyenne 398		moyenne 275		moyenne 166	
						19	284

Figure 1 bis : Productions des parqueurs éliminés pour le calcul de la régression (productions nulles ou très faibles).

(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
2	0	4	0	5	68	9	0
2	0	4	0	6	100	10	20
2	0	4	0	6	8		
2	15	4	0	8	0		
1	50	4	0	8	50		
		4	50				

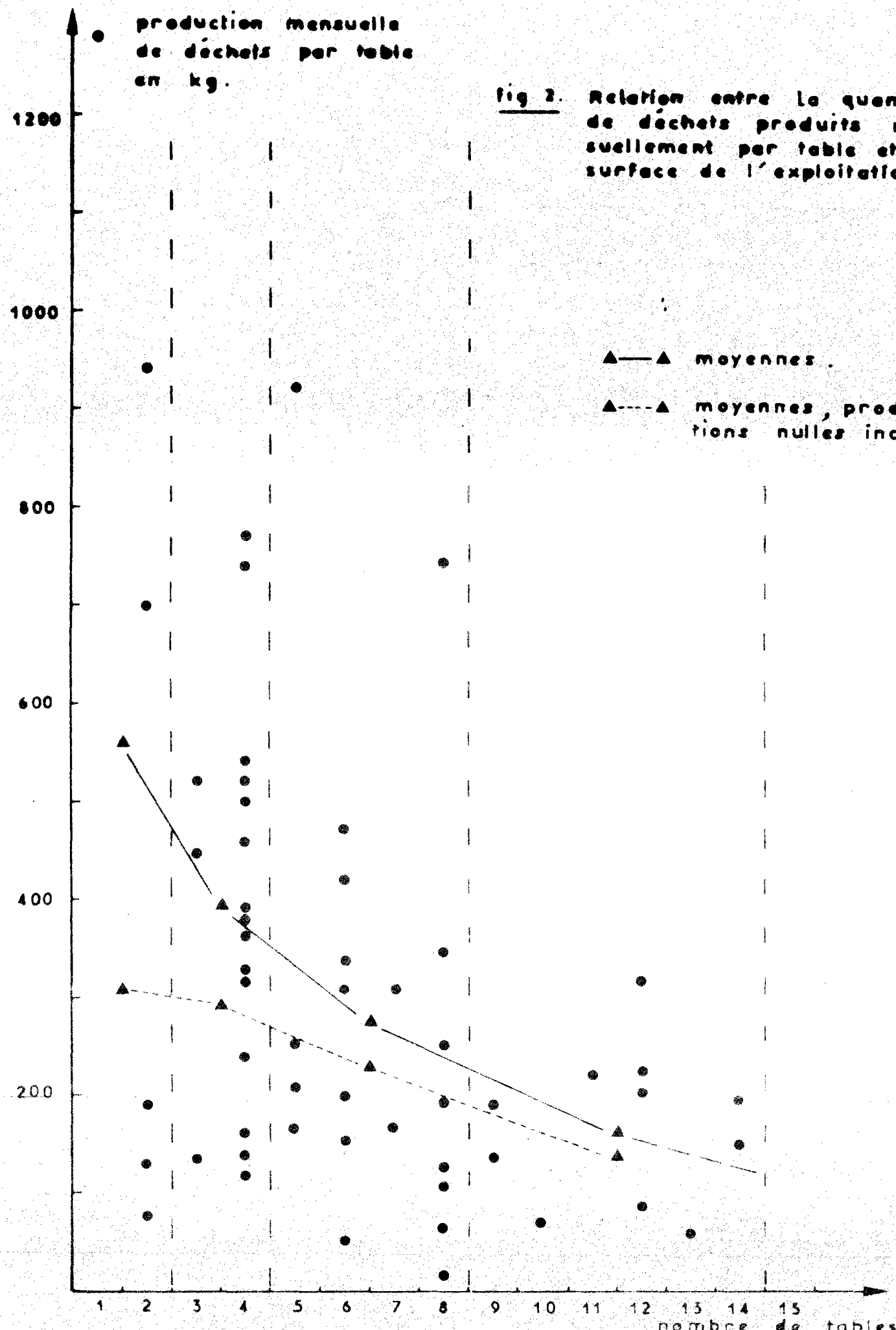
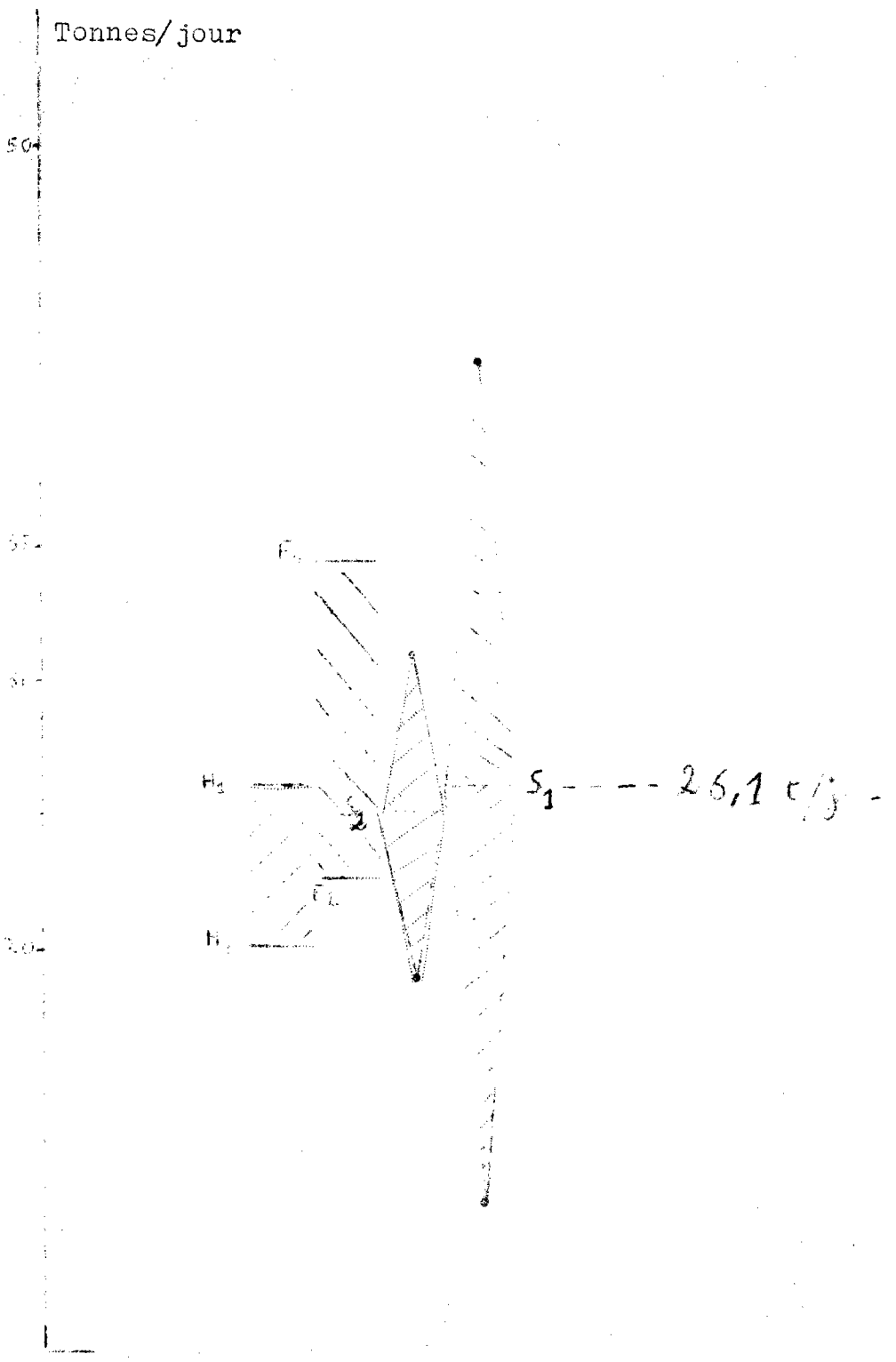


