



J. Rech. Oceanogr.
Vol. II, n°4, 1977.

UTILISATION D'UNE COTATION D'ABONDANCE MISE AU POINT
EN PLANCTOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DES TROUPEAUX DE CÉTACÉS EN MER.

S. FRONTIER ET D. VIALE

Station Zoologique - 06230 - Villefrance-sur-Mer.

ABSTRACT

A scale of abundance, based upon a geometric progression of ratio 4.3, which has been already applied to plankton counts, is here proposed for evaluating the schools and herds of Cetaceous in the sea. That scale coincides fairly well with the set of appreciations which appears to be used by the sailors in their reports. The results permit an exploitation of the data, which leads to information on the behaviour of Cetaceous in the sea.

Pour apprécier la répartition et l'importance des groupements de Cétacés en mer, en l'absence de grands programmes de surveillance comme il en existe aux USA, en URSS et au Japon, on ne peut que recourir aux témoignages des observateurs bénévoles. Les enquêtes cétologiques recueillent alors des appréciations telles que "une douzaine", "40 ou 50", "plusieurs centaines", qui de toute évidence ne proviennent pas de comptage précis mais d'une sorte d'estimation qualitative de l'abondance. Deux questions se posent dès lors :

- quelle fiabilité accorder à de telles appréciations ?
- des évaluations aussi approximatives peuvent-elle servir à mettre en évidence des faits significatifs ?

Un problème similaire s'était posé à l'un de nous (FRONTIER, 1966, 1969) pour l'acquisition rapide d'une physionomie du zooplancton dans une région encore inconnue à cet égard. De nombreuses récoltes planctoniques avaient alors été effectuées et traitées rapidement, les principaux groupes taxonomiques étant l'objet d'une appréciation intuitive d'abondance exprimée sous forme d'une échelle de qualificatifs : organismes très rares, rares,, très abondants, ou constituant l'essentiel de l'échantillon - au total 7 classes d'abondance. Des cycles annuels et des répartitions géographiques étaient alors apparues, en dépit du caractère grossier et a priori personnel des appréciations.

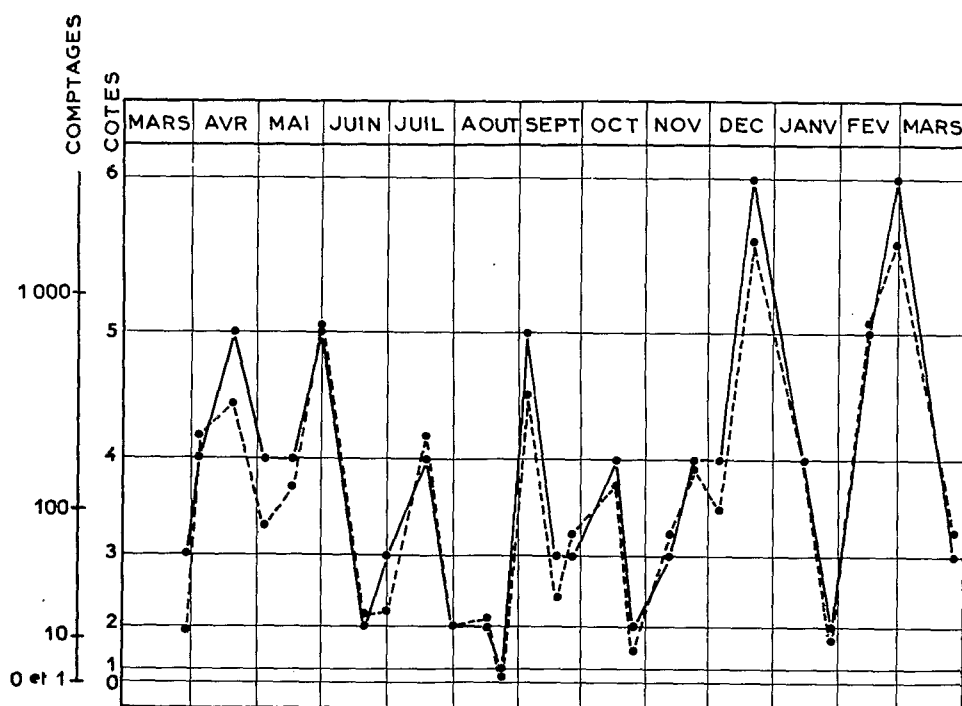
Un contrôle par des dénombrements plus précis sur une centaine de récoltes planctoniques nous avait ensuite montré que :

a) La coïncidence entre les résultats obtenus par cette "cotation d'abondance" et ceux obtenus par comptages précis (exprimés en échelle logarithmique) était telle (figure 1) que ces derniers semblaient ne devoir apporter aucune information supplémentaire utilisable. La cartographie des cotes d'abondance (figure 2) donne l'impression qu'un dénombrement plus précis n'aurait fait qu'ajouter un bruit de fond au phénomène mis en évidence.

