

INSTITUT DES SCIENCES DE
L'INGENIEUR DE MONTPELLIER
SECTION SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DE L'EAU
UNIVERSITE MONTPELLIER II

INSTITUT TERRITORIAL DE
RECHERCHES MEDICALES
LOUIS MALARDE
Unité de lutte contre les vecteurs

ORSTOM
INSTITUT FRANCAIS DE
RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR
LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
Centre de Tahiti

ETUDE D'UNE METHODE D'ECHANTILLONNAGE
DES POPULATIONS DE CHEVRETTES (*Macrobrachium lar* et *M. australe*)
DES RIVIERES DE NUKU-HIVA (MARQUISES, POLYNESIE FRANCAISE)

Eric FOUILLAND 1993



0 6 JUL, 1994

F38943

RESUME

Une méthode d'échantillonnage des *Macrobrachium*, macrocrustacés dulçaquicoles, est étudiée dans le cadre d'un suivi de la faune non-cible aux traitements des rivières de l'île de Nuku-Hiva (MARQUISES) visant l'éradication du "nono noir des vallées" (*Simulium buissoni*).

Plusieurs engins de pêche ont été étudiés dont de petites nasses fabriquées à l'aide de bouteilles plastiques. Le "comportement" de ces bouteilles en regard des captures échantillonnées est abordé par comparaison avec les captures d'autres types de pièges (grandes nasses et pêche électrique), divers types de bouteilles (appâtées, colorées), et différentes orientations des bouteilles dans la rivière.

L'abondance des captures est analysée en fonction de l'échappement et des fluctuations de l'effort d'échantillonnage (nombre de bouteilles / unité de surface).

L'efficacité des bouteilles transparentes quant à l'abondance des prises est étudiée après des estimations du nombre total de chevrettes dans le milieu résultant d'opérations de marquage-recapture et de comptages visuels de nuit.

Enfin, une interprétation de l'abondance et de la densité des chevrettes par des variables écologiques descriptives du milieu est proposée.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	2
CHAPITRE 1 - CONTEXTE DE L'ETUDE : GEOGRAPHIE ET ELEMENTS DE BIOLOGIE DES CHEVRETTES	4
I LA POLYNESIE FRANCAISE	4
II L'ARCHIPEL DES MARQUISES ET NUKU-HIVA.....	4
II-1 Les Marquises	4
II-2 Nuku-Hiva.....	4
II-2-1 Géographie de l'île.....	4
II-2-2 Climat et hydrologie	6
II-2-3 Chimie des eaux	8
II-2-4 La faune dulçaquicole.....	8
III SYSTEMATIQUE -BIOLOGIE DES <i>MACROBRACHIUM</i>	8
III-1 Systématique.....	8
III-2 Reproduction - Ponte.....	10
III-3 Biologie des adultes	11
CHAPITRE 2 - METHODES D'ECHANTILLONAGE	12
I INTRODUCTION.....	12
II COLLECTE DES DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE	13
II-1 Collecte des données	13
II-2 Analyse statistique.....	13
II-2-1 Les tests paramétriques de comparaison de variance et de moyenne	14
II-2-2 Les tests non paramétriques : test de Wilcoxon-Mann- Whithney des médianes.....	15
II-2-3 Comparaison de distributions : le test du χ^2	15
III EXPERIENCES MENEES AVEC LES BOUTEILLES.....	16
III-1 Description de l'engin de pêche.....	16
III-2 Effet de la disposition des bouteilles dans le milieu.....	16
III-2-1 Distributions de fréquence des captures par critère expérimental.....	16
III-2-2 Distributions de fréquence des tailles des captures par espèce selon les trois critères expérimentaux.....	21
II-3 Effet de la présence d'un appât dans les bouteilles	22
III-3-1 Distributions de fréquence des captures par critère expérimental.....	22
III-3-2 Distributions de fréquence des tailles des captures par espèce pour les 2 critères expérimentaux	26
III-3-3 Variabilité journalière de la capturabilité	27
III-4 Comparaison des captures réalisées avec des bouteilles colorées	27
III-4-1 Distribution des captures en fonction des critères expérimentaux.....	28
III-4-2 Distributions de fréquence des tailles des captures par espèces pour les différents critères expérimentaux.....	30
III-5 Comparaison des captures issues de bouteilles lestées et non lestées.....	31
III-5-1 Distributions de fréquence des captures par critère expérimental.....	31
II-5-2 Distributions de fréquence des tailles par espèce pour chaque critère expérimental.....	34

IV MISE EN OEUVRE D'AUTRES ENGIN D'ECHANTILLONNAGE : LES NASSES ET LA PECHE ELECTRIQUE	36
IV-1 Expériences menées avec les nasses	36
IV-1-1 Description de l'engin de pêche	36
IV-1-2 Comparaison des captures des nasses posées dans deux vasques différentes	36
IV-1-3 Influence de l'appât et de la durée de pose sur les captures des nasses	37
IV-1-4 Comparaison des captures issues de pêches simultanée avec les nasses et les bouteilles	39
IV-2 La pêche électrique	41
IV-2-1 Comparaison des compositions spécifiques et des abondances des prises des bouteilles et de la pêche électrique	41
IV-2-2 Estimation de l'efficacité des bouteilles	42
V CONCLUSION	42
CHAPITRE 3 : L'ECHANTILLONNAGE DES CHEVRETTES AVEC LES BOUTEILLES TRANSPARENTES : EFFORT D'ECHANTILLONNAGE, IMAGE DE LA POPULATION, EFFICACITE	44
I EFFORT D'ECHANTILLONNAGE	51
II COMPORTEMENT DES CHEVRETTES A L'EGARD DE L'ENGIN DE CAPTURE ET IMAGE DE LA POPULATION	51
II-1 Comportement des chevrettes à l'égard de l'engin de capture	51
II-1-1 Etude de l'échappement dans le milieu naturel (abondance des chevrettes inconnue)	51
II-1-2 Etude de l'échappement en aquarium (abondance des chevrettes connue)	54
II-2 Image de la démographie, de la composition spécifique	56
III IMAGE DE L'ABONDANCE	58
III-1 Marquage-recapture	58
III-2 Comptage de nuit	59
IV CONCLUSION	60
CHAPITRE 4 : RELATION ABONDANCE-MILIEU	61
I INTRODUCTION	61
II DESCRIPTION DES MILIEUX	61
III ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (A.C.P.)	65
IV INTERPRETATION	66
V CONCLUSION	72
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

AVANT-PROPOS

Ce travail a été réalisé lors d'un stage de quatre mois en Polynésie française, dans le cadre de l'année d'ingénieur, de la section Sciences et Technologie de l'Eau de l'I.S.I.M. (Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier).

Il s'est effectué pour la partie terrain à Nuku-Hiva aux Marquises et pour la partie traitement des données au Centre ORSTOM de Tahiti, sous la direction conjointe de Pascal BACH (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération-ORSTOM, Centre de Tahiti) et de Odile FOSSATI (ORSTOM, Unité de lutte contre les Vecteurs de l'Institut Territorial de Recherches Médicales Louis Malardé-ITRMLM).

Au terme de ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui ont permis le bon déroulement de ce stage, tant à Nuku-Hiva (Programme de lutte contre *Simulium buissoni*) qu'à Tahiti au centre ORSTOM.

INTRODUCTION

Dans l'île de Nuku-Hiva (Marquises, Polynésie française), sévit un Diptère hématophage *Simulium buissoni* Rambaud, qui est une cause de nuisance importante pour la population locale et un obstacle au développement du tourisme.

Un vaste programme a été mis en place par l'ORSTOM et l'ITRMLM pour lutter contre cet insecte, en détruisant ses larves qui se développent dans les cours d'eau de l'île. Ceux-ci ont été traités par un larvicide de janvier à avril 1993, et dans ce cadre a été mis en place parallèlement un programme de surveillance de la faune non-cible afin de garantir le maintien des écosystèmes. Les chevrettes (genre *Macrobrachium*) représentent une proportion importante de la biomasse de cette faune non-cible dans ces hydrosystèmes, de plus il s'agit d'une ressource renouvelable exploitée par les habitants de l'île à des fins de commercialisation ou d'autoconsommation.

Le suivi temporel de la population de chevrettes durant de traitement des rivières, nécessite la maîtrise de l'engin d'échantillonnage qui sera retenu pour ce suivi.

Des petites nasses fabriquées à l'aide de bouteilles plastiques, ont été antérieurement utilisées pour l'étude des *Macrobrachium* de Nuku-Hiva. Ce piège sera ainsi étudié selon une méthodologie originale puisque très peu de publications scientifiques font état d'une étude complète d'une méthode d'échantillonnage, tant sur le plan de la sélectivité que de l'efficacité ou de la capturabilité des organismes.

Deux mois de terrain à Nuku-Hiva ont été nécessaires pour d'une part, compléter certaines données existantes et d'autre part, effectuer des expérimentations en milieu naturel et en laboratoire.

Après avoir présenté le contexte de l'étude (chapitre 1), l'objet de la deuxième partie de ce travail (chapitre 2) sera d'étudier l'engin de pêche déjà utilisé (bouteilles) et de le comparer avec d'autres engins *a priori* plus efficaces et non sélectifs (grande nasse et pêche électrique). Dans le chapitre 3, le comportement de l'engin d'échantillonnage retenu sera étudié afin d'estimer son efficacité.

Enfin, on tentera, dans le chapitre 4, d'expliquer la variabilité de l'abondance et de la densité de chevrettes entre les vasques par des descripteurs écologiques du milieu.

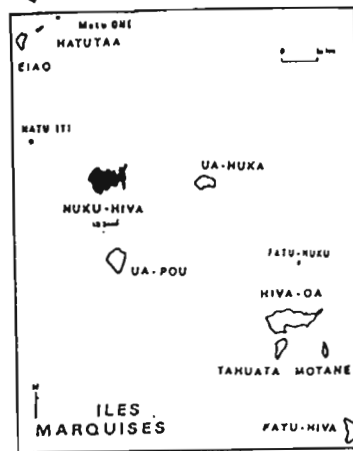
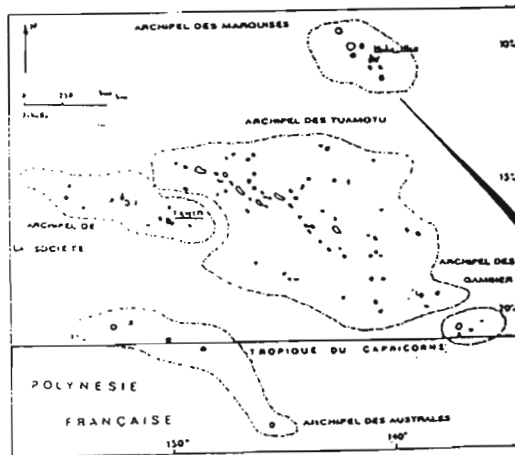
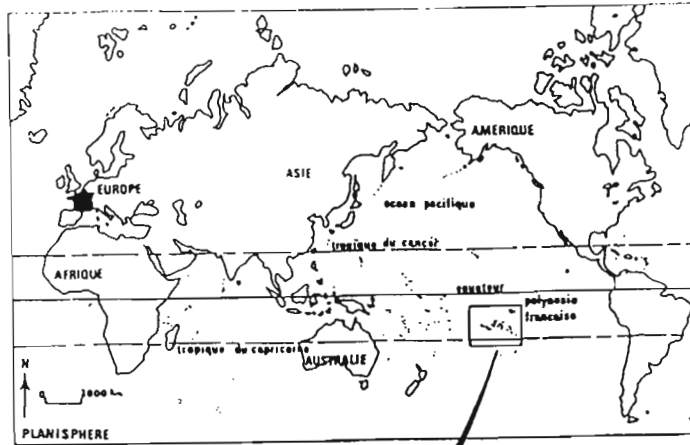


FIGURE 1 : La polynésie française dans le Pacifique;
Localisation de l'archipel des Marquises et de ses îles
(d'après WENDLING et FOSSATI, 1992).

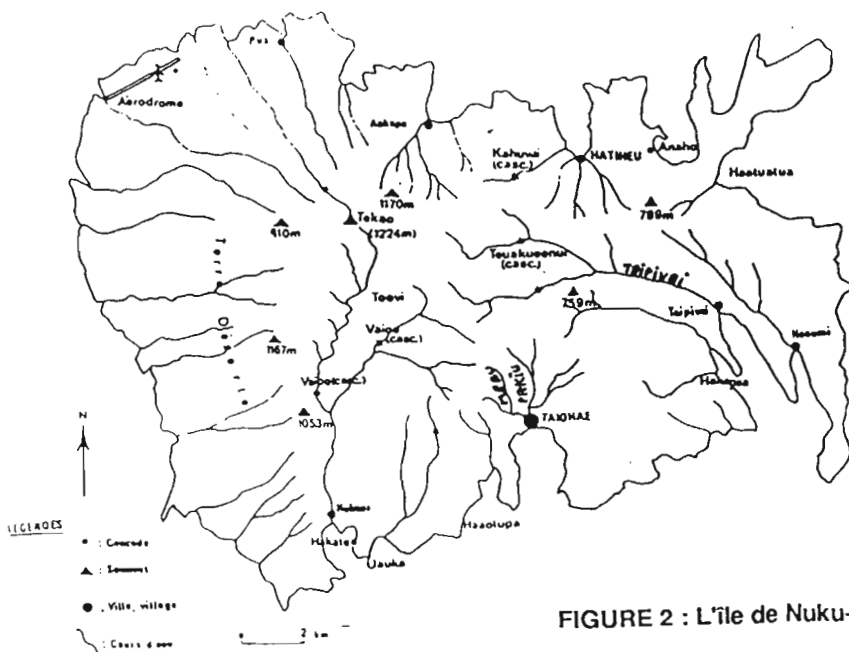


FIGURE 2 : L'île de Nuku-Hiva (d'après WENDLING et FOSSATI, 1992).

CHAPITRE 1 - CONTEXTE DE L'ETUDE : GEOGRAPHIE ET ELEMENTS DE BIOLOGIE DES CHEVRETTES

I LA POLYNESIE FRANCAISE

Située au milieu de l'océan pacifique, la Polynésie française (fig. 1) est constituée de 118 îles, 35 sont des îles volcaniques hautes, les autres sont des îles basses (atolls).

D'une surface totale de 4000 km², ces îles sont parsemées au sein d'une zone économique exclusive de 5 500 000 km².

Ainsi, la Polynésie couvre un vaste domaine océanique, à la limite Est de la province indo-pacifique entre l'équateur et le tropique du Capricorne; plus précisément entre les longitudes 134°28' Ouest (île de Temoe) et 154°40' Ouest (île de Scilly) et entre les latitudes 7°50' Sud (Motu one aux Marquises) et 27°36' Sud (île de Rapa).

II L'ARCHIPEL DES MARQUISES ET NUKU-HIVA

II-1 Les Marquises

Situées entre 7° et 10° de latitude Sud , 138° et 141° de longitude ouest à quelques 1400 km au nord-est de Tahiti , à 500 km des atolls les plus excentrés des Toamotu et à 3700 km des îles Hawaii, les Marquises (fig. 1) sont de tous les archipels polynésiens le plus proche de l'équateur et le plus exposé aux contre-courants froids du Pacifique.

Terres volcaniques au relief élevé, elles offrent un aspect particulièrement tourmenté.

Malgré quelques formations coralliennes isolées, les Marquises sont dépourvues de ceinture lagunaire qui entoure les îles hautes de la société.

II-2 Nuku-Hiva

II-2-1 Géographie de l'île

Chef-lieu de la circonscription des Marquises, Nuku-Hiva (fig. 2) est la plus haute des îles du groupe Nord et la plus étendue de l'archipel avec une superficie de 340 km².

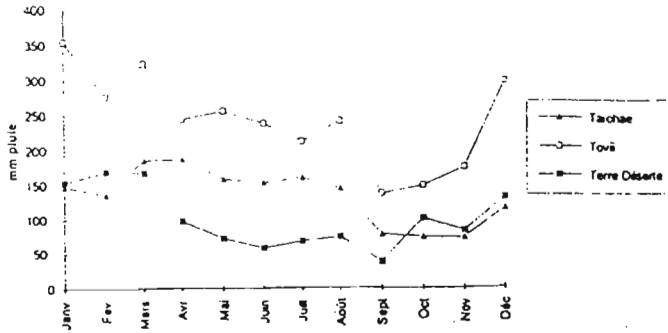
Sa belle structure géographique est due aux éruptions successives (sur 1,5 millions d'années) de 3 volcans concentriques qui ont modelé son relief.

Du plus ancien des volcans subsiste en arc de cercle une chaîne de sommets de 900 à 1200 m environ, qui culmine au mont Tekao à 1224 m, et dont les escarpements dominent la terre déserte de l'ouest et les grandes baies du nord.

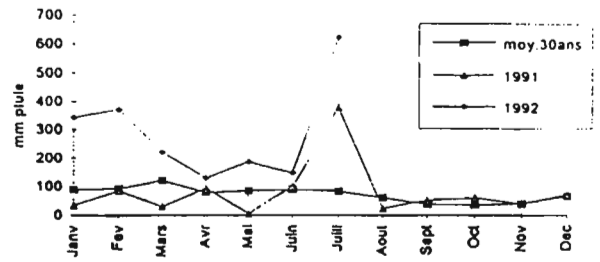
Le deuxième volcan a laissé au centre de l'île une ligne de crêtes de 800 m d'altitude environ, séparée de la première par l'immense plateau de Toovi qui constitue la principale réserve en eau de l'île.

Enfin, les vestiges du troisième volcan forment un amphithéâtre grandiose au-dessus de Taiohae, qui est le port le plus abrité des Marquises.

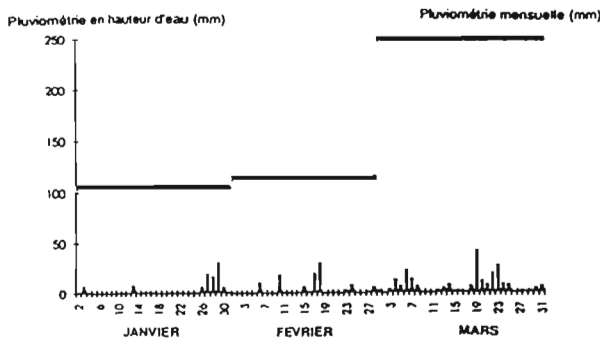
A : Pluviométrie moyenne dans trois stations de Nuku-Hiva
(moyenne sur 30 ans) (d'après GUILLET, 1992).



B : Pluviométrie à Vaipae (Hiva-Hoa)
(d'après GUILLET, 1992).



C : Pluviométrie journalière à Taiohae (Nuku-Hiva)
de Janvier à Mars 1993.



D : Pluviométrie journalière à Toovi (Nuku-Hiva)
de Janvier à Mars 1993.

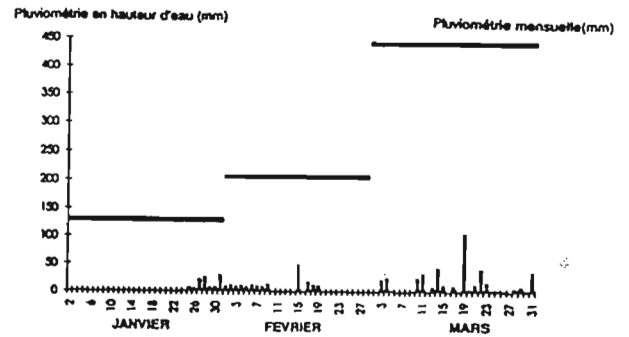


FIGURE 3 (A à D) : Graphiques de la pluviométrie aux Marquises.

Débits journaliers en m³/s

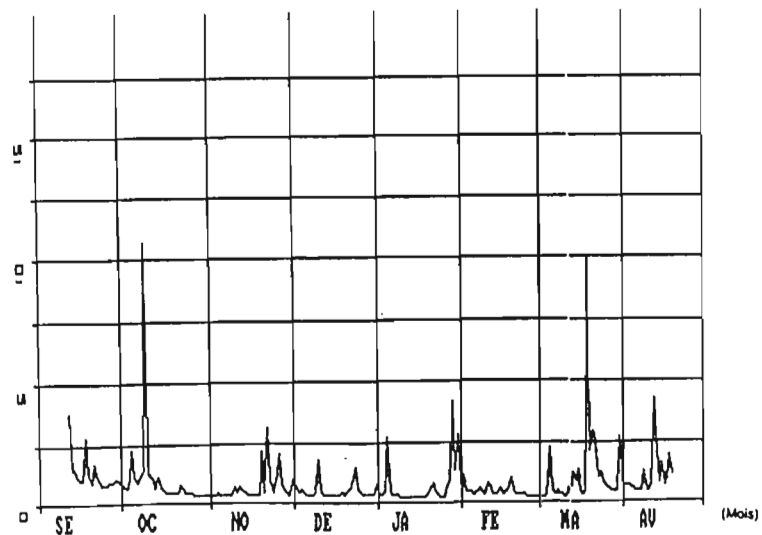


FIGURE 4 : Débits journaliers de la Taipival (Nuku-Hiva) de Septembre 1992 à Avril 1993
(Limnigraphe Chloé)

Nuku-Hiva représente 36% de la superficie totale des 6 îles habitées de l'archipel et 28% de la population marquisienne qui s'élève à plus de 7000 personnes. La population, anciennement nombreuse dans les fonds de vallées et les baies, vit actuellement concentrée en bordure de mer et à l'entrée des vallées. Cette modification géographique de l'habitat est en partie causée par les nuisances dues aux piqûres d'un insecte hématophage *Simulium buissoni*, appelé localement "le nono noir" (WENDLING et FOSSATI, 1992).

II-2-2 Climat et hydrologie

Les températures mensuelles moyennes sont élevées, toujours supérieures à 25°C, et varient peu au cours de l'année. Selon la classification de Koppen, le climat peut être considéré de type tropical humide à influence océanique (DANIGO, 1991).

En règle général, on identifie deux grandes saisons: la saison sèche (d'août à décembre) et une saison avec une pluviométrie plus élevée le reste de l'année.

Néanmoins, deux phénomènes jouent un rôle très important sur les variabilités spatiale et temporelle de la pluviométrie. La géomorphologie de l'île est responsable des fortes variations de la pluviométrie dans l'espace (fig. 3 A).

Le phénomène El Nino, appelé par les anglo-saxons ENSO, joue un rôle important sur la variabilité dans le temps. Pendant les périodes ENSO, les hautes pressions de l'anticyclone de Pâques disparaissent, le régime des alizés de sud-est s'affaiblit et des basses pressions s'installent dans le Pacifique central en particulier sur la zone équatoriale incluant l'archipel des Marquises (RANCHER et ROUGERIE, 1993).

Ainsi, depuis 1992, les Marquises ont connu une pluviométrie excédentaire (fig. 3 B). Entre octobre 1991 et octobre 1992, il a plu trois fois plus que la normale sur l'archipel (GUILLET, 1992).

Les données collectées entre janvier et mars 1993 montrent le maintien de cette situation (fig. 3 C, D).

Les 2 principales rivières de l'île, Hakau et Taipivai, se situent dans l'échancrure formée entre 2 caldeiras et débouchent dans 2 grandes baies. La longueur de chacune de ces rivières dépasse 9 km. Elles ont un débit de plus de 600 l/s au niveau de la mer en saison sèche et atteignent des débits beaucoup plus importants en saison humide (la Taipivai a atteint un débit de 10 700 l/s au mois d'octobre 1992, figure 4). Un nombre important de cours d'eau ont un débit minimum entre 5 et 100 l/s sur un réseau hydrographique permanent (fig.5) estimé à 473 km de lit de rivières.

A cause de fortes pentes, ces cours d'eau (cf. photo 1) à régime torrentiel sont très sensibles aux pluies qui provoquent une montée très rapide d'eau "colorée" très chargée en matières minérales en suspension. Ce phénomène est suivi d'une décrue toute aussi rapide. Le substrat des rivières est généralement très grossier, dominé par des blocs (GIBON et FOSSATI, 1991). Les lits très pentus sont souvent interrompus par de petites vasques (cf. photo 2) où du substrat plus fin (sable) peut être rencontré (FOSSATI et DANIGO, sous presse).

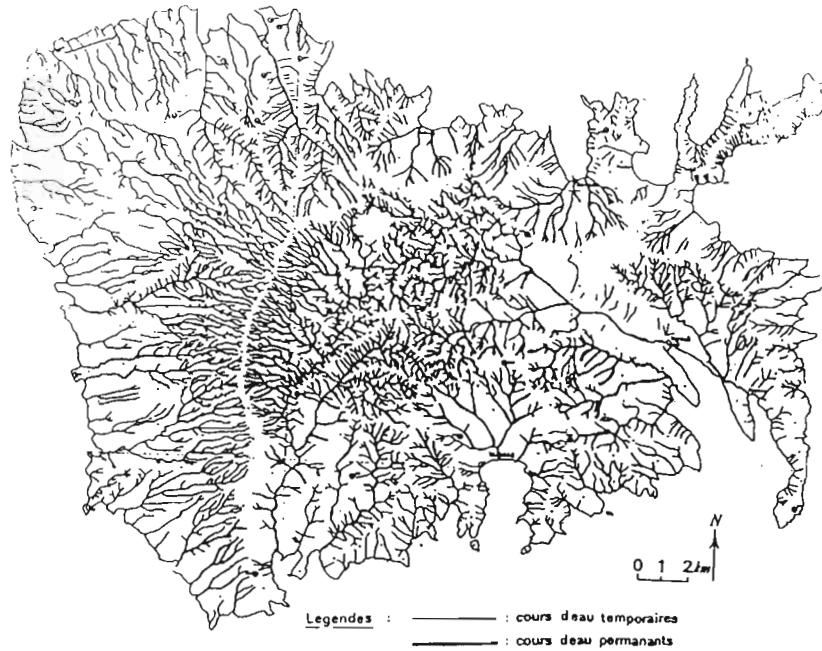


FIGURE 5 : Réseau hydrographique de Nuku-Hiva (d'après WENDLING et FOSSATI, 1992).

TABLEAU I : Etude physico-chimique des eaux de Nuku-Hiva (données du Service d'hygiène) (d'après WENDLING et FOSSATI, 1992).

Zone Prélèvement au Captage Abréviation	TAIOHAE					TAIPIVAI		HATIHEU			AAKAPA	ANAHO
	Hoata 1	Hoata 1	Tiae hopit 2	Tiae 2	Vaion 3	Vaihopu 4	Tokau 5	Popa 1 6	Popa 2 7	Aveka 8	9	Rés.distrib. 10
Date de prélèvement	3/03/92	9/07/91	3/03/92	9/07/91	9/07/91	16/03/92	10/03/92	16/03/92	10/03/92	16/03/92	16/03/92	10/03/92
Date d'analyse	3/03/92	9/07/91	3/03/92	9/07/91	9/07/91	16/03/92	23/03/92	16/03/92	23/03/92	16/03/92	16/03/92	23/03/92
pH (labo)	7.80	8.80	7.80	8.50	8.21	8.14	9.01	7.03	8.20	6.74	8.21	8.77
Conductivité (labo) us/cm	181	156	169	165	133	162	223	208	185	153	154	219
Turbidité (N.T.U)		1.62		1.15	1.35	5.20	0.50	1.04	1.85	0.95	6.80	0.52
Titre Alcalimétrique d'français	0.00		0.00			0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
Titre Alc.Complet d'français	6.00		6.10			6.35	10.20	8.60	7.30	5.20	6.40	9.95
Titre Hydrotymétrique d'fr.	5.10		5.10			6.40	9.00	8.40	7.55	5.90	6.35	8.60
SiO2 mg/l	39.0		40.0			42.5	42.0	43.0	46.5	41.5	36.5	40.0
Ca++ mg/l	10.00		10.00			10.00	18.25	12.05	10.80	10.20	10.40	13.20
Mg++ mg/l	6.30		6.30			9.50	10.80	13.10	11.80	8.15	9.10	12.90
NH4+ mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na+ mg/l	19.15	19.80	17.60	18.85	17.94	11.85	19.80	14.10	13.80	11.75	10.50	20.70
K- mg/l	5.30	4.50	4.40	3.90	3.50	1.65	1.90	2.35	1.90	0.95	0.95	1.40
CO3-- mg/l	0.00		0.00			0.00	21.60	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60
HCO3-- mg/l	73.20		74.40			77.50	80.50	104.90	89.50	63.45	78.10	101.87
Cl- mg/l	23.45	20.60	17.40	18.45	15.25	13.80	19.90	16.50	16.50	15.85	12.40	19.30
SO4-- mg/l	3.40	4.90	3.85	4.90	6.20	0.70	3.75	0.90	0.60	0.60	0.45	3.75
NO2- mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO3- mg/l	0.10	0.10	0.15	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
PO4--- mg/l	0.40	0.40	0.40	0.40	0.25	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

II-2-3 Chimie des eaux

Les eaux douces des îles hautes en Polynésie ont des caractéristiques physico-chimiques proches, en relation avec le manque de diversité géologique, pédologique, et climatologique, elles sont généralement peu minéralisées, légèrement basiques et bien oxygénées (MARQUET, 1988).

Les eaux des rivières de Nuku-Hiva sont en premier lieu caractérisées par de faibles concentrations en ions et donc par de faibles conductivités (tab. I). Celles-ci sont principalement maintenues par certaines formes ioniques d'origine aérienne (les eaux de pluies directement issues de l'évaporation marine sont chargées d'aérosols marins). Cette spécificité chimique tient une place fondamentale pour le maintien de la faune aquatique.

Les pH mesurés sont basiques. Les eaux des rivières de Nuku-Hiva ne possèdent pas un système carbonaté suffisamment important pour atténuer de fortes variations de pH. La silice reste l'élément de référence en raison de sa concentration importante et de sa stabilité (WENDLIND et FOSSATI, 1992).

II-2-4 La faune dulçaquicole

La faune est caractérisée par une richesse spécifique et une abondance globale faibles, résultat probable des dimensions réduites et de la localisation de l'île à l'extrémité Est de la province indo-pacifique, ainsi que des conditions hydrologiques particulièrement difficiles dans les cours d'eaux. En effet, la variabilité du débit est peu favorable à l'installation d'une faune abondante. Les variations continues du niveau des eaux empêchent la colonisation des rives, la zone centrale est, lors des crues, soumise non seulement à des courants violents mais également à l'action mécanique des pierres et des galets qui dérivent (GIBON et FOSSATI, 1991).

La faune dulçaquicole des Marquises tire son originalité des Palaemonidés et des poissons. En effet 1 espèce sur 4 chez les macrocrustacés et 7 espèces sur 9 chez les poissons sont spécifiques à l'île. Les îles Marquises sont, à côté des îles Hawaii et de l'île de Pâques, celles qui représentent le plus haut degré d'endémisme (MARQUET, 1988).

III SYSTEMATIQUE -BIOLOGIE DES MACROBRACHIUM

III-1 Systématique

Les chevrettes rassemblent un ensemble d'espèces de crustacés d'eau douce de l'embranchement des Malacostracés, de l'ordre des Décapodes Natantia, de la famille des Palaemonidés et du genre *Macrobrachium*.

Elles sont appelées "Ouassous" ou "z'habitants" aux Antilles, "cribiches" en Guyane, "camaron" dans l'océan indien et "chevrettes" en Polynésie française et en Nouvelle Calédonie.