fig 2. Relation entre la quantité de déchets produits mensuellement par table et la surface de l'exploitation.

ESTIMATION DES QUANTITES JOURNALIERES DE DECHETS PRODUITES EN MAI .

Fig. 3

Récapitulation des résultats obtenus par différents modes de calcul .



2.2. Rappel des quantités de déchets du premier semestre.

Nous portons sur le tableau suivant les deux hypothèses H_1 et H_2 et pour chacune la quantité de déchet par jour, puis par mois. La dernière colonne montre la moyenne journalière et la moyenne mensuelle obtenues à partir de ces deux hypothèses. Les résultats sont exprimés en tonnes.

	H_1		H_2		Moyennes	
	Q/jour	Q/mois	Q/jour	Q/mois	Q/jour	Q/mois
janvier	41	984	22	528	31,5 ± 9,5	756
février	35	840	25	600	30 ± 5	720
mars	33	792	29	696	31 ± 2	744
avril	32	768	19	456	25,5 ± 6,5	612
mai	32	768	20	480	26 ± 6	624
juin	42	1008	30	720	36 ± 6	864

2.3. Evaluation de la production de déchets au cours du deuxième semestre 1976.

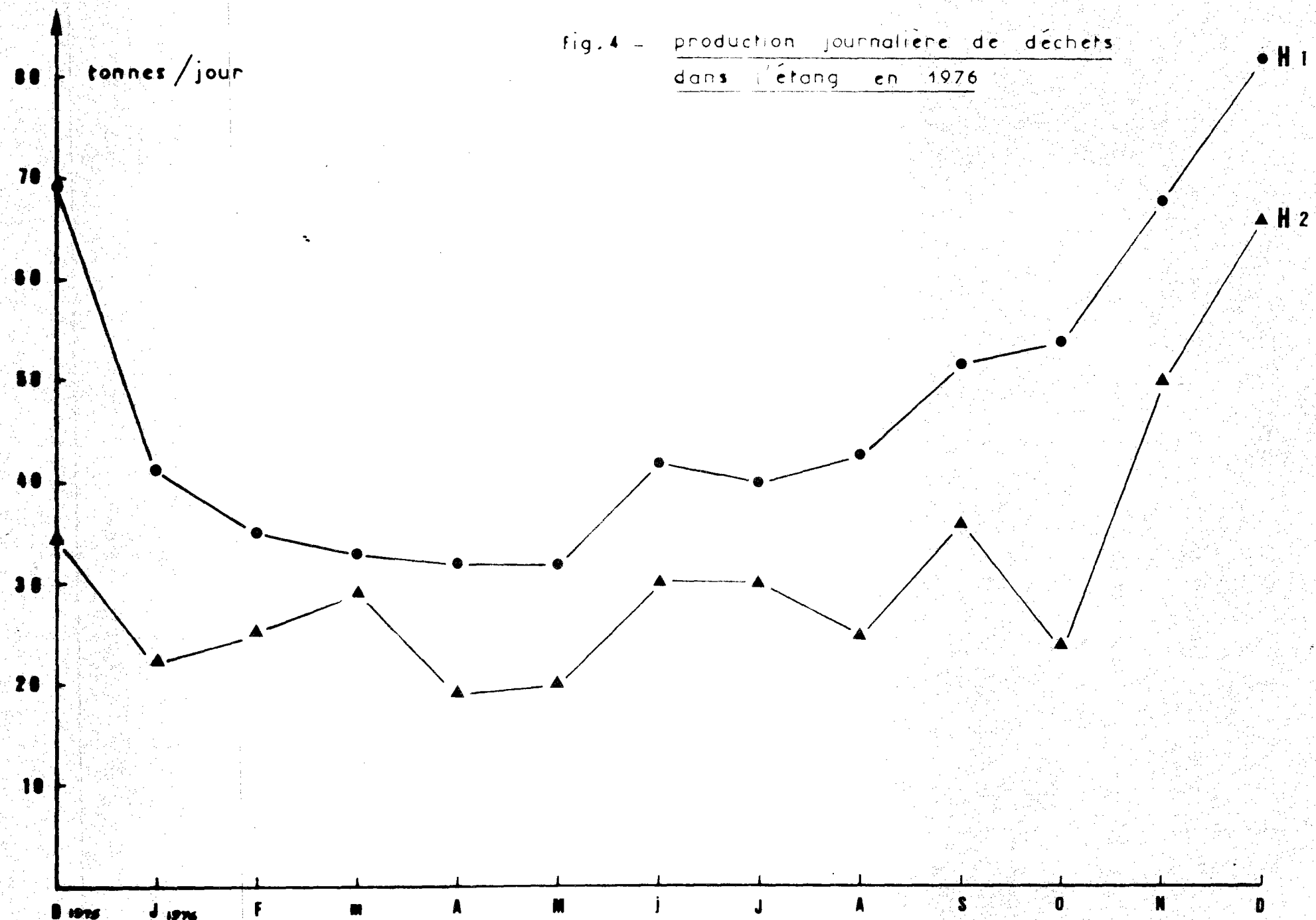
Pour l'évaluation des quantités de déchets du second semestre, nous avons adopté la dernière méthode de calcul exposée tenant compte, à la fois, des différentes zones et des partitions de surfaces exploitées. Nous obtenons ainsi pour les six derniers mois de l'année les résultats suivants, exprimés en tonnes.

	Maximum		Minimum		Moyennes	
	Q/jour	Q/mois	Q/jour	Q/mois	Q/jour	Q/mois
juillet	40	960	30	720	35 ± 5	840
août	43	1032	25	600	34 ± 9	816
septembre	52	1248	36	864	44 ± 8	1056
octobre	54	1296	24	576	39 ± 15	936
novembre	68	1632	50	1200	59 ± 9	1416
décembre	82	1968	66	1584	74 ± 8	1776

Les courbes suivantes (fig. 4) rassemblent les résultats de l'année entière.

