

# Recherche d'une méthode d'échantillonnage quantitatif de la faune limnique, en milieu permanent à *Phragmites*

Gérard METGE

جيرار ميتج

## ملخص

بمّ حول طريقة أخذ عينات كمية للحيوانات المائية في أوساط دائمة ذات قصب المكانس. تدعو الدراسة الكمية للوحيش المائي بالأوساط الدائمة ذات قصب المكانس إلى البحث عن طريقة مناسبة. ويمكن الجهاز والخطة المقترحين من جمع عينات أولي يتيح تقدير حجم العينات وعددها. وتبين النتائج فعالية العامل الحراري في ديناميكية الحيوان. قد استعملت هذه الطريقة في شمال البحر المتوسط ويمكن تطبيقها في المغرب.

## RESUME

L'étude quantitative de la faune limnique des milieux submergés permanents à *Phragmites communis*, implique la recherche d'une méthodologie adaptée. La mise au point d'un appareil à échantillonner et d'un plan ont contribué à la réalisation d'un pré-échantillonnage permettant de calculer la taille et le nombre de prélèvements. Les résultats montrent l'importance du facteur thermique sur la dynamique de la faune. Cette méthode réalisée en méditerranée septentrionale, peut s'appliquer aux milieux analogues marocains.

## SUMMARY

Research about a quantitative sampling method of the limnic fauna in permanent environment with *Phragmites*. The quantitative study of the limnic fauna in permanent environment with *Phragmites communis* needs to search an adapted method. The apparatus and sampling plan proposed for a preliminary sampling permit to estimate the size and the number of samples. Results show the importance of thermal factor in the dynamics of the fauna. This method, realized in north-mediterranean biotopes, can be applied to maroccan environment.

## INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude sur les milieux submergés permanents à *Phragmites communis* (METGE, 1977, 1978, 1980) dans les Bouches du Rhône (cf. fig. 1), nous avons été conduits à élaborer une méthode d'échantillonnage quantitatif de la faune limnique.

Seules les stations S1 et S7, pour des raisons pratiques ont fait l'objet d'un pré-échantillonnage nécessaire à la mise en place d'une méthodologie adaptée.

Ces deux stations soumises aux pressions d'un environnement fortement anthropisé, subissent l'action d'un des plus grands dépôts

d'ordures ménagères d'Europe (station S1) et l'influence prépondérante des effluents pétrochimiques (station S7).

Les Phragmitaies retenues appartiennent à un paysage hélophile localisé sur des substrats de formation récente, composé de matériaux de textures variables suivant la localisation géographique.

Les terrains colonisés par phragmitaies correspondent à des substrats marécageux inondés en permanence par des apports d'eaux douces.

Les stations sont soumises à un régime hydrologique complexe composé deux types de régimes : submersion et phréatique, ayant une importance relativement équivalente.