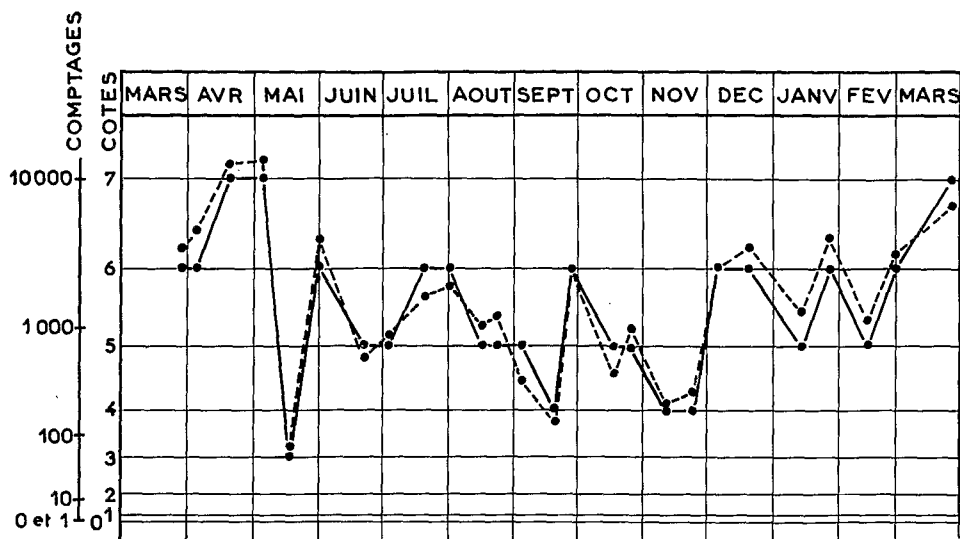
b) L'échelle intuitive correspondait remarquablement avec une progression géométrique de raison 4,3. Nous avons ainsi été conduit, pour la suite des travaux, à adopter une classification des abondances fondée sur cette progression, et à définir les classes suivantes : 1(1 à 3), 2(4 à 17), 3(18 à 80), 4(80 à 350), 5(350 à 1500), 6(1500 à 6500), etc...

26 NOV. 1983

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 3903 ex 4 M
cote : B



Pteropodes, station 10, 2 m.



Chaetognathes, station 10, 2 m.

Fig. 1 - Comparaison de graphiques annuels obtenus à partir des dénombrement précis (trait interrompu) et des cotations d'abondance (trait plein) sur des organismes zooplanctoniques récoltés à Nosy Bé, Madagascar. D'après FRONTIER, 1966. Les abondances sont représentées, pour des raisons exposées ailleurs (FRONTIER, 1973), en échelle $(\log x)^2$, et les cotes (qui sont des logarithmes) en échelle x^2 .

L'expérience montre qu'il est très facile d'apprécier sans comptage précis si l'effectif d'une catégorie dans un échantillon est compris, par exemple, entre 80 et 350 ou entre 350 et 1500. L'hésitation n'a lieu qu'au voisinage de la borne 350 : on introduit alors une cote décimale "4,5", signifiant : "environ 350".