Les évaluations mensuelles pour 1976 nous permettent de calculer la production totale de déchets de l'étang de Thau pour 1976 : soit pour 24 jours de travail par mois, une production annuelle de 9024 tonnes à 13 296 tonnes.

fig. 4 – production journalière de déchets dans l'étang en 1976



2.4. Calcul théorique de la production de moules dans l'étang de Thau en 1976.

En se basant sur le nombre d'étiquettes de salubrité distribuées par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, nous obtenons une évaluation approximative de la production de moules dans l'étang. Celle-ci, augmentée de la production d'huîtres, nous permettra d'établir une comparaison entre la production de coquillages et la production de déchets conchylicoles.

janvier	: 274 tonnes	juillet	: 1290 tonnes
février	: 368 "	août	: 1021 "
mars	: 756 "	septembre	: 1462 "
avril	: 700 "	octobre	: 842 "
mai	: 732 "	novembre	: 941 "
juin	: 1018 "	décembre	: 1888 "

soit au total une production supposée de 11 300 tonnes avec une moyenne mensuelle de 940 tonnes.

Ces résultats sont portés sur la figure 5. Nous y avons ajouté la courbe correspondant à l'année 1975 afin de rétablir l'équilibre rompu par les conséquences de la malaïgue qui a sévi en été 1975 et a encore été ressentie au printemps 1976.

La production de moules, moyenne au printemps, augmente graduellement en été pour diminuer ensuite en automne et en hiver avec une exception pour le mois de décembre.

2.5. Calcul théorique de la production d'huîtres dans l'étang de Thau en 1976.

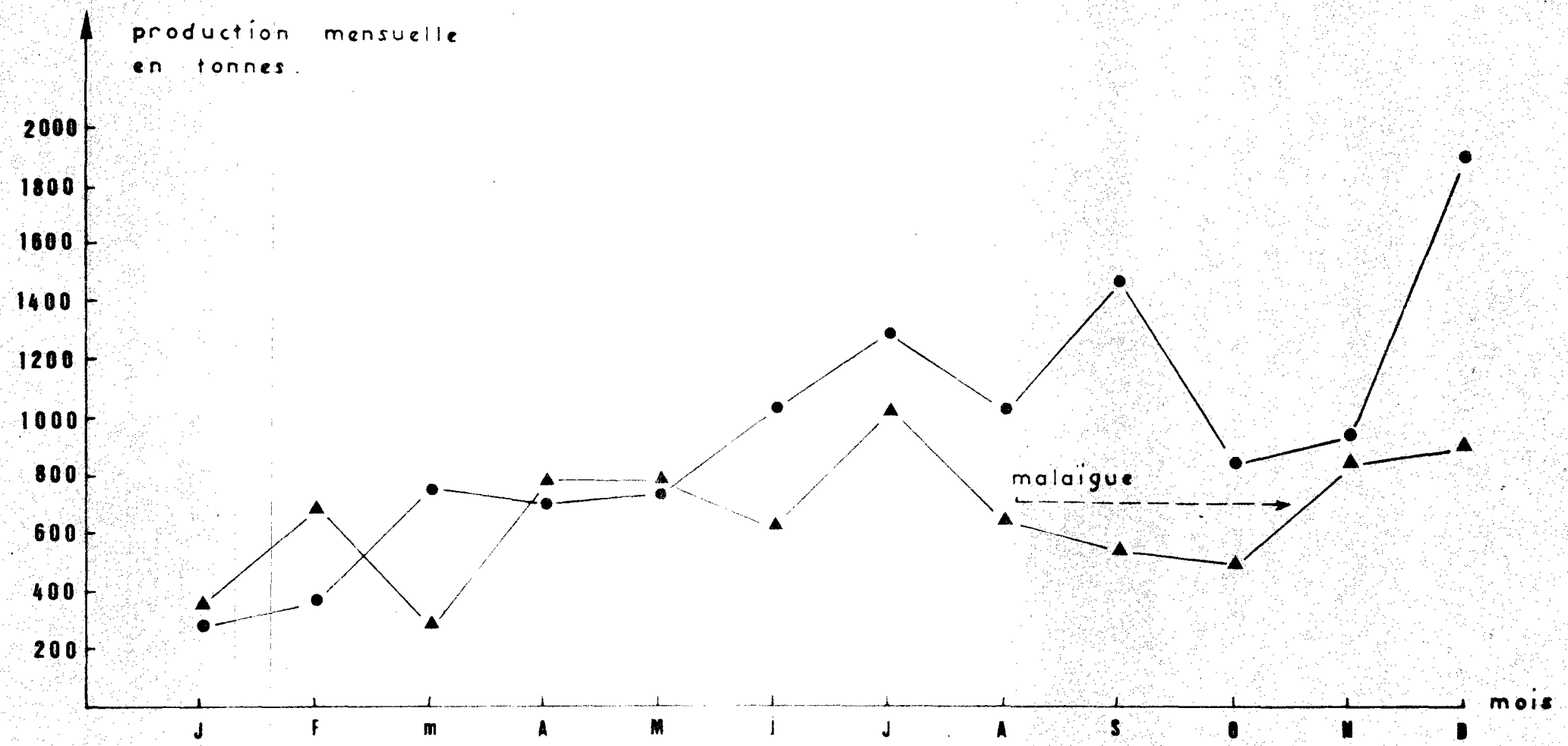
Une évaluation identique concernant la production d'huîtres, réalisée à partir du nombre d'étiquettes distribuées, nous a fourni les quantités suivantes :

janvier	: 232 tonnes	juillet	: 285 tonnes
février	: 361 "	août	: 434 "
mars	: 246 "	septembre	: 634 "
avril	: 285 "	octobre	: 906 "
mai	: 195 "	novembre	:1254 "
juin	: 281 "	décembre	:2600 "

Fig. 5 - Evaluation de la production de Moules dans l'étang de Thau (étiq. sanitaires)

●——● en 1976

▲——▲ en 1975



Nous obtenons donc une évaluation de la production d'huîtres pour l'année 1976 de 7700 tonnes avec une moyenne mensuelle de 642 tonnes.