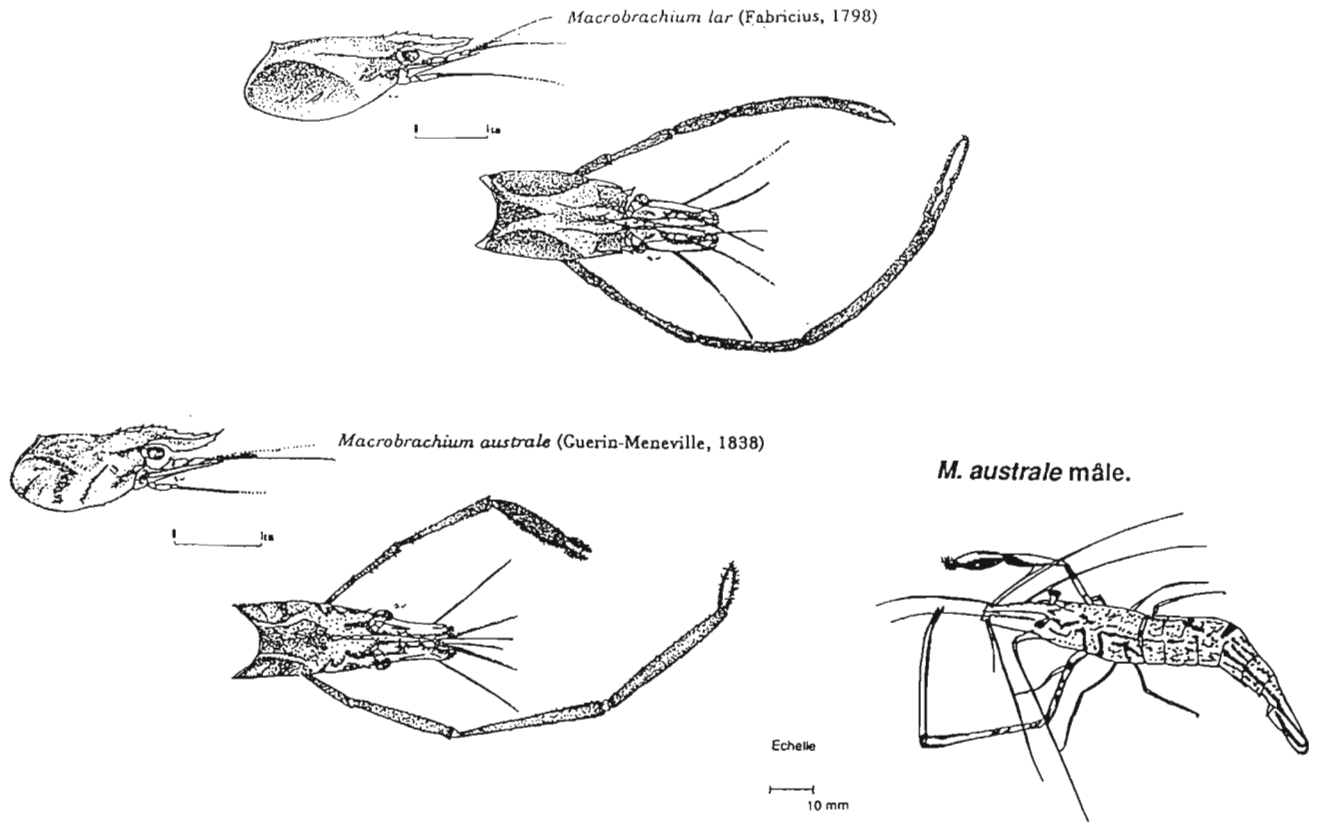
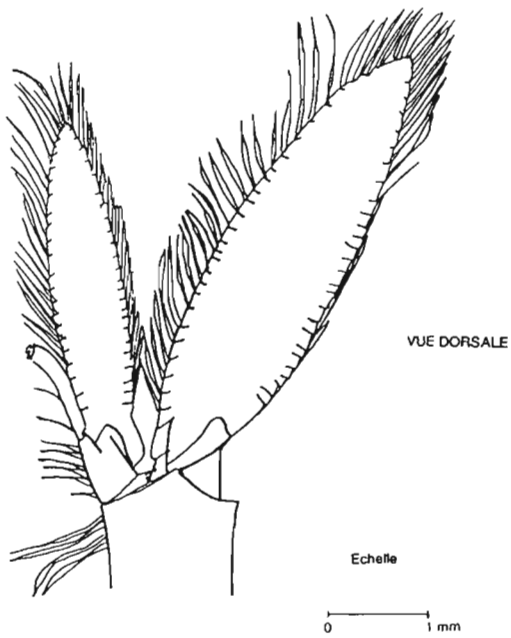


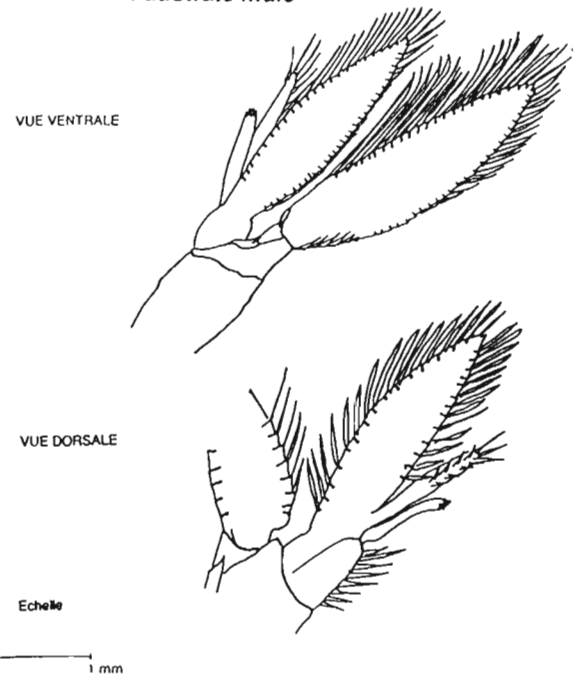
FIGURE 6 : Dessins des deux principales espèces de chevrettes capturées dans cette étude (d'après WENDLING et FOSSATI, 1992).

A : Schéma du second pléopode droit chez *M. australe* femelle



Binoculaire objectif X25

B : Schémas du second pléopode gauche chez *M. australe* mâle



Binoculaire objectif X16

FIGURE 7 (A et B) : Second pléopodes de *Macrobrachium australe* mâle et femelle.

Parmi toutes les espèces du genre *Macrobrachium*, l'espèce *M. rosenbergii* est probablement la plus connue des milieux scientifiques et des marchés internationaux, son élevage ayant un essor considérable en particulier en Asie du sud-est (Malaisie, Indonésie), en Amérique du Sud (Guyane), dans le Pacifique Sud (Polynésie française, Fidji, Nouvelle Calédonie) et dans l'Océan Indien (Maurice, Réunion).

Trois espèces sont très largement répandues aux Marquises, *Macrobrachium lar*, *M. australe* et *M. latimanus*.

Macrobrachium lar (Fabricus 1798) (fig. 6) a une aire de répartition qui couvre toute la zone tropicale indo-pacifique (GIBON et FOSSATI, 1991). Elle atteint une taille nettement supérieure à celle des autres espèces (140 mm de longueur maximale, GRAND, 1972). Le rostre est proportionnellement plus court que chez *M. australe* et plus long que chez *M. latimanus*. La coloration est rouge-bleu. Les femelles ovigères, souvent de couleur bleu-nuit, ont les bords des pleurae et du telson garni d'un liseré argenté qui disparaît à l'éclosion des larves (GRAND, *loc. cit.*).

M. australe (Guérin, 1838) (fig. 6) a une aire de répartition qui est également très vaste et atteint Madagascar (GIBON et FOSSATI, *loc. cit.*). Petite, mince, effilée, c'est la plus petite des espèces rencontrées (100 mm de longueur maximale, GRAND, *loc. cit.*).

Macrobrachium latimanus (Von Martens, 1868) a une aire de répartition comprenant l'Inde, la Malaisie, et la Polynésie (GIBON et FOSSATI, *loc. cit.*).

III-2 Reproduction - Ponte

Adultes, les *Macrobrachium* mâles des espèces marquisiennes sont nettement plus grands que les femelles (GRAND, 1972). L'abdomen est compact avec un très petit espace entre les pleurae. Les pores génitaux sont à la base des cinquièmes pattes thoraciques (P5).

Les femelles ont une spacieuse chambre d'incubation sous l'abdomen. Les pores génitaux de la femelle sont à la base des troisièmes pattes thoraciques. Chez la femelle, les ovaires à maturité peuvent être vus à travers la carapace, comme de grandes masses (oranges chez *M. lar*, verdâtres chez *M. australe*) qui occupent une large portion dorsale et latérale du céphalothorax (GRAND, *loc. cit.*).

Le caractère principal de détermination visuelle des sexes est l'écartement des P5 plus marqué chez la femelle. Pour un certain nombre d'individus capturés, une vérification des sexes a été effectuée par l'observation à la loupe binoculaire du second pléopode qui, chez le mâle, présente systématiquement un petit appendice supplémentaire poilu (fig. 7).

Une comparaison de deux échantillons sexés, l'un à partir de la méthode macroscopique (P5), l'autre à partir de l'observation des pléopodes, met en évidence une erreur de détermination des sexes de l'ordre de 9% chez *M. lar* (effectif de l'échantillon = 40 individus) et de 12% chez *M. australe* (effectif de l'échantillon = 60 individus). Mais sur le terrain on peut utiliser la détermination à l'oeil nu, par le pléopode, ce qui diminue de façon non négligeable le pourcentage d'erreur qui ne subsiste que pour certains individus de petites tailles (distance oeil-céphalothorax inférieure à 8-9 mm).

III-3 Biologie des adultes

Les *Macrobrachium* adultes sont proportionnellement beaucoup moins nombreux dans une rivière que les juvéniles. Ils préfèrent les zones d'ombre bien qu'ils puissent chasser en zone claire.

Leurs réflexes de défense sont plus importants que chez les juvéniles. Les mâles sont plus agressifs que les femelles.

Ils supportent mal le confinement, en aquarium et bougent très peu dans la journée. Quand ils le peuvent, ils se cachent sous les pierres disposées pour leur offrir un abri en période de mue.

Les mues des adultes sont beaucoup moins fréquentes que celles des juvéniles et des jeunes adultes. En général ils dévorent leur propre exuvie et doivent s'isoler de leurs congénères qui les attaquent.

Les *Macrobrachium* se réfugient sous les pierres, racines, trous, amas de feuilles tombées dans l'eau. Ils peuvent ainsi échapper de manière active aux effets plus néfastes des crues (GIBON et FOSSATI, 1992).

Les *Macrobrachium* sont détritivores, carnivores, nécrophages, en proportion sensiblement équitable d'animal et de végétal (GRAND, 1972).

Les 3 espèces dominantes de *Macrobrachium* trouvées sur Nuku-Hiva ont une aire de répartition écologique différente. *M. latimanus* domine le haut des cascades et les parties hautes, *M. australe* plutôt le bas de la rivière. En revanche, *M. lar* a une aire de répartition relativement étendue, ce qui permet de définir "un échantillon à choix raisonné" fonction des conditions d'accès aux sites d'échantillonnage. Ce critère un peu banal prend une dimension importante dans le contexte de travail sur l'île de Nuku-Hiva (DANIGO, 1991).

C'est ainsi que pour cette étude, l'échantillonnage sera limité aux seules espèces *M. lar* et *M. australe*.

I INTRODUCTION

En référence aux objectifs de l'étude, il est nécessaire de rechercher une méthodologie d'échantillonnage présentant diverses caractéristiques parmi lesquelles: sa facilité de mise en oeuvre par un biologiste seul dans des sites d'accès difficile (contraintes "de terrain"), une sélectivité la plus réduite possible tant au niveau des espèces que des tailles, une efficacité permettant la capture d'un nombre suffisant d'individus en vue de l'analyse de la structure démographique de la population, une action traumatisante sur les individus la plus faible possible pour mener, en particulier, des opérations de marquage-recapture.

Diverses méthodes de pêche des *Macrobrachium* ont été utilisées. Parmi les méthodes traditionnelles, la plus commune est la pêche au "patio" pratiquée la nuit à l'aide d'une lampe immobilisant les individus qui sont capturés avec un harpon. La pêche au paréo est pratiquée par les femmes tandis que les enfants pêchent avec un noeud coulant ou "here" (DANIGO, 1991). La pêche traditionnelle avec des nasses est rarement pratiquée de nos jours.

De larges nasses appâtées (noix de coco, KUBOTA, 1972 ou poisson mort, HORNE et BEISSE, 1977) et laissées plusieurs jours, sont couramment utilisées pour échantillonner les populations de *Macrobrachium*, mais ne peuvent être utilisées dans de petites vasques. D'après DAGUERRE DE HUREAUX et ROQUEPLO (1981), la nasse est un engin trop sélectif qui permet la capture des individus les plus actifs et de grande taille. ZECKHNINI et CHAISEMARTIN (1991), préconise la pêche à la trouble (haveneaux) avec des collecteurs constitués par des filets métalliques tendus en travers de la rivière, méthode relativement rapide et permettant d'obtenir une estimation globale du stock.

DANIGO (1991) et FOSSATI et DANIGO (sous presse) utilisent des bouteilles plastiques, méthode qui présente divers avantages en l'occurrence son faible coût et sa facilité de mise en oeuvre.

MARQUET (1988) a pratiqué la pêche électrique pour la récolte des *Macrobrachium*. Cette méthode théoriquement moins sélective (en particulier sur les tailles) présente un certain nombre d'inconvénients tels que, une non électrotaxie des chevrettes, des traumatismes sur les individus capturés (LAMARQUE, 1990).

Dans cette partie, on se propose dans un premier temps d'analyser l'impact de divers facteurs sur la capturabilité des chevrettes par les bouteilles. Cette capturabilité correspond à la probabilité d'être capturé par une unité d'effort d'échantillonnage pour un individu pris au hasard dans l'ensemble de la population statistique (LAUREC et LE GUEN, 1981). Elle est égale au produit entre l'accessibilité (taux de présence de la population sur le site d'échantillonnage) et la vulnérabilité qui dépend des interactions entre l'engin d'échantillonnage et les animaux.

Les divers facteurs envisagés sont :

- la position de la bouteille dans le milieu,
- la couleur de la bouteille,
- la présence d'appât dans la bouteille,
- la présence d'un lest (galet) dans la bouteille.

Dans un deuxième temps, les captures simultanées réalisées à partir de deux méthodes de captures seront comparées:

- bouteille / nasse (expérience réalisée durant le stage),
- bouteille / pêche électrique (expériences réalisées par FOSSATI, MARQUET et LAMARQUE à Tahiti et par DANIGO à Nuku-Hiva).

II COLLECTE DES DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE

II-1 Collecte des données

Quelles que soient les méthodes d'échantillonnage mises en oeuvre , pour chaque expérience, on dénombre dans un premier temps le nombre d'individus capturés pour chaque unité d'effort (bouteille, nasse, ou unité de temps pour la pêche électrique).

Chaque individu est déterminé, sexé (mâle, femelle, femelle ovigère) et mesuré. Pour les mensurations, la distance comprise entre la base du pédoncule oculaire et le bord du céphalothorax a été préférée à la longueur du céphalothorax (distance entre l'extrémité du rostre et le bord du céphalothorax) en raison de l'observation fréquente du rostre cassé dans les captures.

Ainsi pour chaque expérience et pour chaque unité d'effort, on dispose :

- de l'effectif de la capture par espèce,
- des distributions de fréquence des tailles par espèce et par sexe.

II-2 Analyse statistique

Les comparaisons des résultats des diverses expériences ont été réalisées à partir de tests statistiques disponibles dans la bibliothèque de tests du progiciel STATGRAPHICS.

Pour chaque distribution, les paramètres statistiques classiques de position (moyenne) et de dispersion (variance) ont été calculées.

Diverses comparaisons ont été envisagées pour chaque expérience:

- comparaison des variances de deux distributions (test F),
- comparaison des moyennes de deux distributions (tests paramétrique ou non paramétrique, choix dépendant de l'effectif de l'échantillon ou des résultats de la comparaison des variances).
- comparaison d'une distribution observée à une distribution théorique (test du χ^2),

Pour certaines expériences, des comparaisons par appariement auraient pu être envisagées, mais les conditions d'application de ce test ne semblent pas respectées compte tenu des conditions du milieu, de l'influence possible entre bouteilles (plus d'indépendance des échantillons), des effets de bord.

II-2-1 Les tests paramétriques de comparaison de variance et de moyenne

Comparaison de variances (test F)

Ce test de comparaison consiste à soumettre à une épreuve de vérité l'hypothèse principale de l'égalité de variances. Ce test doit s'effectuer avant un test de comparaison de moyennes.

Le rapport des variances estimées suit une loi de Fisher-Snedecor à $(n_1-1)*(n_2-1)$ degrés de liberté (d.d.l.), si les 2 populations d'origine suivent une loi normale et si leur variance est identique.

$$F_{obs} = \frac{\text{la plus grande variance}}{\text{la plus petite variance}} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

L'hypothèse nulle : $H_0 : \delta_1^2 = \delta_2^2$, est testée contre l'hypothèse alternative : $H_1 : \delta_1^2 > \delta_2^2$ (s_i^2 estimateur de δ_i^2).

Si la valeur calculée de F est inférieure à la valeur critique F_α , l'hypothèse H_0 est acceptée.

Si la valeur calculée de F est supérieure à la valeur critique F_α , l'hypothèse H_1 est acceptée et le risque d'erreur s'élève à α fixé.

Comparaison des moyennes (test t)

La comparaison paramétrique de moyennes de 2 échantillons indépendants est réalisée par un test t de Student. Il y a 2 conditions à respecter ; la condition de normalité des distributions et la condition d'homoscédasticité des populations d'origine. Il convient de tester l'hypothèse d'égalité des variances avant de procéder à un test t.

L'hypothèse nulle testée est l'égalité des moyennes.

Si t calculé (t_c) est inférieur à la valeur critique (t_α) pour $v = n_1 + n_2 - 2$ d.d.l., l'hypothèse H_0 est rejetée au seuil de signification α .

II-2-2 Les tests non paramétriques : test de Wilcoxon-Mann-Whithney des médianes

Ces tests ne reposent pas sur les paramètres des distributions et par conséquent sur la distribution d'échantillonnage de ceux-ci. Cette propriété leur confère l'avantage considérable de ne jamais être assujettis à la loi de distribution des éléments de la population. Ils peuvent être utilisés sans réticence pour comparer de petits échantillons (SCHERRER, 1984), et des échantillons qui n'aurait pas la même variance.

Test de Wilcoxon-Mann-Whithney :

Ce test a pour objet de déterminer si 2 échantillons indépendants ont la même médiane. En effet, il cherche à vérifier si les éléments de 2 groupes, classés par ordre croissant sur une même échelle ordinale, occupent des positions (rangs) équivalentes révélant ainsi la similitude des 2 distributions (SCHERRER, 1984).

Si $Z_{obs} > Z_{\alpha}$ l'hypothèse nulle d'égalité des médianes est rejetée au seuil de signification α . Généralement un seuil de signification de 5% est généralement pris : $Z_{0,05}=1,64$ et pour $\alpha=0,1\%$ $Z_{0,001}=2,33$.

II-2-3 Comparaison de distributions : le test du χ^2

Une distribution théorique ayant été choisie, on recherche si elle représente bien la distribution observée. L'expression du χ^2 permet de mesurer l'écart entre des répartitions et de savoir si cet écart est trop élevé pour être le fruit de fluctuations d'échantillonnage (SCHERRER, 1984).

$$\chi_{obs}^2 = \sum \frac{(f_{obs} - f_{th})^2}{f_{th}}$$

Les hypothèses soumises à une épreuve de vérité sont :

H_0 : la distribution théorique est conforme à la distribution observée.

H_1 : la distribution théorique ne s'ajuste pas à la distribution observée.

Si H_0 vraie, la variable χ_{obs}^2 obéit à une loi de χ^2 à $\nu=k-c$ degrés de liberté (d.d.l.) avec:

k = nombre de classes,

$c = 2$ (ajustement aux lois binomiale et de Poisson),

$c = 3$ (ajustement à une loi normale).

Si la valeur χ_{obs}^2 inférieure à la valeur critique χ_{α}^2 , l'hypothèse H_0 est acceptée, et si elle lui est supérieure ou égale, H_0 est refusée au seuil de signification égal à α (SCHERRER, *loc. cit.*).

III EXPERIENCES MENEES AVEC LES BOUTEILLES

III-1 Description de l'engin de pêche

Les bouteilles plastiques d'eau minérale (fig. 8) sont utilisées en découpant la partie haute et en l'inversant à l'intérieur de l'autre partie pour éviter l'échappement.

Les bouteilles de 1,5 l utilisées sont hautes de 22,2 cm et de 8 cm de diamètre avec une ouverture de 2,8 cm de diamètre. Les fonds ont été percées pour assurer une circulation de l'eau à l'intérieur.

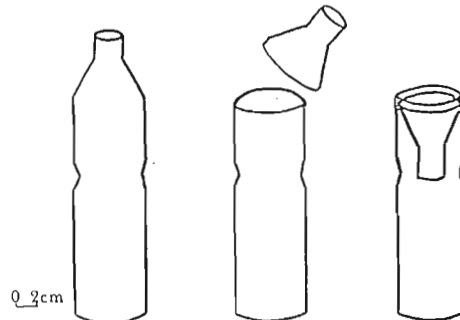


FIGURE 8 : Réalisation d'une nasse à partir d'une bouteille en plastique.

III-2 Effet de la disposition des bouteilles dans le milieu

III-2-1 Distributions de fréquence des captures par critère expérimental

Diverses expériences ont été menées pour juger de l'influence sur la capture de la position de l'ouverture de la bouteille par rapport au courant. Les chevrettes sont capturées avec des bouteilles posées généralement par paire : ouverture à l'aval et ouverture à l'amont. Des expériences complémentaires sont effectuées avec l'ouverture dirigée perpendiculairement au courant.

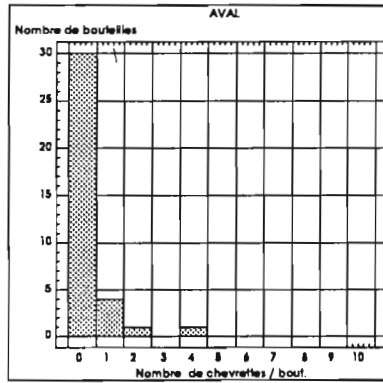
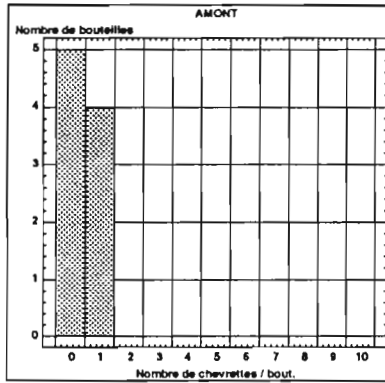
Tous les échantillonnages ont été réalisés de nuit (pose entre 16h et 17h, lever entre 8h et 9h) sur divers sites de 4 rivières : Meau, Taipivai, Mahuiki et Pakiu.

La figure 9 A, B, C, D, E, F représente les distributions de fréquence par station du nombre de bouteille ayant capturé un nombre x de chevrettes.

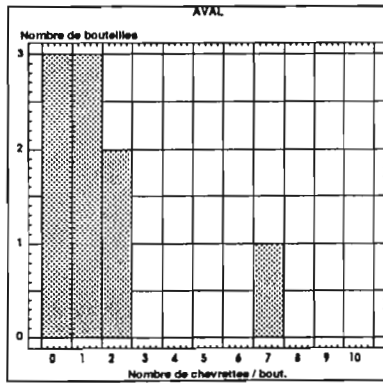
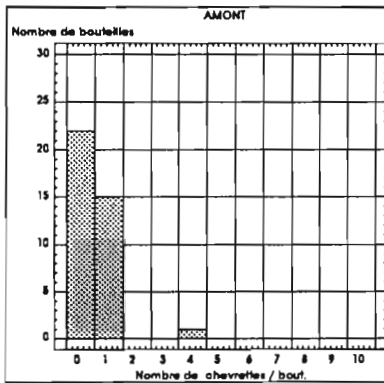
Les distributions ayant un faible effectif et étant de forme sensiblement équivalente, un cumul des données est effectué en vue du traitement statistique (fig.10). Les paires AMONT/AVAL et AVAL/PERPENDICULAIRE ont été testées dans les mêmes conditions de milieu, le cumul des distributions des bouteilles AVAL peut donc s'effectuer sans différencier la distribution des bouteilles AVAL posées avec les bouteilles PERPENDICULAIRE et celles posées avec les bouteilles AMONT.

Les valeurs des paramètres des 3 distributions de fréquence globale sont portés dans le tableau II. Les résultats des comparaisons entre les distributions prises 2 à 2 figurent dans le tableau III. Pour la comparaison AMONT/AVAL, l'homogénéité des variances n'étant pas respectée un test non paramétrique des médianes a été effectué. Ce test conduit à une différence significative des deux distributions. L'homogénéité des variances des distributions AVAL et PERPENDICULAIRE étant respectée, un test paramétrique des moyennes a été réalisé. L'hypothèse de l'égalité des moyennes de ces deux distributions est acceptée.

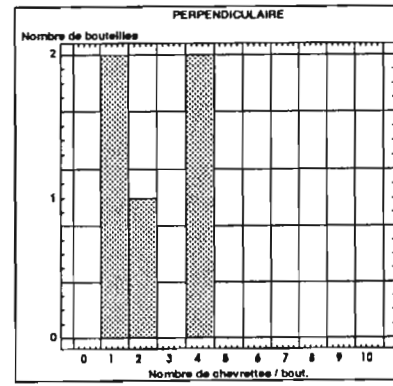
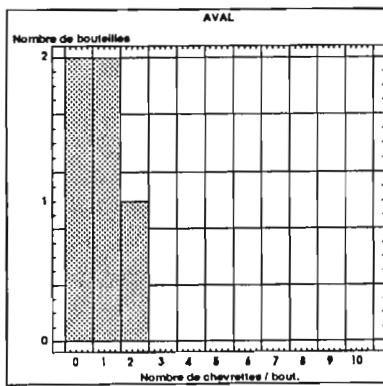
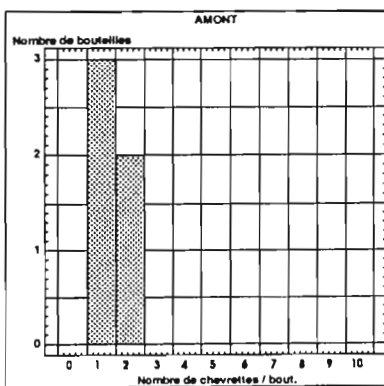
A : STATION 1 (PAKIU, 04/03/1993)



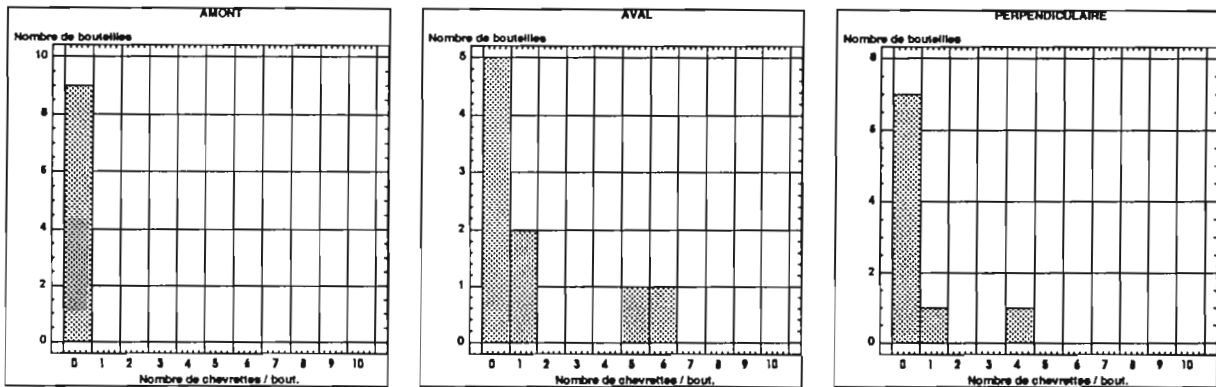
B : STATION 2 (PAKIU, 04/03/1993)



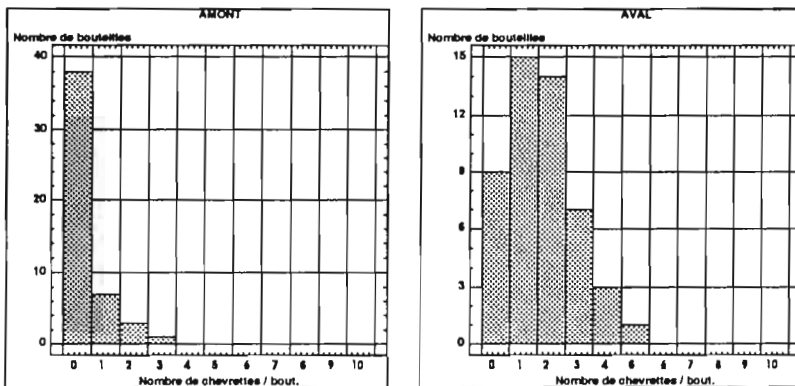
C : STATION 3 (MAHUIKI, 08/03/1993)



D : STATION 4 (MAHUIKI, 04/03/1993)



E : STATION 5 (MEAU, 05/03/1993)



F : STATION 6 (TAIPIVAI, 08/03/1993)

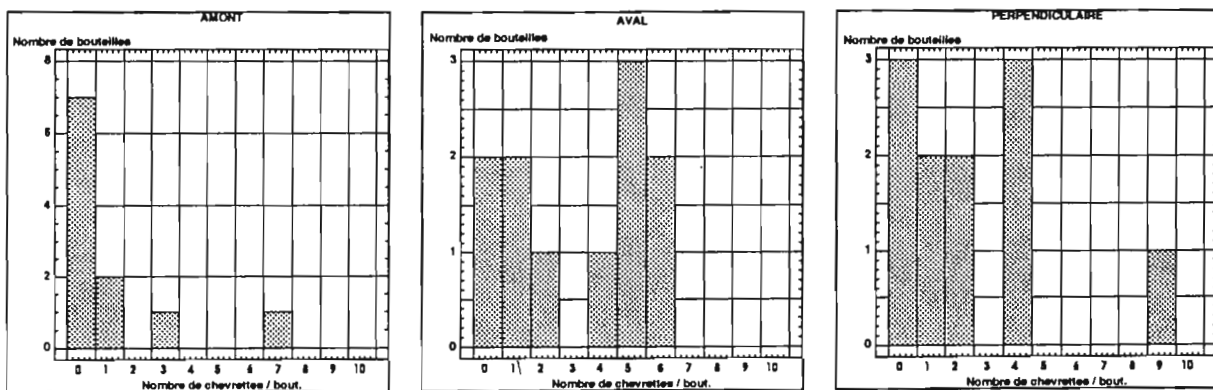


FIGURE 9 (A à F) : Distributions de fréquence par station du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes capturées par bouteille.

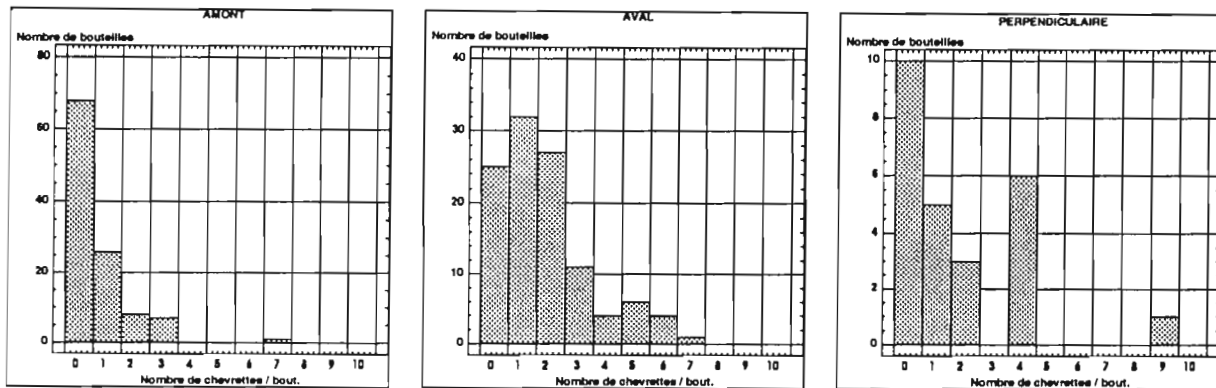


FIGURE 10 : Distributions de fréquence globale (toutes stations confondues) du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes capturées par bouteille.