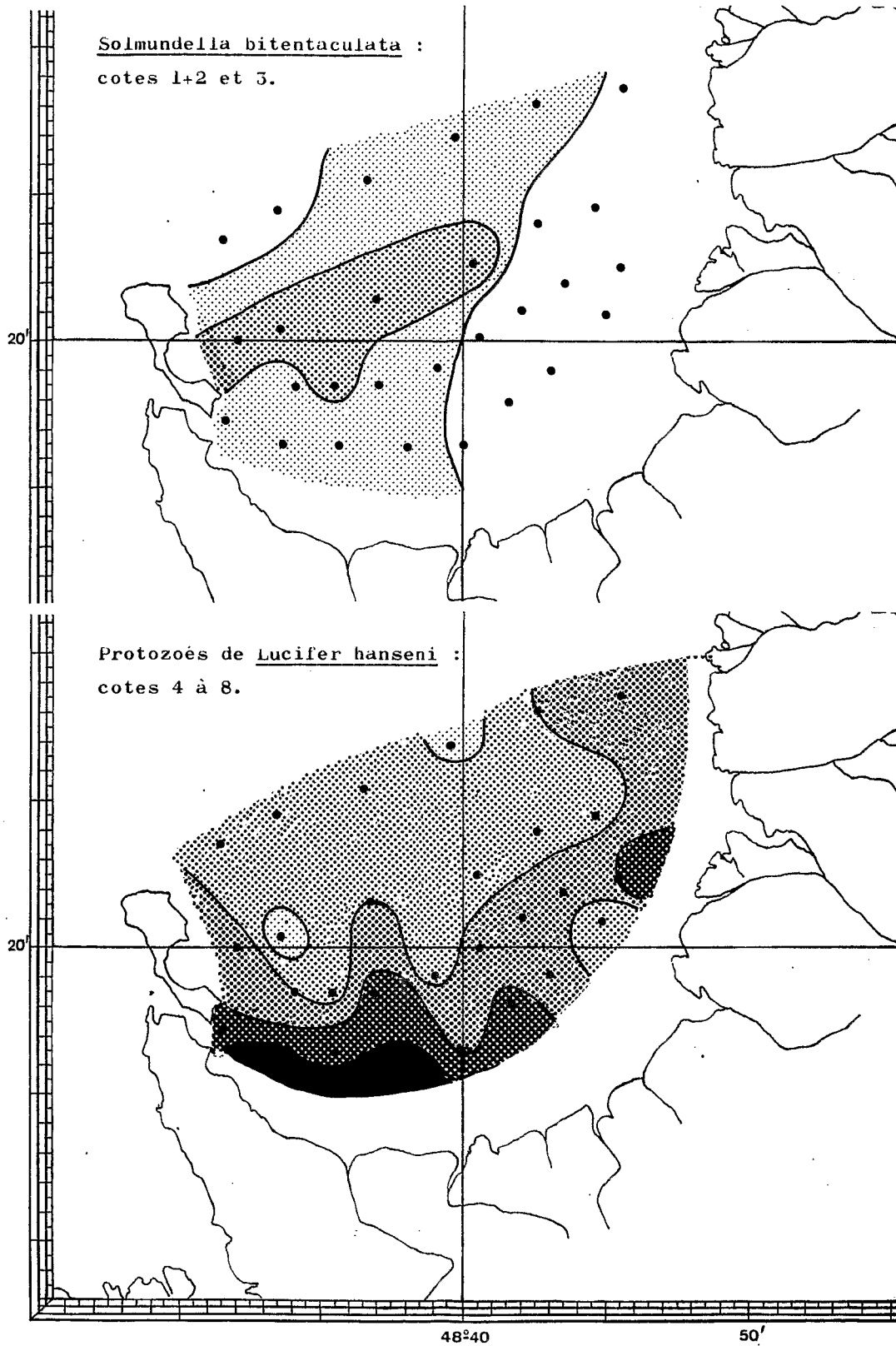


Fig. 2 - Cartographies d'organismes zooplanctoniques en baie d'Ambaro (Madagascar), obtenues à partir des cotations d'abondance.

La valeur 4,3 peut surprendre. Elle a cependant une signification se rapportant au processus de la mesure.

Lorsqu'on veut mesurer une grandeur à l'aide d'un étalon choisi comme unité, le processus consiste à superposer à la grandeur plusieurs fois successivement l'étalon, jusqu'à coïncidence (en admettant une approximation d'arrondi). Chaque fois que l'on applique l'unité, on a à répondre à la question : y a-t-il coïncidence ou doit-on continuer ; chaque essai apporte donc une unité d'information (bit). Si la grandeur à mesurer est égale à k fois l'unité, sa mesure aura nécessité k questions successives, et aura apporté une information de k bits. S'il y a erreur d'arrondi et imprécision de mesure, on pourra obtenir une valeur moyenne décimale pour k .