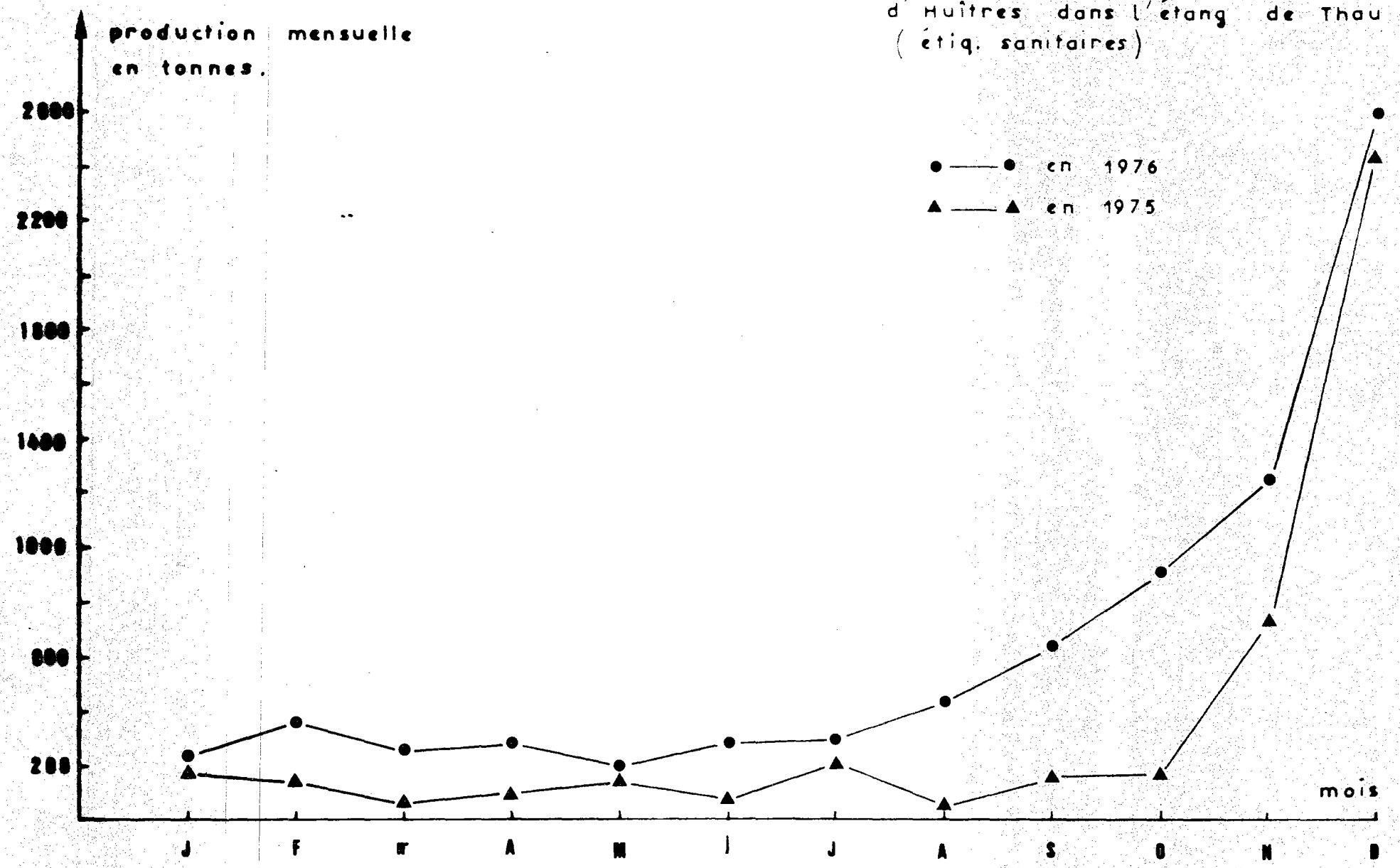
La courbe de la figure 6 rassemble ces données comparativement à celle de 1975.

2.6. Comparaison entre la production théorique de coquillages et la production de déchets.

La figure 7 représente les productions de moules et d'huîtres de l'étang de Thau en 1976 et la figure 8 nous permet de voir la corrélation entre les quantités de coquillages produites et la quantité de déchets résultant de la conchyliculture.

Il faut noter que la pénurie de naissain en 1976 ajoutée aux effets de la malaïgue de l'été 1975 (relativement moins de moules commercialisables cette année par exemple) ont eu une incidence certaine sur les productions de printemps. En effet, les quantités de déchets auraient dû être légèrement supérieures en avril et en mai. Nous pouvons cependant conclure en disant que l'année 1976 a été une année moyenne donc représentative.

Fig. 6 - Evaluation de la production d'Huîtres dans l'étang de Thau (étiq. sanitaires)



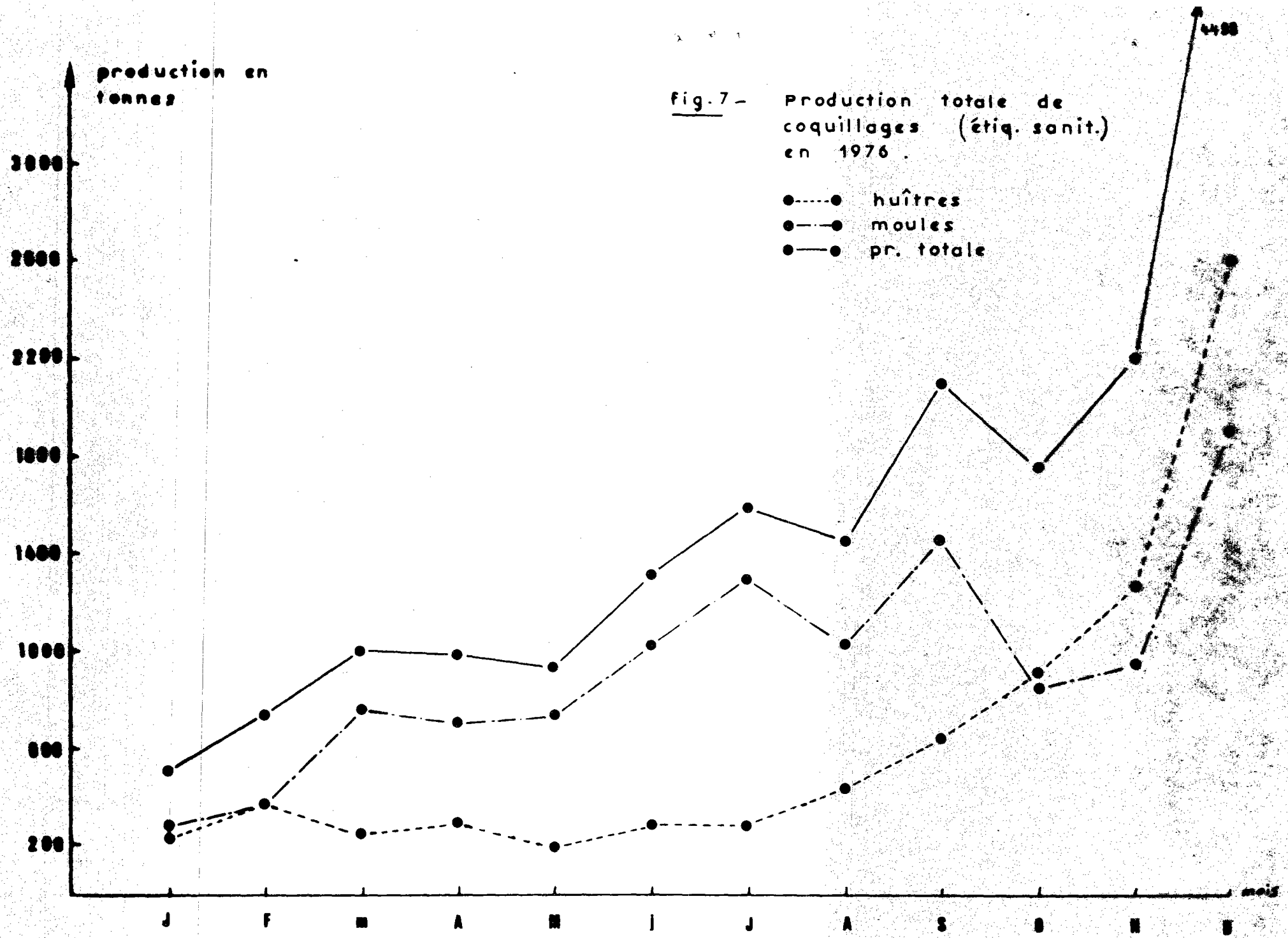


fig. 7 – Production totale de coquillages (étiq. sanit.) en 1976.