TABLEAU II : Les paramètres statistiques des distributions AMONT/AVAL/PERPENDICULAIRE

	AMONT	AVAL	AVAL/PER	PERP.
Effectif	110	110	25	25
Moyenne	0,636364	1,78182	2,08	1,76
Variance	1,15096	2,7226	5,41	4,85667
Ecart-type	1,07203	1,65003	2,32594	2,20378

TABLEAU III : Résultats des tests statistiques sur les distributions AMONT/AVAL et AVAL/PERPENDICULAIRE

	TEST des variances	Test non paramétrique des médianes
AMONT/AVAL	$F_{obs} = 2,37 > F_{\alpha} = 1,42$ $(\alpha = 5\% \text{ et } v_1 = v_2 = 109 \text{ d.d.l.})$ Ho rejetée	$Z_{obs} = 5,56 > Z_{\alpha} = 1,64 (\alpha = 5\%)$ Ho refusée
AVAL/PER.	$F_{obs} = 1,11 < F_{\alpha} = 1,96$ $(\alpha = 5\% \text{ et } v_1 = v_2 = 24)$ Ho acceptée	Test paramétrique des moyennes $t_c = 0,50 < t_{\alpha} = 1,676 (\alpha = 5\% \text{ et } v = 50 \text{ d.d.l.})$ Ho acceptée

Les bouteilles avec l'ouverture à l'aval et perpendiculaire au courant se montrent plus efficaces que les bouteilles posées l'ouverture en amont du courant. Cela signifie peut-être que lorsque l'ouverture est relativement protégée du courant, les chevrettes utilisent les pièges comme une protection, une cache possible. Une autre explication peut être donnée concernant le rhéotaxisme positif des chevrettes qui remonteraient préférentiellement le courant d'où une efficacité plus importante avec des pièges dont l'ouverture est vers l'aval.

Il a semblé intéressant de tester la distribution concernant les captures réalisées avec les bouteilles orientées vers l'aval avec une distribution théorique. Le test du χ^2 réalisé montre que la distribution suit une loi de Poisson :

$$\chi_{obs}^2 = 5,85 < \chi_{\alpha} = 7,81 \text{ avec } \alpha = 0,05 \text{ et pour } 3 \text{ d.d.l.}$$

	Fréquences théoriques	Fréquences observées
Classe 0	19	25
Classe 1	33	32
Classe 2	29	27
Classe 3	17	11
Classe 4-7	12	15

Ce résultat pourrait être le fait du cumul de distributions suivant des lois différentes. Or si l'on regarde les distributions par station ayant le plus de poids dans la distribution globale (STATION 1, STATION 5), on constate que ces distributions ont une allure relativement semblable à la distribution des cumuls.

Ce résultat est-il la conséquence d'une répartition aléatoire de l'engin de capture, ou d'une capture aléatoire quelles que soient les répartitions de l'engin de capture et des animaux dans le milieu, ou de la répartition aléatoire à la fois de l'engin de capture et des individus disponibles (accessibles et vulnérables) ?

III-2-2 Distributions de fréquence des tailles des captures par espèce selon les trois critères expérimentaux

Les distributions de fréquence globale des tailles par espèce selon les critères expérimentaux sont portées sur la figure 11.

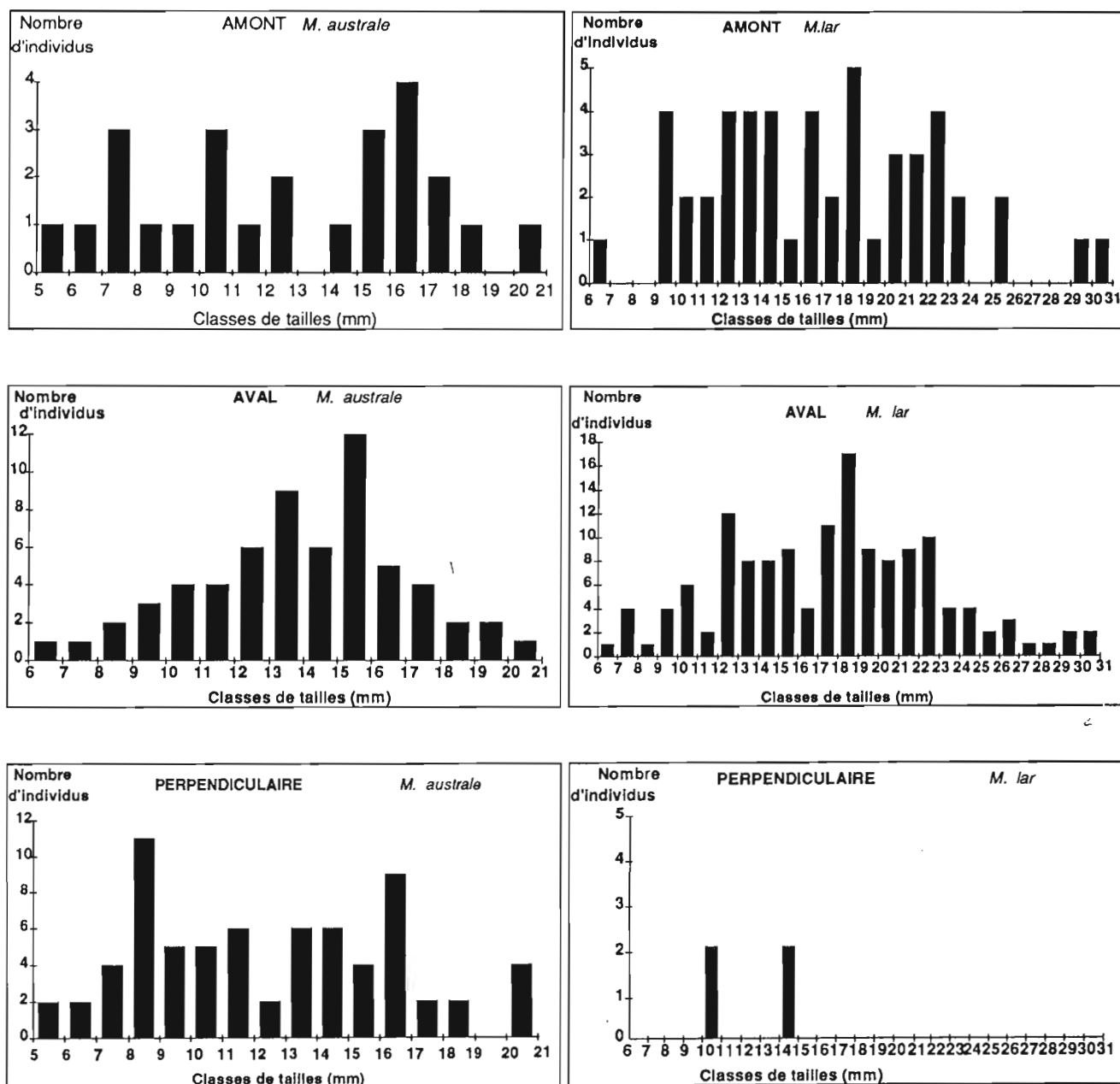


FIGURE 11 (6 histogrammes) : Distributions cumulées des tailles en fonction de l'expérience effectuée et pour chaque espèce observée.

L'étalement des différentes classes de tailles est égal pour toutes les expériences (mis à part les bouteilles perpendiculaires pour *M. lar*, pour lesquelles le nombre d'échantillons est réduit par rapport aux expériences AMONT et AVAL).

Il est à noter que pour l'expérience AVAL et pour *M. australe*, il n'y a qu'un seul mode pour la classe de taille 15-16, alors que pour les 2 autres expériences, il y a plusieurs modes.

La différence de sélectivité pour les classes de tailles par expériences n'est pas démontrée.

II-3 Effet de la présence d'un appât dans les bouteilles

Les bouteilles ont été placées par paire, une bouteille vide et une bouteille appâtée par de la noix de coco. Les résultats pour la meilleure efficacité des bouteilles avec une ouverture disposée vers l'aval, n'étant pas acquis lors de cette expérience, les ouvertures des paires de bouteilles ont été orientées au hasard dans le milieu.

Les individus sont capturés par période de 4 heures sur 24h et il n'y a pas remise des chevrettes dans le milieu. Le but de cette manipulation (BACH, 1992), était de tester l'efficacité éventuelle d'un appât, et parallèlement de tester la variabilité de la capturabilité des chevrettes sur 24h.

III-3-1 Distributions de fréquence des captures par critère expérimental

Pour chaque critère APPAT, SANS APPAT, sont portées sur la figure 13 A, B, C, D, E, F, les distributions de fréquence du nombre de bouteilles ayant capturé un nombre x de chevrettes .

Les distributions pour chaque critère (AVEC/SANS APPAT) sont relativement similaires. Ce qui varie le plus est l'étendue de la distribution sur l'axe des abscisses. L'explication la plus plausible est que la pêche s'est effectuée par épuisement du milieu et qu'elle dépend du rythme d'activité des chevrettes.

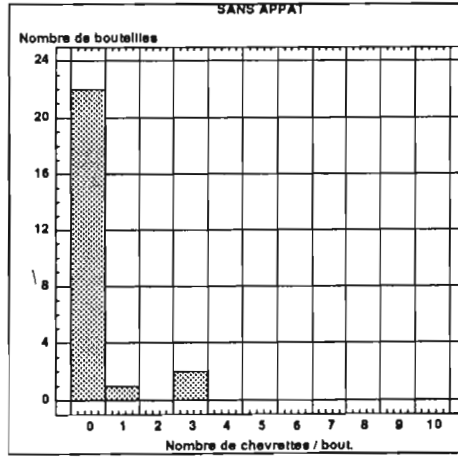
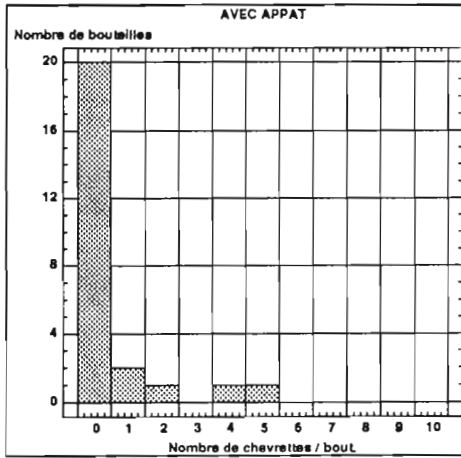
Le cumul des distributions pour chaque critère a été réalisé (fig. 13).

Les deux distributions globales obtenues (fig. 13) ont été comparées. Les valeurs des paramètres statistiques de ces deux distributions sont portées dans le tableau IV. La différence entre les valeurs moyennes des deux distributions a été réalisée à partir d'un test non paramétrique, le test F conduisant à une non-homogénéité des variances des distributions (tab. IV). Ce test ne permet pas de conclure à une différence significative des moyennes. Il n'y a donc pas d'attraction particulière des chevrettes dans les bouteilles contenant la noix de coco. Toutefois, rappelons que les ouvertures des bouteilles ont été orientées aléatoirement dans le milieu. On peut penser que l'effet de l'appât aurait pu être différent si les ouvertures des bouteilles avaient été orientées vers l'aval dans la mesure où à la rhéotaxie positive supposée (cf. paragraphe précédent) aurait pu s'ajouter l'effet "orientation de l'effluve de l'appât" vers l'aval.

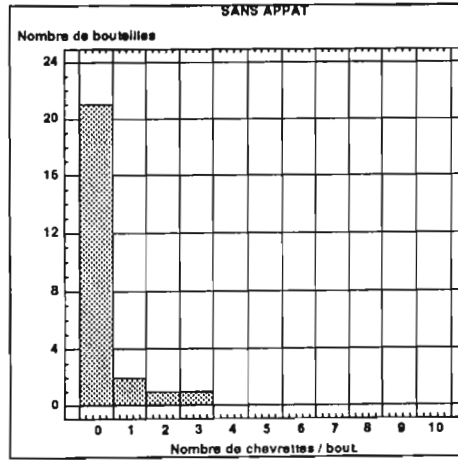
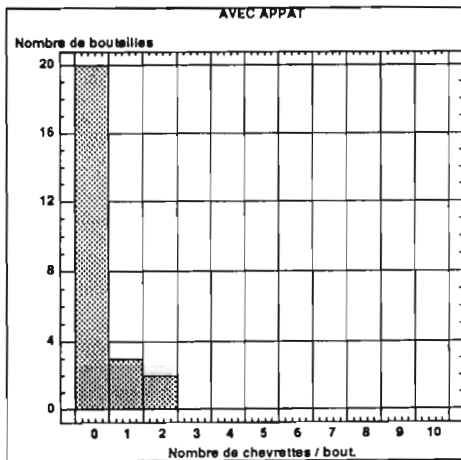
La comparaison de la distribution SANS APPAT à une distribution théorique de Poisson à partir d'un test du χ^2 montre que la distribution observée ne peut être assimilée à celle d'une loi de Poisson. :

$$\chi_{\text{obs}}^2 = 51,65 \gg \chi_{\alpha}^2 \text{ pour } \alpha = 5\% \text{ et pour } 2 \text{ d.d.l.}$$

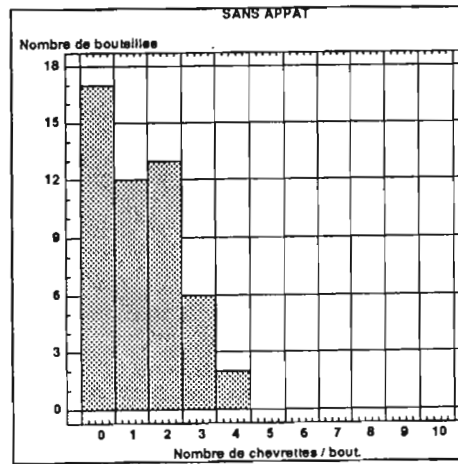
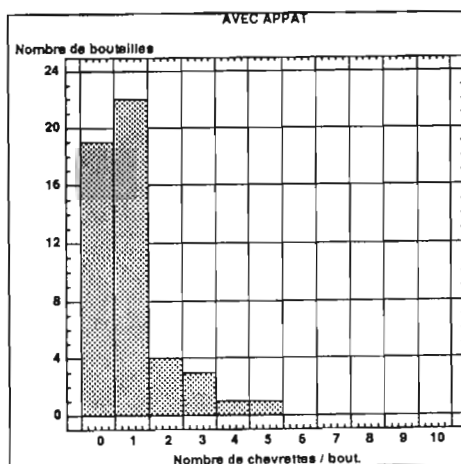
A : PERIODE 1 date:27/11/92 heure:12h30



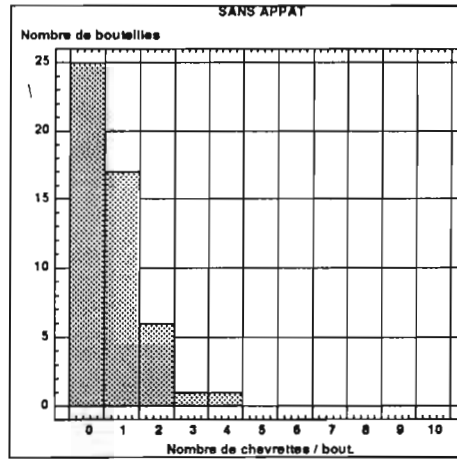
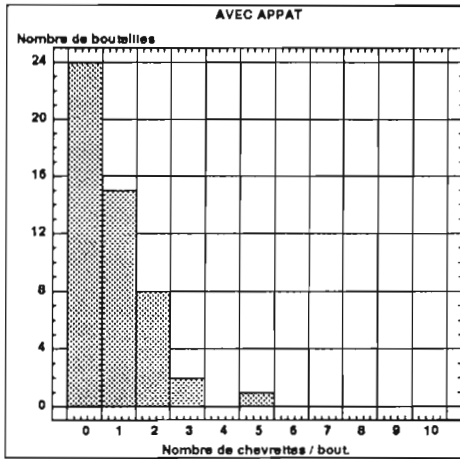
B : PERIODE 2 date:27/11/92 heure:16h30



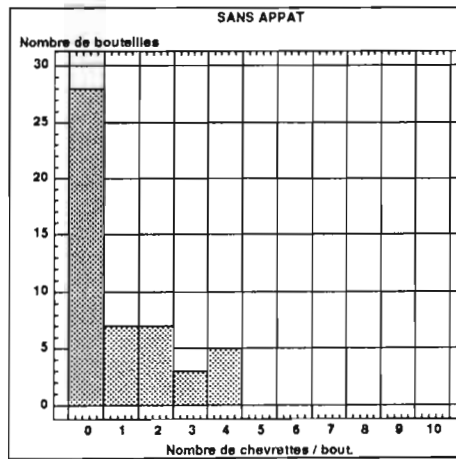
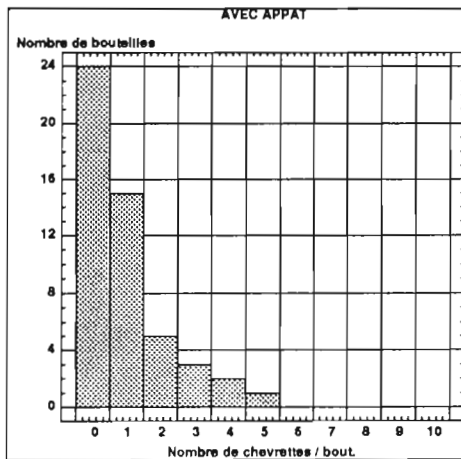
C : PERIODE 3 date:27/11/92 heure:20h30



D : PERIODE 4 date:28/11/92 heure:24h30



E : PERIODE 5 date:28/11/92 heure:4h30



F : PERIODE 6 date:28/11/92 heure:8h30

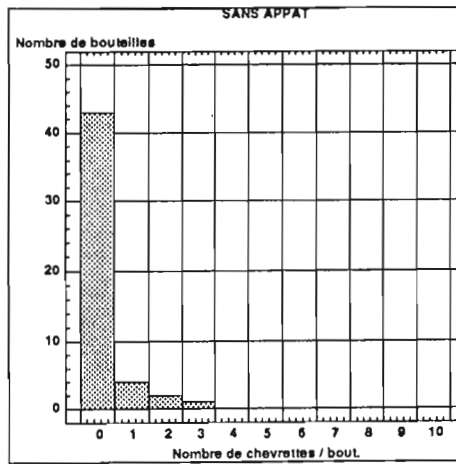
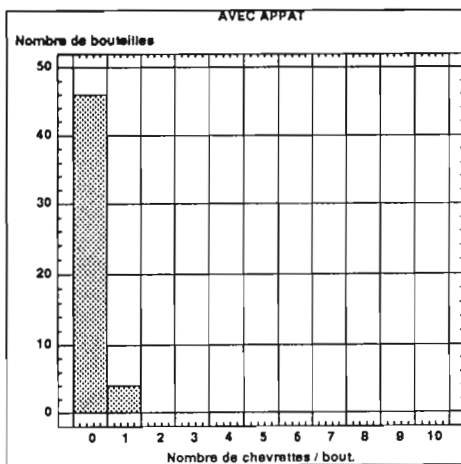


FIGURE 12 (A à F) : Distributions de fréquence par période du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes capturées par bouteille.

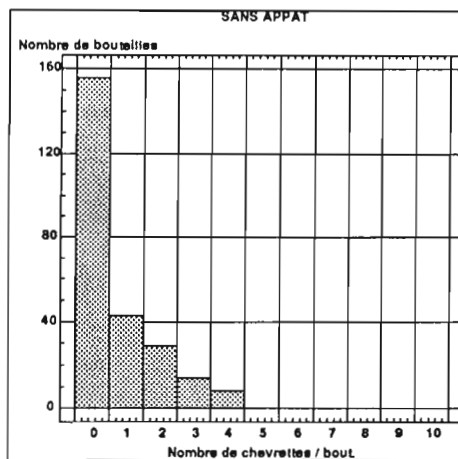
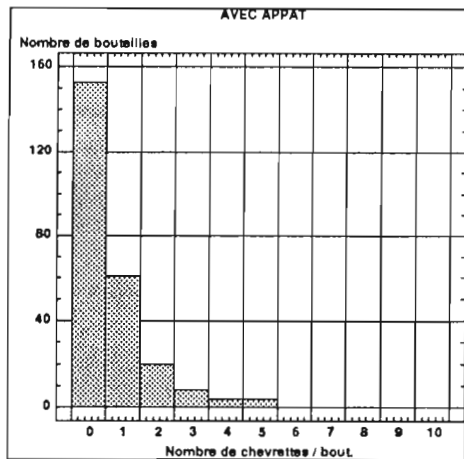


FIGURE 13 : Distributions de fréquence toutes périodes confondues par station du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes capturées par bouteille.

TABLEAU IV : Les paramètres statistiques des distributions AVEC/SANS APPAT

	AVEC AP.	SANS AP.
Effectif	250	250
Moyenne	0,644	0,7
Variance	1,09765	1,6667
Ecart-type	1,04769	1,08012

TABLEAU V : Résultats des tests statistiques sur les distributions AVEC/SANS APPAT

	TEST des variances	Test non paramétrique des médianes
AVEC/SANS APPAT	$F_{obs}=1,52 > F_{\alpha}=1,26$ $(\alpha=5\% \text{ et } v_1=v_2=249)$ Ho refusée	$Z_{obs}=1,04 < Z_{\alpha}=1,64$ $(\alpha=5\%)$ Ho acceptée

III-3-2 Distributions de fréquence des tailles des captures par espèce pour les 2 critères expérimentaux

Les distributions de fréquence des tailles par espèce pour chaque critère (fig. 14) ont été observées.

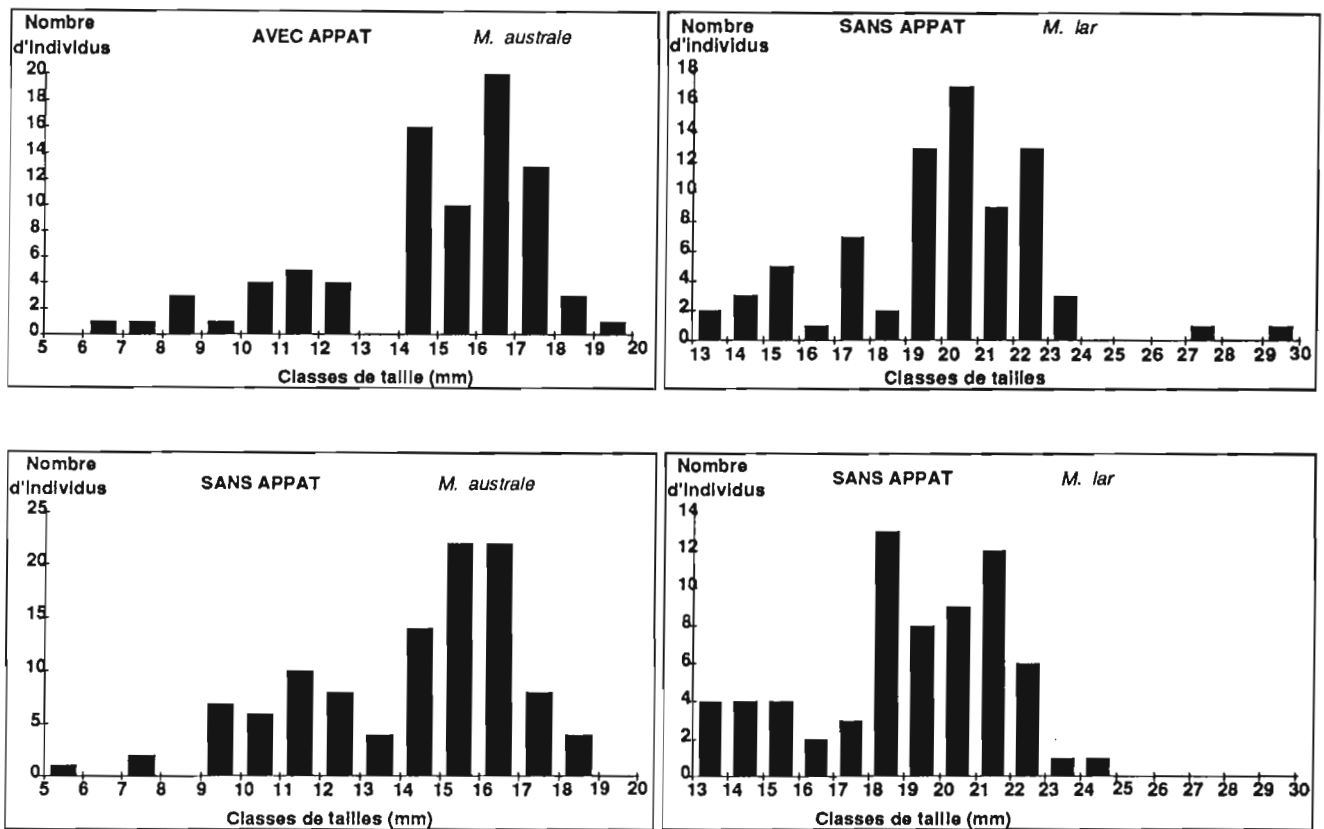


FIGURE 14 (4 histogrammes) : Distributions cumulées des tailles par espèce pour chaque critère expérimental.

Les allures des distributions de fréquence de tailles spécifiques sont semblables quelque soit le critère expérimental. Aucune différence de sélectivité sur les classes de tailles pour les bouteilles avec et sans appât n'est détectée. Il est à remarquer que les 2 modes pour *M. australe* (classes de tailles (11-12) et (16-17)) et les 2 modes pour *M. lar* (entre les classes de taille (14 à 18) et (19 à 23)) sont reproduits pour les 2 expériences.

III-3-3 Variabilité journalière de la capturabilité

La variabilité journalière de la capturabilité des chevrettes peut être commentée à partir de l'observation de la figure 13 A, B, C, D, E, F. Les distributions associées à des périodes diurnes de captures (fig. 13 A, B, F) ont d'une part une faible étendue sur l'axe des abscisses (nombre de chevrettes / bouteille) et d'autre part une forme hyperbolique avec une concavité très marquée résultant d'une différence importante entre les fréquences des classes 0 et 1.

Les distributions pour les périodes nocturnes de captures (fig. 13 C, D, E) sont étendues sur l'axe des abscisses (jusqu'à 5 chevrettes / bouteilles) et ont une forme de fonction exponentielle décroissante.

On montre ainsi une activité plus importante des chevrettes pendant la nuit, observation commune chez les crustacés.

Avec le résultat sur l'activité nocturne des chevrettes, une des conséquences sur la méthode d'échantillonnage est qu'il n'est pas nécessaire de laisser les bouteilles 24h pour avoir un bon échantillonnage étant donné que la capturabilité est plus forte de nuit que de jour. Les bouteilles seront donc posées le soir et relevées le matin. Cela évite de plus une certaine mortalité des chevrettes due à un trop long "emprisonnement" dans les bouteilles.

III-4 Comparaison des captures réalisées avec des bouteilles colorées

Cette expérience consiste à tester l'effet de la coloration des bouteilles sur la capturabilité.

Deux couleurs ont été expérimentées, des bouteilles colorées en jaunes et des bouteilles colorées en noires pour tester l'effet couleur et non-couleur des pièges sur le comportement des chevrettes. De plus, les bouteilles colorées en jaune offre un intérêt supplémentaire, car elles sont très facilement repérées par un observateur, ce qui évite une perte considérable d'informations liées au non-repérage des bouteilles transparentes et surtout noires lorsque le milieu devient chargé en matière en suspension.

Les ouvertures des paires de bouteilles ont été orientées aléatoirement dans le milieu, les résultats sur une meilleure capturabilité avec orientation AVAL des ouvertures n'étant pas acquis avant cette expérience.

III-4-1 Distribution des captures en fonction des critères expérimentaux

Les distributions de fréquence du nombre de bouteilles ayant capturé un nombre x de chevrettes sont présentées sur la figure 15.

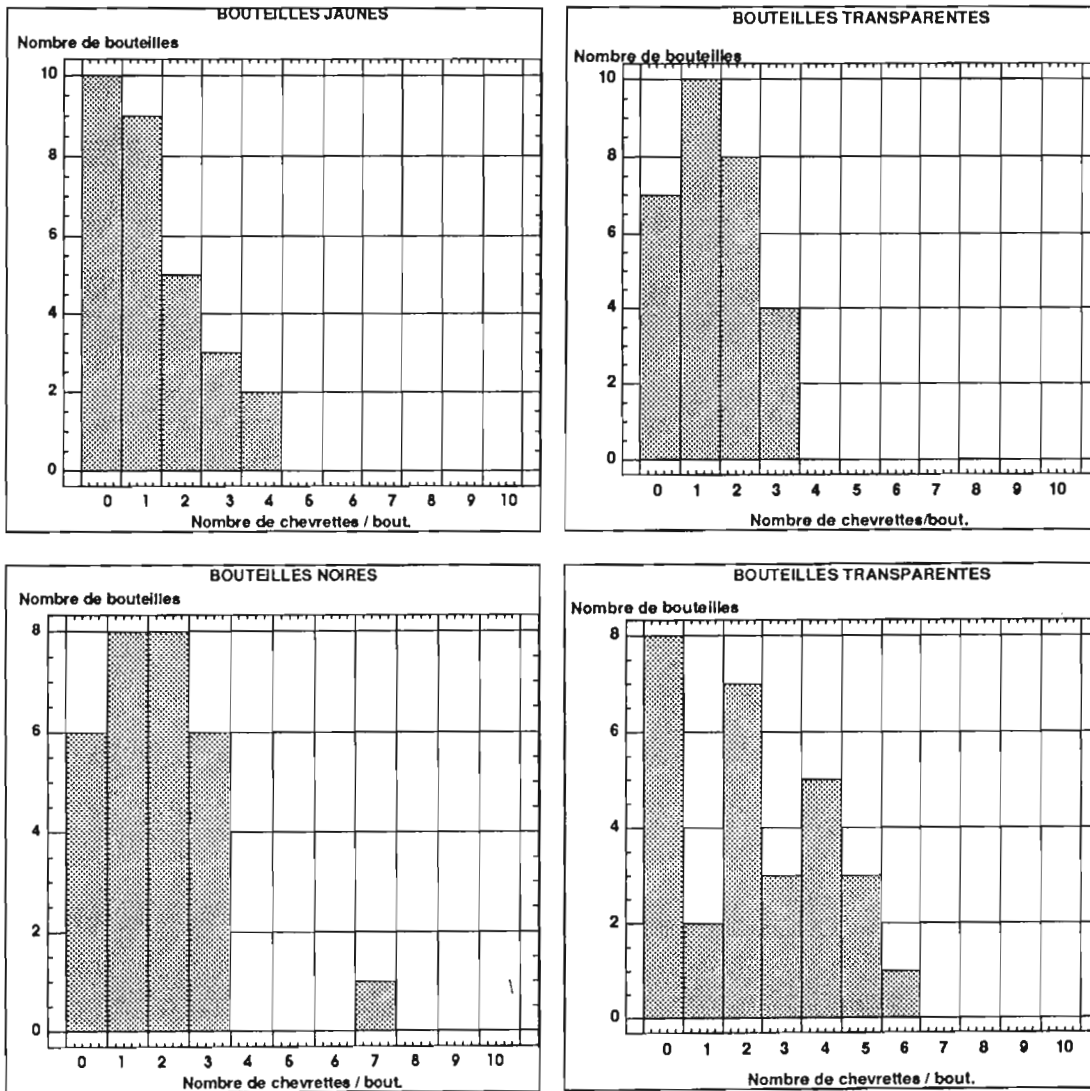


FIGURE 15 : Distributions de fréquence pour les différents critères expérimentaux du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes capturées par bouteille.

Les distributions des captures pour chaque coloration de bouteilles ont été comparées 2 à 2. Les valeurs des paramètres statistiques de ces 3 distributions sont portées dans le tableau VI.

Les variances de ces distributions étant semblables, un test paramétrique des moyennes a été effectué (tab. VII). Ce test montre que l'hypothèse de l'égalité des moyennes ne peut être rejetée. On ne peut donc pas conclure à un effet significatif de la coloration des bouteilles sur la capturabilité, en conséquence les expériences suivantes seront menées à partir de bouteilles transparentes, les bouteilles jaunes pouvant être utilisées pour des expériences dans des milieux avec une forte turbidité.