Dès lors, considérer un effectif comme significativement supérieur à un autre (c'est à dire le situer dans une autre classe d'abondance) si et seulement si il est au moins 4,3 fois plus grand, c'est n'accorder en moyenne de signification qu'à une quantité d'information d'au moins 4,3 bits ; des quantités inférieures ne peuvent être discernées du bruit de fond, c'est à dire de la variabilité aléatoire.

Remarquons que 4,3 bits est la quantité d'information apportée par la réalisation d'un évènement dont la probabilité a priori est $1/20$, soit 5%, et l'on connaît le large usage fait en biologie statistique du seuil 5%, qui revient à n'accorder de signification qu'à la réalisation d'évènements ayant au plus 5% de chances de se produire par le seul fait des fluctuations aléatoires : une réalisation apporte alors au moins 4,3 bits. Ce seuil est fréquemment utilisé parce qu'il se montre à l'usage particulièrement apte à faire émerger la signification dans les phénomènes écologiques et biologiques.

Par ailleurs, la coïncidence entre une appréciation intuitive de l'abondance selon les qualificatifs cités plus haut, et l'estimation objective, paraissait dépendre d'une échelle personnelle de l'opérateur. En fait, il se pourrait qu'elle corresponde à un paramètre psycho-physiologique plus général. En effet, selon certaines conceptions actuelles, les messages se propageant le long des fibres nerveuses sont codées, non par impulsions isolées (avec 1 bit d'information par impulsion), mais par trains d'impulsions soumis à une modulation de fréquence. La quantité d'information transportée par une impulsion est en moyenne, dans cette hypothèse, de 4,3 bits (MAC KAY et MAC CULLOCH, 1962). L'appréciation intuitive de l'abondance d'une collection d'objets répondrait donc à un codage nerveux élémentaire, et cela pourrait rendre compte de la fiabilité de la méthode.

En ce qui concerne l'utilisation des résultats, outre la qualité des graphiques et cartes évoquées dans ce qui précède, faisant que notre cotation est maintenant largement utilisée en planctologie, il s'avère que la précision est amplement suffisante même dans le cas de traitements sophistiqués. FRONTIER et IBANEZ (1974) pour le zooplancton marin, DEVAUX et MILLERIOUX (1976 a et sous-presse) pour le phytoplancton lacustre, montrent que des analyses factorielles exécutées sur les mêmes variables et observations, à partir des comptages exacts d'une part, des cotations d'autre part, aboutissent à des résultats extrêmement voisins, au point que le dénombrement précis n'apporte aucune information supplémentaire par rapport aux cotations au niveau des conclusions. Les coefficients de corrélation entre axes de même ordre varient entre 0,976 et 0,998. DEVAUX et MILLERIOUX (1976 b et sous-presse) montrent également la fiabilité de la méthode dans l'estimation des biomasses ($r = 0,930$ à $0,979$ entre les deux types d'estimation) et le calcul des indices de diversité ($r = 0,926$ à $0,967$).

Pour revenir à l'étude des Cétacés, nous avons eu l'idée de comparer les appréciations communiquées par les observateurs à la cotation d'abondance adoptée en planctologie. Il apparaît que les qualifications d'abondance de troupeaux correspondent assez bien aux classes définies, à savoir :

Cote	appréciation
1 (1-3)	1, 2 ou 3
2 (4-18)	une dizaine, une troupe
3 (18-80)	plusieurs dizaines, un troupeau
4 (80-350)	100 à 200, un grand troupeau
5 (350-1500)	plusieurs centaines, un immense troupeau
6 (1500-6500)	des milliers, une "rivière de dauphins" (sic)

L'expérience montre que les témoignages des observateurs bénévoles (Commandants des bateaux de ligne, pêcheurs, plaisanciers etc...) se situent généralement sans ambiguïté dans l'une de ces classes ; d'autre part, une augmentation du nombre de classes par augmentation de la précision s'avère difficile.

A titre d'exemple d'utilisation de telles données, nous montrons ici un dépouillement par dates des signalements de troupeaux de *Delphinus delphis* en Méditerranée occidentale, au nord de 40°N (figure 3B). Chaque point représente une observation, rapportée à la date et à la cote d'abondance du troupeau. L'appréciation "une vingtaine" a donné lieu à la cotation "2,5".