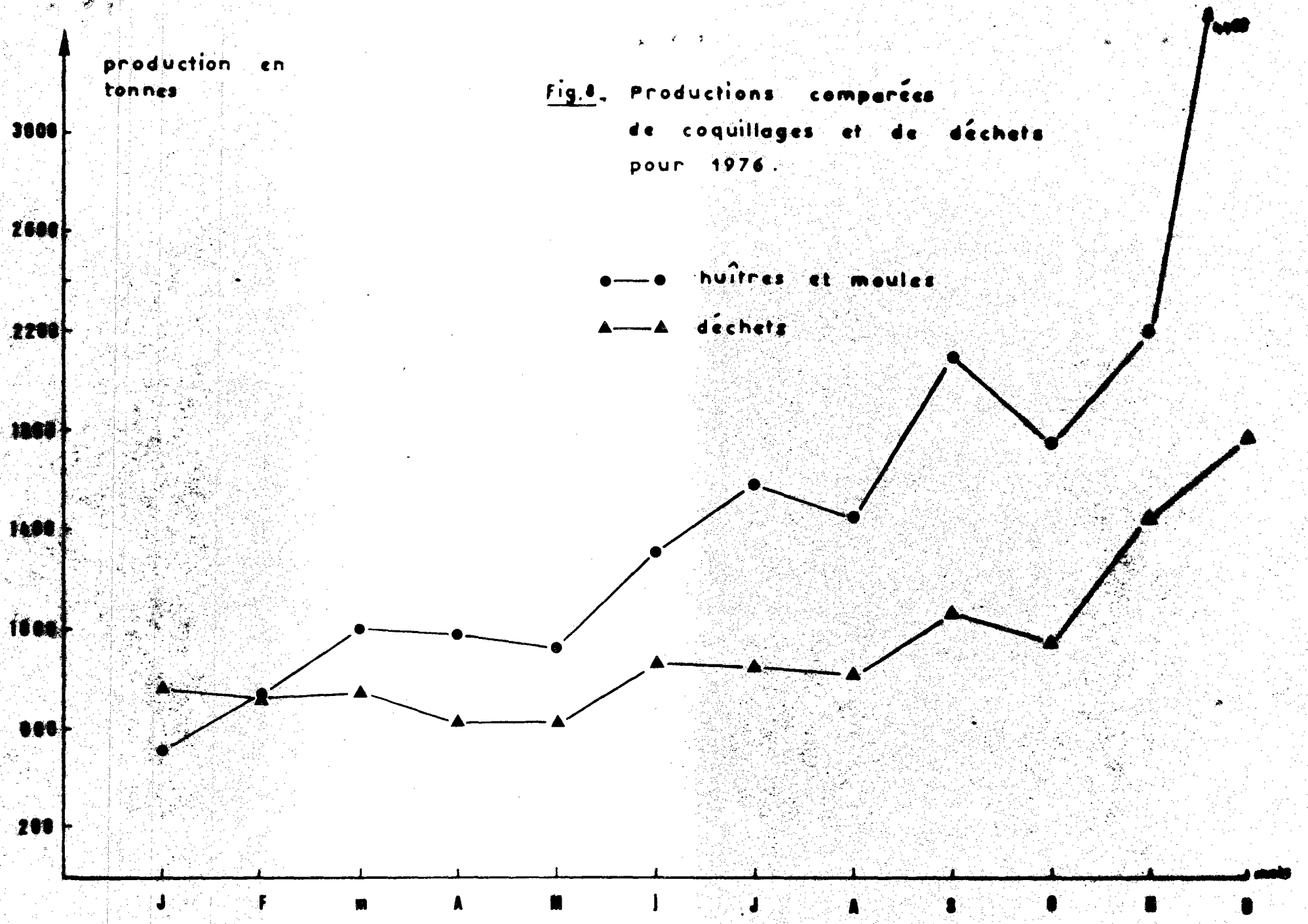


Fig.8. Productions comparées de coquillages et de déchets pour 1976.

3. RESULTATS DIVERS.

3.1. Variations journalières au cours de la semaine des quantités de déchets produits.

Nous avons vérifié l'évolution des quantités journalières de déchets au cours de la deuxième semaine de mai. Les tonnages précédemment trouvés constituent en effet une moyenne théorique déduite de la production mensuelle.

Pour ce calcul nous nous sommes ramenés à la production individuelle par jour et par table (par analogie avec la méthode S_2 précédente), en considérant les zones A et B + C, sans tenir compte de la stratification en quatre sous-populations.

Soit si un producteur K (possède N_k tables
(produit P_k kg de déchet par jour

Production journalière par table pour un producteur = $\frac{P_k}{N_k}$

Production journalière par table moyenne = $\frac{1}{n} \sum_{K=1}^{K=n} \frac{P_k}{N_k}$

Nous calculons également l'intervalle de confiance à 95 %

Sur la zone A : n = 33 Sur la zone B + C : n = 27

Résultats (exprimés en kg/jour/table)

Zone		lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi
A	moyenne	13,09	10,53	12,93	10,97	9,27	6,45
	Intervalle de confiance à 95 %	± 5,27	± 3,75	± 4,59	± 3,81	± 3,62	± 3,50
	nb de parqueurs actifs sur 33	21	24	25	24	20	14
B + C	moyenne	9,07	10,88	10,88	11,11	9,40	3,25
	Intervalle de confiance à 95 %	± 4,41	± 4,60	± 4,49	± 5,39	± 4,50	± 3,14
	nb de parqueurs actifs sur 27	14	16	17	16	16	6

La production du samedi est deux à trois fois plus faible que les autres productions de la semaine ; beaucoup de parqueurs ne travaillent pas, les autres n'étant présents que le matin.

Aucune autre différence significative ne ressort de notre tableau, les intervalles de confiance étant très larges. Il semblerait cependant que si la production globale est à peu près constante tout au long de la semaine, elle se répartisse différemment le long de l'étang (sans que ces variations soient très importantes). Les zones A et B + C apparaissent comme complémentaires.

3.2. Remarques concernant la composition chimique des déchets de l'été 1976 (complément au rapport d'octobre-décembre).

- Composition ionique et valeur en tant qu'amendement calcaire

3.2.1. Magnésium, calcium, carbonates et pH

) Formes probables du magnésium

· Rappelons la rapidité avec laquelle le magnésium est lessivé. Nous en avons déduit qu'il se trouve sous forme de $MgCl_2$.

. Or on admet que le magnésium occupe sous forme d'ions Mg^{++} 3,7 % des sels totaux de l'eau de mer.