TABLEAU VI : Les paramètres statistiques des distributions JAUNES/NOIRES/TRANSPARENTES

	JAUNE	TRANS/J	NOIRE	TRANS/N
Effectif	29	29	29	29
Moyenne	1,24138	1,31039	1,68966	2,27586
Variance	1,5468	1,00739	2,15025	3,49261
Ecart-type	1,2437	1,00369	1,46637	1,86885

TABLEAU VII : Résultats des tests statistiques sur les distributions JAUNES/TRANSPARENTES et NOIRES/TRANSPARENTES

	Test des variances	Test paramétrique des moyennes
JAUNE/TRANS	$F_{obs}=1,54 < F_{\alpha}=1,84$ ($\alpha=5\%$ et $v_1=v_2=28$ d.d.l.) H_0 acceptée	$t_c=0,23 < t_{\alpha}=1,673$ ($\alpha=5\%$ et $v=56$ d.d.l.) H_0 acceptée
NOIRE/TRANS	$F_{obs}=1,62 < F_{\alpha}=1,84$ ($\alpha=5\%$ et $v_1=v_2=28$ d.d.l.) H_0 acceptée	$t_c=1,33 < t_{\alpha}=1,673$ ($\alpha=5\%$ et $v=56$ d.d.l.) H_0 acceptée

III-4-2 Distributions de fréquence des tailles des captures par espèces pour les différents critères expérimentaux

Les distributions de fréquence des tailles des espèces pour les différents critères expérimentaux (fig. 16), montrent que les étendues des classes de taille représentées dans les captures sont sensiblement équivalentes. Les différentes classes de tailles pour *M. australe* et *M. lar* sont mieux représentées pour les captures issues des bouteilles transparentes mais ceci pourrait résulter d'une abondance plus importante de cet échantillon en raison des cumuls des informations issues des 2 expériences comparatives JAUNE/TRANSPARENTES et NOIRE/TRANSPARENTES. La distribution concernant *M. lar* pour les captures des bouteilles transparentes est intéressante à observer dans la mesure où les 3 modes situés à des tailles (base pédoncule oculaire-bord du céphalothorax) respectivement de 14 mm, 19 mm et 24 mm se distinguent nettement. Ces modes pourraient correspondre aux tailles moyennes des individus de 3 cohortes différentes.

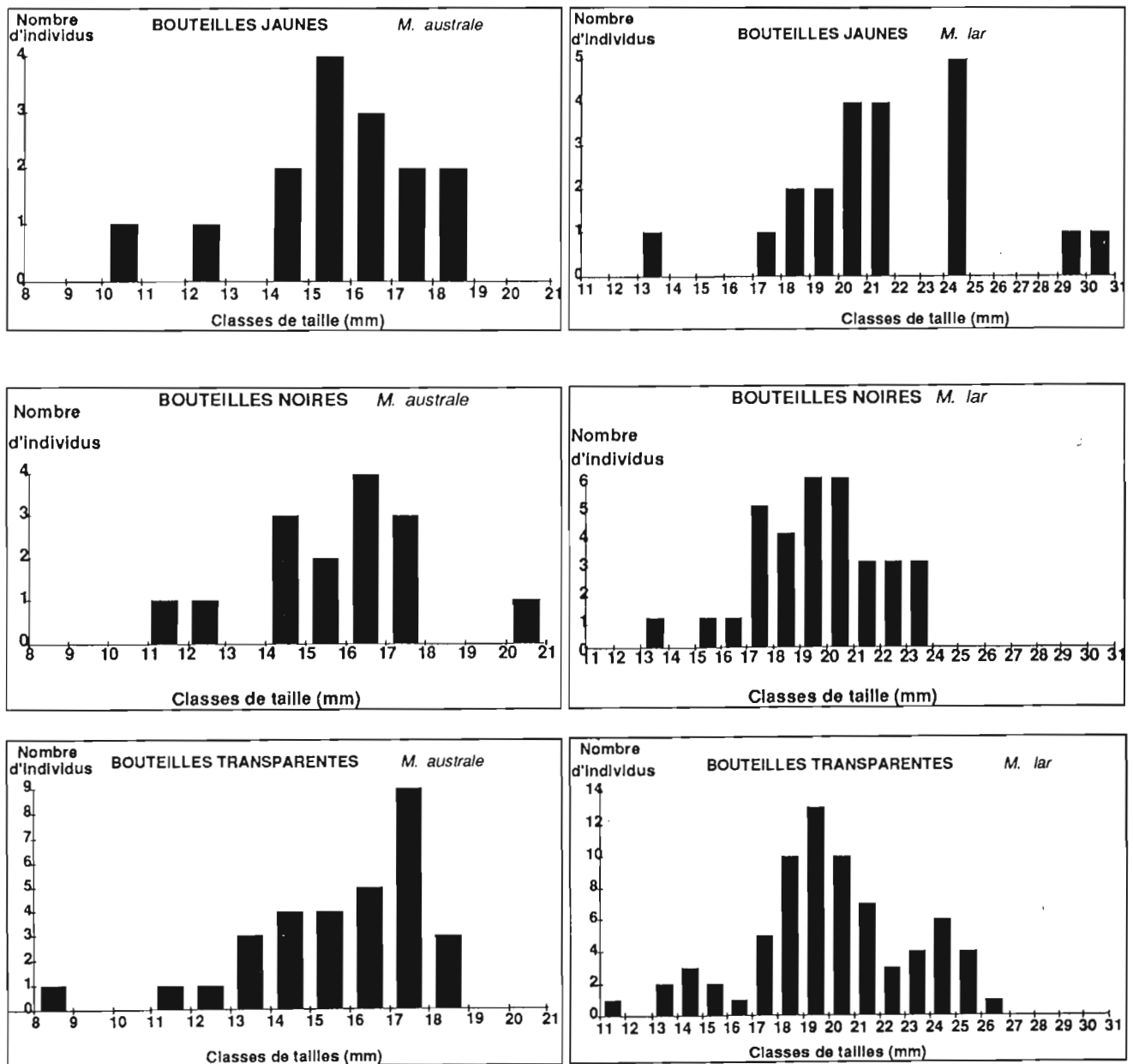


FIGURE 16 (6 histogrammes) : Distributions des fréquences de taille par espèce pour les différents critères expérimentaux.

III-5 Comparaison des captures issues de bouteilles lestées et non lestées

Une ou plusieurs pierres sont introduites dans les bouteilles pour les lester, diminuant ainsi le risque de perte des pièges lors des débuts de crues ou de décrue (pendant les crues les bouteilles sont irrémédiablement emportées ou écrasées).

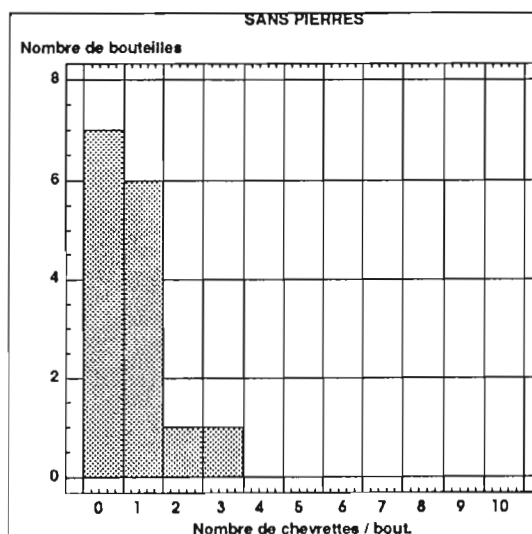
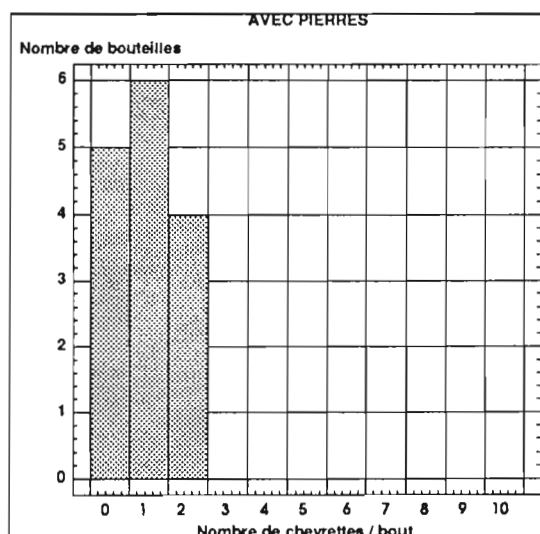
Il est donc nécessaire de savoir si la pierre de lestage posée à l'intérieur de la bouteille, a une influence quelconque sur la capturabilité et la sélectivité des tailles.

Cette expérience a été menée sur 4 sites, 3 sites dans la rivière Pakiu et 1 site dans la Meau. Pour chaque échantillonnage, 15 à 24 paires de bouteilles ont été posées avec l'ouverture dirigée vers l'aval.

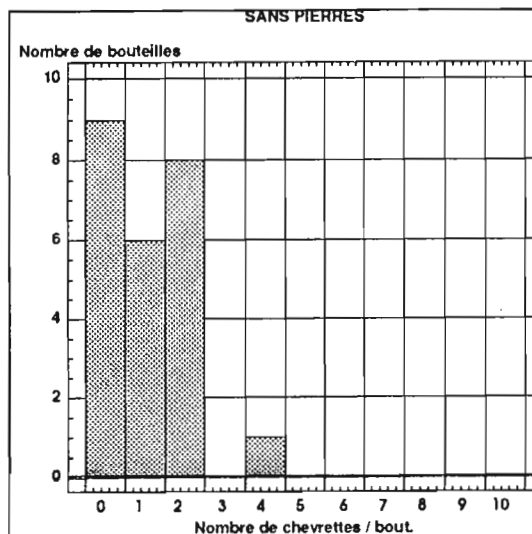
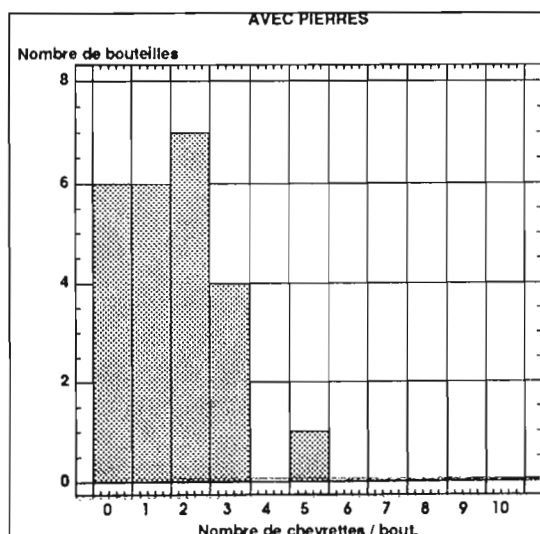
III-5-1 Distributions de fréquence des captures par critère expérimental

Les distributions de fréquence du nombre de bouteilles ayant capturé un nombre x de chevrettes sont représentées sur la figure 17. La relativement bonne homogénéité des formes des distributions par station pour chaque critère a permis leur cumul. La figure 18 considère les distributions cumulées.

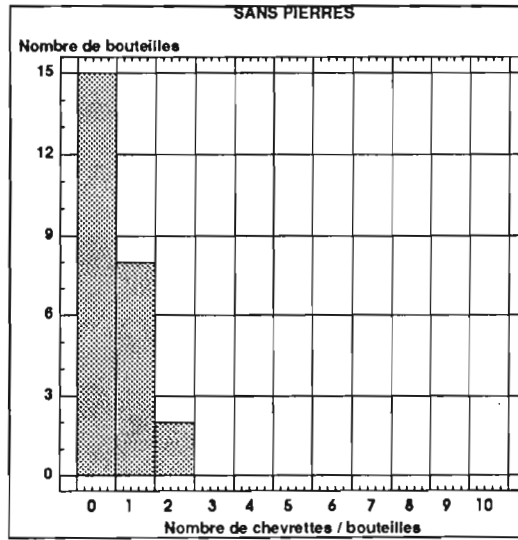
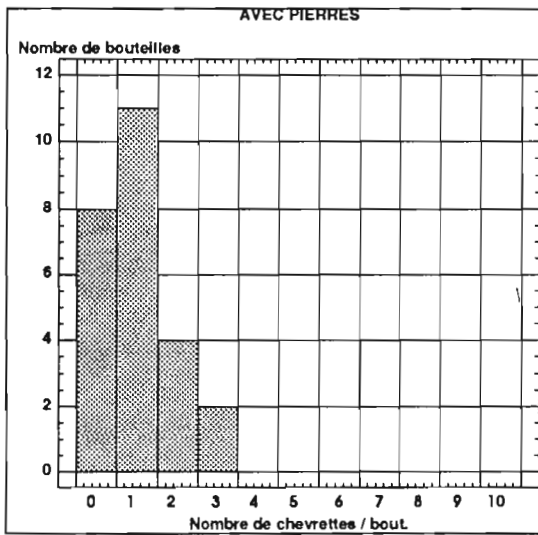
A : STATION 1 (MEAU, 10/03/1993)



B : STATION 2 (PAKIU, 11/04/1993)



C: STATION 3 (PAKIU, 11/04/1993)



D : STATION 4 (PAKIU, 28/03/1993)

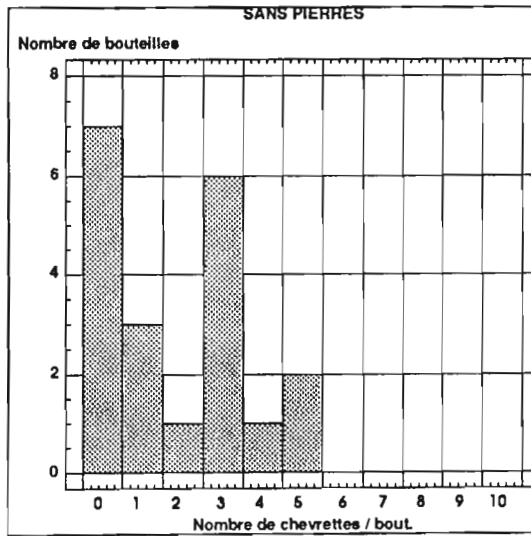
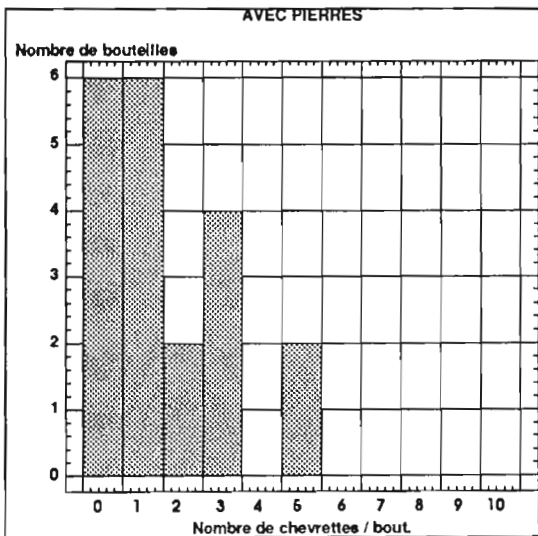


FIGURE 17 (A à D) : Distributions de fréquence par station du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevretes capturées par bouteille pour les 2 critères.

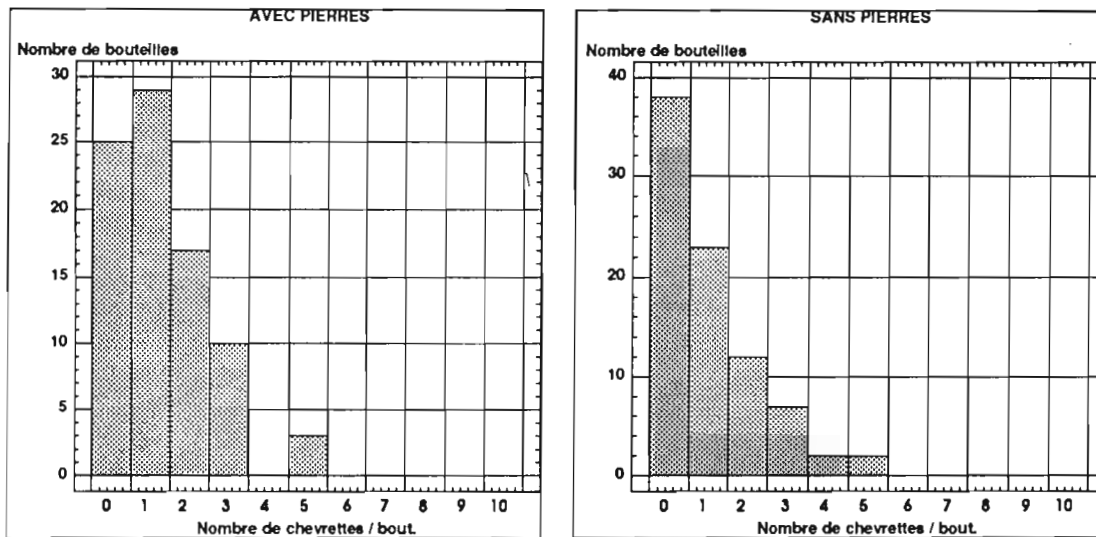


FIGURE 18 : Distributions de fréquence toutes stations confondues du nombre de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes capturées par bouteille pour les 2 études.

Les valeurs de paramètres statistiques des distributions cumulées (fig. 18) sont portées dans le tableau VIII.

Le test paramétrique des moyennes (Tab. IX) conduit à une différence non significative des moyennes de ces deux distributions. La présence ou l'absence de pierres dans la bouteille n'a donc pas d'effet significatif sur l'efficacité de l'engin de capture. Toutefois les distributions ont des formes différentes. La distribution des captures avec pierre est conforme à une distribution de Poisson ($\chi_{obs}^2 = 0,55 < \chi_{\alpha}^2 = 5,99$ avec $\alpha = 0.05$ et pour 2 d.d.l.), la distribution des captures sans pierre a une forme de fonction exponentielle décroissante.

TABLEAU VIII : Les paramètres statistiques des distributions AVEC/SANS PIERRES.

	AVEC P.	SANS P.
Effectif	84	84
Moyenne	1,28571	1,02381
Variance	1,48365	1,54159
Ecart-type	1,21805	1,24161

TABLEAU IX : Résultats des tests statistiques sur les distributions AVEC/SANS PIERRES.

	TEST des variances	Test paramétrique des moyennes
AVEC/SANS PIERRES	$F_{obs} = 1,04 < F_{\alpha} = 1,45$ $(\alpha = 5\% \text{ et } v_1 = v_2 = 83)$ H_0 acceptée	$t_c = 1,38 < t_{\alpha} = 1,655$ $(\alpha = 5\% \text{ et } v = 166 \text{ d.d.l.})$ H_0 acceptée

II-5-2 Distributions de fréquence des tailles par espèce pour chaque critère expérimental

Les distributions cumulées (toutes stations confondues) des tailles pour chaque critère expérimental sont portées sur la figure 19. Aucune différence notable sur l'étendue des distributions de taille ne peut être décelées. La présence ou l'absence de pierre dans les bouteilles ne semblent pas avoir une influence significative sur la sélectivité des tailles des captures.

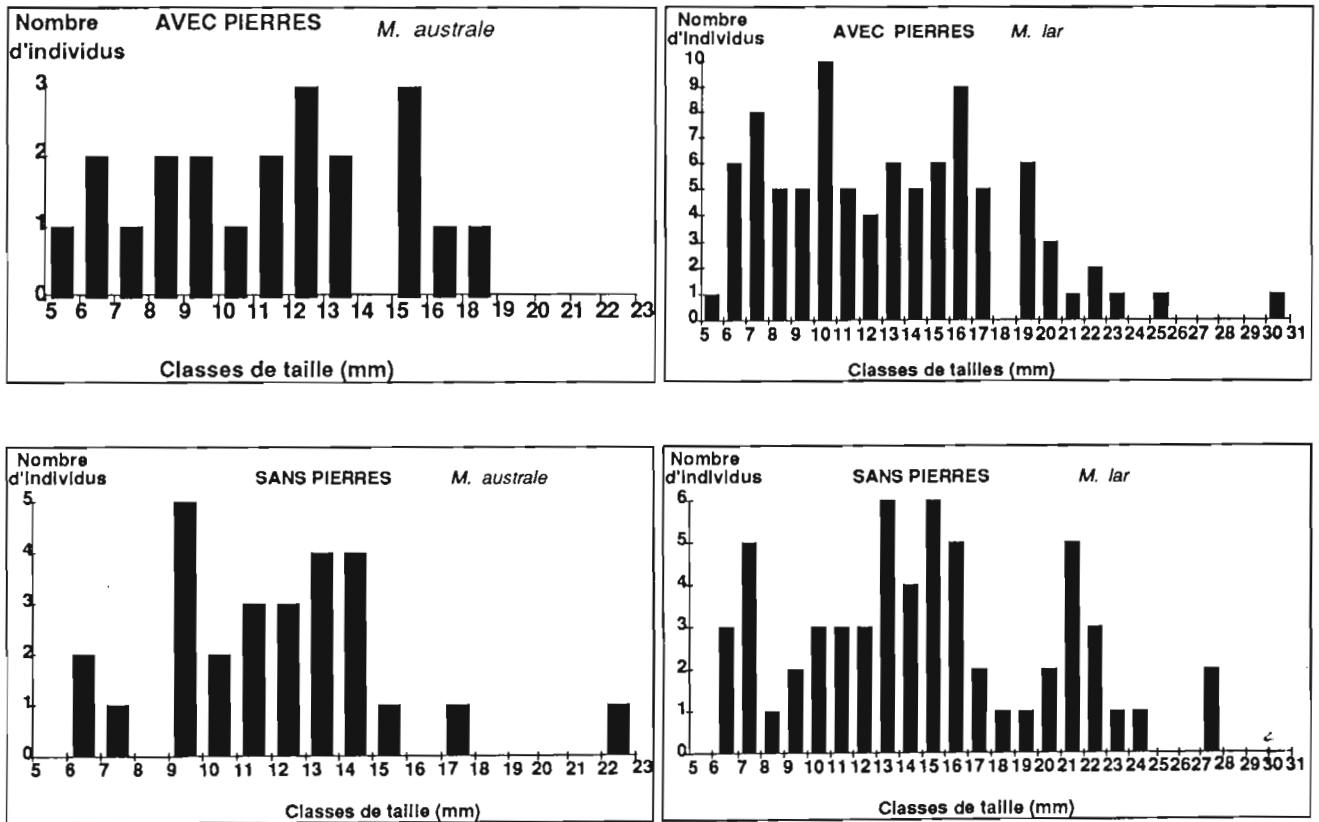


FIGURE 19 (4 histogrammes) : Distributions cumulées des tailles par espèces pour chaque critère expérimental.

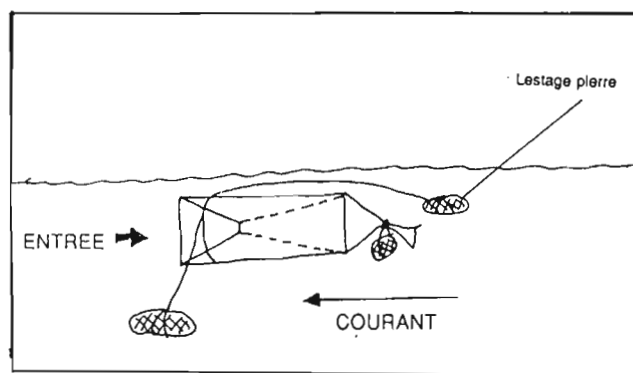
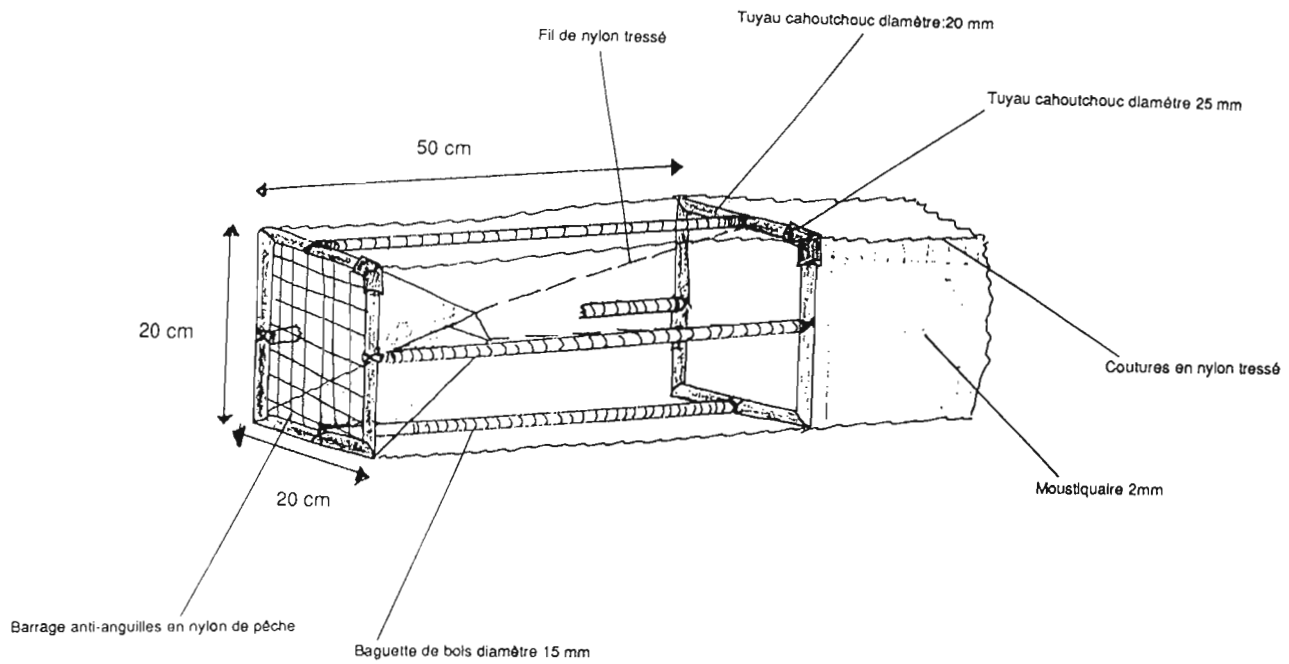


FIGURE 20: Modèle de nasse utilisée pour l'échantillonnage des chevrettes.

IV MISE EN OEUVRE D'AUTRES ENGIN D'ECHANTILLONNAGE : LES NASSES ET LA PECHE ELECTRIQUE

La bouteille se révèle être un engin de pêche relativement efficace, très facile à mettre en oeuvre, et permettant de multiples opérations sur les captures tel que le marquage. Toutefois, il convenait de tester d'autres engins de pêche pour juger d'une part de la réelle efficacité des bouteilles et d'autre part de la qualité de l'image des populations issue de pêches à partir des bouteilles. Deux engins complémentaires ont été mis en oeuvre : la nasse et la pêche électrique.

IV-1 Expériences menées avec les nasses

IV-1-1 Description de l'engin de pêche

La nasse construite sur le modèle représenté à la figure 20 (cf. photo 4 et 5), est fortement lestée avec des pierres attachées à l'extérieur, puis déposée sur le fond dans une vasque avec un minimum de 30 cm de profondeur.

Après des essais où la présence de grosses anguilles, déchirant la moustiquaire et prédatrices des chevrettes, a faussé le résultat de la pêche, un système de quadrillage avec du Nylon à l'entrée de la nasse a dû être mis en place et s'est avéré valable sur une nasse (le quadrillage doit être assez fin contre les anguilles, mais relativement espacées pour les grosses chevrettes). Le temps de pose de la nasse est estimé à 10 minutes / nasse.

Les expérimentations s'effectuent dans des vasques constituant un milieu relativement homogène, fermé où la migration est *a priori* réduite et où les chevrettes sont plus abondantes qu'en pleine rivière.

IV-1-2 Comparaison des captures des nasses posées dans deux vasques différentes

Les distributions des fréquences des tailles des individus capturés par deux nasses disposées dans deux vasques de la rivière Pakiu sont portées sur les figures 21 et 22.

Tout d'abord en terme d'effectif, il semble qu'une nasse permette une capture plus abondante qu'une bouteille.

L'effectif maximal représenté dans une bouteille fut de 6 individus, l'abondance maximale observée dans une nasse lors de cette expérience fut de 12 individus (fig. 21). Toutefois, toutes les pêches ne conduisent pas à tel résultat comme le montre la figure 22.

Toutes les classes de tailles semblent pouvoir être capturées mais d'autres expériences doivent être effectuée pour obtenir un plus grand nombre d'individus.

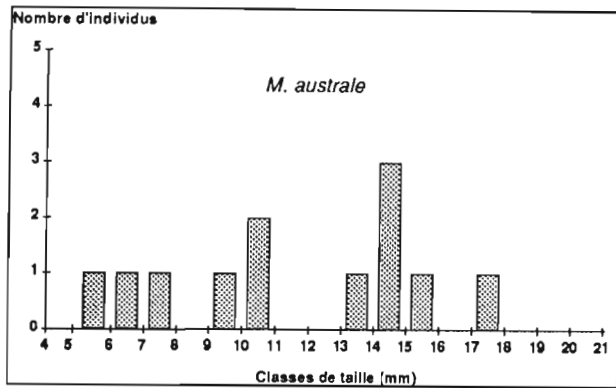


FIGURE 21 : Distribution de fréquence des tailles capturées lors de l'expérience à la STATION 1.

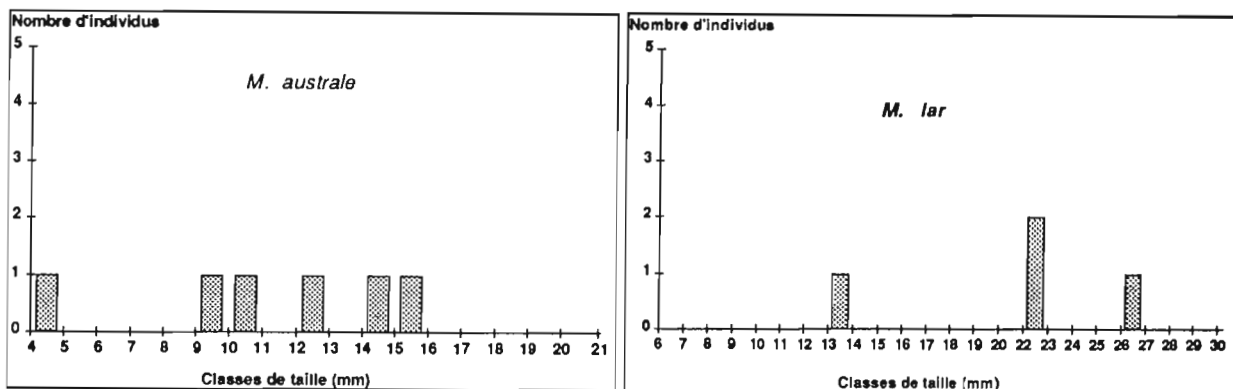


FIGURE 22 (2graphes): Distributions de fréquence par espèce des tailles capturées lors de l'expérience à la STATION 2.

IV-1-3 Influence de l'appât et de la durée de pose sur les captures des nasses

Le test de l'influence de l'appât sur la capture est mis en parallèle avec l'expérimentation sur la durée de pose d'une nasse.

La nasse est toujours la même. Elle est posée le matin, relevées le lendemain matin. Les chevrettes sont mesurées et identifiées, puis redéposées dans la nasse.

La nasse est posée au même endroit dans une vasque relativement fermée; les expériences se succèdent dans le temps et sont suffisamment rapides pour que l'on considère que la même population est échantillonnée.

L'appât utilisé est du gras de poulet en décomposition.

Les figures 23, 24 et 25 représentent les distributions des tailles des captures par espèces obtenus pour 3 journées successives de pose dans une même vasque.

La variation des effectifs capturés met en évidence un échappement élevé et une absence d'augmentation des prises malgré l'augmentation de l'effort de pêche.

L'effectif maximal de la capture s'élève à 14 individus (fig. 23), mais comme nous le signalons précédemment ce résultat n'est pas constant dans le temps (2ème pose : 4 individus, fig. 23; 3ème pose : 7 individus, fig. 24).

L'influence de l'appât sur l'efficacité de la capture en termes d'abondance et d'étendue de la distribution des tailles capturées n'est pas significative (fig. 24).