Nous avons en outre représenté l'histogramme des fréquences mensuelles de signalements de *Delphinus delphis* à la mer dans la même zone (figure 3A). L'histogramme ne correspond pas exactement au nombre de points du graphique 3B car il prend en compte des signalements de harponnages sans évaluation du troupeau. L'espèce apparaît dans la zone étudiée en mars ; le nombre d'observations augmente jusqu'en juin, puis montre un palier ; les animaux disparaissent de la zone brusquement en octobre.

Chaque signalement de troupeau comptant pour une observation, l'histogramme ne reflète exactement ni les variations d'abondance de la population, ni le groupement plus ou moins accentué. Le graphique B permet au contraire de mettre en évidence trois modes de groupement, qui correspondent à trois types de comportement. Les observations les plus fréquentes ont trait à des "troupeaux" de 18 à 80 ("troupeaux d'une cinquantaine d'individus") : cote 3, la plus caractéristique du comportement de *Delphinus delphis* en chasse derrière des bancs de poissons pélagiques. Il y a presque autant d'observations de petits groupes (4 à 18 : cote 2), qui correspondent à une dispersion pendant le jour, avec un comportement alimentaire en plongée quand il n'y a pas de bancs importants de poissons pélagiques, ainsi qu'aux heures où le dauphin ne s'alimente pas mais est disponible pour des activités ludiques (milieu de la journée). Les rassemblements de l'ordre de la centaine (80 à 350 : cote 4) correspondent à une organisation sociale en vue des grands déplacements : arrivée dans la zone en mars ; déplacements de juin à août vers d'autres zones d'alimentation ou vers les zones de reproduction. Enfin, les immenses rassemblements pourraient correspondre à des parades sexuelles (juillet-août).

EVANS (1976), par une étude statistique aérienne au large de la Californie, trouve également que les *Delphinus delphis* vivent en "schools" ou "herds", groupes variant de 5 individus à 5000 ou plus.

De nombreux cétologues insistent sur le caractère subjectif de la notion de troupeau (herd). Il nous a paru nécessaire de réfléchir sur la relation observateur-observé, et de voir comment intervient le "jugement subjectif" dans une appréciation quantitative. Nous montrons ici que le jugement subjectif peut aboutir, à condition de prendre une grille d'abondance correcte, à une fiabilité acceptable, et que d'autre part les résultats sont utilisables.

