

1992



TRAVAUX SCIENTIFIQUES



**PARC NATUREL RÉGIONAL
ET
RÉSERVES NATURELLES
DE CORSE**



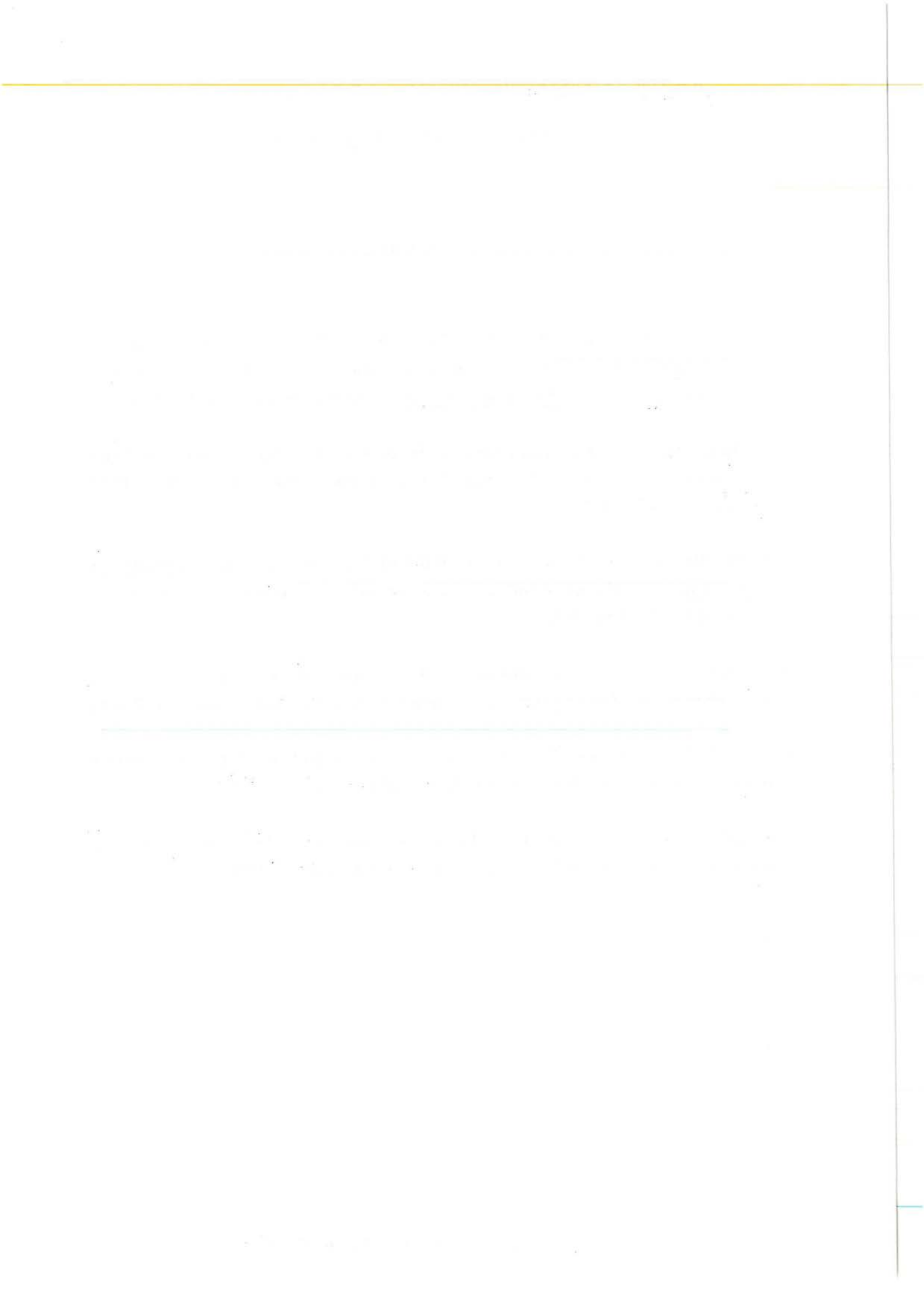
N° 36

TRAVAUX SCIENTIFIQUES DU PARC NATUREL REGIONAL ET
DES RESERVES NATURELLES DE CORSE

S O M M A I R E

-:-:-:-:-:-:-:-

- CARLOTTI (P), BOUDOURESQUE (C.F) et CALMET (D.) : Mémorisation du cadmium et de radioéléments par les rhizomes et les écailles de Posidonia oceanica (Potamogetonaceae) : 1 - 34
- RICHEZ (G) : La navigation de plaisance dans l'anse d'Elbo (Réserve naturelle de Scandola, Corse du Sud) : Etés 1988 et 1989 : 35 - 64.
- FRANCOUR (P), FINELLI (F) et JEGO (P) : Présence de Pseudosimnia carnea (Gastéropode, cypraeoidea) dans la réserve naturelle de Scandola : 65 -72.
- RASPLUS (J.Y) : Inventaire des chalcidiens de la réserve de Scandola (Hyménoptères parasites). Première partie : 73-83
- CASEVITZ - WEULERSSE (J) : La myrmécophage de la réserve naturelle de Scandola (1984-1986-1991) : 85 - 95.
- COCQUEMPOT (C) : contribution à l'étude de l'entomofaune de la réserve naturelle de Scandola (Lepidoptera, coleoptera) : 97 - 108.
- FAGGIO (G) : Note sur les chauves souris de la réserve naturelle de Scandola (Osani, Corse du Sud) : 109-112



MEMORISATION DU CADMIUM ET DE RADIOELEMENTS

PAR LES RHIZOMES ET LES ECAILLES

DE POSIDONIA OCEANICA (POTAMOGETONACEAE)

Par

Pierre CARLOTTI,* Charles François BOUDOURESQUE*,
et Dominique CALMET **

* L.B.M.E.B. : Faculté des sciences de Luminy - case 901 -
13288 Marseille Cédex 9, Fr.

** C.E.A. : Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire,
Station marine de Toulon, B.P. 330 - 83507 La Seyne
sur mer, Fr.

Actuellement International Atomic Energy Agency, Division of
Nuclear Fuel Cycle and Waste Management, Wagramers-
trasse 5, PO BOX 100, 1400 Vienne, Autriche.

Résumé : D'après l'étude lépidochronologique des rhizomes orthotropes vivants de *P. oceanica*, la longueur des tronçons annuels et la valeur des rapports C/N et poids de cendre/poids sec augmentent des tronçons récents vers les tronçons anciens, traduisant un gradient de modification chimique au cours du vieillissement du rhizome. Inversement, il apparaît un gradient de concentration en Cd décroissant des années récentes vers les années anciennes dans les rhizomes et les écailles. Les concentrations en Cd sont supérieures