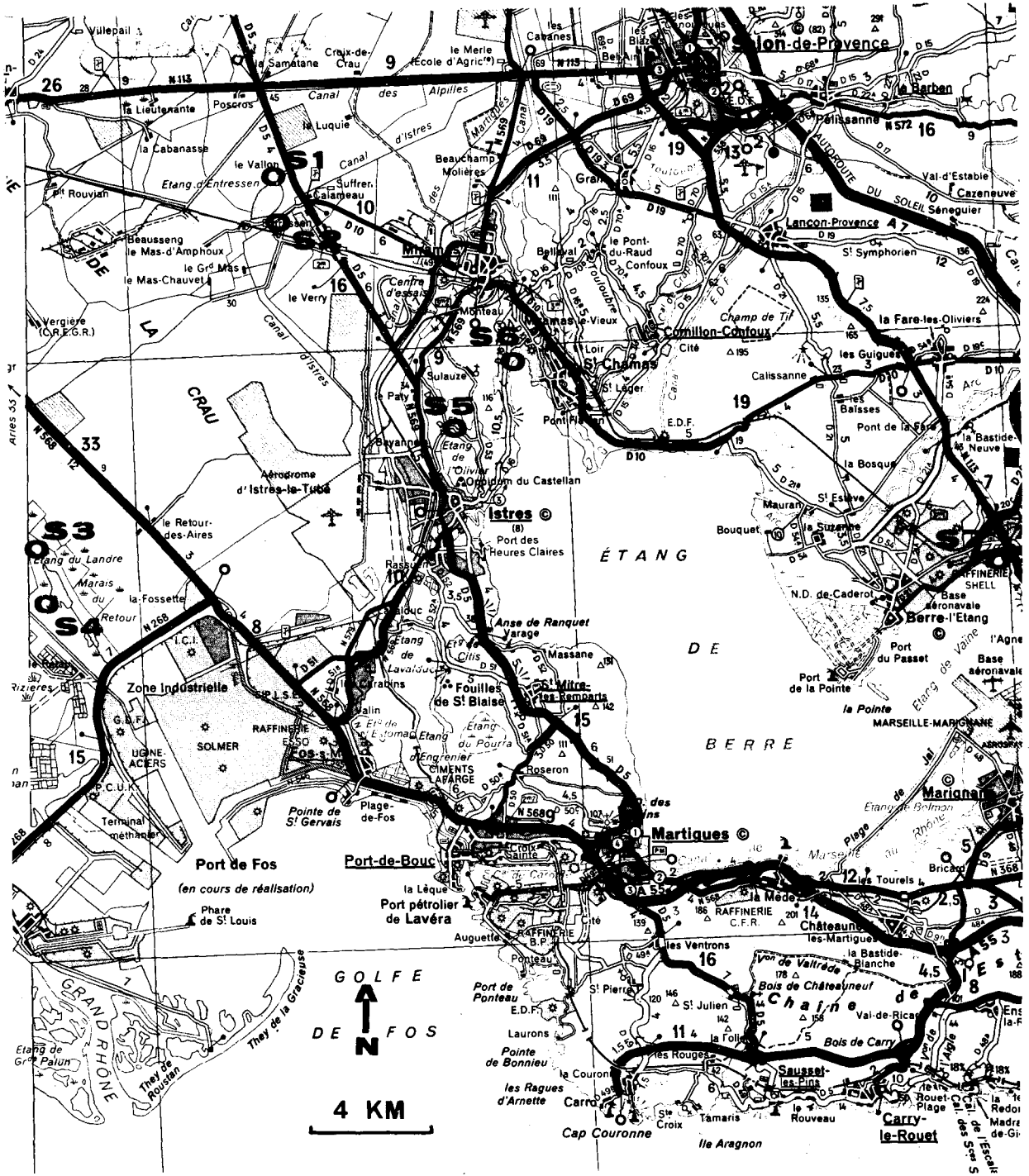


Figure 1 : - Localisation géographique des stations.

## LE CHOIX DE L'APPAREIL DE PRELEVEMENT

De nombreuses méthodes de prélèvement quantitatifs d'invertébrés, de la zone littorale des étangs ont été mises au point. Elles sont toutes fondées sur la récolte d'échantillons de la faune, en fonction d'une surface donnée ou d'un volume, par l'emprisonnement d'une colonne d'eau et de sédiments dans lesquels se trouvent les invertébrés recherchés.

En fonction du type d'étude (macrofaune, plancton en eau libre, faune épibenthique, macro, méso, microbenthique, etc.) plusieurs sortes d'appareils de prélèvements sont proposés.

Pour la faune en milieu aqueux, AGUESSE 1961, HEURTEAUX et MARAZANOFF 1965, PONT 1976, FORGE 1976, préconisent l'emploi d'enceintes cylindriques ou parallépipédiques.

En ce qui concerne la faune benthique, SZCZEPANSKI 1953, LIPINE 1939, BERNATOWICZ 1960 (*in* LAMOTTE, BOURLIERE 1969) proposent des carottiers de différentes formes.

Au niveau de la faune phytophile, WILDING 1940, BOUTE 1938, GILLESPIE et BROWM 1966 utilisent des appareils très sophistiqués permettant stratification de l'échantillon.

Compte tenu des particularités du milieu, nous choisissons une enceinte cylindrique de 20 cm de diamètre sur 120 cm de haut.

L'outil utilisé présente à la fois les caractéristiques d'un carottier, pour permettre le prélèvement du substrat, mais également celles des enceintes traditionnellement utilisées dans les mares afin de récupérer la colonne d'eau.

Sur le bord inférieur de l'enceinte est fixé une lame de scie facilitant le cisaillement des rhizomes. La partie supérieure, percée de part et d'autre, permet l'adjonction d'une tige métallique transversale autorisant de manœuvrer l'enceinte par mouvements de rotation, à seule fin de faciliter la pénétration du cylindre dans la litière et les sédiments.

Dans le but de diminuer le plus possible les fuites d'insectes lors du prélèvement, nous adjoignons à l'enceinte une potence permettant d'élever le cylindre au dessus de l'eau pendant un temps préalablement défini.

## L'EXPERIMENTATION D'UN PLAN D'ECHANTILLONNAGE

L'utilisation des principes statistiques d'échantillonnage nécessite de définir clairement :

- un plan de prélèvements,
- la fréquence de l'échantillonnage dans le temps,
- la taille et le nombre de prélèvements.