En supposant que ces ions extrêmement mobiles soient lessivés dès la première pluie, ils auront disparu du déchet après 15 jours de séchage, c'est-à-dire :

$$\text{Salinité du déchet le premier jour} \times \frac{3,7}{100} = Mg^{++} \text{ lessivable.}$$

Mg du premier jour - Mg lessivable = Mg après 15 j

Mg (0) - Mg(L) = Mg 15 j

Nous vérifions ce que donne cette hypothèse sur quelques cas :

n° prélèvement	salinité origine	Mg lessivable	Mg origine	Mg(0)-Mg(L)	Mg 15 j observé
3/7	4,0	0,15	0,37	0,22	0,39
4/8	5,0	0,18	0,49	0,31	0,35
12/40	2,5	0,09	0,60	0,51	0,39
10/37	5,4	0,20	1,84	1,64	1,00
25/50	5,3	0,19	1,1	0,8	0,49
11/35	4,1	0,15	1,2	1,05	0,50
9/36	3,5	0,12	0,45	0,33	0,40

Notre hypothèse ne se vérifie donc pas. Le taux résiduel de magnésium est dans 4 cas très inférieur à ce qu'il devrait être. Ce qui peut signifier deux choses :

. Le taux de magnésium de l'étang de Thau est très supérieur à celui de l'eau de mer (il importerait de vérifier cette hypothèse dans la suite de l'étude).

. Le Mg est contenu dans les déchets sous d'autres formes très solubles.

Le calcul inverse, qui consisterait à déduire la baisse de salinité du déchet due au départ du magnésium n'aurait pas de fondement, le magnésium n'intervenant que pour une trop faible part dans la salinité totale (3,7 %).

Les carbonates

Nous avons - d'une part le taux de calcaire total
- d'autre part le pourcentage des éléments Ca et Mg.

Pour comparer ces résultats nous allons exprimer Ca et Mg en $CaCO_3$ et en Mg CO_3 ($CaCO_3$ = 2,5 Ca - Mg CO_3 = 3,47 Mg).

Le Mg provenant de l'eau de mer est soustrait du Mg contenu dans l'échantillon d'origine (cette opération n'est pas faite pour le Ca, le Ca de l'eau de mer ne constituant que 1,2 % des sels totaux).

Ces calculs ont, entre autres, l'intérêt de nous donner le taux maximal de Mg CO_3 que peut contenir le déchet. Enfin nous formons le rapport :

$\frac{\text{Calcaire observé}}{(MgCO_3 + CaCO_3) \text{ calculés}}$ qui représente la part de (Ca + Mg) se trouvant sous forme de carbonates.

n°	Ca	$CaCO_3$ (a)	Mg	$MgCO_3$ (b)	(a)+(b)	calcaire (c)	$\frac{c}{a+b}$
1	32,7	82	0,07	0,24	82	63	0,77
2	35	87	0,30	1,04	88	68	0,77
3	37,4	93	0,22	0,77	94	81	0,86
4	36,1	90	0,31	1,01	91	72	0,77
10	40,3	101	1,64	5,7	107	64	0,68
12	33,8	85	0,51	1,8	87	72	0,83
19	5,6	14	2,65	9,2	23	8	0,35
50	31,8	80	0,49	1,7	82	64	0,78

On s'aperçoit que le carbonate de magnésium ne dépasse pratiquement jamais 2 %. L'échantillon n° 19 (algues) révèle par ce calcul toute sa richesse en magnésium (9 % de $MgCO_3$ possible, contre 14 % de $CaCO_3$).

Le résultat le plus intéressant est que 70 à 80 % seulement de (Ca + Mg) sont à l'état de carbonate, autrement dit, que 20 à 30 % de ces éléments sont engagés sous d'autres formes, très vraisemblablement organiques (phosphates et sulfates sont peu représentés dans le déchet). Enfin notons que pour les algues ce pourcentage est très faible.

Rapport Ca/Mg : ce rapport est établi sur les éléments et non pas sur les ions que nous n'avons pas dosés.

n° échantillon	1	2	3	4	7	8	10	12	25 26	50	19
Ca/Mg	470	117	101	74	96	101	24	49	29 70	65	2,1

A l'exception du n° 19 (algues séchées) ces rapports sont très élevés et montrent l'insuffisance du magnésium dans notre déchet.

Ph

Doser le pH revient à connaître la quantité d'ions H^+ libres dans le déchet humidifié (acidité active), ce qui ne présume pas de la quantité d'ions H^+ adsorbés. Celle-ci, qui constitue l'acidité potentielle, peut être de 1 000 à 100 000 fois plus élevée. Pour en connaître la valeur, il faudrait pouvoir calculer la capacité totale d'échange de notre milieu (c'est-à-dire la somme des cations adsorbés) et la somme des cations métalliques échangeables. Ces deux grandeurs ne peuvent être obtenues que par des mesures longues et compliquées.

- la connaissance du taux de carbonate peut nous donner une valeur minimum de la capacité d'échange. A 70 % de carbonates correspondent pour 100 g de déchets 3 500 milliéquivalents d'ions Ca^{++} ou Mg^{++}. La capacité d'échange du déchet est donc très élevée (elle est de 100 à 300 milliéquivalents dans un sol ordinaire). Il en résultera un grand pouvoir tampon, et donc une efficacité durable.

- Avec un pH compris entre 7 et 8 le déchet ne pourra pas, même à forte dose, avoir d'effet nocif sur le sol (contrairement aux chaux, dont le pH atteint 12 ou 13). Par contre leur effet bénéfique sur les sols acides sera peut-être plus limité.

3.2.2. Salinité - ions Cl^- et Na^+

Nous avons dosé la chlorinité de notre déchet, et par le jeu du calcul nous l'avons exprimé en salinité totale. Pour ce faire nous avons supposé que le rapport chlorinité/salinité était le même pour le déchet et pour l'eau de mer, ce qui n'est absolument pas prouvé. (Notons que l'eau de l'étang de Thau, qui imbibe notre déchet, n'a pas à priori la même composition qu'une eau de mer normale : il conviendrait d'en connaître le taux chlorinité/salinité).

Pour une salinité variant de 2 à 5 %, le pourcentage de chlore varie entre 1,2 et 2,9 % et de sodium entre 0,6 et 1,5 %.

Ces taux, normaux pour un produit marin, sont très élevés en regard de ce que l'on peut trouver dans un sol normal.

De fortes doses en Cl^- sont susceptibles de diminuer l'assimilation du potassium et surtout des sulfates (des carences en soufre sont à craindre). En cas d'utilisation comme amendement calcaire, nous conseillerions de l'employer simultanément avec des engrais à base de $K_2 SO_4$ et d'éviter le $NH_4 Cl$ et le KCl. L'utilisation du déchet en zones arides serait également dangereuse en raison des risques d'accumulation du chlore en surface, par suite de sa remontée par capillarité.

L'excès de Na^+ est encore plus néfaste que l'excès de Cl^- : le sodium est un antagoniste du calcium et du magnésium et détruit la structure du sol (dispersion des argiles, battance et asphyxie). A faible dose le sodium est au contraire très utile. Une teneur de 1 % ne nous semble pas excessive dans un produit contenant 80 % de calcaire (dont 40 % de Ca).