dans les écailles par rapport aux rhizomes. Les activités des radioéléments mesurées dans les rhizomes, les écailles, et les feuilles vivantes témoignent d'un phénomène d'accumulation au niveau du compartiment foliaire de la phanérogame. Les activités mesurées résultent principalement de l'accident de Tchernobyl (26 avril 1986) et du marquage par des radioéléments à période radioactive longue. L'utilisation de *P. oceanica* en tant que bio-indicateur simultanément à l'emploi de la technique lépidochronologique se révèle particulièrement intéressante pour le suivi de l'évolution temporelle des impacts de certaines pollutions en milieu marin côtier.

Cadmium and radionuclides memorization by rhizomes and scales of *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae)

Abstract : Lepidochronological studies of living orthotrope rhizomes of *P. oceanica* reveal that annual segment lengths, C/N ratios and ash weight/dry weight ratios increase moving from newer sections to older sections. This evolution corresponds to a chemical transformation gradient of Cd, which decreases from more recent years to past years in rhizomes and scales. Cd concentrations are more sizeable in scales than in rhizomes. The activity of radionuclides measured in the rhizomes, the scales and the leaves attest to a phenomenon of accumulation in the foliar part of the phanerogame. Radioactivity results from the Chernobyl accident (26 April 1986) and from contamination by radionuclides with a long radioactive period. Since leaves are continuously renewed and because of their rapid accumulation of radionuclides, *P. oceanica* could be a good bio-indicator for the evolution temporal of the effects of certain pollution in coastal marine areas.

1 INTRODUCTION

Les rhizomes (tiges totalement ou partiellement souterraines) de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile (Potamogetonaceae) portent à leur extrémité des bouquets de feuilles ou faisceaux, unités fonctionnelles de la plante. Les feuilles présentent une insertion distique. A leur mort (après 20 à 56 semaines d'existence, OTT, 1980; THELIN et BEDHOMME, 1984), leur limbe se détache tandis que leur pétiole (base engainante) reste fixé sur le rhizome et peut y persister pendant très longtemps (éventuellement des siècles) sous le nom d'écaille.