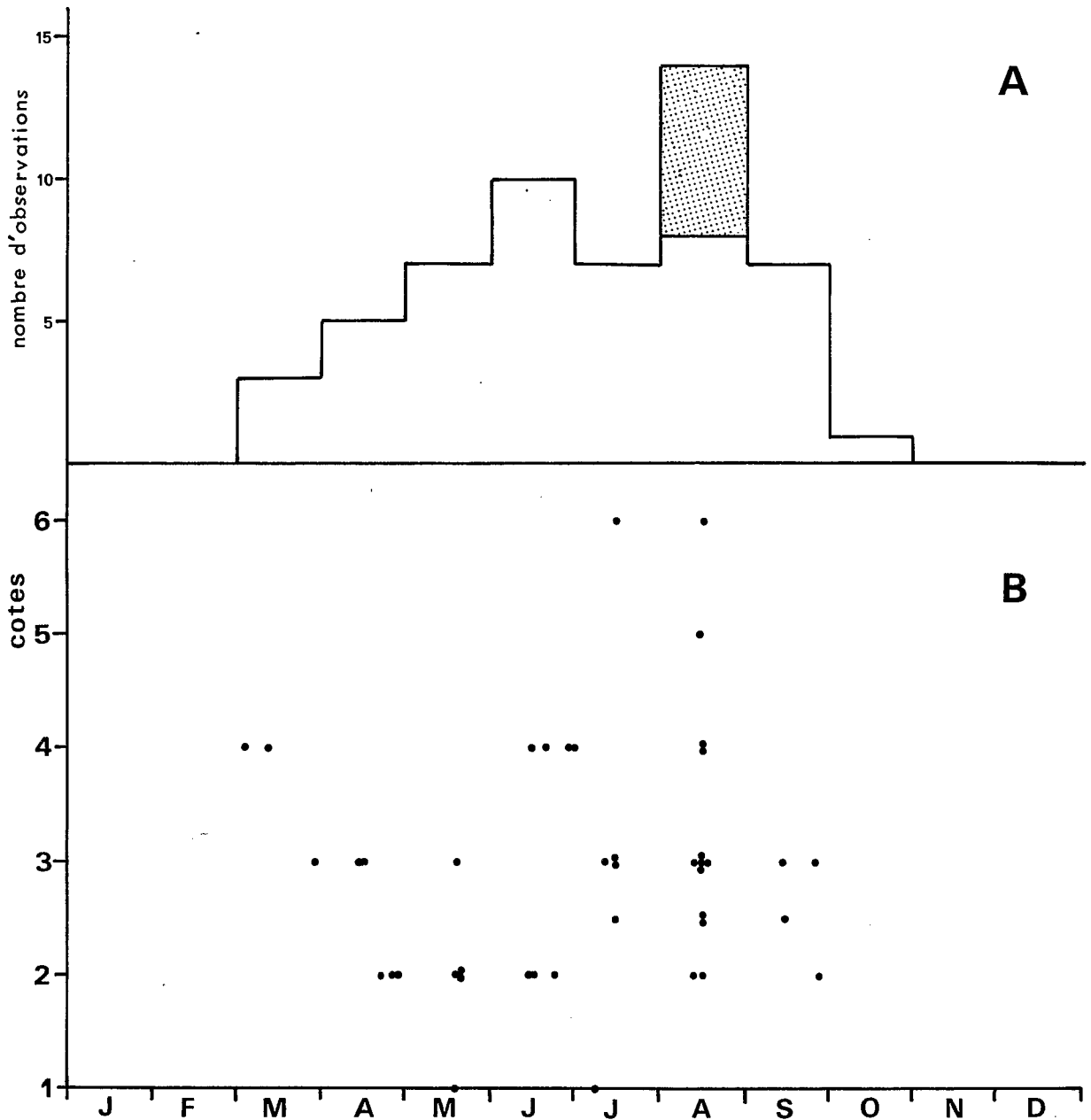


Fig. 3 - Répartition dans l'année des observations à la mer de *Delphinus delphis* (Cétacé) en Méditerranée occidentale.

A - Histogramme des fréquences de signalements en fonction des mois. Les observations lors d'une campagne du N.O. du Marineland d'Antibes, spécialement destinées à l'observation des Cétacés (août 1973) biaisent les résultats, et ont été distinguées des autres observations, réalisées au hasard (grisé).

B - Répartition par dates des importances des troupeaux observés, exprimées au moyen de la cotation d'abondance.

La méthode permet ainsi de prendre en compte des ensembles d'observations à première vue disparates, mais correspondant en fait à un pré-classement empirique d'abondance. L'ambiguïté sur la classe à choisir ne s'est produite que dans 4 cas sur 41, et seulement entre les classes 2 et 3 (d'où adoption de la cote 2,5). Il semble donc que les observations "quantitatives"

de Cétacés à la mer se fondent sur un classement naturel conforme à la cotation proposée.

Cette méthode d'observation rapide, apte à fournir des données nombreuses dans un intervalle de temps limité, n'ôte pas leur intérêt à des études statistiques plus précises lorsqu'elles s'avèrent praticables. Elle doit être utilisée en pleine connaissance de son caractère d'approche, et il serait malhonnête de réaliser sans le déclarer, à partir des résultats obtenus, des traitements pouvant laisser entendre qu'il s'agit de résultats précis.

Toutefois, comme nous l'avons indiqué, l'application de la méthode au plancton, y compris l'application de traitements numériques élaborés, montre que les comptages précis n'ajoutent que la description d'un bruit de fond. Cela nous a conduits à penser que de nombreux travaux de planctologie effectués à partir de résultats déterminés trop précisément pour ce qu'on peut en tirer, impliquent un gaspillage d'effort. Un des aspects positifs de notre point de vue, est qu'un travail qualifié selon les normes classiques de "peu consciencieux" (comptages non rigoureux), a des chances d'aboutir à un résultat très voisin de celui d'un travail "scrupuleux". L'intérêt d'une mesure précise, si cette précision n'est pas utilisable, ne réside que dans une satisfaction conventionnelle.