### LE PLAN DE PRELEVEMENTS

L'implantation des prélèvements sur le terrain revêt une importance prépondérante lorsqu'on utilise les statistiques. De nombreux auteurs : DICE 1952, MAC FADYEN 1962, VAN NIER et CANCELA DA FONSECA 1966, FORGE 1976, préconisent la méthode des quadrats ou celle des transects.

Dans le milieu étudié, la méthode des quadrats ne peut être utilisée, car la densité et la hauteur des végétaux (3 à 4 m.) interdisent tout repérage.

Il nous semble plus intéressant d'un point de vue pratique d'utiliser les transects (conditions d'accès, repérage, etc.).

Un certain nombre de transects, sur lesquels seront disposés à 5 m. de part et d'autre de la ligne centrale et en quinconce 10 à 12 points de prélèvements, traversent la station délimitée. Chaque point se verra attribué un numéro d'ordre. A l'aide d'une table de nombres au hasard, on tire des numéros correspondant aux "points" à échantillonner.

### LA FREQUENCE DE L'ECHANTILLONNAGE

Compte tenu du but de l'étude, des difficultés pratiques, des conditions méso-climatiques, de la nature du milieu (submersion permanente jouant un rôle tampon) et de la faune, il convient d'envisager une fréquence bi-mensuelle pour chaque station.

### LA TAILLE ET LE NOMBRE DE PRELEVEMENTS

#### La taille du prélèvement,

Elle dépend du nombre absolu d'individus extraits du prélèvement.

Tableau I. - Richesse en individus par prélèvement

Station, strate et date du prélèvement	S <sub>1</sub> (55.0)			S <sub>2</sub> (45.0)			S <sub>3</sub> (55.0)			S <sub>4</sub> (50.0)			S <sub>5</sub> (55.0)			S <sub>6</sub> (50.0)			S <sub>7</sub> (50.0)			S <sub>8</sub> (50.0)																								
	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0																						
<b>Macrofaune</b>																																														
Odonates Anisoptères	1	3		1	4		3	5								10	4		6	7		8	3																							
Zygoptères	2			3			2						1	1		2			1			2																								
Diptères Chironomides	14	2		10	3	1	1	8	4	2	2	5	3	2	1	9	2	1	2	2	1	24	1		9	1																				
Ceratopogonides	1	1		1	2				1				1			2		1						1																						
Tipulides				1																																										
Poquillettidia richiardi	4			3			2								3	5		2	10		4	8		2	7																					
Ephémères	4			1			1				1				1			1			2			1																						
Coleoptères	1			2			1	2			1				3	4		3	1		2			1																						
Hétéroptères																																														
Isaellus aquaticus	1	4		2	6		1	7		1	9	4		1	14	3	4	10		14	6		9	5		3	4																			
Hydracariens	7	2		3	3	1	1	1		1	2					2			6	3	1	1			1																					
Mollusques																																														
Physa acuta	3	1	37	1	2	16	5			1	2					1	2																													
Physa hypnorum			3			4																																								
Limnea peregre		3	29	86		1	11	112		1	3																																			
Limnea palustris	1	2		1	4	14	2	1	1	1																																				
Limnea stagnalis			14																																											
Limnea sp.		7	35	37		1	7	87																																						
Planorbis planorbis			24		1	6				2	4	1		1		3	2		1			3																								
Planorbis carinatus	2		7			3																																								
Planorbis rotundatus			7			12	47							2																																
Planorbis albus			12		1	3																1																								
Pseudamnicola anatina		3	12	1548			30	1618																																						
Pseudamnicola compacta			59			17				2																																				
Pseudamnicola similis			22	1286			18	1202							1																															
Bythinia tentaculata																																														
Gibbula			6	1204			7507																																							
Cérithiides			13	123			560																																							
Cordium edule			2	16			19																																							
Pisidium personatum			1							1																																				
Aeroloxus locustris										1	2																																			
Σ x	4	47	4	0	4	40	8	2	8	34	6	2	6	24	10	3	5	36	5	0	16	3	30	2	83	6	33	12	29	8	25	9	22	9	17	7										
<b>Entomostracés</b>																																														
Crustacés Ostracodés	27	710	1728	410	78	18	530	1394	638	48	58	132	1062	376	24	24	324	521	294	12	17	124	435	17	3	183	37	92	21	216	26	24	528	37	17	48	12	10								
Copépodes	12	24	48	192	6	128	78	12	7	276	672	48	2	17	24	1	15	58	124	1	237	32	742	57	120	10	192	3	228	60	20	187	34	130	8	230	38	2								
Cladocères	9	12	36	5	10	634	38	6	12	44	276	21	8	12	17	32	1	207	23	64	9	540	14	180	14	180	10	72	5	170	9	60	3													
Σ x (vivants)	48	734	1188	708	78	29	728	2104	681	54	77	252	2016	345	24	36	348	545	301	12	44	199	589	19	3	727	152	324	87	876	48	24	900	54	17	466	62	50	437	56	4	666	34	914	81	9
(morts)																																														

Testis de mollusques

Tableau II : Variabilité de l'écart type exprimée comme pourcentage de la moyenne, pour des prélèvements d'épaisseurs différentes : 10, 20, 30 cm.