3.2.3. Eléments principaux et secondaires

Nous avons précédemment examiné la valeur de l'azote dans la matière organique (p. 51-52)*. Les teneurs en phosphore et en potassium sont trop faibles pour avoir une influence notable dans un tel amendement.

Le fer et la silice sont abondants, mais leur présence n'a pas de grande signification. Notons qu'il est probable qu'une partie du fer présent dans le déchet peut venir du passage dans les déclosqueuses dont les grilles sont très vite rongées par l'eau de mer. De même un traitement industriel des déchets provoquerait également l'introduction de fer dans le produit fini. Le fer est l'un des rares oligoéléments toujours présent dans les engrais ou les amendements.

Le soufre mérite qu'on s'y arrête. Une partie importante de ce soufre provient en effet des sulfates de l'eau de mer. Les ions SO_4^{--} représentent 7,7 % de la salinité totale ; la part du soufre seul est de 2,6 %. Nous procédons dans le tableau ci-dessous au même calcul que précédemment pour le magnésium

* Rapport d'octobre-décembre .

n° prélèvement	Salinité origine	Soufre contenu dans l'eau de mer (1)	Soufre au jour origine (2)	Soufre après 15 jours	(2) - (1)	$\frac{(2)-(1)}{(2)} \times 100$
3/7	4,0	0,11	0,43	0,47	0,33	77 %
4/8	5,0	0,13	0,64	0,55	0,51	80 %
10/37	5,4	0,14	0,93	—	0,80	86 %
12/40	2,5	0,065	2,0	—	1,93	96 %
25-26/50	5,3	0,14	0,99 0,38	0,25	0,85 0,24	86 % 63 %

Il devrait donc rester environ 80 % du soufre total après élimination de l'eau de mer (essorage ou lavage). Le soufre est donc abondant dans le déchet, ce qui est souhaitable. Rappelons que le taux de chlore est trop élevé ; le soufre intervenant comme antagoniste du chlore viendra donc limiter son action néfaste.

Par contre il est souhaitable de donner au déchet en cours de séchage une bonne aération si l'on veut éviter la formation en quantité d'hydrogène sulfuré par réduction des sulfates.

Les rapports $\left(\frac{C}{S}\right.$ varient entre 10 et 50

$\left(\frac{N}{S}\right.$ entre 1 et 6

Ils dénotent un équilibre satisfaisant.

Enfin nous pensons qu'une bonne partie des sulfates doit être sous forme de sulfates de calcium (excellent pour le sol et les plantes).

3.2.4. Oligoéléments

Le manganèse

Le taux de manganèse est exceptionnellement élevé. Dans des boues acides de stations d'épuration le seuil de toxicité serait de 500 ppm. Or notre déchet en contient de 500 à 1 500 environ. On peut donc se demander si aucune toxicité n'est à craindre, d'autant que le lessivage ne semble pas avoir d'influence sur le taux de manganèse.

Nous objecterons :

- Que nous ne savons pas sous quelle forme se trouve engagé ce manganèse, qu'il n'est pas obligatoirement assimilable (il n'existe d'ailleurs pas de méthode fiable pour déterminer le Mn actif). Nous pouvons cependant prévoir que le manganèse est surtout présent dans la partie organique.

- Que les toxicités en Mn interviennent sur sols très acides, et qu'elles se guérissent par élévation du pH, c'est-à-dire par chaulage (il y a antagonisme entre Ca et Mn). Donc le déchet contient en lui-même son propre remède.

- Que dans les sols intensément cultivés les carences en Mn commencent à se généraliser (exportations élevées par les récoltes).

Il nous semble donc que des taux élevés de Mn ne soient pas à craindre, bien au contraire, mais cela demanderait à être confirmé par une expérimentation de type agronomique.

Autres oligoéléments

Zinc : les doses contenues dans le déchet sont élevées par rapport aux teneurs d'un sol normal, mais sans être excessives. C'est là un bon atout.

Cuivre : faible teneur, sans grande utilité.

Cobalt : teneur élevée. Les teneurs minimales admises dans les sols varient de 0,1 ppm (Hollande) à 5 ppm (Australie). Un taux de 15 ppm est donc largement bonifiant.

Molybdène : bonne teneur, d'autant plus intéressante qu'il y a synergie entre molybdène et calcium.

Bore : Si le taux de 25 ppm se confirme, notre produit est très riche en bore, ce qui est normal puisque nous avons affaire à un produit d'origine marine. C'est un atout important car les carences apparaissent en cas de chaulage (le calcium diminue l'assimilabilité du bore). Notre amendement porte donc en lui son propre remède. Les carences en bore étant fréquentes et préjudiciables, les déchets sont donc très intéressants.

Des toxicités pourraient se manifester cependant sur vignes ou haricots si les doses employées dépassaient (en une ou plusieurs applications) 2 000 t/ha de produit sec.

3.3. Rapports avec les industriels.

Dans le cadre de nos rapports avec les industriels, des circulaires ont été envoyées le 3 décembre aux sociétés suivantes :

. Entreprises concernées par les engrais et les amendements calcaires :

A1 - Société BROTO à CHALETTE SUR LOING 45120
A2 - CARBO Centre à ESVRES 37320
A3 - CARRIERES ET FOURS A CHAUX DE DUGNY à VERDUN 55100
A4 - CHAUX BALTAZARD ET COTTE à GRENOBLE 38000
A5 - Société DHAILLE à TOUTENCOURT 80920
A6 - LA DOLOMIE FRANCAISE à PARIS
A7 - FRANCAISE D'ELECTRO-METALLURGIE SOFREM à PARIS
A8 - ENTREPRISE MARQUET à PERIGUEUX 24000
A9 - SOCIETE MEAC à VOVES 28150
A10 - Société des CHAUX DE BOVAN à PRECY-SUR-OISE 60460
A11 - Société SACILLOR ACIERIES et Laminoirs de Lorraine à HAYANGE 57700
A12 - Société TIMAC à SAINT-MALO 35400
A13 - Société des TRAVAUX AGRICOLES DE LOIR ET CHER à HERBAULT 41190
A14 - Société Générale des ENGRAIS à NEUILLY 92527
A15 - ETABLISSEMENTS BERGER à ARGELLIERS 34380
A16 - Société COFAZ à PARIS
A17 - Société AZOLACQ CHIMIQUE D'ENGRAIS à PARIS
A18 - Société BONGIOVANNI à VALLAURIS 06220
A19 - Société Commerciale LAMBERT RIVIERE à PARIS
A20 - Société PIERREFITTE Auby à PARIS
A21 - Société ROGER MONTEL à ENGHIEN LES BAINS 95880
A22 - Société HUMUS SOLUBLE à JONCHERY SUR VESLE 51140
A23 - Société BRETONNE des Algues Marines à LANDERNEAU 29220
A24 - Société d'EXPLOITATION DES CALCAIRES MARINS à PONTRIEUX 22260
A25 - Société LES CHAUX DU PERIGORD à TERRASSON LA VILLE DIEU 24120
A26 - CELAC Comité d'études et de liaison des amendements Calcaires à PARIS

. Entreprises concernées par la fabrication d'aliments composés :

B1 - C.O.F.N.A. à NANTES 44000
B2 - Société BOMBAL et fils à SERIGNAN 34410
B3 - Société ALIMENT RENTAL LANGUEDOC à COLOMIERS 31770
B4 - ALIMENTS ROC à MARSEILLE 13014
B5 - S.A.R.B. à PARIS
B6 - Société AMINEX à NOYON 60400
B7 - ALFALFA à VIMONTIERS 61120
B8 - FRANCE ALIMENTS à MARSEILLE 13008
B9 - Société COFNA à TOURS 37000
B10 - Société française de Compléments alimentaires à PARIS
B11 - Société NOVIS et Cie à ANDUZE 30140
B12 - IRANEX à MARSEILLE 13016

Les circulaires envoyées comprenaient une lettre d'exposé général et deux fiches techniques. Un exemplaire de chacune est donné ici.