Ces résultats préliminaires montrent que la nasse ne semble pas l'engin idéal d'échantillonnage des populations de chevrettes. De plus, la nasse est très vulnérable quand il y a du fort courant (faiblesse de la moustiquaire). Il faudrait réaliser une nasse plus solide et faire de nombreux essais pour pouvoir conclure de façon plus significative sur ce type d'engin de pêche.

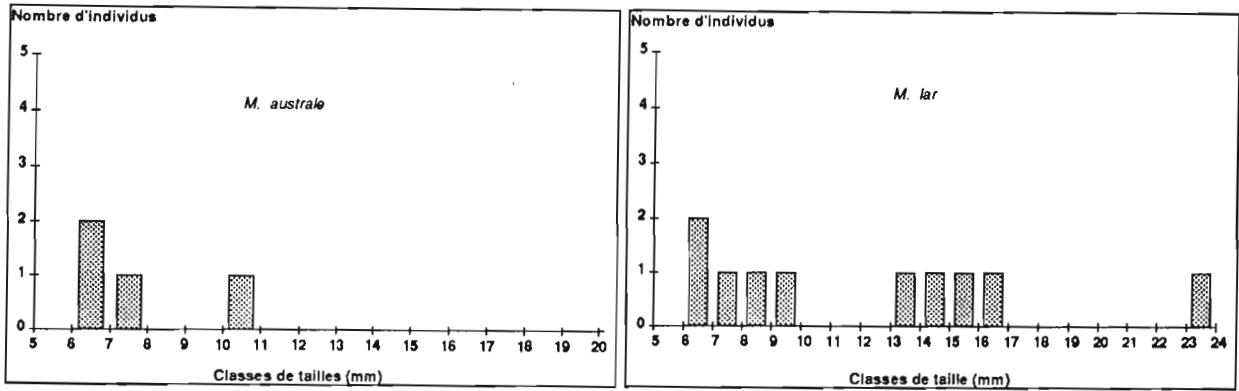


FIGURE 23 (2 graphes) : Distributions de fréquence par espèce des tailles capturées avec une NASSE SANS APPAT (1ère journée de pose) .

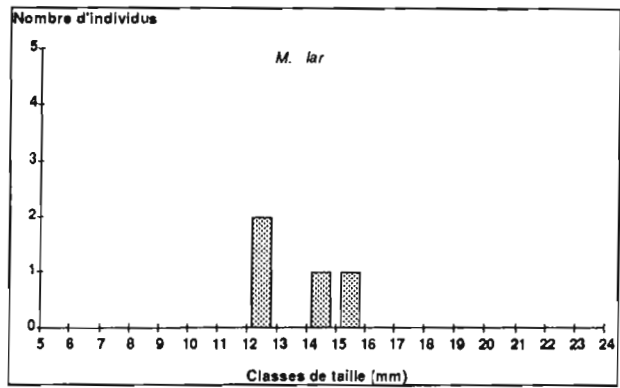
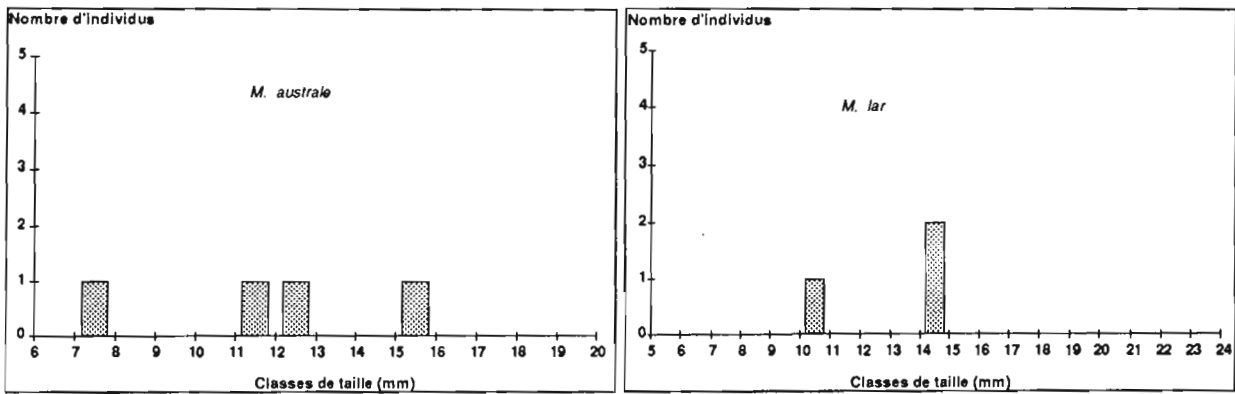


FIGURE 24 : Distribution de fréquence de tailles de *M.lar* capturées avec une NASSE SANS APPAT (2ème journée de pose) .



FIGURES 25 (2 graphes) : Distributions de fréquence par espèces des tailles capturées avec une NASSE SANS APPAT (3ème journée de pose) .

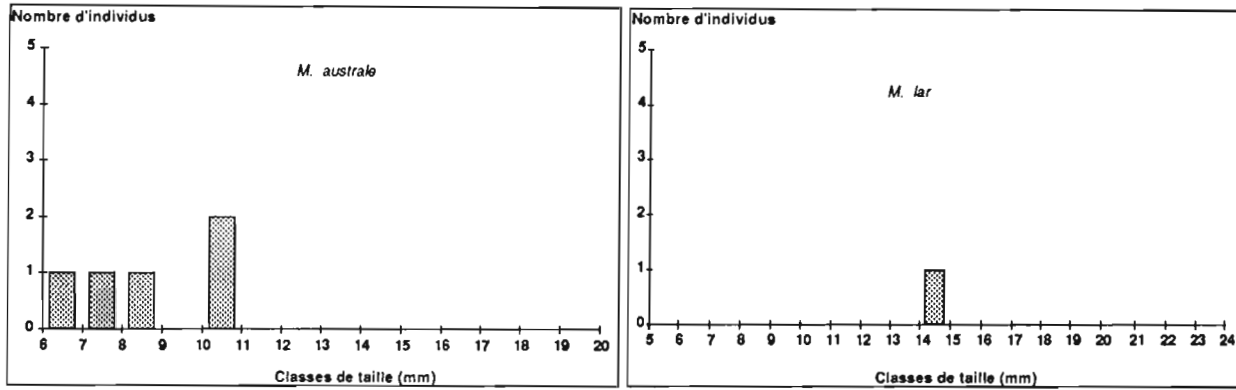


FIGURE 26 (2 graphes) : Distributions de fréquence par espèce des tailles capturées avec une NASSE AVEC APPAT (pose d'une journée) .

IV-1-4 Comparaison des captures issues de pêches simultanée avec les nasses et les bouteilles

Les figures 27 et 28 représentent les distributions de fréquence des tailles par espèces capturées par les nasses et les bouteilles dans 2 vasques différentes (STATION 1 et 2).

En terme d'abondance, chaque nasse a capturé respectivement 13 individus à la station 1 et 14 individus à la station 2, soit un effectif relativement constant.

Pour la station 1, les 6 bouteilles ont capturé un effectif plus important d'individus (26) mais les prises sont composées essentiellement de *M. australe*, espèce uniquement représentées dans les prises de la nasse.

Pour la station 2, un résultat inverse est observé. L'effectif capturé par les 7 bouteilles (12 individus) est inférieur à celui capturé par la nasse (14 individus). La composition spécifique est totalement différente, les bouteilles n'ayant capturé que des individus *M. australe* et les captures des nasses étant essentiellement représentées par des individus de *M. lar*.

On constate donc une forte hétérogénéité des prises entre les nasses et les bouteilles et on peut penser d'après les résultats déjà énoncés qu'il est préférable, pour échantillonner les chevrettes présentes dans une station donnée, de privilégier plutôt le nombre d'engins de capture (bouteille) que le volume de l'espace piège (la nasse).

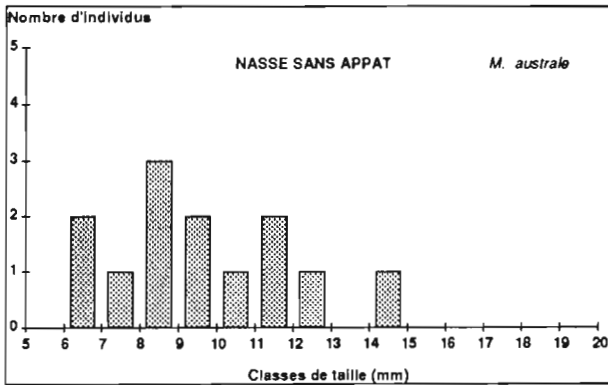
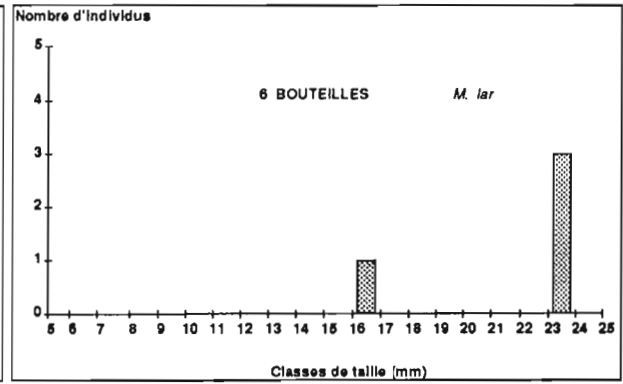
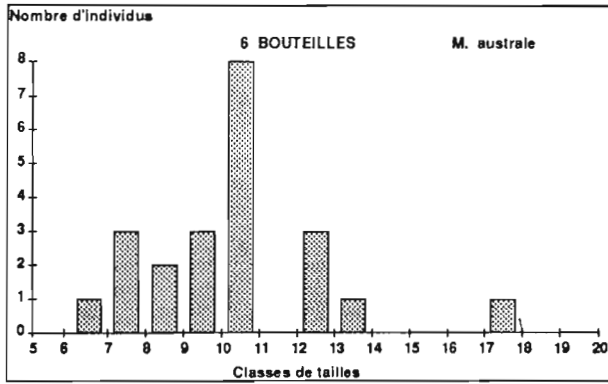


FIGURE 27 (3 graphes) : Distributions de fréquence par espèces des tailles capturées à la STATION 1 avec 2 engins de pêche différents.

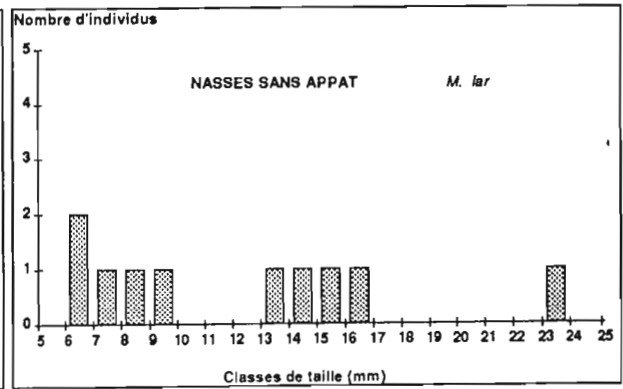
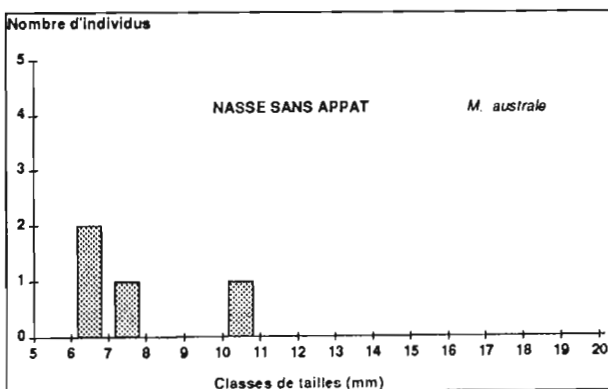
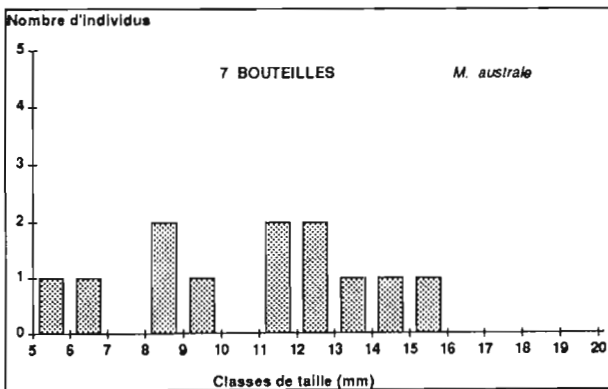


FIGURE 28 (3 graphes) : Distributions de fréquence par espèce des tailles capturées à la STATION 2 avec 2 engins de pêche différents.

IV-2 La pêche électrique

Les gammes de conductivité des eaux intérieures, en Polynésie française, contrairement à la majorité de celles des pays tropicaux, sont peu variées, ce qui est favorable à la pratique de la pêche électrique.

La pêche électrique consiste à approcher, vers les abris dans lesquels se tiennent les animaux, une électrode de pêche (l'anode) créant autour d'elle un champ dit "attractif" (électrotaxie). Le rayon actif de ce champ est de l'ordre du mètre dans des conditions moyennes.

La deuxième électrode (cathode) est en général placée à poste fixe dans le plan d'eau et non loin du générateur. Les poissons et la majorité des crustacés se capturent relativement facilement au courant électrique. (MARQUET, 1988)

Les crustacés réagissent au champ électrique par des sauts successifs hors de l'eau pour échapper au courant, après quelques instants ils coulent, galvanisés (WENDLING et FOSSATI, 1992).

La méthode de pêche consiste à remonter le courant en effectuant des points de pêche afin de prospecter l'ensemble de la rivière quand cela est possible. Les chevrettes capturées sont conservées vivantes jusqu'à la fin de la pêche. La pêche terminée, elles sont déterminées, mesurées et relâchées vivantes (WENDLING et FOSSATI, *loc. cit.*).

La pêche électrique est d'une bonne efficacité, relativement simple à mettre en oeuvre, elle permet un échantillonnage ponctuel. Ainsi, si les conditions de pêche restent identiques (méthode de pêche, nombre de pêcheurs, matériel, effort de pêche) ce mode de prélèvement permet d'estimer, dans le temps et l'espace, la diversité et la densité biologique des peuplements mais, comme toute méthode d'échantillonnage, elle ne peut pas permettre une estimation exhaustive de la biomasse (WENDLING et FOSSATI, *loc. cit.*).

IV-2-1 Comparaison des compositions spécifiques et des abondances des prises des bouteilles et de la pêche électrique

Une comparaison pêche électrique et bouteilles en plastique, s'est effectuée en septembre 1992 dans trois rivières (Mahuiki, Meau, Aakapa) à Nuku-Hiva. Les résultats obtenus (tab. X) montrent qu'il y a des différences entre les 2 engins de captures : il y a eut moins de femelles ovigères et moins de *M. lar* capturés par les bouteilles qu'avec la pêche électrique (FOSSATI et DANIGO, sous presse).

TABLEAU X : Comparaison des abondances par espèces et par sexe des captures par pêche électrique et par bouteilles.

	<i>M. australe</i>					
	RIVIERE A		RIVIERE B		RIVIERE C	
	Bout.	Elec.	Bout.	Elec.	Bout.	Elec.
Mâles	68	74	85	78	92	65
Femelles	22	20	15	14	8	29
Ovigères	12	6		7		6
	<i>M. lar</i>					
	RIVIERE A		RIVIERE B		RIVIERE C	
	Bout.	Elec.	Bout.	Elec.	Bout.	Elec.
Mâles	82	69	69	63	76	47
Femelles	12	32	23	15	16	52
Ovigères	7		8	21	8	

IV-2-2 Estimation de l'efficacité des bouteilles

FOSSATI, MARQUET et LAMARQUE ont effectué au mois d'août 1991 une comparaison pêche électrique / bouteilles plastiques dans une petite vasque d'un affluent de la rivière Papenoo à Tahiti (DANIGO, 1991).

Les bouteilles (8-10 bout./m²), (cf. photo 3) sont posées la nuit et la pêche électrique s'effectue le lendemain après le relevé des bouteilles jusqu'à épuisement supposé du milieu. L'expérience s'effectue dans une petite vasque de 5m², peu profonde, claire, avec un fond régulier. Il y avait 4 pêcheurs, 1 avec l'anode et 3 avec chacun un filet. Le tableau XI présente les résultats obtenus lors de cette comparaison. On considérera que les pêches électriques capturent la totalité de ce qui restent comme individus après la pêche à la bouteille. Ce qui a plutôt tendance à surestimer le pourcentage de capture par les bouteilles.

TABLEAU XI : Comparaison par espèce et par sexe entre une pêche réalisée avec des bouteilles et une pêche électrique.

	<i>M. aemulum</i>		<i>M. lar</i>		<i>M. latimanus</i>	
	Bout.	Elec.	Bout.	Elec.	Bout.	Elec.
Mâles	2	2		1	6	1
Femelles	2	1	2	1	2	
Ovigères	8	9			9	3
Juvéniles	8	7			5	2
TOTAL	12	19	2	2	22	6
Pourcentages	38,7%	61,3%	50%	50%	78,6%	21,4%

Les chevrettes capturées par pêche électrique sont souvent endommagées en réaction au choc électrique. Ceci est aussi constaté par KUBOTA, 1972, lors de ces expérimentations, tandis qu'avec les captures par bouteilles les chevrettes étaient encore en bonne santé (FOSSATI, DANIGO, sous presse).

En ce qui concerne *M. lar* qui est présente à Nuku-Hiva (contrairement à l'espèce *M. aemulum*), l'efficacité des bouteilles est estimée à 50 %. Si on cumule les résultats toute espèce et tout sexe confondus (le peu de données récoltées nous y oblige) on atteint une efficacité moyenne des bouteilles de 56% pour un effort de pêche de 8-10 bouteilles / m².

V CONCLUSION

Un certain nombre de conclusions peuvent être tirées des diverses expériences effectuées.

Tout d'abord, les bouteilles dont les ouvertures sont placées à l'aval et perpendiculairement au courant sont plus efficaces que les bouteilles avec l'ouverture à l'amont. L'explication la plus logique semble la rhéotaxie positive des chevrettes.

L'influence d'un appât (la noix de coco) placé dans les bouteilles, la coloration (jaune fluorescente et noire) et la présence de lest (galet) dans les bouteilles n'agissent pas sur la capturabilité, ni même sur la sélectivité des tailles des individus capturés.

L'activité nocturne des chevrettes a été mise en évidence lors d'une expérience sur 24 heures.

Ainsi les bouteilles plastiques, pour une meilleure efficacité, doivent être utilisées pendant la nuit, elles doivent être posées l'ouverture à l'aval du courant, la présence d'un lest dans les bouteilles est souhaitée et tolérée lorsqu'il y a un risque de pertes de l'engin dû à un courant trop important. La bouteille peut être utilisée sans être appâtée par une noix de coco, et peut être colorée en jaune fluorescent pour un repérage plus facile dans le milieu.

Des tests statistiques ont été effectués sur certaines distributions de captures effectuées avec des bouteilles dans les conditions d'utilisation précédemment citées. Il en ressort que ces distributions suivent une loi de Poisson, concluant ainsi à une capture aléatoire des chevrettes en milieu naturel.

Les bouteilles plastiques ont été comparées à des nasses plus volumineuses dont on a testé l'influence d'un appât et la durée de pose. Suite aux expériences effectuées, Il n'y a pas de différence significative de l'appât sur l'efficacité des nasses en terme d'abondance et de distribution des tailles. Un échappement élevé, sans la moindre concentration de chevrettes dans les nasses est mis en évidence, et ceci malgré l'augmentation de l'effort de pêche (augmentation de la durée de pose de la nasse). La comparaison nasses / bouteilles, démontre une forte hétérogénéité des prises. Ainsi il est souhaitable d'augmenter le nombre d'engins de capture (bouteilles) plutôt que d'augmenter le volume piège (nasse).

Des pêches électriques ont été effectuées parallèlement à des pêches avec des bouteilles. Mais même si la pêche électrique peut apparaître comme un bon engin de pêche non sélectif, il a tout de même des inconvénients non négligeable vis à vis des bouteilles, comme la relative fragilité du matériel électrique, un nombre de pêcheurs minimum, l'exigence de conditions de milieu très favorables. La pêche électrique reste un outil indispensable pour la meilleure connaissance de l'abondance des populations mais complémentaire aux bouteilles (WENDLIND et FOSSATI, 1992). En effet cela a permis d'avoir une première estimation de l'efficacité des bouteilles (de 50% environ pour un effort de pêche de 8-10 bouteilles / m² dans une vasque), efficacité qui sera considérée dans la troisième partie de ce travail.

CHAPITRE 3 : L'ECHANTILLONNAGE DES CHEVRETTES AVEC LES BOUTEILLES TRANSPARENTES : EFFORT D'ECHANTILLONNAGE, IMAGE DE LA POPULATION, EFFICACITE

Après avoir analysé les distributions des captures des chevrettes réalisées à partir de diverses méthodes de capture, la bouteille transparente avec une ouverture orientée vers l'aval a été retenue comme méthode d'échantillonnage des chevrettes dans les rivières de Nuku-Hiva.

Dans cette seconde partie de l'étude on se propose d'étudier :

- la variabilité des captures en fonction de l'effort d'échantillonnage,
- le comportement des chevrettes à l'égard de l'engin de capture et l'image de la population donnée par cet engin,
- l'efficacité de la méthode d'échantillonnage en terme d'abondance capturée.

I EFFORT D'ECHANTILLONNAGE

Pour une station d'échantillonnage donnée, on peut émettre l'hypothèse que le nombre d'individus présents est fonction de la superficie de la station (les chevrettes étant des animaux benthiques, il semble raisonnable de considérer plutôt la superficie que le volume comme variable indicatrice de l'abondance). Ceci suppose donc que la densité de chevrettes (nombre de chevrettes par unité de surface) est sensiblement constant. Dans un deuxième temps, pour une station donnée, on se propose d'analyser la variation de l'abondance capturée en fonction de l'effort d'échantillonnage exprimé soit en nombre de bouteilles posées, soit en nombre de bouteilles posées par unité de surface.

DANIGO (1991) avait émis l'hypothèse que l'effectif maximal de chevrettes capturées ne correspondait pas forcément à un effort de pêche maximal (ce qui supposait une constance du nombre moyen de chevrettes / bouteille). Pour cette expérience, qui a entre autre pour objectif d'infirmier ou affirmer l'hypothèse de DANIGO (1991), 3 sites écologiquement semblables (profondeur, vitesse du courant, granulométrie dominante) de superficie différente ont été étudiées. Il s'agit de 3 vasques de superficie respective de 2,1 m², 4,8 m² et 6,7 m² (la vasque de 6,7 m² ayant été étudiée par DANIGO, 1991). Pour chaque vasque, la pêche a lieu entre 17h et 8h. Les opérations de pêche sont répétées avec un nombre variable de bouteilles.

Les résultats concernant cette expérience sont résumés dans le tableau XII et portés sur la figure 29.

TABLEAU XII : Densités de bouteilles pour des vasques de superficie différente.

Surfaces des vasques en m ²	Nombre de bouteilles / m ²	Nombre de chevrettes capturées	Nombre de chevrettes / bouteille
4,8	1,2	18	3
	2,1	20	2
	2,1	23	2,3
	5,2	31	1,2
	8,3	38	1
	8,3	45	1,1
	11,5	70	1,3
	8,3	33	0,8
2,1	2,4	10	2
	4,8	16	1,6
	9,5	35	1,8
	16,7	30	0,9
2,4	8,3	23	1,2
15,5	0,5	26	4,3
2,2	3,2	12	1,7
5,6	8,9	65	1,3
4,8	10,4	35	0,7
4	6,2	38	1,5
6	4,2	30	0,8
7	3,6	26	1
15	1,7	45	1,8
3	10	27	0,9
6,7	4,2	89	3,2
	4,5	105	3,5
	5,8	88	2,3
	9,4	111	1,8
7	8,6	86	1,4
5,5	6,7	19	0,5
7	5,7	35	0,9
4,5	7,1	39	1,2
16	4,1	90	1,4

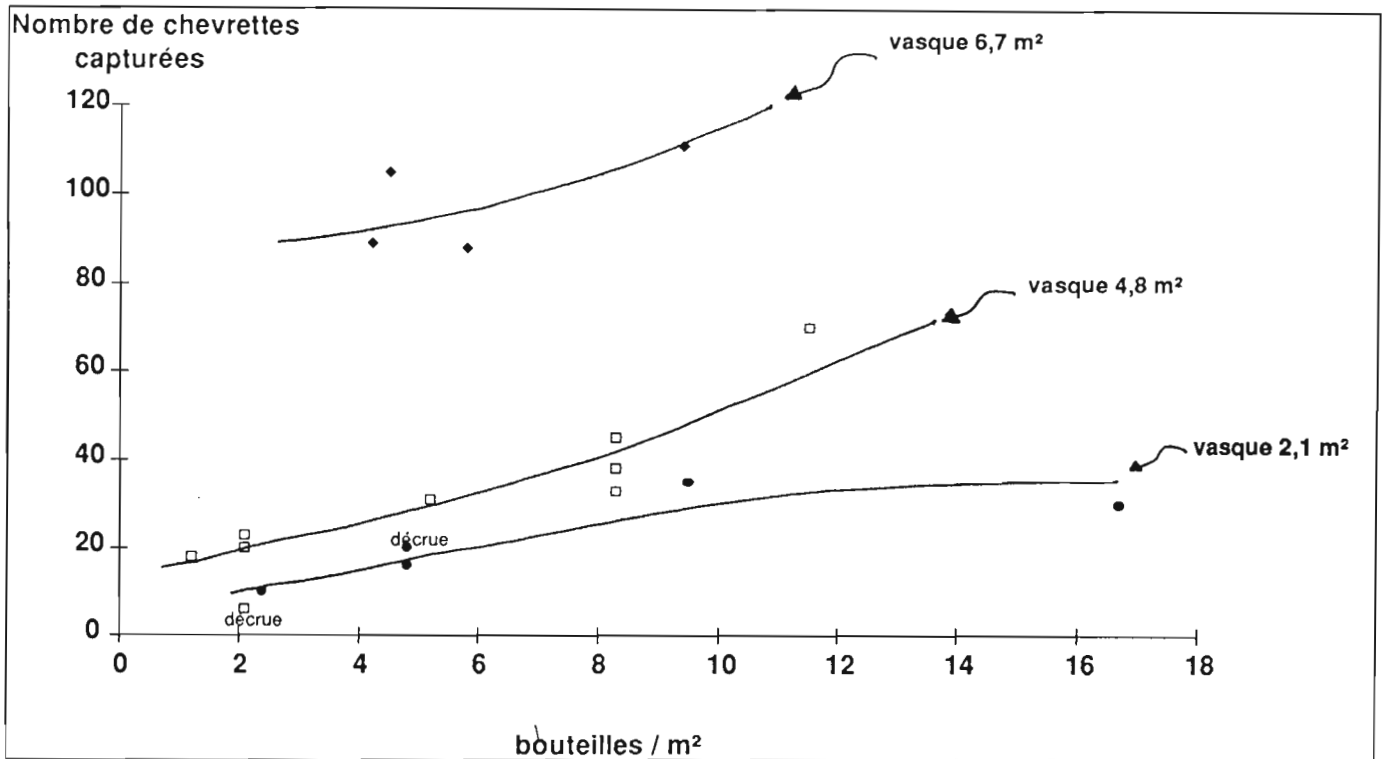


FIGURE 29 : Relations entre l'abondance de la capture et la densité de bouteilles pour 3 vasques de superficie différente.

La figure 29 montre qu'il existe un palier pour une seule des 3 vasques (vasque de 2,1 m²) en ce qui concerne le nombre de chevrettes capturées, ce qui confirme en partie l'hypothèse de DANIGO (1991). Au-delà de 9 bouteilles / m², quelle que soit l'augmentation de l'effort de pêche, la capture n'augmente plus.

L'explication viendrait peut être de ce que les vasques de 6,7 et 4,8 m² seraient des milieux plus ouverts, donc avec une migration non-négligeable, que la vasque de 2,1 m². On peut aussi faire l'hypothèse que la diversité écologique du milieu est fonction de la superficie et que, de ce fait, cette superficie est plus explicative de la densité de chevrettes que du nombre de chevrettes. Des expériences complémentaires viennent confirmer ces hypothèses. Une densité de bouteille a été expérimentée en milieu perturbé (lors d'une décrue) dans les vasques de 4,8 m² et de 2,1 m². On constate (fig. 29 et 30) que l'on retrouve un nombre moyen de chevrettes / bouteille et un nombre de chevrettes capturées en accord avec les courbes pour la vasque de 2,1 m² mais en désaccord pour la vasque de 4,8 m².

Ce qui signifie bien que dans la petite vasque les bouteilles capturent de manière identique les chevrettes, l'habitat ayant été moins affecté par la perturbation que celui de la vasque de 4,8 m².

La figure 30 montre la tendance décroissante de la relation entre la prise par unité d'effort et l'effort de pêche (observation classique dans les études de dynamique des populations exploitées). On constate, de plus, que ces relations diffèrent en fonction de la superficie du milieu échantillonné.

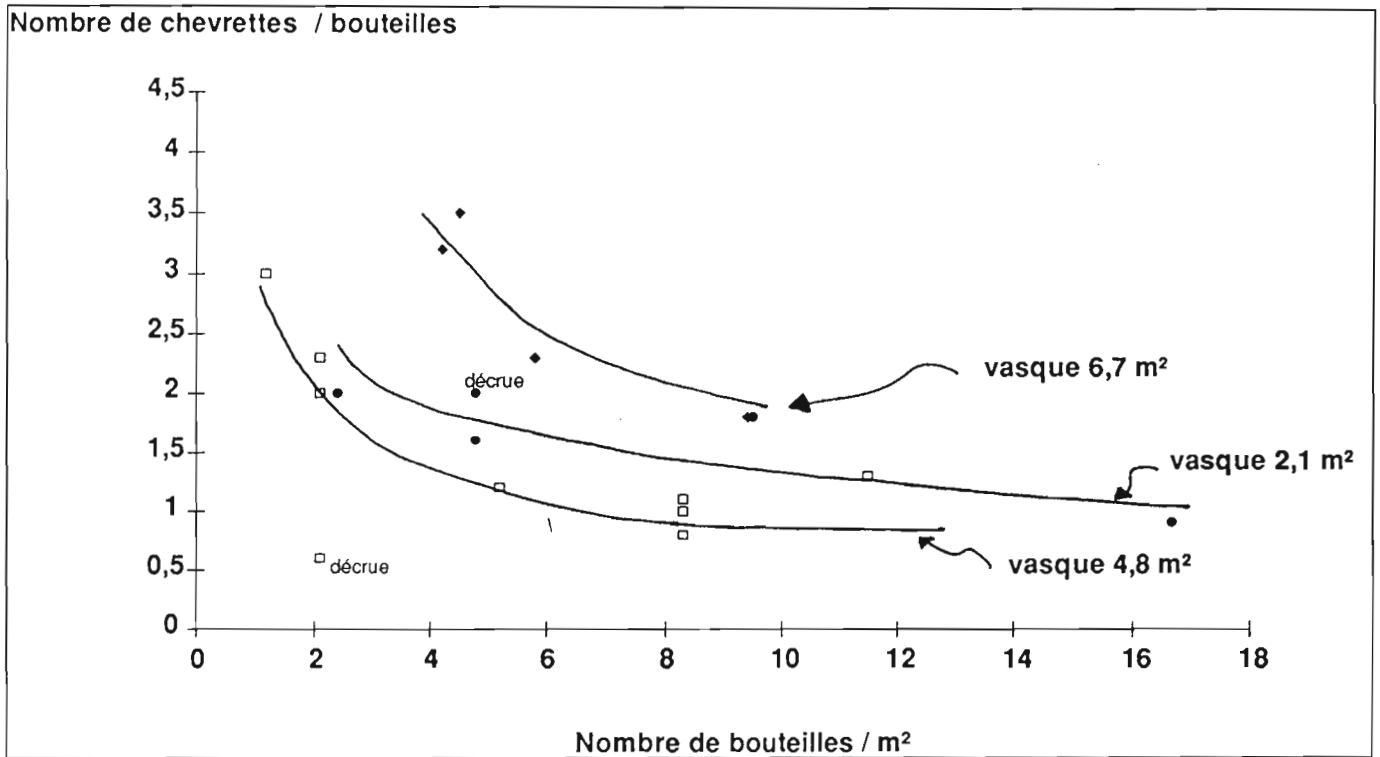


FIGURE 30 : Relations entre le nombre moyen de chevrettes capturées par bouteille et la densité de bouteille pour 3 vasques de superficie différentes.