Epaisseur	J A N V I E R						M A R S								
	prélèvements			100.log(X+1)			prélèvements			100.log(X+1)					
	1	2	3	$\bar{X}$	s	%	1	2	3	4	5	6	$\bar{X}$	s	%
10	734	728	852	288,6	3,46	1,3	48	54	62	56	34	81	174,06	12,2	7,02
20	2522	2834	2868	342,7	2,8	0,8	72	71	82	60	0	90	182,1	14,8	8,73
30	3230	3322	3212	351,2	0,77	0,2									

D'après HEALY, 1962 (*in* LAMOTTE BOURLIÈRE 1969), on détermine la taille des échantillons à partir des écarts types de la taille la plus rentable.

En ce qui concerne la surface de l'enceinte (314 cm<sup>2</sup>, 20 cm de diamètre), l'aspect pratique subordonne son choix ; en effet, un cylindre de faible diamètre, ne permet pas le passage du bras pour saisir la base des phragmites, de plus l'emprisonnement de la carotte sur toute la longueur ne se produit pas.

Nous définissons le volume de l'échantillon, au niveau du substrat, à partir des pourcentages de l'écart type par rapport à la moyenne de 9 échantillons d'épaisseurs variables, à des périodes différentes. Les résultats sont consignés sur le tableau n° I.

Notons que l'unité de référence 10 cm, correspond au plus petit échantillon, pour des valeurs de 2 ou 5 cm, le débitage à la scie n'est plus possible.

En regard du tableau n° II, il apparaît clairement que la variabilité sur 10 cm est légèrement plus élevée, par contre, au printemps elle s'infléchit. Compte tenu de ces résultats d'une part, du rendement d'extraction de la faune sur un faible volume, d'autre part, nous retenons l'épaisseur de 10 cm pour stratifier le substrat.

### Le nombre de prélèvements

Plusieurs méthodes permettent de calculer le nombre de prélèvements (ELLIOTT 1977, DAGNELIE 1964, HARRIS, HORVITZ et MOOD 1948).

HEALY 1962 donne une méthode très simple basée sur l'expression des limites de confiance à partir de la moyenne et de l'écart type des données d'un certain nombre de prélèvements préliminaires.

L'expression s'écrit :

$$t = \frac{\bar{x} \sqrt{n}}{s} \quad \text{et} \quad n = \left( \frac{t \cdot s}{\bar{x}} \right)^2$$

On détermine t à partir d'un seuil de signification désiré (P=0,01) et des (n-1) degrés de liberté, ces deux paramètres correspondent aux coordonnées de t dans les tables de FISCHER et YATES.

"La méthode de HEALY donne une estimation de la limite inférieure du nombre de prélèvements à effectuer" VANNIER et CANCELA DA FONSECA 1966.

Le test de HEALY ne peut être utilisé que si la distribution obéit à la loi normale. Il importe de connaître la distribution des individus.

Une relation simple entre la variance (s<sup>2</sup>) et la moyenne permet d'expliciter les trois possibilités de dispersion.

$\bar{x} > s^2$  distribution régulière (loi normale)  
 $\bar{x} = s^2$  distribution au hasard (loi de POISSON)  
 $\bar{x} < s^2$  distribution agrégative ou contagieuse (loi binomiale négative)

Lorsque le nombre d'échantillons est inférieur à 31, on peut utiliser une abaque qui indique pour une valeur du  $\chi^2$  et de (v) la distribution du peuplement (ELLIOTT, 1977) avec P = 0,05.

Après la mise en évidence des modes de distributions, il convient de transformer les valeurs d'origine (distribution au hasard ou contagieuse) pour normaliser les résultats ; la loi de TAYLOR offre un grand éventail de possibilités de transformations (*in* ELLIOTT 1977).

### Calcul du nombre de prélèvements

Nous avons ségrégué la faune des phragmitaies en deux classes : la micro-faune (Entomostrea-

cés : Cladocères, Copépodes, Ostracodes), la macro-faune, et considéré séparément dans le milieu en eau libre et benthique ces deux types d'organismes.