Cinq réponses sur les 38 industriels contactés nous sont parvenues. Seul un industriel a paru intéressé par les déchets produits et viendrait éventuellement les prendre sur place.

INSTITUT DES PECHES MARITIMES

Centre de SETE

1, rue Jean Vilar
34200 - SETE -

IP 491/76

SETE, le 3 DECEMBRE 1976

Monsieur le Directeur

OBJET : récupération de déchets conchylicoles.

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre des programmes de réorganisation de la conchyliculture et d'épuration du Bassin de Thau, le problème de l'élimination des déchets provenant des établissements conchylicoles se pose avec une acuité toute particulière. Ces déchets sont actuellement rejetés dans l'étang, ce qui entraîne en période estivale de nombreuses nuisances : fermentation des fonds, consommation d'oxygène, odeurs etc...

Un ramassage de ces déchets aura lieu dans les années à venir, et est actuellement à l'étude. Nous pensons que ce produit pourrait rentrer dans la fabrication d'aliments pour animaux, notamment pour volailles. Il est riche en calcaire et en oligoéléments variés. La matière organique qu'il contient est composée en grande partie de cadavres d'ascidies, de mollusques, d'oursins et d'autres organismes marins. Elle est donc susceptible de renfermer des protéines animales.

Nous vous serions reconnaissants de nous dire si cette matière première est susceptible de vous intéresser, et, le cas échéant, de rentrer rapidement en contact avec nous afin que nous vous fournissions de plus amples renseignements.

Dans l'attente de votre réponse nous vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

S. LANDREIN

INSTITUT DES PECHES MARITIMES

Centre de SETE

1, rue Jean Vilar
34200 - SETE -

SETE, le 29 NOVEMBRE 1976

Monsieur le Directeur

IP 483/76

OBJET : récupération de déchets conchylicoles.

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre des programmes de réorganisation de la conchyliculture et d'épuration du Bassin de Thau, le problème de l'élimination des déchets provenant des établissements conchylicoles se pose avec une acuité toute particulière. Ces déchets sont actuellement rejetés dans l'étang, ce qui entraîne en période estivale de nombreuses nuisances : fermentation des fonds, consommation d'oxygène, odeurs etc...

Un ramassage de ces déchets aura lieu dans les années à venir, et est actuellement à l'étude. Au vu des premières analyses (voir fiche technique 2), il nous apparaît que ce produit pourrait servir à la fabrication d'amendements calcaires marins crus : composé à 70% de calcaire, il est en outre très riche en matières organiques et en oligoéléments.

Nous vous serions reconnaissants de nous dire si cette matière première est susceptible de vous intéresser, et, le cas échéant, de rentrer rapidement en contact avec nous afin que nous vous fournissions de plus amples renseignements.

Dans l'attente de votre réponse nous vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

S. LANDREIN

PRODUCTION DES DECHETS CONCHYLICOLES DE L'ETANG DE THAU

Fiche technique 1

Les déchets sont le fruit des opérations de détroquage (tri des huîtres) et de déclosquage (tri des moules). Ils se composent de débris d'huîtres, de coquilles de moules, de fragments d'algues, d'ascidies et de divers autres organismes marins en quantités variables (balanes, oursins, petits poissons, spongiaires, etc...), le tout imbibé d'eau de mer.

Les quantités produites ont varié (en poids frais) entre 20 et 80 tonnes par jour ouvrable, durant l'année 1976, soit un tonnage annuel présumé voisin de 10000 tonnes. Ces quantités sont susceptibles de varier d'une année à l'autre, mais 1976 apparaît comme une année de très faible production. Les mois d'Octobre à Janvier sont les mois de production maximale, Avril à Juin étant des périodes peu actives.

Cette production est le fait d'environ 600 parqueurs et pêcheurs, dont les mas (où se fait le détroquage) se répartissent sur environ 25 Km de côte, avec cependant des points de regroupement.

Des essais préliminaires ont montré que ces déchets étalés sur le sol peuvent sécher (moins de 5% d'eau) en une dizaine de jours en période de mistral.

Les nuisances que peut occasionner ce mode de séchage existent, mais sont relativement minimes (odeurs, mouches).

COMPOSITION MOYENNE DES DECHETS CONCHYLICOLES DE L'ETANG DE THAU

Fiche technique 2

Humidité du produit frais = 40 à 70% (sans égouttage)

Les analyses suivantes sont faites sur le produit après séchage à l'étuve, homogénéisation et pulvérisation. -ellos sont exprimées en pour cent de la matière sèche.

pH à l'eau	7,0 à 8,0
matière organique totale	10 à 15 %
salinité totale	3 à 6
calcaire total	60 à 80
calcium	30 à 40
magnésium	0,3 à 1
azote	1 à 2
potassium	0,2 à 0,3
phosphates totaux (en P_2O_5)	0,3) 0,4
soufre	0,3 à 2
fer	0,15 à 0,50

Le reste (3 à 7%) étant surtout composé de matières innataquées par l'acide nitrique concentré et chaud, essentiellement la silice.

Nous trouvons dans ces résidus les oligoéléments suivants :

manganèse	= 500 à 2000	ppm
sodium	=1000 à 3000	"
aluminium	= 40 à 180	"
zinc	= 60 à 90	"
cuivre	= 10 à 20	"
dobalt	= 5 à 15	"
molybdène	= 5 à 20	"
bore	= 25	

La composition de ces déchets est variable suivant le lieu de production, l'époque et le mode de travail des conchyliculteurs, nous donnons ici les écarts maximum observés.

4. CONCLUSION.

L'étude qualitative des déchets de l'hiver a permis d'établir la similitude de leur composition chimique avec ceux de l'été. Les expériences d'épandage ont montré l'importance d'un éventuel prébroyage, d'un lavage et également l'importance de la durée du stockage sur une évolution satisfaisante des déchets ainsi que sur leur qualité finale.

La production journalière de déchets a été évaluée tout au long de l'année 1976. Elle est restée comprise entre 19 et 82 tonnes selon les mois.

De plus, les rapports avec les entreprises concernées par la fabrication d'amendements calcaires et de nourriture pour animaux se sont élargis. Une réponse positive de la part de la direction d'une petite entreprise du Loir et Cher, pourrait permettre de trouver une solution à l'enlèvement et à la valorisation des déchets conchylicoles.