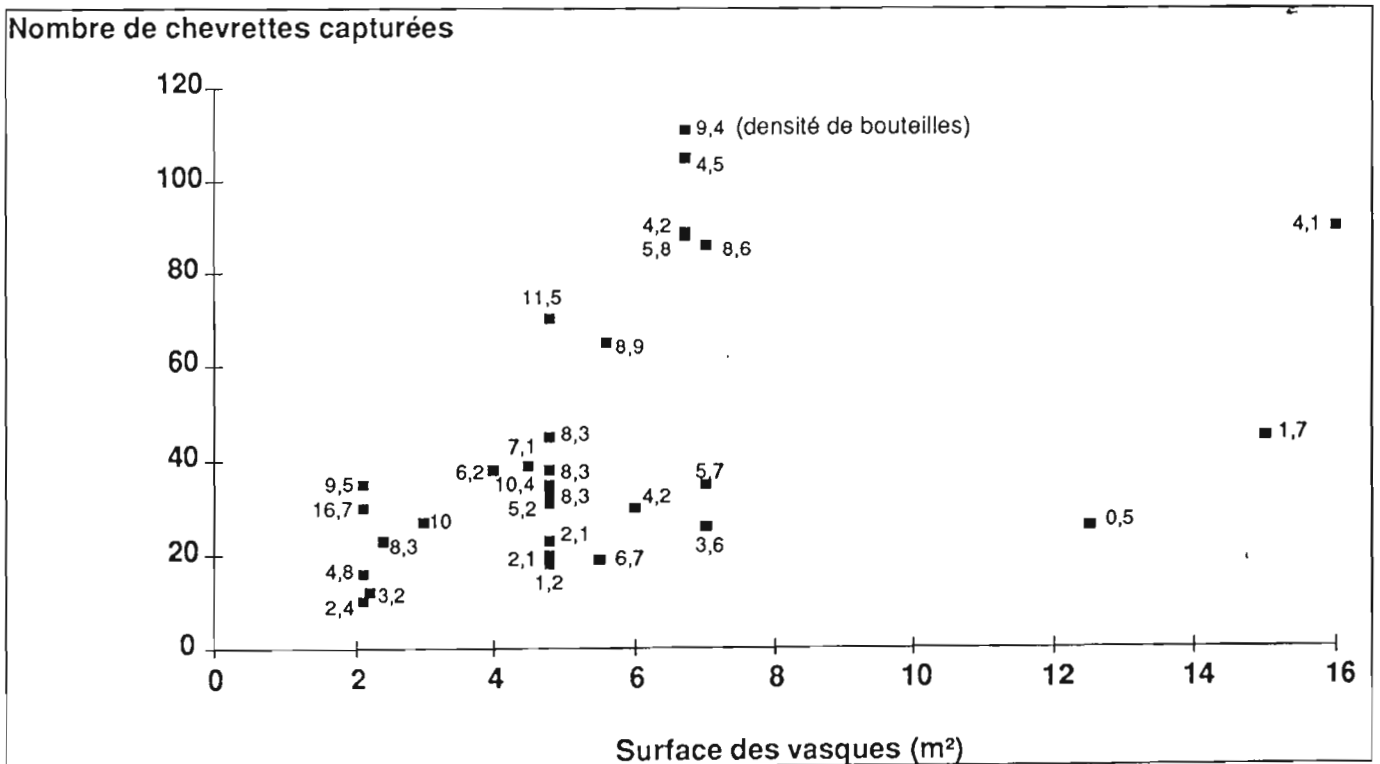


FIGURE 31 : Relation entre l'abondance de la capture et la superficie des vasques pour les diverses valeurs de densités de bouteilles testées.

La figure 30, montre que les 3 courbes représentées atteignent un palier à partir d'une densité de bouteilles de 8-9 bouteilles / m². On constate aussi (fig. 30 et 31), que pour une même valeur de densité de bouteilles, plus la superficie de la vasque est importante, plus le nombre moyen de chevrettes / bouteille est élevé, donc plus l'abondance de la capture est élevée.

Ainsi, les commentaires issus des observations des figures 30 et 31 nous ont amené à étudier la variabilité de l'abondance des captures (variable à expliquer) en fonction de l'effort de pêche (nombre de bouteilles / m²) et de la superficie des vasques, à partir d'une régression multiple.

CORRELATON MULTIPLE :

La régression multiple permet de définir une relation entre une variable dépendante (Y) et une ou plusieurs variables indépendantes (X1, X2, ...). Pour ce qui concerne la régression multiple à 2 variables indépendantes, les valeurs de Y dépendent partiellement de X1 et partiellement de X2, on obtient ainsi une représentation dans l'espace.

Le plan de régression de la population s'écrit : $YR = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$.

La surface de régression est la surface déterminée par la valeur moyenne de Y pour X1 et X2 fixés. Ainsi YR désigne la moyenne de la distribution des fréquences de Y pour X1 et X2 fixés.

β_1 est la variation moyenne, ou théorique, de Y lorsque X1 augmente de une unité, X2 ne change pas. Pour cette raison, β_1 est appelé le coefficient de régression partiel de Y en X1.

Pour X1, X2 donnés, les valeurs individuelles de Y varient autour du plan de régression suivant une distribution normale de moyenne nulle et de variance δ^2 .

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

ε = résidus supposés être distribués indépendamment des X avec une moyenne nulle et une variance δ^2 (SCNEDECOR et COCHRAN, 1971).

L'examen des résidus indique le manque de linéarité et donne une indication des modifications à apporter. Il renseigne en outre sur l'égalité des variances (SCHERRER, 1984).

Etant donné un échantillon de n valeurs (Y, X1, X2) la régression observée (équation de prédiction) est :

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Les valeurs a, b1, et b2 sont celles qui minimisent $\sum (Y - \hat{Y})^2$, somme des carrés des écarts entre les valeurs observées Y et celle ajustées \hat{Y} (SCNEDECOR et COCHRAN, *loc. cit.*).

Les conditions d'applications de la régression multiple sont :

- l'échantillon est tiré au hasard,
- la régression doit être linéaire sur chacune des variables Xj,
- pour une combinaison donnée, les valeurs observées de Y ou, ce qui revient au même, les résidus, doivent suivre une loi normale,
- la variance des valeurs observées de Y, ou encore des résidus, doit rester identique pour toutes les combinaisons des valeurs observées des variables X (indépendantes).

Si l'échantillon est suffisamment grand (n>30), le problème de la normalité de la distribution disparaît.

Quand au problème de la linéarité et de l'égalité des variances, il peut être examiné à partir de l'observation directe des résidus (erreurs) (SCHERRER, *loc. cit.*).

Signification du modèle de régression multiple : test de signification R^2 .

Le coefficient de détermination, aussi appelé coefficient de corrélation multiple, mesure la proportion de la variation de Y expliquée par le modèle (SCHERRER, 1984).

Dans l'analyse de variance d'une régression multiple R^2 est la fraction de la somme des carrés des écarts de Y à sa moyenne attribuable à la régression, tandis que $(1-R^2)$ est la fraction qui n'est pas due à la régression (SNEDECOR et COCHRAN, 1971).

Le coefficient de corrélation multiple est égale au rapport de deux dispersions :

$$R^2 = \frac{\text{dispersion expliquée par la régression}}{\text{dispersion totale}}$$

Si tous les points sont alignés sur le modèle, $R^2=1$.

Construction du modèle

Plusieurs modèles ont été testés en utilisant les valeurs observées des variables ou des valeurs issues de transformation. On ne retiendra que le modèle associé à la valeur la plus élevée du coefficient de détermination R^2 . Ce modèle est de la forme :

$$\log(\text{nombre de chevrettes}) = A \text{ densité bout.} + B \log(\text{surface vas.}) + \text{Constante}$$

Les valeurs de la constante et des coefficients pour chaque variable sont reportées dans le tableau XIII.

TABLEAU XIII : Valeurs des coefficients et des écart-types pour chaque variable indépendante et pour la constante du modèle.

	Coefficient	Ecart-type
CONSTANTE	1,564587	0,229508
Densité bout.	0,103157=A	0,015925
log(surface vas.)	0,791736=B	0,106154

Ce modèle explique 72,5% de la variabilité de la variable à expliquer ($R^2=0,7254$).

Les valeurs des coefficients de corrélation des modèles de régression simple (tab. XIV) montrent que les variables log (surface des vasques) et densité des bouteilles seules n'expliquent respectivement que 30% et 16% de la variabilité du log (nombre de chevrettes). De plus, la valeur du coefficient de corrélation entre les 2 variables explicatives n'est que de -0,39, ce qui justifie leur maintien dans le modèle de régression multiple (absence de colinéarité).

La dispersion des résidus de la variable explicative (fig. 32) témoigne de la qualité du modèle ajusté. On note cependant, une légère dérive pour les fortes valeurs du log (nombre de chevrettes), (fig. 33).

En ce qui concerne les variables explicatives (fig. 32), il semble que les résidus soient normalement distribués autour de la valeur zéro.

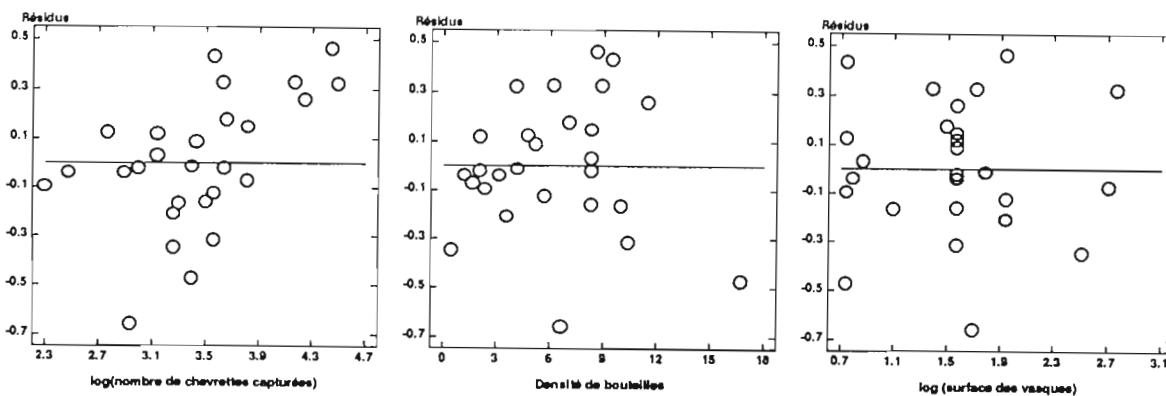


FIGURE 32 (3 graphiques) : Valeurs des résidus en fonction de chaque variable du modèle.

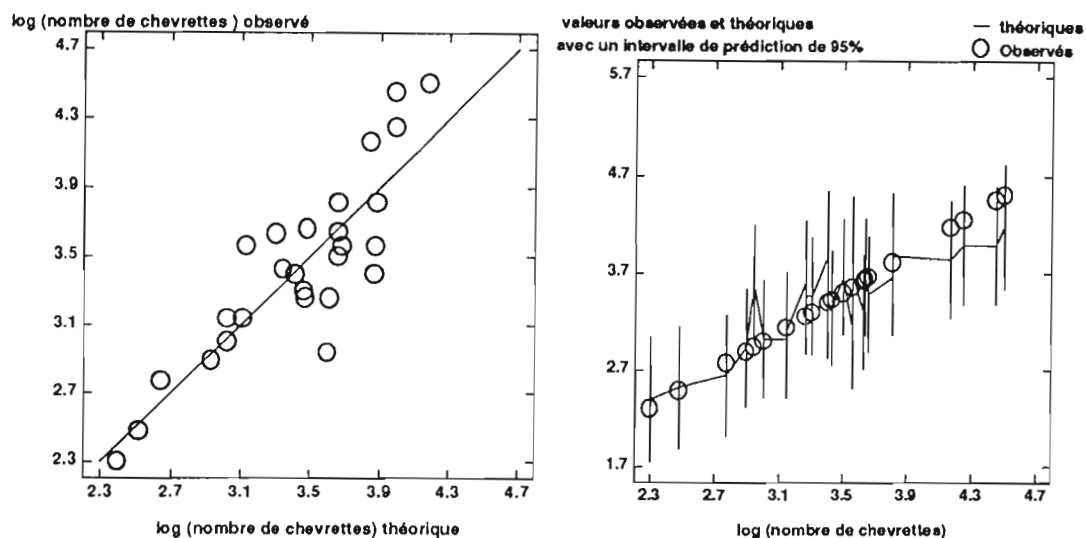


FIGURE 33 (2 graphiques) : Valeurs du log(nombre de chevrettes) observées comparées aux valeurs théoriques calculées par le modèle.

TABLEAU XIV : Matrice de corrélation.

	Y	X1	X2
Y	1	0,55	0,40
X1	0,55	1	-0,39
X2	0,40	-0,39	1

Y= log(nombre de chevrettes)
 X1= log(surface des vasques)
 X2= densité de bouteilles

Ce modèle confirme le fait que la capture est bien fonction de l'effort de pêche déployé, mais que cette relation est dépendante de la superficie du milieu échantillonné.

II COMPORTEMENT DES CHEVRETTES A L'EGARD DE L'ENGIN DE CAPTURE ET IMAGE DE LA POPULATION

II-1 Comportement des chevrettes à l'égard de l'engin de capture

Dans cette partie concernant le comportement des chevrettes face à l'engin de pêche, on souhaite surtout comprendre à quoi correspond la capture observée lors de sa collecte.

Que se passe-t-il durant les 12h de pêche ? Les individus peuvent-ils entrer et sortir du piège, la capture n'étant qu'une image instantanée de la population que l'on échantillonne ?

Ainsi cette partie envisage principalement l'étude de l'échappement.

Les expériences ont été menées dans le milieu naturel et en aquarium.

II-1-1 Etude de l'échappement dans le milieu naturel (abondance des chevrettes inconnue)

Des bouteilles identifiées par un numéro sont déposées en rivière dans plusieurs vasques le soir. Le matin, les bouteilles sont relevées avec l'identification, la mesure puis la remise de chevrettes dans la même bouteille au même endroit. Un relevé l'après-midi pour tester l'échappement en journée puis un relevé le lendemain matin (échappement de nuit) sont effectués.

Une chevette peut être individuellement identifiée avec un très léger pourcentage d'erreur, avec la mesure précise du pédoncule oculaire-bord du céphalothorax et par la petite marque laissée lors de la précédente mesure.

Des expériences complémentaires dans une vasque bien définie (courbe bout. / m² fonction du nombre moyen de chevrettes / bout. connue), en mettant le soir un nombre moyen connu de chevrettes / bouteilles, ont été effectuées pour connaître la réaction des chevrettes mises au début de l'expérience dans des conditions non naturelles de concentration.

Tout d'abord un rapide examen des figures 34, 35, 36, 37 montre l'importance du facteur échappement.

L'expérience sur la variation journalière de l'échappement confirme l'augmentation de l'activité des chevrettes en période nocturne. En phase diurne, les fractions émigrante (sortie) et immigrante (entrée) de l'échantillon s'équilibrent respectivement à 74% et à 66% de l'abondance de l'échantillon (fig. 34). Pour les deux cycles de 24h étudiés, on constate que, dans les deux cas, la fraction émigrante représente environ 80% de l'abondance (fig.35 et 36). En revanche, les fractions immigrantes diffèrent : 75% lors de l'expérimentation sur la vasque1 (fig. 35), 69% lors de l'expérimentation sur la vasque 2 (fig. 36).

En fait, il semble que ce résultat soit fonction de la concentration initiale de chevrettes dans les bouteilles puisque les concentrations finales sont toutes deux de l'ordre de 2,2 chevrettes / bouteille (résultat analogue à celui qui avait été observée lors du test "échappement nuit" de la 1ère expérience, fig. 34). De ce fait, plus la concentration initiale est importante (en particulier supérieure à 2,2 ou 2,3 chevrettes / bouteille) et plus la fraction immigrante de l'échantillon final sera réduite.

Ce résultat est particulièrement bien montré lors de la dernière expérience (fig. 37). Deux échantillons initiaux avec 0,5 et 4,8 chevrettes / bouteilles ont été testés. Alors que les fractions émigrantes sont du même ordre de grandeur (respectivement 60% et 66%), les fractions immigrantes, elles, représentent respectivement 86% et 38% de l'abondance de l'échantillon final.

De plus, il est intéressant de noter, en ce qui concerne cette dernière expérience, que les couples de valeurs (nombre moyen de chevrettes / bouteille, nombre de bouteilles / m²) sont en accord avec la courbe obtenue dans le paragraphe I (Effort d'échantillonnage), (fig. 30, vasque 4,8 m²).

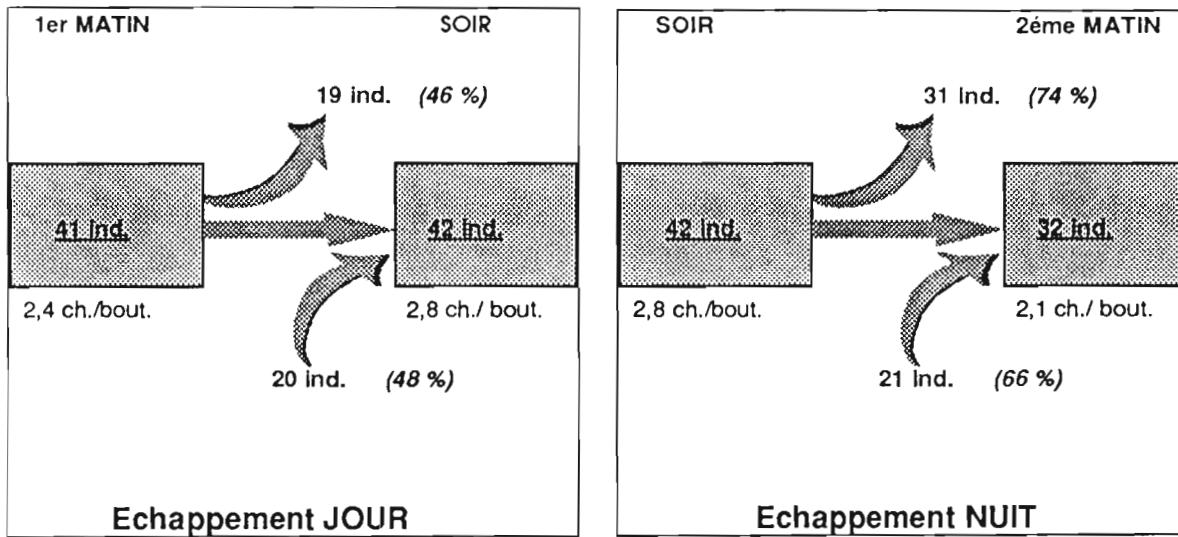


FIGURE 34 (2 figures) : Echappement JOUR et NUIT.

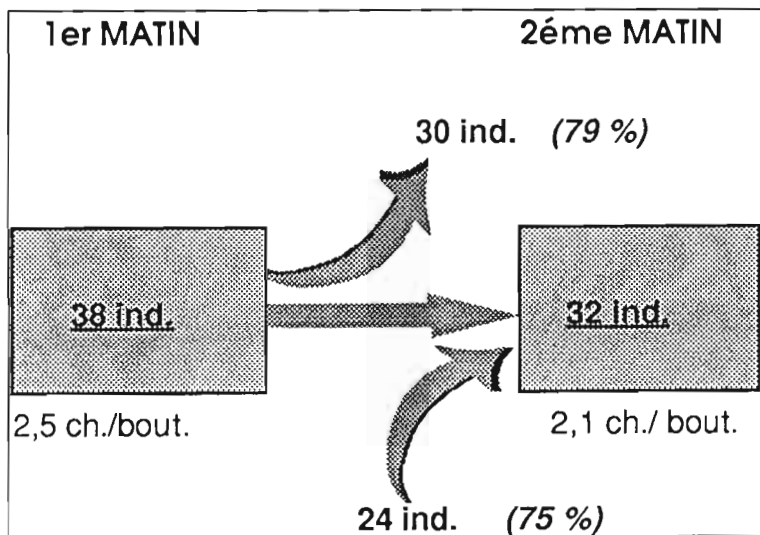


FIGURE 35 : Echappement sur 24 heures dans la vasque 1.

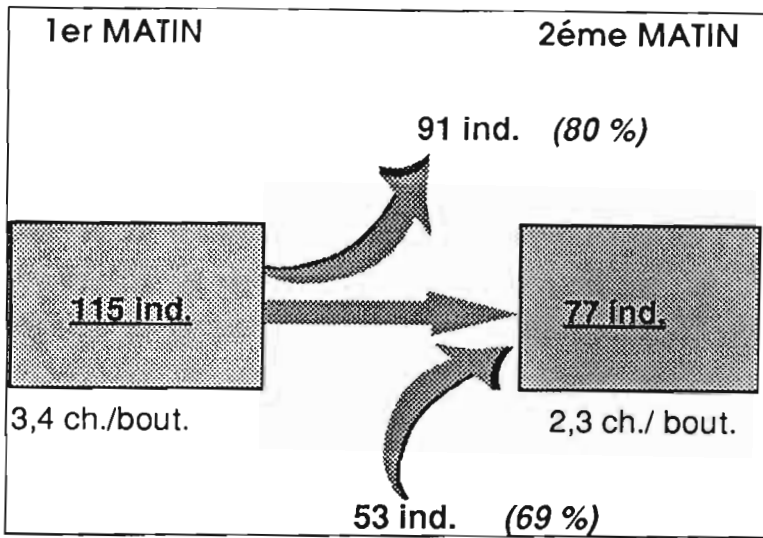


FIGURE 36 : Echappement sur 24 heures dans la vasque 2.

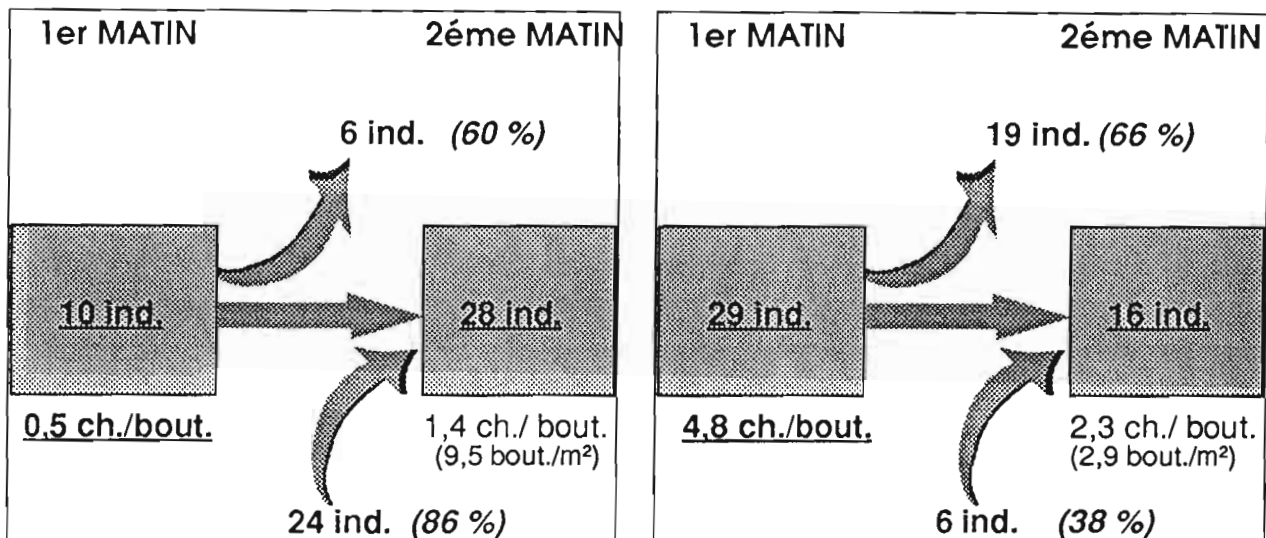


FIGURE 37 (2 figures) : Echappement sur 24h VASQUE 3 (2,1 m²) avec des concentrations moyennes artificielles de chevrettes / bouteille au début des expériences, plus faible et plus forte que ce qui est naturellement obtenu avec un nombre connu de bout. / m².

Ces résultats nous amènent à penser qu'une fois posées, les bouteilles seraient en équilibre avec le milieu. Elles conduiraient ainsi à une bonne image de ce qui se passe effectivement dans la vasque en ce qui concerne la densité de chevrettes dans les vasques.

II-1-2 Etude de l'échappement en aquarium (abondance des chevrettes connue)

Des aquariums au nombre de 5 ont été utilisés pour cette suite d'expériences. Les dimensions étaient de 0.125 m² pour une hauteur d'eau variant entre 15 et 20cm. Des pierres ont été installées pour imiter le mieux possible, compte tenu des moyens matériels disponibles, le milieu naturel.

Une bouteille plastique est posée par aquarium, ce qui correspond à une densité de 8 bout./m².

Un nombre de 7-8 chevrettes toutes espèces et taille confondues (de la population capturable par les bouteilles) a été introduit ce qui représente une très forte concentration de chevrettes en milieu naturel.

Les résultats de ces expériences sont portés sur les figures 38, 39, 40.

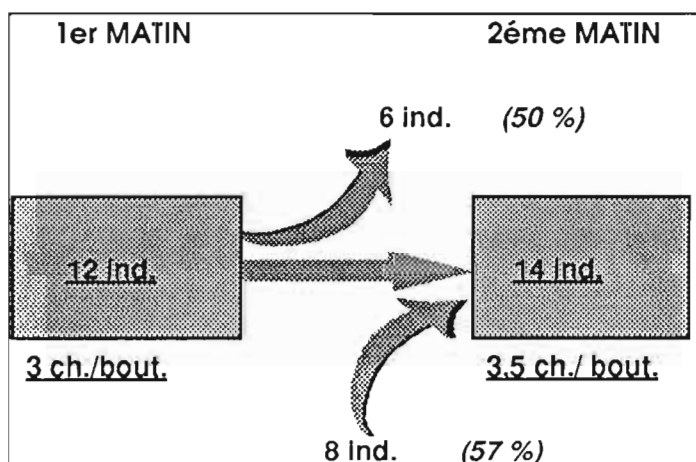


FIGURE 38 : Echappement en aquarium : 1ère expérience avec 4 aquariums.

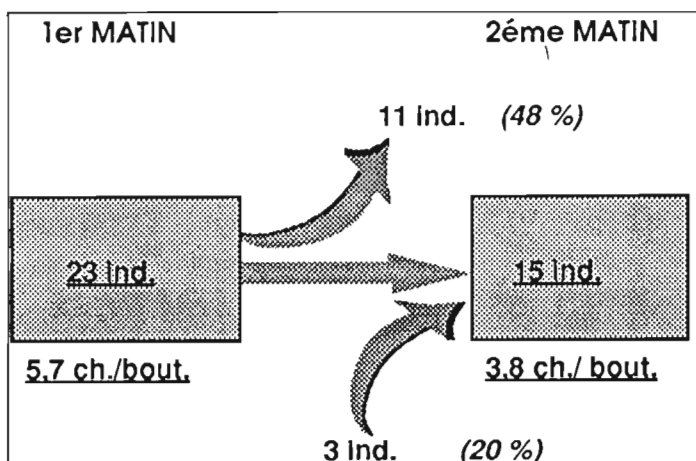


FIGURE 39 : Echappement en aquarium : 2ème expérience avec 4 aquariums.

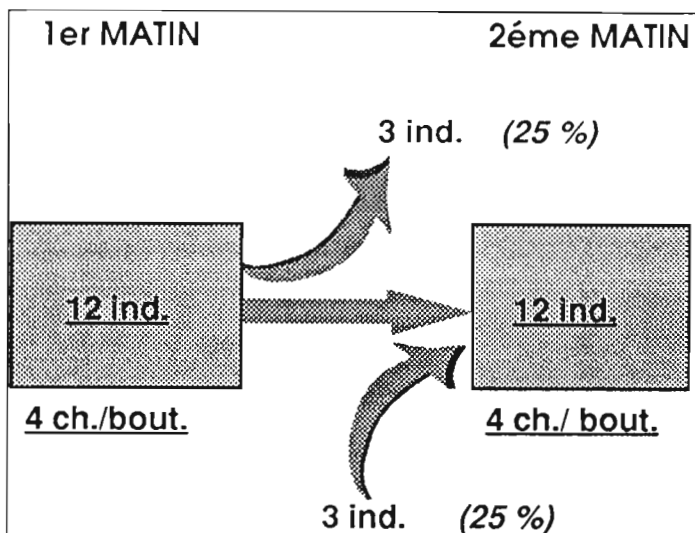


FIGURE 40 : Echappement en aquarium : 3ème expérience avec 3 aquariums.

Les conclusions quant aux variations des fractions émigrantes et immigrantes en fonction des concentrations initiales de chevrettes sont analogues à celles résultant des expérimentations réalisées en milieu naturel.

Une différence importante à relever entre ces deux séries d'expériences concerne la concentration finale du nombre de chevrettes / bouteille, elle est supérieure en aquarium (entre 3,5 et 4 chevrettes / bouteille) à celle observée en milieu naturel (valeur maximale observée de 2,8 chevrettes / bouteille). Ceci est dû à la forte concentration au départ de chevrettes dans l'aquarium par rapport à ce que l'on peut observer en milieu naturel.

L'équilibre atteint après une nuit d'expérience semble être de 4 chevrettes / bouteille, ce qui correspond à une efficacité de l'engin de pêche de 50% puisque le nombre total de chevrettes / aquarium était de 8 en moyenne.

Ce résultat rejoint celui énoncé lors de la comparaison des captures réalisées avec des bouteilles transparentes d'une part, et par la pêche électrique d'autre part.

II 2 Image de la démographie, de la composition spécifique

La pêche à partir d'un engin passif est principalement fonction du comportement des individus vulnérables. Il est donc primordial de connaître cette fraction de la population accessible, qui peut être capturée par les bouteilles, sur le plan de la démographie spécifique (distribution de fréquence des tailles).

La figure 41 et 42 présentent les classes de taille par espèce et par sexe de tous les individus capturés au cours de ce travail (tous sites et toutes dates confondus).

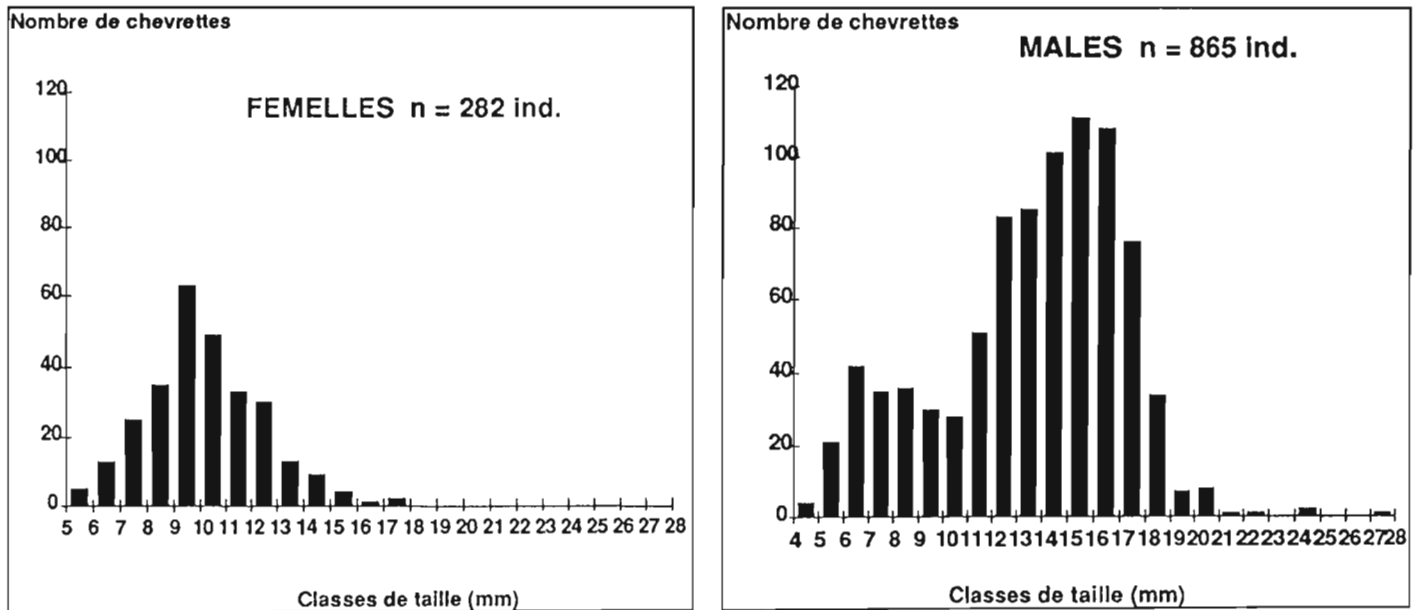


FIGURE 41 (2 histogrammes) : Histogrammes des classes de taille en fonction du nombre d'individus capturés des *M. australe*.