Une question qui nous a été posée est la probabilité de compter plusieurs fois le même animal lors d'un examen rapide. Il n'est évidemment pas possible d'apprécier a priori cette probabilité ; nous pensons cependant qu'elle ne doit pas beaucoup altérer la détermination de la classe d'abondance, qui plus est, nous avons lieu de penser que les estimations rapides de troupeaux ont plutôt tendance à sous-estimer. En effet, on n'aperçoit pas tous les individus en même temps ; certains sont sous l'eau quand d'autres sont visibles. L'une de nous a pu dénombrer exactement un troupeau de *Tursiops* dont tous les individus sortaient en même temps la tête de l'eau pour regarder un hélicoptère qui les survolait : il a pu être constaté que l'effectif dépassait l'estimation faite sur la troupe en déplacement.

En l'absence de tout programme doté de moyens dans ce domaine de la recherche, le Centre d'Etudes des Mammifères Marins du Muséum National d'Histoire Naturelle, situé à la Rochelle (Directeur: Dr. DUGUY) a récemment mis en place un réseau d'observateurs en mer, en l'occurrence les Commandants des bateaux de ligne français de Méditerranée occidentale, qui communiquent désormais régulièrement leurs observations de Cétacés. Des résultats encourageants ont été obtenus après dépouillement des observations de Baleinoptères. Nous suggérons que les observations d'Odontocètes, animaux vivant souvent en groupes ou en troupeaux, soient dépouillées au moyen de la grille constituée par notre cotation d'abondance.

Nous suggérons de plus que les bordereaux d'observations distribués aux observateurs comprennent, pour chaque observation de troupeau, l'indication (à cocher) de l'estimation d'abondance selon cette cotation. Cette estimation nous paraît d'une réalisation facile. Nous pensons en outre qu'en demandant aux observateurs de se conformer aux classes indiquées, nous réduirons le nombre des sous-estimations, qui nous semblent actuellement fréquentes. L'effort nécessaire pour choisir entre la classe "4 à 18" et la classe "18 à 80" éliminera les signalements d' "une vingtaine" ou "une douzaine", beaucoup plus inscrits dans le vocabulaire que dans le mécanisme d'appréciation quantitative.

BIBLIOGRAPHIE

- DEVAUX J. et MILLERIOUX G. (1976° - Possibilités d'utilisation de la cotation d'abondance de Frontier (1969) pour l'analyse multivariable des populations phytoplanctoniques. *C. R. Acad. Sci. Paris, série D*, 283, pp.41-44.

- DEVAUX J. et MILLERIOUX G. (1976 b) - Méthode d'estimation de la biomasse du phytoplancton à partir des nombres de cellules issue d'une cotation d'abondance.
C. R Acad. Sci. Paris, série D, 283, pp.927-930.
- DEVAUX J. et MILLERIOUX G. (1977) - Utilisation d'une cotation d'abondance pour l'étude quantitative des populations phytoplanctoniques.
J. Français Hydrol., sous-*presse*.
- EVANS W.E. (1976) - Distribution and differentiation of stocks of *Delphinus delphis* in the northeastern Pacific.
Scient. Consult. mar. Mammals (Bergen, 1976), FAO, ACMRR/MM/SC 18, 71 p.
- FRONTIER S. (1966) - Zooplancton de la région de Nosy Be. I) Programme des récoltes et techniques d'étude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10.
Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 4 (3), pp.3-37.
- FRONTIER S. (1969) - Sur une méthode d'analyses faunistique rapide du zooplancton.
J. exp. Mar. Biol. Ecol., 3 (1), pp.18-26.
- FRONTIER S. (1973) - Etude statistique de la dispersion du zooplancton.
J. exp. Mar. Biol. Ecol., 12 (3), pp.229-262.
- FRONTIER S. et IBANEZ F. (1974) - Utilisation d'une cotation d'abondance fondée sur une progression géométrique pour l'analyse des composantes principales en écologie planctonique.
J. exp. Mar. Biol. Ecol., 14 (3), pp.217-224.
- MAC KAY D. et MAC CULLOCH W. (1952) - The limiting information capacity of a neuronal link.
Bull. Mathem. Biophys., 14, pp.127-135.

Manuscrit reçu le 05 - 04 - 1977
Accepté le 15 - 09 - 1977.