Les résultats apparaissent sur le tableau III. On observe :

Pour la micro-faune

- dans le milieu en eau libre, n varie de 4 à 1, la moyenne correspond à 3,
- dans le substrat, n varie de 6 à 1, et  $\bar{n} = 3,5$

Pour les Entomostracés

- en eau libre, n varie de 2 à 1
- au niveau de substrat,  $\bar{n} = 2$ .

En tenant compte que n correspond à la limite inférieure du nombre de prélèvements, le nombre d'échantillons sur l'ensemble des stations et en toute saison sera de 4.

### RESULTATS FOURNIS PAR LE PREECHANTILLONNAGE

En comparant les résultats de janvier et mars, du nombre d'individus ( $\bar{x}$ ) obtenus dans les différentes strates échantillonnées en fonction des températures (relevées à 9h.), le déplacement vertical de l'entomocénose apparaît clairement inféodé à la stratification thermique (fig. 2 et 3).

Tableau III. - Calculs du nombre de prélèvements

	$\Sigma x$	n	$\bar{x}$	$s^2$	s	Distribution	test du $\chi^2$	Transformal.	$\bar{x}'$	n'	$\sigma_{n-1}$	$t_{(P,0,01)}$	nombre de prélèvements
<b>Rognac I. 78</b>													
Macrofaune													
Eau	16	3	5,333	5,333	2,309	hasard	$\chi^2 = 9,9 (v) = 2$	$\sqrt{x+0,5}$	2,385	3	0,458	9,925	n = 3,6 ≈ 4
Substrat	143	9	15,888	352,111	18,764	agrégats	$\chi^2 = 171,2 (v) = 8$	$100 \log(x+1)$	92,118	9	58,557	3,355	n = 4,5 ≈ 5
Entomostracés													
Eau	154	3	51,333	584,333	24,172	agrégats	$\chi^2 = 22,7 (v) = 2$	$100 \log(x+1)$	168,646	3	20,751	9,925	n = 1,49 ≈ 2
Substrat	9921	12	826,75	559718,386	748,143	agrégats	$\chi^2 = 7447,7 (v) = 11$	$100 \log(x+1)$	263,808	12	63,472	3,106	n = 0,56 ≈ 1
<b>Rognac III. 78</b>													
Macrofaune													
Eau	209	6	34,833	587,367	24,236	agrégats	$\chi^2 = 84,3 (v) = 5$	$100 \log(x+1)$	149,414	6	23,153	4,032	n = 0,49 ≈ 1
Substrat	51	6	8,5	4,3	2,074	hasard	$\chi^2 = 2,5 (v) = 5$	$\sqrt{x+0,5}$	2,984	6	0,339	4,032	n = 0,9 ≈ 1
Entomostracés													
Eau	4239	6	706,5	49431,9	222,333	agrégats	$\chi^2 = 349,8 (v) = 5$	$100 \log(x+1)$	282,968	6	14,847	4,032	n = 0,4 ≈ 1
Substrat	419	12	34,916	649,9	25,493	agrégats	$\chi^2 = 204,7 (v) = 11$	$100 \log(x+1)$	135,726	12	55,51	3,106	n = 1,6 ≈ 2
<b>Entressen I. 78</b>													
Macrofaune													
Eau	11	2	5,5	0,5	0,707	régulière	$\chi^2 = 0,09 (v) = 1$	—	5,5	2	0,707	12,706 (P,0,05)	n = 2,6 ≈ 3
Substrat	76	6	12,667	180,667	13,4	agrégats	$\chi^2 = 71,3 (v) = 5$	$100 \log(x+1)$	89,394	6	50,501	4,032	n = 6,4 ≈ 6
Entomostracés													
Eau	80	2	40	31,999	5,657	hasard	$\chi^2 = 0,78 (v) = 1$	$\sqrt{x+0,5}$	6,317	2	0,447	12,706 (P,0,05)	n = 0,8 ≈ 1
Substrat	2017	8	252,125	55418,125	235,411	agrégats	$\chi^2 = 4538,6 (v) = 7$	$100 \log(x+1)$	198,127	8	84,344	3,499	n = 2,2 ≈ 2
<b>Entressen III. 78</b>													
Macrofaune													
Eau	46	2	23	99,999	9,899	agrégats	$\chi^2 = 4,2 (v) = 1$	$100 \log(x+1)$	136,091	2	18,449	12,706 (P,0,05)	n = 2,9 ≈ 3
Substrat	5	2	2,5	0,499	0,707	hasard	$\chi^2 = 0,19 (v) = 1$	$\sqrt{x+0,5}$	1,726	2	0,204	12,706 (P,0,05)	n = 2,2 ≈ 2
Entomostracés													
Eau	1051	2	525,5	81204,499	284,964	agrégats	$\chi^2 = 154,5 (v) = 1$	$100 \log(x+1)$	268,7	2	24,766	12,706 (P,0,05)	n = 1,49 ≈ 2
Substrat	239	2	119,5	2112,49	45,962	agrégats	$\chi^2 = 45,9 (v) = 1$	$100 \log(x+1)$	206,459	2	16,985	12,706 (P,0,05)	n = 1,09 ≈ 1