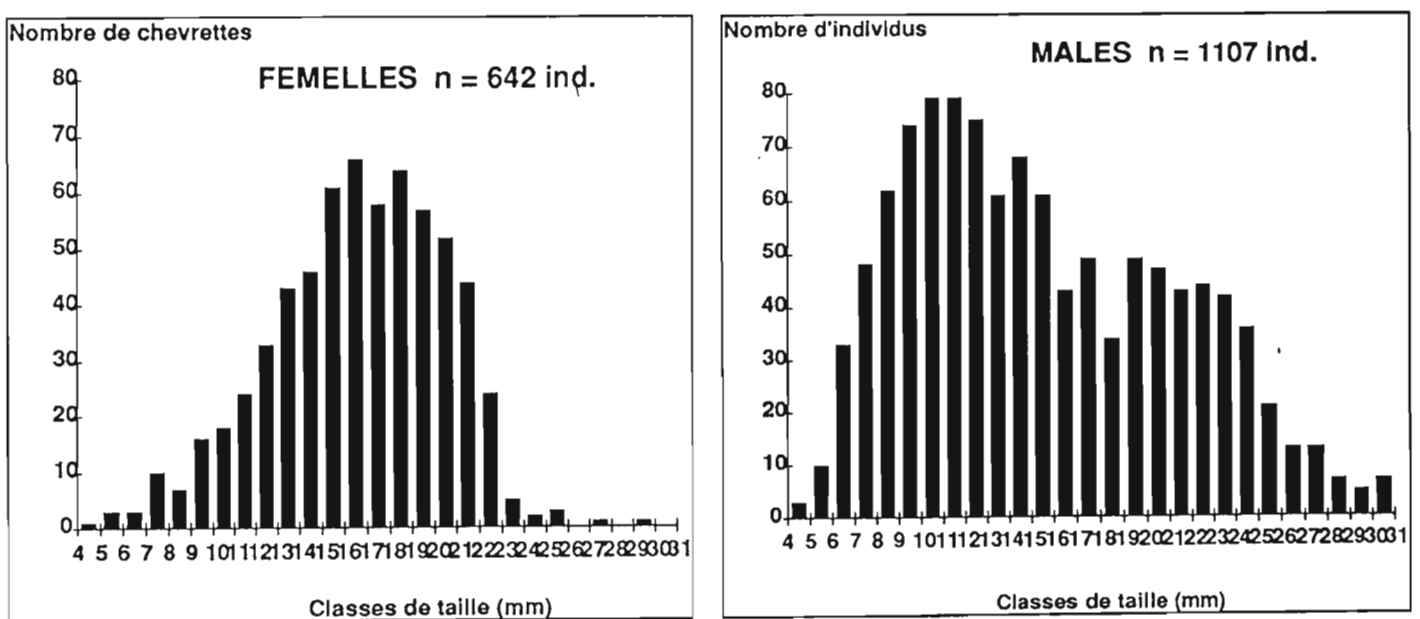


FIGURE 42 (2 histogrammes) : Histogrammes des classes de taille en fonction du nombre d'individus capturés des *M. lar*.

On peut constater un dimorphisme sexuel pour les 2 espèces, les mâles atteignant des tailles plus grandes que les femelles. KUBOTA (1972) avait constaté ce phénomène avec des mâles de longueur totale maximale atteinte de 16 cm et quelques femelles atteignant 14 cm de longueur totale pour l'espèce *M. lar* (constaté aussi par DANIGO, 1991).

En ce qui concerne *M. australe*, d'après les histogrammes présentés, il y a un seul mode pour les femelles à la classe de taille 9-10 mm, et 2 modes pour les mâles aux classes 6-7 et 15-16 mm. Ceci a été constaté par DANIGO (1991).

Pour l'espèce *M. lar*, il y a un seul mode pour les femelles à la classe 16-17 mm et 2 modes pour les mâles aux classes 10-11 et 21-22 mm.

D'après DANIGO (1991), on ne peut pas parler de cohortes mais de groupes de taille car elles reflètent une croissance différente des mâles et des femelles.

Les tableaux XV et XVI présentent quelques pourcentages sur la biologie des chevrettes capturées.

TABLEAU XV : Pourcentages de quelques états biologiques des *M. lar* capturés.

FEMELLES 37%	Ovigères	24%	oeufs gris	59%
			oeufs orange vifs	33%
			oeufs orange-gris	8%
	Après la ponte	5%		
	Liseré jaune	8%		
	Molles	3%		
MALES 63%	Dominants	5%		
	Mous	2%		

TABLEAU XVI : Pourcentages de quelques états biologiques des *M. australe* capturés.

FEMELLES 25%	Ovigères	27%	yeux oeufs	16%
			oeufs verts	84%
	Après la ponte	13%		
	Molles	1%		
MALES 75%	Dominants	15%		
	Mous	1%		

Pour les 2 espèces, le sex-ratio (nombre de mâles / nombre de femelles) n'est pas équilibré.

Il est de 1,73 pour *M. lar* et de 3,07 pour *M. australe*. DANIGO (1991) avait obtenu comme valeurs 3,03 pour *M. lar* et 7,20 pour *M. australe*. KUBOTA (1972) avait constaté que le sex-ratio dépendait des stations où avaient eu lieu les captures, et ne dépendait pas des saisons.

En ce qui concerne le nombre de femelles ovigères par rapport au nombre total de femelles capturées on obtient 24% de femelles ovigères pour *M. lar* et 27% chez *M. australe*. DANIGO (1991) avait obtenu 49% pour *M. lar* et 83% pour *M. australe*. DANIGO (1991) avait échantillonné pendant une période où le milieu était très stable avec une faible pluviométrie ce qui peut expliquer les différences observées avec les données de cette étude qui ont été récoltées pendant une période de forte pluviométrie avec des milieux souvent perturbés (crues).

Il existe très peu de bibliographie concernant le sex-ratio de ces espèces. Pour expliquer le déséquilibre obtenu en faveur des mâles, DANIGO (1991) a émis les hypothèses suivantes : une difficulté d'identification des petites femelles non ovigères et un comportement exploratoire plus intense des mâles qui les mènerait à entrer plus facilement dans les bouteilles.

III IMAGE DE L'ABONDANCE :

III-1 Marquage-recapture

La méthode de capture-recapture ou marquage-recapture est une des méthodes permettant d'estimer l'effectif total d'une population.

Lors de la première capture, les chevrettes sont marquées, le plus rapidement possible, et relâchées dans le milieu. La marque est la section, à l'aide d'un ciseau fin, d'une partie des 1er et 2nd uropodes gauches. Ce marquage ne semble pas perturber l'animal et est efficace jusqu'à la prochaine mue.

L'estimation de la population totale se fait en utilisant la méthode de Lincoln-Petersen. L'hypothèse de base est que la proportion des individus marqués observée dans l'échantillon de recapture est égale à leur proportion dans la population échantillonnée :

$$\frac{M}{m} = \frac{N}{n} \text{ d'où } N = \frac{M \times n}{m}$$

M est le nombre d'individus capturés la première fois puis marqués et relâchés dans la population d'effectif inconnu N.

m est le nombre d'individus marqués, capturés la seconde fois dans l'échantillon d'effectif n.

Lorsque m est suffisamment grand (supérieur à 20) l'estimation ainsi obtenue est correcte. Dans le cas contraire Bailey (*in* DANIGO, 1991) a montré que l'on obtenait une meilleure estimation de N avec la formule :

$$N = \frac{M(n+1)}{m+1}$$

Les conditions d'applications de cette méthode sont :

- pas de variation de N pendant l'estimation (ni entrée, ni sortie d'animaux),
- tous les animaux ont la même probabilité d'être capturés lors de la première capture;
- le marquage n'affecte pas la capturabilité de l'animal;
- les animaux marqués sont répartis au hasard parmi la population des non-marqués (bonne dilution des marqués).
- la marque persiste entre les 2 captures;
- s'il y a mortalité chez les marqués (due à la pose de la marque, prédation,...), celle-ci doit être estimée. Si les opérations de capture-recapture sont rapprochées dans le temps, on pourra considérer cette mortalité comme nulle (ANTOINE, 1987).

Ces conditions sont respectées en effectuant la recapture 24h après l'opération de marquage, et en utilisant cette méthode dans une vasque relativement homogène et fermée.

Le résultat obtenu dans une vasque de 4,8 m² est le suivant :

M=38

m=13

n=33

d'où un effectif théorique estimé N de 96 chevrettes soit 34% d'efficacité sur la 1^{ère} capture et 46% d'efficacité sur la recapture (effort de pêche 8,3 bout./m²). De plus cette vasque est connue par les courbes densités de bouteilles en fonction du nombre de chevrettes (cf. fig. 29) et pour 8,3 bout./m², on a obtenu 38 et 45 chevrettes capturées (cf. tab. XII) d'où des efficacités respectives de 40% et de 47%. L'efficacité pour environ 8-9 bout./m² est donc de 40%. Etant donné que pour cette densité de bouteilles un palier a été obtenu pour le nombre moyen de chevrettes/bout., il est donc possible d'étendre les conclusions sur l'abondance dans une vasque. Ainsi, avec une densité de 8-10 bout./m² on peut admettre que 40% de la population totale est capturée. Ce résultat concorde avec celui trouvé par la pêche électrique et par le marquage-recapture effectué par DANIGO (1991).

III-2 Comptage de nuit

Parallèlement à la méthode de capture-recapture, l'estimation du nombre total d'individus dans une vasque a été réalisée à partir de comptages de nuit. Un quadrillage de la vasque est mis en place avec des cordes à ras de l'eau et l'utilisation de lampes de poche ont grandement facilité le comptage (cf. photo 6).

Des comptages ont eu lieu pendant différentes périodes de la nuit, pour avoir une idée des populations pendant la nuit.

Pour une vasque de 8 m², les résultats des comptages sont les suivants :

le 25/03/93

- 20h00 59 chevrettes

- 24h00 82 chevrettes

- 4h00 53 chevrettes

le 28/03/93

- 19h30 65 chevrettes

Cette vasque a été échantillonnée avec un effort de pêche de 0,75 bout./m² ce qui a donné 27 chevrettes capturées soit une efficacité surestimée théorique de 33% (pour un effectif total estimé à 82 chevrettes). Pour la vasque 4,8 m² avec un effort de 1,2 bout./m², on a obtenu 18 chevrettes capturées (cf. tab. XII) soit une efficacité de 19% (avec un effectif total estimée par marquage-recapture de 96 chevrettes).

Ainsi pour un effort de pêche d'environ 1 bouteille / m² on a obtenu 30% d'efficacité pour une vasque de 8m² (effectif total estimé par comptage de nuit) et 20% d'efficacité pour une vasque de 4,8 m² (effectif total estimé par marquage-recapture). On peut donc penser que les estimations de l'abondance totale par les 2 méthodes (comptage de nuit et marquage-recapture) sont relativement comparables.

Les résultats des comptages de nuit sont assez reproductibles sur des nuits comparables au point de vue de la nébulosité. Des variations non négligeables du comptage pendant la nuit sont remarquées, dû certainement aux variations de l'activité nocturne des chevrettes déjà mises en évidence dans le chapitre 2.

IV CONCLUSION

Le comportement de l'engin de pêche, a été testé dans les vasques, où le milieu peut être considéré comme fermé, avec des entrées et sorties des animaux relativement limitées. Avec ce type d'engin de pêche on a une bonne idée de l'abondance puisqu'avec un effort de pêche de 8-10 bout./m² on obtient de façon assez répétitive (et même en milieu artificiel), une efficacité que l'on estime à 40%.

Les chevrettes entrent et sortent des bouteilles pendant la durée de la capture, et finalement la capture réalisée, qui est fait une image instantanée de la population disponible (accessible et vulnérable), représente bien ce qui se passe dans le milieu.

En ce qui concerne la sélectivité des bouteilles, des études complémentaires avec des pêches électriques moins sélectives, permettrait d'identifier les classes de tailles qui ne sont pas échantillonnées par les bouteilles.

I INTRODUCTION

Après avoir déterminé une méthode relativement rapide (une nuit de capture) pour estimer l'abondance dans les vasques, il devient intéressant de rechercher quels sont les facteurs écologiques de l'habitat qui sont susceptibles d'expliquer l'abondance des chevrettes dans une station donnée.

Pour ce faire, des stations relativement fermées (vasques) ont été choisies. L'abondance des chevrettes a été estimée et un certain nombre de descripteurs du milieu ont été décrit qualitativement ou quantitativement. Cette matrice de données a fait l'objet d'une analyse en composantes principales.

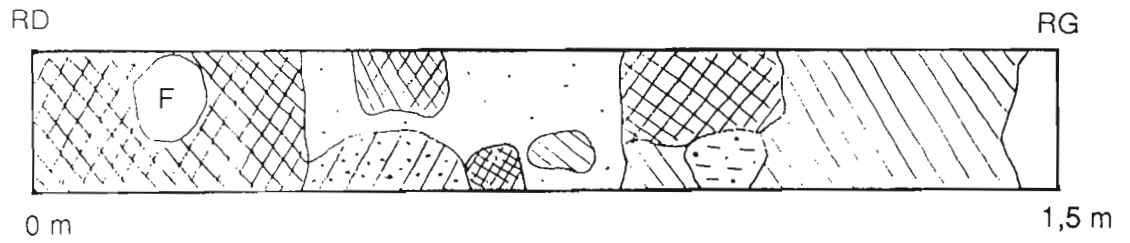
II DESCRIPTION DES MILIEUX .

Une description écologique s'effectue sur un certain nombre de vasques où les chevrettes ont été échantillonnées avec un effort de pêche connu de 8-10 bout./m² pour avoir une estimation correcte de l'abondance (40% d'efficacité avec cet effort, cf. chapitre3). Pour certaine vasque un effort de seulement 6-7 bout./m² a été utilisé ce qui fait une efficacité estimée à 30%. Pour une vasque (Pakiu13), l'abondance a été estimée par des comptages de nuit (150 chevrettes comptées au maximum).

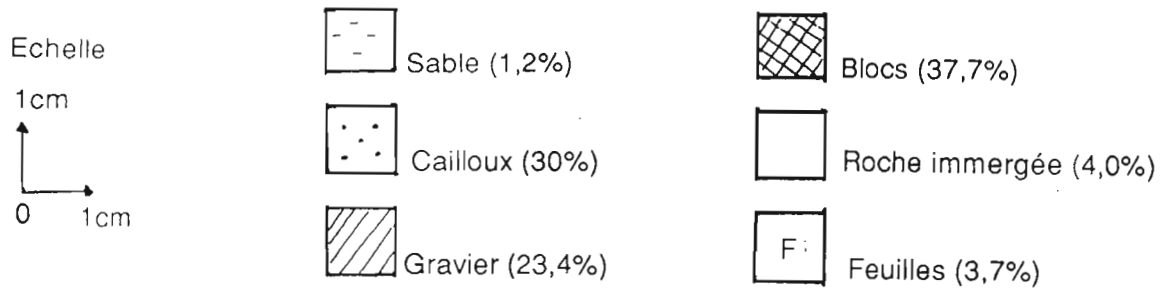
La description écologique est la suivante :

- la superficie de la vasque,
- l'état de la rive (autour de la vasque) : Dominance (1), subdominance (2) ou annexe (3) pour les blocs, cailloux, graviers, sable, racines et feuilles.
- état de la berge : même type de description
- pente de la berge : nulle(3), faible(2), forte(1).
- végétation dominante de la berge : herbacée(1), arbustive(2), arborée(3).
- le recouvrement végétal en pourcentage.
- la turbidité de l'eau de la vasque : très trouble(4), trouble(3), faiblement trouble(2), limpide(1).

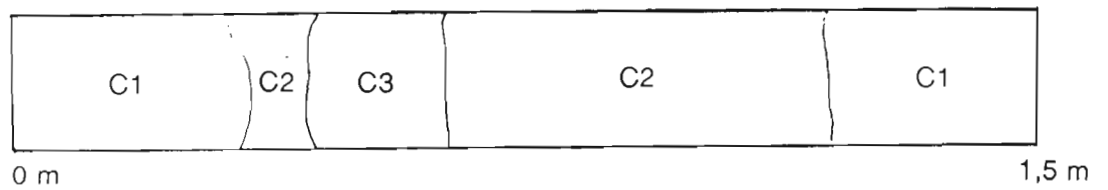
A : Schéma et interprétation sur le substrat de la vasque sur le transect linéaire.



Légende (avec les pourcentages obtenus)



B : Schéma et interprétation sur les courants observés sur le transect linéaire.



Pourcentages obtenus :

C1 = 41%
C2 = 44,7%
C3 = 13,3%

C : Schéma de la profondeur sur le transect linéaire.

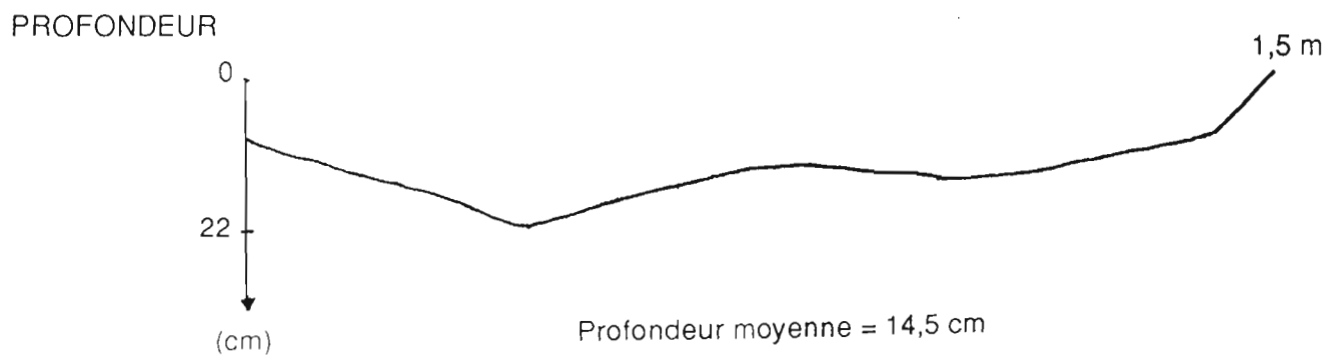


FIGURE 43 (A à C) : Exemple de schémas et des interprétations du transect linéaire effectué dans une vasque (Pakiu9).

Une méthode a dû être développée pour décrire de façon rapide et le plus représentatif possible une vasque.

L'utilisation d'un transect linéaire est apparue la plus judicieuse. La pose d'un décamètre en travers de la vasque de façon représentative, s'effectue une seule fois ou plusieurs fois si la vasque ne s'avère pas parfaitement homogène. Puis, sur une bande de 20 cm de large, le substrat divisé en plusieurs catégories de granulométrie, est dessiné le plus fidèlement possible (fig. 43 A). Le dessin est ensuite reporté sur papier millimétré, et les différentes surfaces par granulométrie sont calculées par comptage des unités de surface, pour ensuite calculer leur pourcentage.

La profondeur de l'eau (fig. 43 C) et les vitesses de courant sont reportées sur le transect (fig. 43 B). La profondeur est mesurée tous les 20cm, on obtiendra une profondeur moyenne représentative de la vasque.

L'estimation du courant s'effectue visuellement comme ceci :

C1 la surface de l'eau est immobile,

C2 faible courant (surface lisse),,

C3 surface non lisse,

C4 fond trouble.

Ce sont des estimations de courant de surface qui ne sont valables lorsque l'eau est peu profonde et claire, ce qui correspond aux conditions des vasques en général.

Une détermination chiffrée des estimations s'est effectué par le repérage visuel des zones C1,C2,C3 et C4, puis par un jaugeage au moulinet.

Ce qui donne comme résultat:

C1 = 0 m/s.

C2 compris entre 0 et 0,15 m/s.

C3 compris entre 0,15 et 0,30 m/s.

C4 supérieur à 0,30 m/s.

Sur le transect on obtiendra des zones de courantologie différente dont les pourcentages sont calculés par une estimation graphique (comptage des unités de surface sur papier millimétré).

Le temps de la récolte de tous ces renseignements est d'environ une demi-heure / vasque.

L'ensemble des données collectées est portée dans le tableau XVII.

TABLEAU XVII : Données sur les descripteurs écologiques et l'abondance pour 11 vasques.

VASQUES	Pakiu13	Taipivai captage	Pakiu12	Pakiu6	Pakiu5	Pakiu10	Pakiu9	Taipivai bras droit	Taipivai Tiki	Meau captage	Pakiu1
ch. capt.		19	45	35	65	23	35	35	86	27	38
bout./m ²		6,7	8,3	10,4	8,9	8,3	9,5	5,7	8,6	10	6,2
Abond. est.	150	70	120	90	170	60	90	120	220	70	130
Superficie	12,5	5,5	4,8	4,8	5,6	2,4	2,1	7	7	3	4
Sable	4,6		1,7	4,2	0,5		1,2		4,6		
Gravier	26,3		11,8	8,7	6,4		23,4	6,3	7,9	37,5	
Cailloux	42,6	20,5	41,4	8,7	62,3	5	30	55,8	61,5	52	43,3
Blocs	19,1	36,5	34,7	70	18,3	84,4	37,7	37,9	23	5	45,6
R. ém.	7,4		7,8	8,4	12,5		4		3	5,5	4,6
Racines		30	2,6								6,5
Feuilles		13,2				10,6	3,7				
C1	1,6	69			26,8	100	42	17,5			11,9
C2	51,2	31	36,3	87,5	8,1		44,7	28	57,5		9,8
C3	47,2		56	12,5	65,1		13,3	54,5	42,5	65	53,3
C4			7,7							35	25
Prof. moy.	8,6	29,1	9,2	11	10,4	6,7	14,5	15,6	11,3	9,2	16,8
Rive sable	3			2							
Rive cailloux	2				1	2	2	2	2	2	3
Rive gravier	2			2	2						
Rive blocs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Rive RM											1
Rive Racines	2		1	2							
Berge sable											
Berge cailloux	2					2	3				
Berge gravier											
Berge blocs	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Berge RM											1
Berge racines	2		1	1	1	1	1		1		3
Berge feuilles										3	
Pente berge	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Veg. berge	3	1	2	3	2	1	1	1	1	1	3
% recouv.	10	100	25	60	50	25	25	50	0	100	0
turbidité	2	4	2	4	4	2	2	2	1	2	4

Sur ces données un certain nombre de descripteurs du milieu seront utilisés pour l'analyse suivante. Il s'agit de :

- la superficie (en m²),

- le courant : les données seront utilisées avec des indices d'intensité :

C1 = indice 1,

C1-C2 (>70%) = indice 2,

C2-C3 (>70%) = indice 3,

C3-C4 (>70%) = indice 4.

- les débris (feuilles, racines) : les données quantitatives sont transformées en indice de présence ou absence :

absence = indice 0,

présence de débris = indice 1.

- le substrat, les données sont classées par indice de granulométrie croissante :

sable-graviers-cailloux = indice 1,

cailloux dominants = indice 2,
 cailloux-blocs = indice 3,
 blocs dominants = indice 4

- la profondeur (en cm),
- la turbidité (indicée),
- le recouvrement végétal (en %).

Le tableau ainsi remanié (tab. XVIII) devient une base de données facilement exploitable par un progiciel (BIOMECO) pour les analyses en composantes principales.

TABLEAU XVIII : Données qualitatives et quantitatives sur les descripteurs écologiques et l'abondance dans 11 stations.

	Pakiu13	Taipivai captage	Pakiu12	Pakiu6	Pakiu5	Pakiu10	Pakiu9	Taipivai bras droit	Taipivai Tiki	Meau captage	Pakiu1
Abondance	150	70	120	90	170	60	90	120	220	70	130
Superficie (m ²)	12,5	5,5	4,8	4,8	5,6	2,4	2,1	7	7	3	4
Densité chevrette	12	13	25	19	30	25	43	17	31	23	33
Substrat	1	3	3	4	2	4	3	3	2	2	3
Débris	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
Courant	3	2	3	3	3	1	2	3	3	4	4
Prof. moy.	8,6	29,1	9,2	11	10,4	6,7	14,5	15,6	11,3	9,2	16,8
recou. vég.(%)	10	100	25	60	50	25	25	50	0	100	0
Turbidité	2	4	2	4	4	2	2	2	1	2	4

III ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (A.C.P.)

Les différentes étapes de calcul utilisées pour interpréter les résultats de l'analyse en composantes principales sont :

- la matrice des corrélations entre descripteurs,
- les valeurs propres et les pourcentages de variance (% d'inertie),
- les corrélations entre les composantes principales et les descripteurs retenus dans l'analyse.

Pour l'interprétation des résultats, les pourcentages d'inertie expliqués par chaque axe factoriel et les corrélations entre les composantes principales et les descripteurs seront considérés.

Les valeurs propres et les pourcentages d'inertie.

Ces quantités permettent de choisir les composantes principales à utiliser pour la représentation des objets dans un espace réduit à 2 voire 3 dimensions. L'inertie totale du nuage, c'est à dire la dispersion des objets dans l'espace, est égale à la somme des valeurs propres; et la part d'inertie (ou de variance) expliquée par l'axe factoriel k est égale au rapport de la valeur propre k à l'inertie totale. Plus l'inertie expliquée par 2 axes est élevée et plus la représentation des objets sur ces 2 axes est satisfaisante (BOROCHE et SAPORTA *in* BACH, 1985).

Corrélations entre les composantes principales et les descripteurs.

Le calcul des coefficients de corrélations entre les composantes principales et les descripteurs permet d'étudier les contributions de chaque descripteurs dans l'explication des axes factoriels choisis pour l'ordination en espace réduit.

Si on représente dans un cercle de rayon 1 chaque descripteur par un point dont l'abscisse et l'ordonnée sont respectivement les valeurs du coefficient de corrélation sur l'axe X et du coefficient de corrélation sur l'axe Y, on peut interpréter chaque axe factoriel et repérer le ou les descripteurs liés entre eux ou bien opposés (BOROCHE et SAPORTA *in* BACH, *loc. cit.*).

On utilisera ensuite les valeurs des coordonnées de chaque station retenue sur les axes factoriels, pour interpréter de la même façon que précédemment les liaisons ou les oppositions entre les stations.

IV INTERPRETATION

Une première ACP a considéré la première matrice composée des 11 stations (objets) décrites par 8 variables : abondance des chevrettes, superficie, courant, débris, substrat, profondeur, turbidité et recouvrement.

Les 3 premiers axes factoriels de cette analyse expliquent 74,3% de la variabilité du nuage des points objets (tab. XIX).

TABLEAU XIX : Pourcentages d'inertie expliquée pour chaque axe factoriel.

Axes factoriels	Pourcentage d'inertie expliquée
1	40,133
2	20,878
3	13,295
4	10,593
5	6,984
6	4,324
7	3,137
8	0,657

Les graphiques sur les axes factoriels pris deux à deux sont représentées sur les figures 44 A et B.

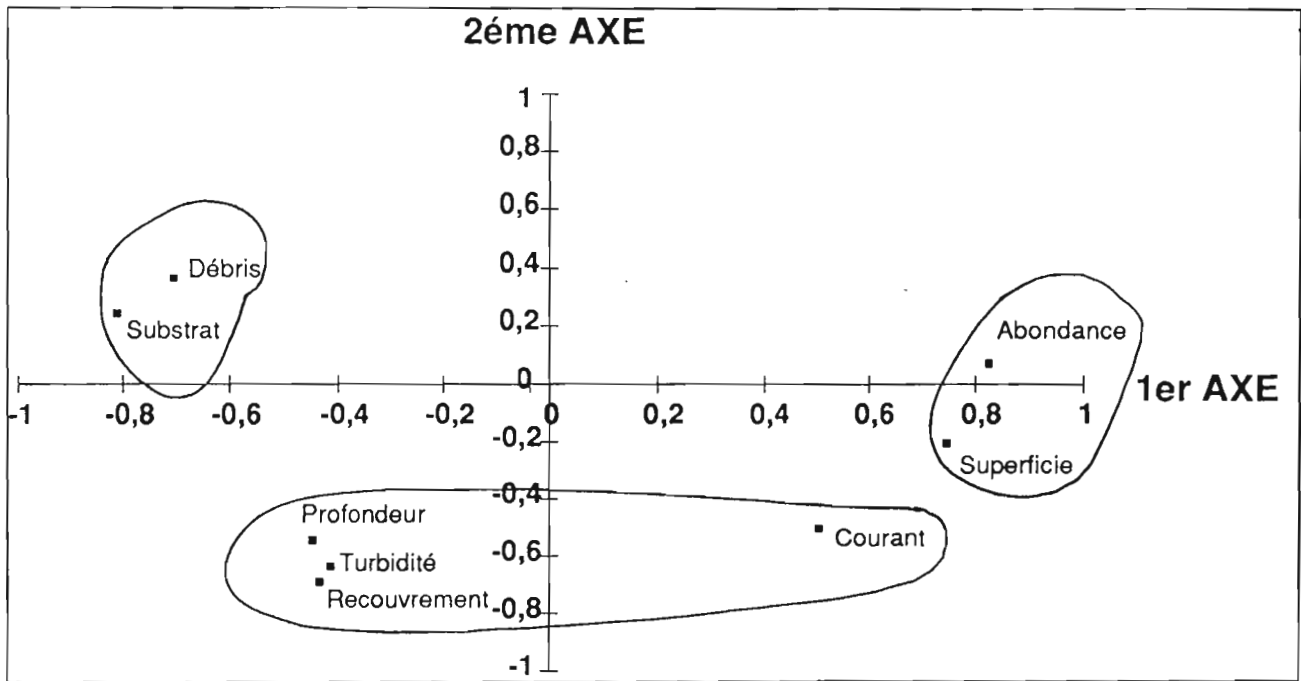
L'observation des corrélations, entre les 3 premières composantes principales et les descripteurs, met en évidence (fig. 44 A et B) :

- sur l'axe1, une opposition entre abondance et superficie d'une part et débris et substrat d'autre part,

- l'axe2 est surtout expliqué par débris (valeur positive de la corrélation) et le groupe profondeur, courant, turbidité, recouvrement (valeurs négatives de la corrélation).

- l'axe 3 sépare principalement les descripteurs recouvrement et profondeur qui étaient regroupés sur l'axe2.

A : Cercle des corrélations dans le plan factoriel 1-2.



B : Cercle des corrélations dans le plan factoriel 1-3.