La macrofaune se cantonne dans les 10 premiers centimètres du substrat, bien qu'au niveau inférieur (30 cm), on rencontre des éléments d'une faune mésobenthique : Chironomides.

La microfaune, Ostracodes en particulier, descend à des profondeurs importantes (— 30 à

— 40 cm); les caractéristiques texturales du substrat (litière meuble) favorisent ce phénomène.

En mars, lorsque la température de l'eau rejoint le seuil thermique de 8° 5, une grande partie de la faune migre progressivement vers la surface.

La faune limnique des phragmitaies sensibles aux modifications thermiques de leur environ-

nement, utilise l'hétérogénéité structurale du milieu pour passer les périodes difficiles (hiver)

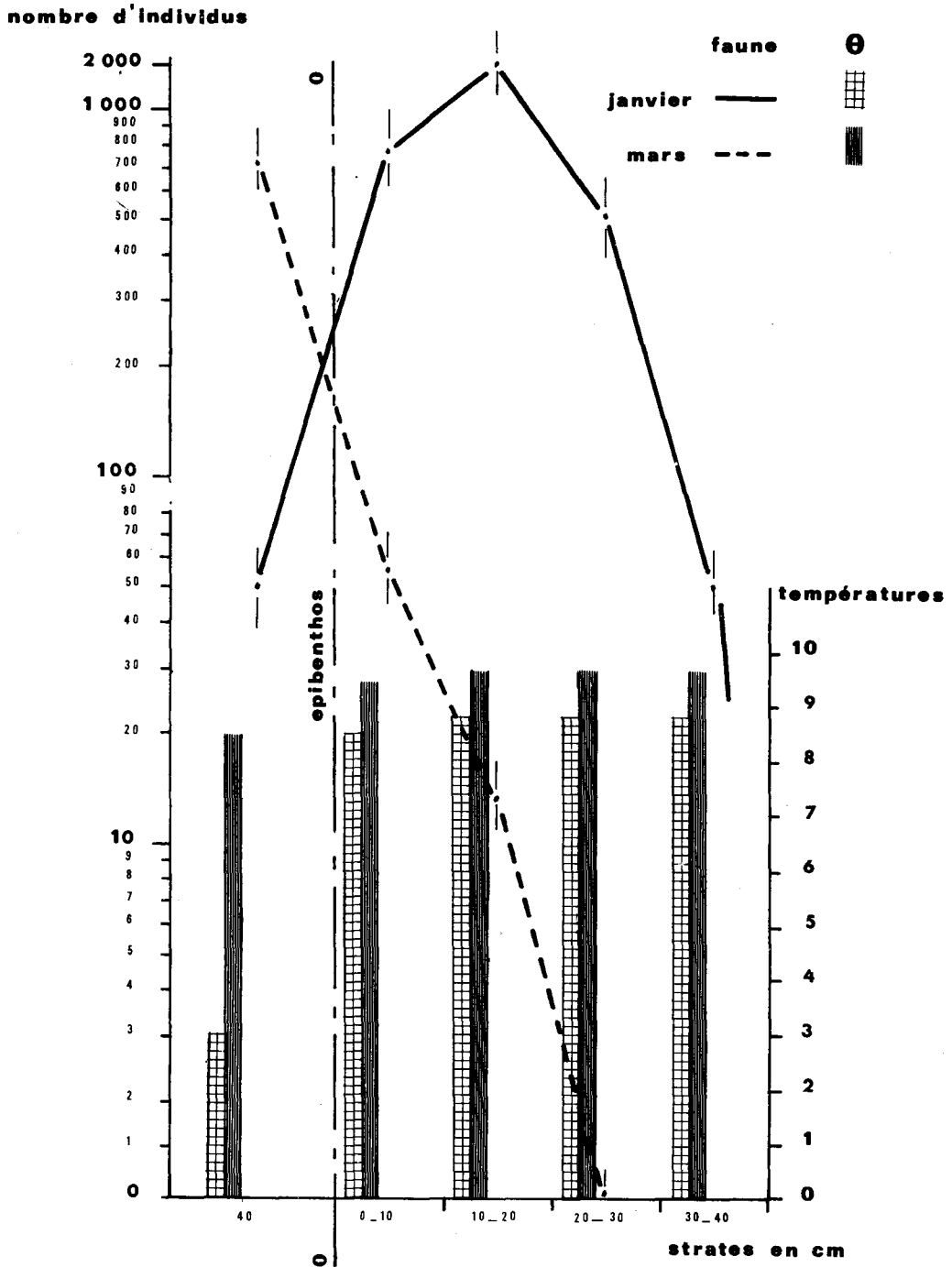


Figure 2 : Dynamique temporo-spatiale des entomostracés

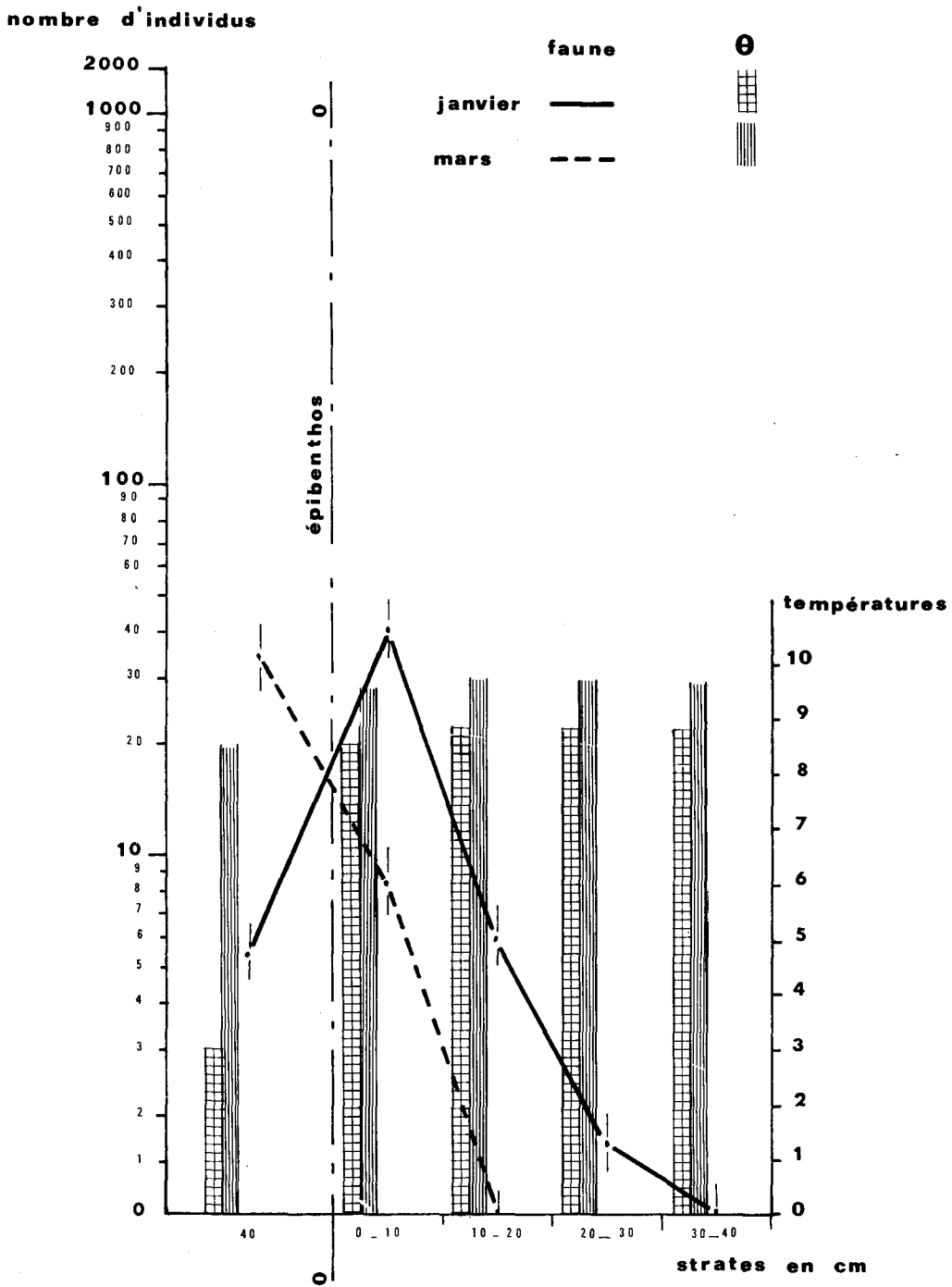


Figure 3 : Dynamique temporo-spatiale de la macrofaune



dans des conditions ambiantes où les écarts sont fortement amortis ; la valeur de 8°5 semble correspondre à un seuil de sensibilité.