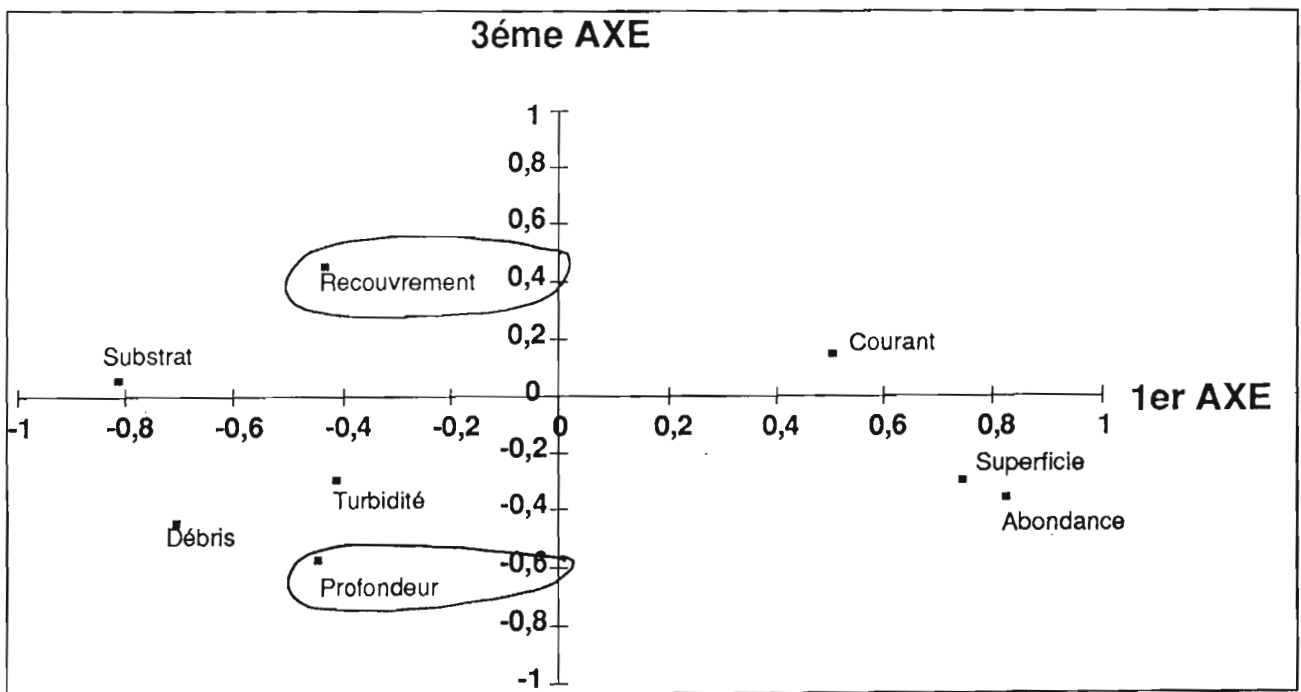


FIGURE 44 (A et B) : Corrélations entre les composantes principales et les 8 descripteurs écologiques.

Le graphique entre les composantes principales 1, 2 et les stations est représenté à la figure 45.

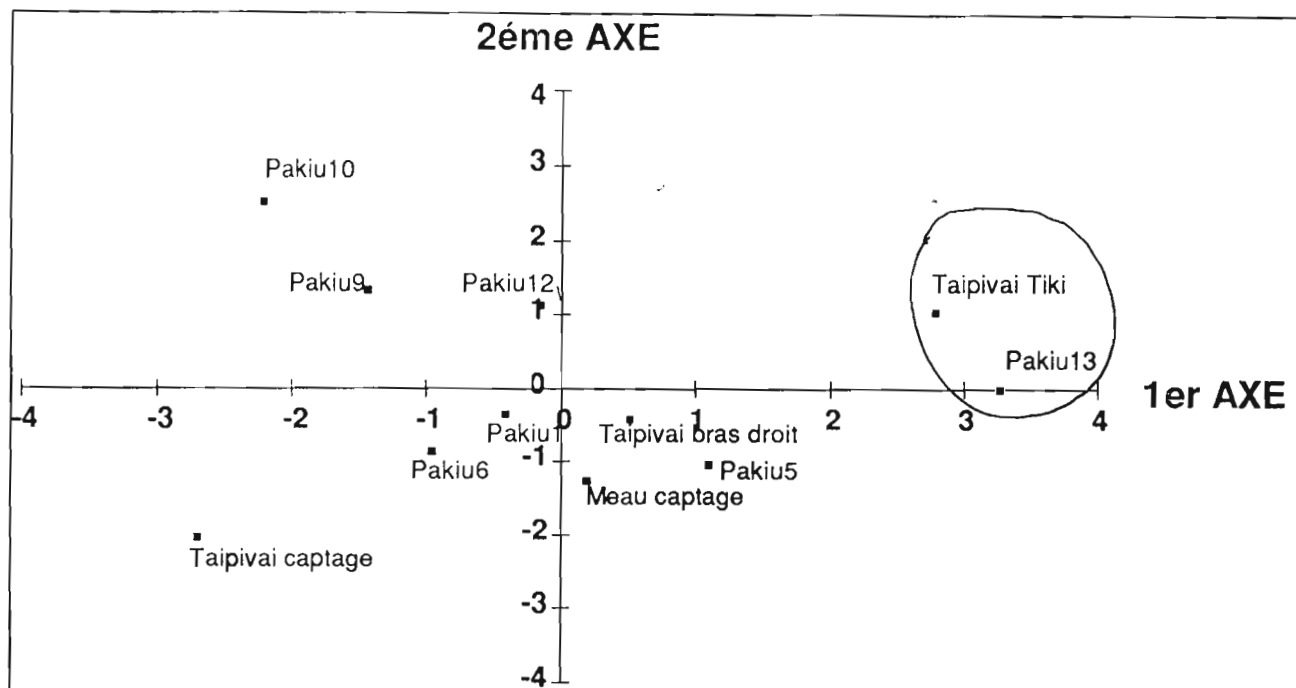


FIGURE 45 : Résultats de l'analyse en composantes principales (axe1 et axe2) appliquée aux stations.

Ainsi, l'axe1 (fig. 45) discrimine principalement les stations par rapport aux descripteurs abondance et superficie (Taipivai Tiki et Pakiu13 étant caractérisés à la fois par des valeurs fortes de l'abondance et de la superficie), ce qui rejoint les résultats du modèle de corrélation multiple.

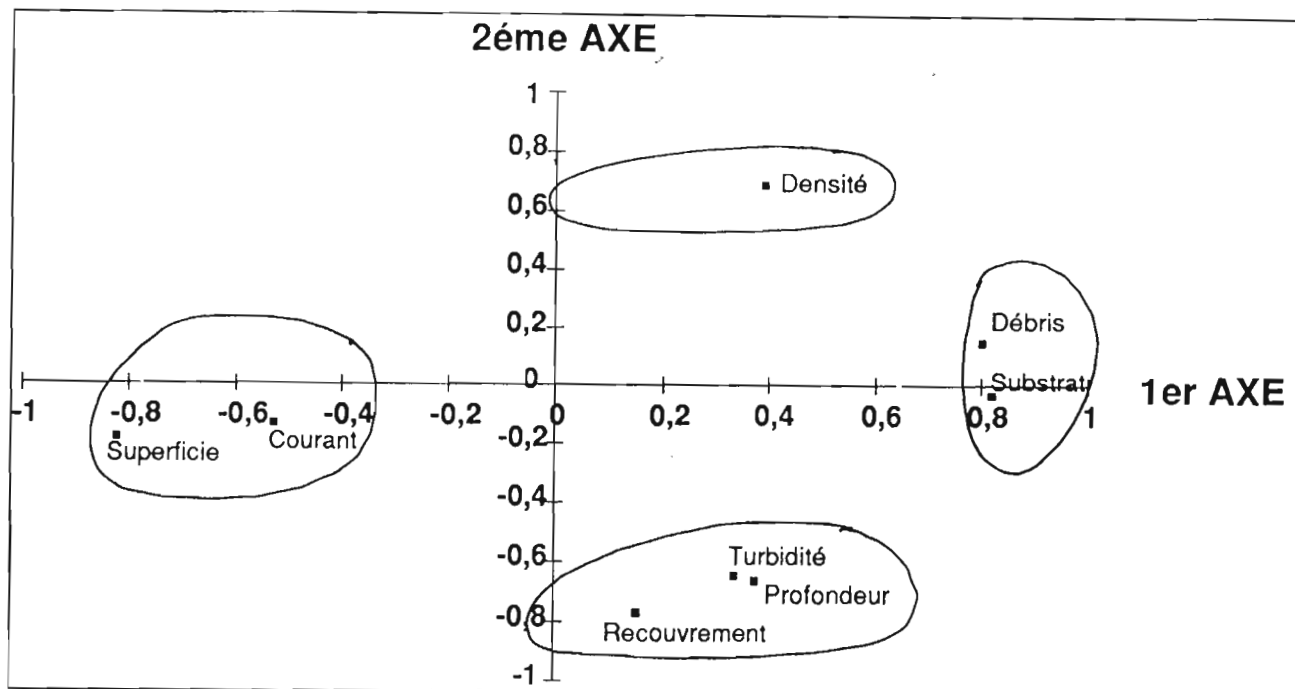
Après avoir analysé les tendances d'association d'abondance avec les descripteurs écologiques, une analyse similaire a été réalisée en considérant, cette fois, la densité de chevrettes dans le milieu. Les 3 premiers axes factoriels de cette analyse expliquent 72,9% de la variabilité du nuage des points objets (tab. XX)

TABLEAU XX : Pourcentages d'inertie expliquée pour chaque axe factoriel.

Axes factoriels	Pourcentage d'inertie expliquée
1	33,826
2	25,010
3	14,090
4	11,498
5	7,823
6	4,326
7	3,257
8	0,169

Les graphiques sur les axes factoriels pris deux à deux sont représentés sur les figures 46 A et B.

A : Cercle des corrélations dans le plan factoriel 1-2.



B : Cercle des corrélations dans le plan factoriel 1-3.

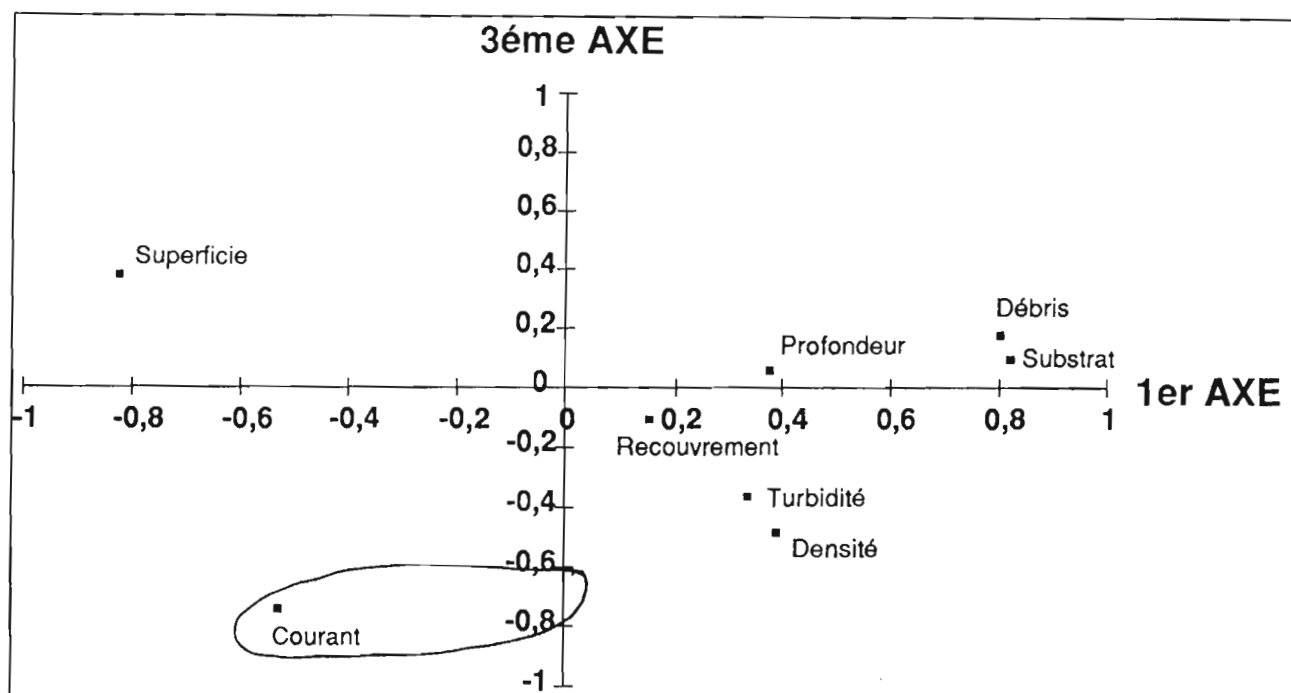


FIGURE 46 (A et B) : Corrélations entre les composantes principales et les 8 descripteurs écologiques.

L'observation des corrélations entre les composantes principales et les descripteurs montre (fig. 46 A et B) :

- sur l'axe1, 2 groupes s'opposent expliquant fortement l'axe1, d'une part, le groupe débris, substrat et moins fortement la densité (dans les valeurs positives), contre, d'autre part, le groupe composé de la superficie et du courant (dans les valeurs négatives).

-l'axe2, est surtout expliqué par le groupe recouvrement, profondeur et turbidité (dans les valeurs négatives) qui s'oppose avec la densité qui explique fortement, par une valeur positive, l'axe2.

-l'axe3 est surtout expliqué par le courant (valeur négative de la corrélation).

Le graphique entre les composantes principales 1, 2 et les stations est représenté à la figure 47.

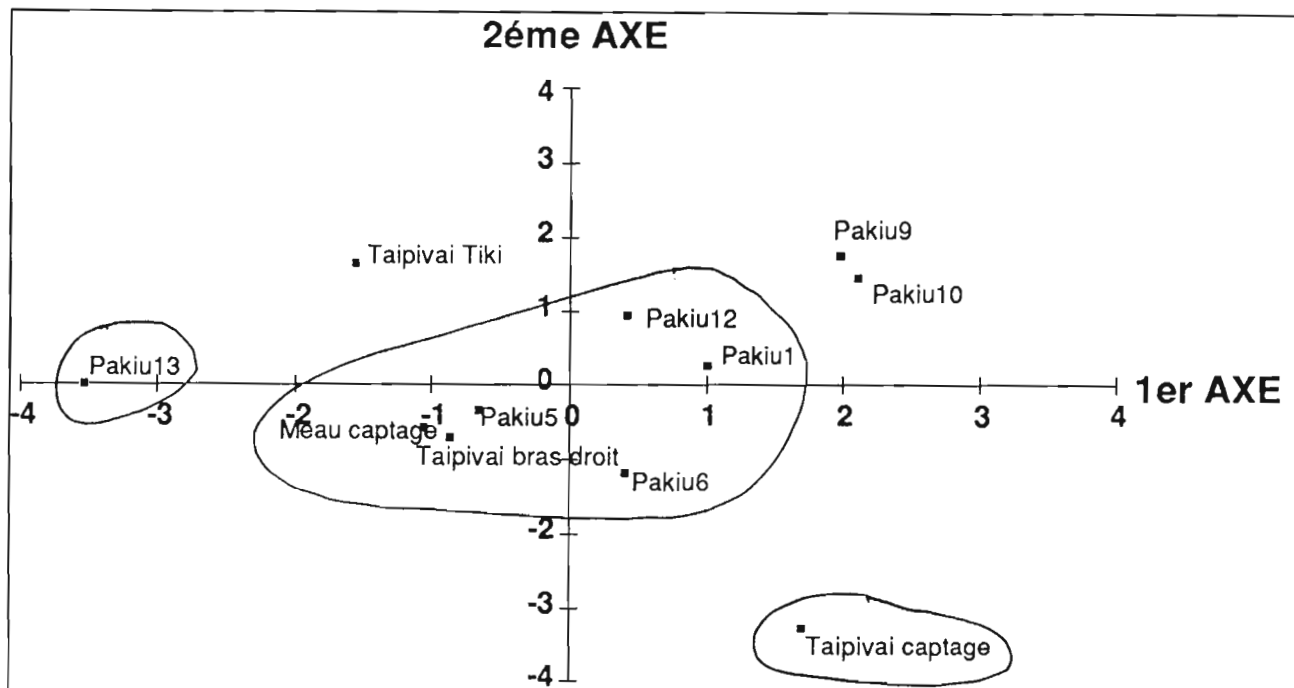


FIGURE 47 : Résultats de l'analyse en composantes principales (axe1 et axe2) appliquée aux stations.

La représentation des stations sur le plan factoriel 1-2 met en évidence le poids important joué pour Taipivai captage (valeurs fortes de la turbidité, profondeur) et Pakiu13 (valeur élevée de la superficie) dans l'analyse. Ceci conduit à une mauvaise représentation des stations Pakiu12, Pakiu1, Pakiu5, Pakiu6, Taipivai bras droit et Meau captage, soit plus de la moitié des points objets, dans ce plan factoriel.

Ainsi une 3ème analyse a été réalisée après élimination de ces 2 stations de la matrice de données. Cette 3ème analyse ne considérera que l'interprétation du cercle des corrélations entre composantes principales et descripteurs.

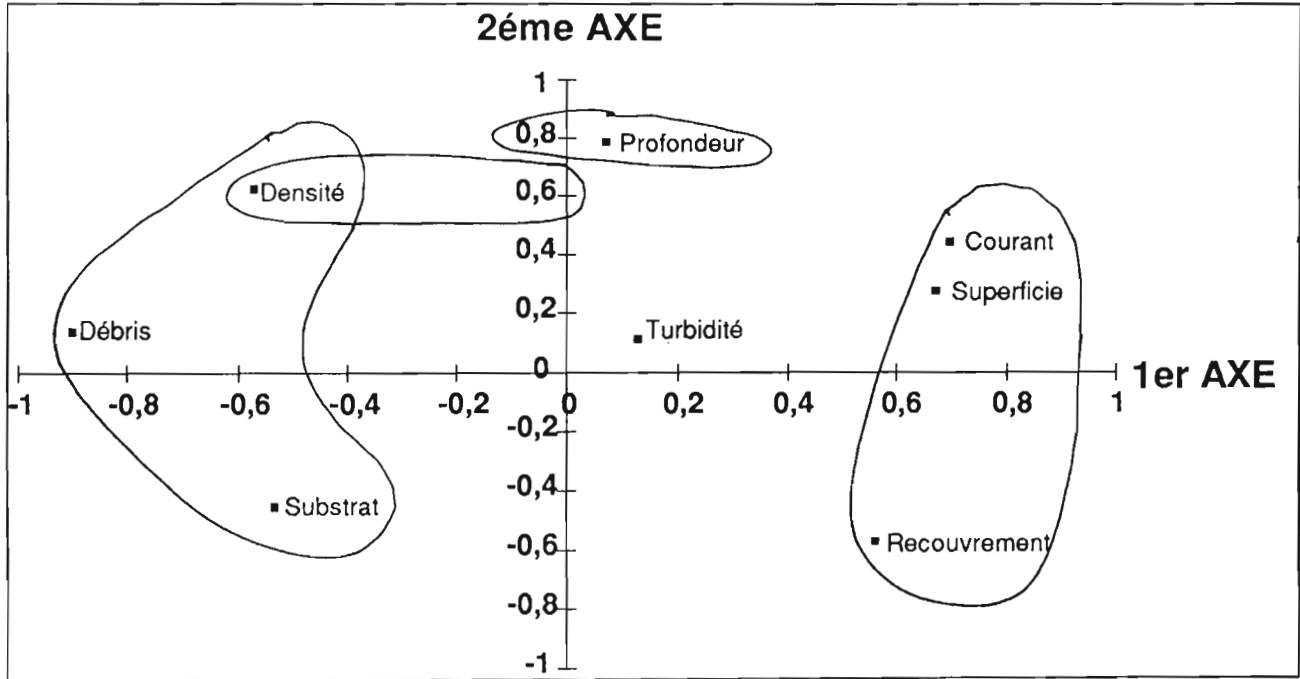
Les 3 premiers axes factoriels de cette troisième ACP expliquent 73,5% de la variabilité du nuage des points objets (tab. XXI)

TABEAU XXI : Pourcentages d'inertie expliquée pour chaque axe factoriel.

Axes factoriels	Pourcentage d'inertie expliquée
1	33,722
2	23,017
3	16,800
4	13,725
5	6,316
6	5,014
7	1,099
8	0,307

Les graphiques sur les axes factoriels pris deux à deux sont représentées sur les figures 48 A et B.

A : Cercle des corrélations dans le plan factoriel 1-2.



B : Cercle des corrélations dans le plan factoriel 1-3.

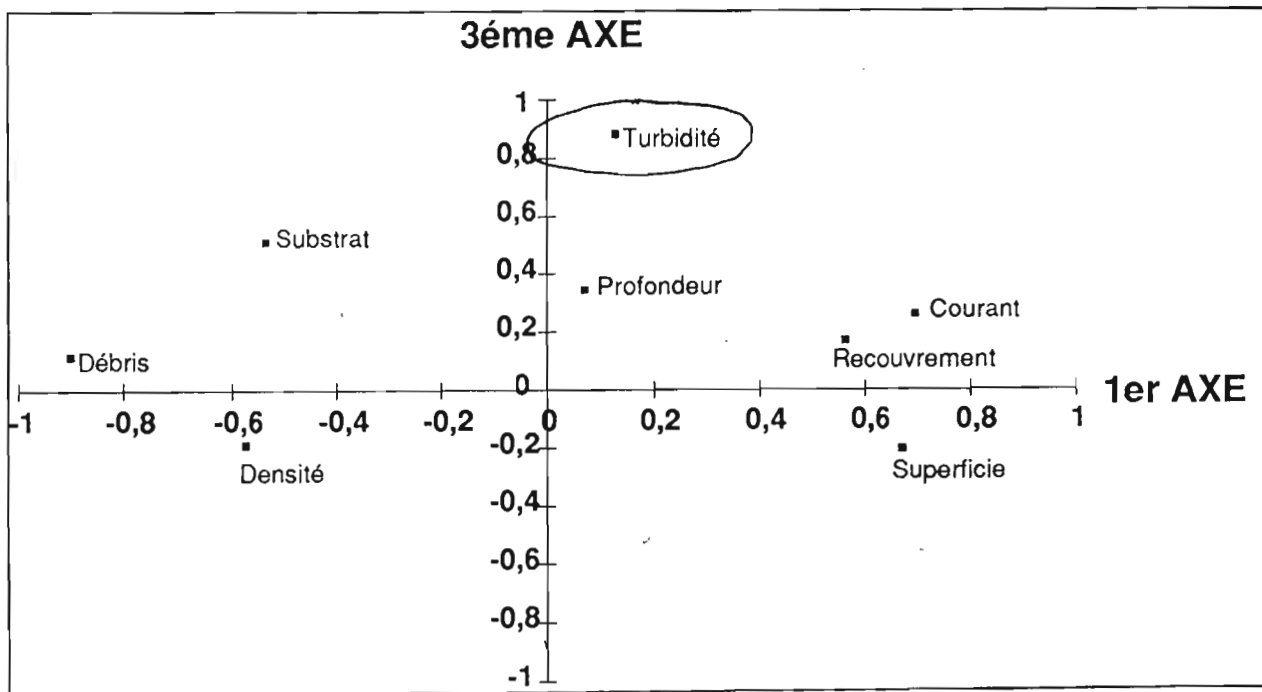


FIGURE 48 (A et B) : Corrélations entre les composantes principales et les 8 descripteurs écologiques.

L'observation des corrélations entre les composantes principales et les descripteurs (fig. 48 A, B) met en évidence :

- 2 groupes s'opposant; d'une part, courant, superficie et recouvrement (valeurs élevées positives) contre densité, débris et substrat (valeurs élevées négatives). Ceci recoupe les résultats précédents (cf. fig. 46 A) mis à part le descripteur recouvrement qui n'expliquait que très peu l'axe1.

- l'axe2 est surtout expliqué par les 2 descripteurs profondeur et densité (les valeurs sont toutes les deux positives) qui étaient opposés dans la figure 46 A lors de la seconde analyse.

- l'axe3 est expliqué en grande partie par la turbidité avec une forte valeur positive.

V CONCLUSION

On dénote certaines divergences dans les résultats des ACP 2 et 3 qui proviennent du poids trop important de certaines stations. Mais, en contrepartie, certaines convergences entre les résultats des ACP montrent que, les stations, caractérisées par les valeurs élevées de la densité, auraient la description écologique suivante :

- présence de débris végétaux (racines, feuilles);
- un substrat principalement composé de blocs,
- des valeurs de courant, de superficie et de recouvrement en végétation plutôt faibles.

Mise à part la conclusion d'une forte densité dans des vasques de faible recouvrement végétal, l'analyse donne des résultats assez logiques compte tenu de ce que l'on connaît en ce qui concerne le type d'habitat préférentiel d'autres crustacés. La méthode de description du substrat des vasques par un transect linéaire, semble être représentative du milieu.

Toutefois, en regard du volume des données analysées, ces résultats typologiques doivent être considérés avec précaution. De nouvelles observations sont nécessaires en vue d'une part, d'améliorer cette typologie et d'autre part, d'expliquer à partir d'un modèle incluant des variables écologiques, la variabilité de la densité et/ou de l'abondance des chevrettes.

CONCLUSION

D'après les expériences réalisées au cours de cette étude, de l'échantillonnage des chevrettes par les bouteilles plastiques, il résulte que ce type d'engin très facile à mettre en place et très peu onéreux, doit être utilisé de nuit avec l'ouverture à l'aval du courant et lesté par une pierre à l'intérieur de la bouteille si cela s'avère nécessaire (probabilité de crue).

Des comparaisons avec des nasses construites et la pêche électrique n'ont pas donné de résultats significatifs sur la sélectivité des bouteilles, conséquence de la mauvaise mise au point des nasses et du peu de données récoltées lors de ces comparaisons.

L'utilisation de cette méthode d'échantillonnage montre que la capture des chevrettes par les bouteilles est fonction de l'effort de pêche (nombre de bouteilles / m²) et de la superficie de la vasque. Les individus entrent et sortent des pièges ainsi la capture est une image instantanée de la population dans le milieu. En effet quand la concentration initiale dans les bouteilles est forte ou faible (non naturelle), la sortie des chevrettes est toujours constante mais les entrées se font de telle façon que la concentration dans la bouteille est toujours en équilibre avec celle du milieu.

Le sex-ratio, d'après les images de la démographie données des captures des bouteilles, est en faveur des mâles, il existe certainement un problème de biais d'échantillonnage que l'on maîtrise mal (comportements différents des mâles et des femelles vis à vis de la bouteille, ...) qu'il conviendrait de mieux cerner par une étude plus fine sur le comportement de l'animal par rapport au piège et l'utilisation d'une méthode de pêche non sélective pour connaître parfaitement la structure démographique et biologique des populations échantillonnées.

En ce qui concerne l'image de l'abondance, d'après plusieurs expériences différentes qui ont toutes un résultat commun (pêche électrique, marquage-recapture, aquarium), les bouteilles auraient environ 40% d'efficacité sur l'abondance totale pour un effort d'échantillonnage de 8-10 bouteilles / m² dans une vasque.

Cette étude sur le comportement de l'engin de pêche s'est effectuée dans des vasques, milieu homogène, relativement fermé et où les chevrettes sont abondantes, il serait intéressant de comparer les résultats de ces expériences avec des données qui seraient récoltées de captures en pleine rivière.

Enfin une relation s'est dégagée au cours des traitements entre la densité de chevrettes dans une vasque et des descripteurs écologiques du milieu mettant en évidence une relation entre une forte densité de chevrettes avec la présence de débris végétaux, de blocs, un courant une superficie et chose surprenante un recouvrement végétal faible. Ainsi cette tendance fait ressortir deux choses, d'une part la méthode mise au point pour la description du substrat d'une vasque par un transect linéaire semble relativement bien choisie, et d'autre part il conviendrait pour une étude plus approfondie sur la typologie, de prendre en compte plus de stations et d'effectuer une analyse avec des descripteurs écologiques supplémentaires, qui expliqueraient de façon plus significative la variabilité d'une vasque à une autre, voire entre rivières.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE L., 1987** - Estimation de l'effectif d'une population de chevrettes (*Macrobrachium rosenbergii*) par la méthode Petersen. Doc. IFREMER, n°DRV-87-004/RA TAHITI, 86 p.
- BACH P., 1985** - La pêche dans l'étang de Thau. Application de quelques notions d'écologie théorique aux communautés de poissons et à leur exploitation. Stratégies de quelques populations ichthyologiques capturées. Thèse 3ème cycle, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 316 p.
- BACH P., 1992** - Suivi scientifique de l'étude sur la biologie et l'écotoxicologie de *Macrobrachium lar* des rivières de Nuku-Hiva (Marquises). Rapport de la mission effectuée sur l'île de Nuku-Hiva (Marquises) du 24 novembre au 2 décembre 1992. ORSTOM Papeete, 13 p.
- DAGUERRE de HUREAUX N., ROQUEPLO Ch., 1981** - Définition du biotope préférentiel de l'écrevisse à pattes blanches, *Austropatambius palliper* (Ler.) dans un ruisseau landais. Bull. Fr. Pisc. 281 : 211-222.
- DANIGO A.-H., 1991** - Répartition et biométrie de 3 espèces de *Macrobrachium* (décapode, *Palaemonidae*) à Nuku hiva (Marquises). Mémoire de D.E.A., Université Française du Pacifique, 41 p.
- FOSSATI O., DANIGO A.-H., (sous presse)** - A cheap reliable sampling method for freshwater shrimps.
- GIBON F.-M., FOSSATI O., 1991** - Les macroinvertébrés dulçaquicoles de Nuku hiva (Marquises) : compte rendu d'une mission en saison des pluies et proposition d'un protocole de surveillance. Doc. I.T.R.M.L.M. :3/91/ITRM/DOC.ENT, 19 p.
- GRAND S., 1972** - Contribution à l'étude préliminaire sur la biologie, la systématique et l'écologie des *Macrobrachium* (*Palaemoninae*) de Tahiti. Thèse 3ème cycle, Université de Montpellier, 79 p.
- GUILLET P., 1992** - Projet d'éradication de *Simulium buissoni* aux Marquises. Rapport de mission à Nuku-Hiva n°2 (îles Marquises, Polynésie française, 17/10/92-24/11/92). ORSTOM Montpellier, 13 p.
- HORNE F., BEISSE S., 1977** - Distribution of river shrimp in the Guadalupe and San Marcos river of Central Texas, USA (decapode, *Caridea*). Crustaceana 33(1) : 56-59.
- KUBOTA W. T., 1972** - The biology of an introduced prawn *M. lar* (Fabricus) in Kaha stream. Thesis of University of HAWAII, 185 p.
- LAUREC A. et LE GUEN J.-C., 1981** - Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1 : Concepts et modèles, 117 p.
- LAMARQUE P., 1990** - Electrophysiology of Fish in Electric Fields. In Cowx, I. and Lamarque, P.(Ed.): Fishing with electricity. Oxford Fishing News Books Blackwell Scientific Publications.

- MARQUET G., 1988** - Les eaux intérieures de la Polynésie française. Principales caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Thèse 3ème cycle, Université de PARIS VI, 188 p.
- RANCHER J. et ROUGERIE F., 1993** - Situations océaniques du Pacifique central sud (Polynésie française). Campagnes du B.O.C.B "Marara" d'Avril 1986 à Octobre 1989. SMSR (Ed.), 91 p.
- SCHERRER B., 1984** - Biostatistique. Gaëtan morin (Ed.), 850 p.
- SNEDECOR G. W. et COCHRAN W. G., 1971** - Méthodes statistiques. Association de Coordination Technique Agricole (Ed.), 649 p.
- WENDLING B., FOSSATI O., 1992** - Peuplement des cours d'eau de Nuku-Hiva (Marquises) avant une campagne de traitements insecticides, 89 p.
- ZEKHNINI A. et CHAISEMARTIN C., 1991** - Structure démographique et éthologique alimentaire de l'écrevisse Pallipède (*Austropotomobius pallipes*) dans quatre cours d'eau. VIE MILIEU, 1991, 41(1) : 45-53.

ANNEXE

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

PHOTO 1 : Vue générale d'une rivière (Pakiu) à Nuku-Hiva.

PHOTO 2 : Vasque type dans une rivière (Pakiu) à Nuku-Hiva.

PHOTO 3 : Pose de 10 bouteilles / m² avec l'ouverture à l'aval du courant dans une vasque.

PHOTOS 4 et 5 : Modèle de nasse avec appât, utilisée pour l'échantillonnage des chevrettes.

PHOTO 6 : Mise en place du quadrillage pour effectuer un comptage de nuit des chevrettes dans une vasque.