### CONCLUSION

En tenant compte des particularités du milieu étudié et des impératifs (étude globale de la faune limnique), le choix d'une enceinte cylindrique s'avère réaliste.

Cet appareillage peu coûteux, robuste, fiable, d'un maniement simple, permet dans des conditions difficiles la capture synchrone des Invertébrés vivant dans l'eau, sur les végétaux et dans l'eubenthos ; l'adjonction d'une potence

s'avère indispensable si l'on veut respecter l'organisation du peuplement animal.

L'expérimentation d'un plan d'échantillonnage se réalise à l'aide de transects linéaires où seul, le hasard préside le choix des points de prélèvements.

La taille et le nombre de prélèvements ont pu être définis à partir de méthodes statistiques.

Enfin les résultats préliminaires obtenus au niveau de la dynamique du peuplement animal, en relation avec la stratification thermique du milieu, présentent un intérêt fondamental dans la structure et le fonctionnement de ces écosystèmes.

### REFERENCES

- AGUESSE, (1961). - *Contribution à l'étude écologique des zygoptères de Camargue*. Paris, thèse, 156 pp.
- BOUTE, V., I. (1938). - Kolitchestvennaia draga dla issledovania bentosna zaroslei v vodoimakh. *Dokl. A.N. SSSR*, 21 pp.
- DAGNELIE, P. (1964). - la détermination du nombre de répartition en vue de l'estimation d'une moyenne. *Biométrie - Proxémitrie*, 5, p. 117-135.
- DICE, L.R. (1952). - Natural communities (XII) *Ann. Arbor*, Univ. Michigan Press. 547 p.
- ELLIOTT, J.M. (1977). - Some methods for the statistical analysis of samples of benthic Invertebrates. *Freshwater Biological Association publication*, 25. 156 p.
- FISCHER, Z. (1964). - Cycle vital de certaines espèces de libellules du genre *Lestes* dans des petits bassins astatiques. *Pol. Arch. Hydrob.*, 12, 349-382.
- FORGE, P. (1976). - Méthode quantitative d'échantillonnage de la faune aquatique d'une salicornière et d'une jonçaille en petite Camargue. *Entente Interdépartementale pour la Démoustication*. Doc. E.I.D., 34, 27 p.
- GILLESPIE, D.M., et BROWN, C.J.D. (1966). - A quantitative sampler for Macroinvertebrates associated with aquatic macrophytes. *Limnol. Ocean.*, 11, 404-406.
- HARRIS, M., HORVITZ, D.G., MOOD, A.M. (1948). - On the determination of simple sizes in designing experiments. *J. amer. statist. Ass.*, 43, 391-402.
- HEURTEAUX, P., et MARAZANOF, F. (1965). - Une méthode de prélèvement quantitatif écologie aquatique. *Ann. Limn.*, 1, 191-196.
- LAMOTTE, M., et BOURLIERE, F. (1969). - *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Masson, Paris, 303 p.
- MACFADYEM, A. (1962). - Soil arthropod sampling. *Adv. Ecol. Res.*, 1, 1-34.
- METGE, G. (1977). - *Etude synécologique de la dépression du Viguiérat. Essai d'écologie quantitative en milieu hydromorphe et halophile*. Thèse d'Université, Aix - Marseille, 463 p.
- METGE, G. (1978). - *Recherche d'une méthodologie adaptée à l'étude quantitative des biocénoses appartenant aux milieux submergés permanents à Phragmites communis*. D.E.A., Aix-Marseille, 94 p.
- METGE, G. (1980). - *Recherche sur les biocénoses hydromorphes et halophiles en milieu rural, sur l'habitat potentiel de Culex pipiens en milieu urbain dans les Bouches du Rhône. Essai de synthèse cartographique*. Thèse de 3° cycle, Aix-Marseille, 193 p.
- PONT, D. (1976). - *Recherche d'une méthodologie adaptée à l'étude quantitative des invertébrés des rizières* - D.E.A., Univ. des Scien. et Techn. du Languedoc Montpellier, 25 p.
- SZCZEPANSKI, A. (1953). - Analiza dynamiki populacji skaposzczetowna Wisley pod Warszawa. *Pol. Arch. Hydrob.*, 1, 277-250.
- VANNIER, G., et CANCELA DA FONSECA, J.P. (1966). - L'échantillonnage de la microfaune du sol. *Terre et Vie*, 113, 77-103.

manuscrit reçu le 28-11-1986

### Adresse de l'auteur

Gérard METGE :  
Laboratoire d'Ecologie générale  
E.N.S., Casablanca, Maroc