L'existence de changements cycliques dans l'épaisseur des écailles le long des rhizomes orthotropes (de 100 à 1300 μm , in CROUZET, 1981), et plagiotropes (MOSSE, 1984) est un phénomène général chez *Posidonia oceanica*. L'étude de ces variations cycliques porte le nom de lépidochronologie (BOUDOURESQUE *et al.*, 1984) par analogie avec la dendrochronologie (DOUGLAS, 1936). Un cycle est défini, par convention, comme incluant les écailles situées entre deux minimums d'épaisseur, y compris l'écaille mince la plus jeune. Ces cycles concernent également d'autres paramètres anatomiques, qui correspondent à une année (PERGENT *et al.*, 1983 ; CROUZET *et al.*, 1983 ; MOSSE, 1984) avec un minimum en février ou mars (selon les stations considérées, et leur profondeur) et un maximum en septembre ou octobre (PERGENT *et al.*, 1983).

1.1 Problématique

Grâce à la technique lépidochronologique, il est possible de dater avec précision des tronçons de rhizomes ou des écailles de *P. oceanica*; la question qui se pose est de savoir si ils ont la possibilité de conserver leur composition chimique, en particulier les polluants qu'ils ont incorporé l'année de leur formation, et donc de mémoriser avec fidélité des pollutions anciennes. Si tel était le cas, *P. oceanica* pourrait constituer un indicateur biologique de choix, pour trois raisons principales : cette phanérogame caractéristique de l'étage infralittoral (MOLINIER et PICARD 1952; PERES et PICARD, 1964) a une répartition très vaste en Méditerranée où elle constitue de vastes herbiers jusqu'à une profondeur maximale de 30 à 40 mètres (COLANTONI *et al.*, 1982); elle peut concentrer divers polluants : mercure (AUGIER *et al.*, 1978, 1979, 1984), cuivre, plomb, cadmium (AUGIER *et al.*, 1980 ; VICENTE et CHABERT, 1981 ; CHABERT *et al.*, 1983), lindane et PCB (VICENTE et CHABERT, 1981b ; CHABERT *et al.*, 1984), et divers radioéléments, dont le ^{137}Cs (FLOROU *et al.*, 1975; CALMET *et al.*, 1986). Enfin, ses rhizomes, organes peu putrescibles, se préservent durant de longues périodes (au moins 5000 BP, BOUDOURESQUE *et al.*, 1980).

Le signal émis lors des tirs atmosphériques d'armes nucléaires (423 essais entre 1944 et 1980 dont la plupart avant 1963) est parfaitement connu; il constitue un marqueur pour tous les organismes, y compris ceux habitant le milieu marin. Les débris radioactifs émis dans l'atmosphère sont dispersés dans tout l'hémisphère par l'intermédiaire de vents violents. Les aérosols sont ensuite déposés à sec ou surtout lessivés par les pluies sur les mers et les continents. Ces étapes successives de dispersion des radioéléments font que le signal initialement ponctuel dans le temps et l'espace se trouve allongé (de l'ordre d'une année) et dilué (CALMET *et al.*, 1985).

Si le signal correspondant aux radioéléments (^{137}Cs des tirs d'armes nucléaires mais aussi ^{106}Ru des rejets rhodaniens) est enregistré par les rhizomes de la plante, on peut chercher à l'étalonner par rapport à l'échelle temporelle fournie par la technique lépidochronologique.

L'accident du 26 avril 1986 dans la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine, URSS) à 150 km au Nord de Kiev (le plus grave de tous les accidents connus survenus dans l'industrie nucléaire civile) correspond à une injection remarquable de radioéléments dans l'hémisphère Nord. Le vent de Sud-Est modéré, qui soufflait sur l'Ukraine, a entraîné le panache radioactif sous forme de nuages vers la Pologne, la Finlande et la Suède où une analyse de l'air effectuée le 2 mai montrait que la radioactivité provenait pour 90% d'éléments à vie brève et pour 4% de césium 137. Après avoir survolé l'Europe Centrale, le nuage atteignit la France par sa région méditerranéenne le 29 avril 1986 (LATARJET, 1986). Intervenant en cours de travail, cet accident devait correspondre à une opportunité en fournissant un signal actuel et mieux connu que tout autre.

1.2 Les métaux lourds

Contrairement à de nombreux contaminants, les métaux lourds, terme regroupant tous les métaux et métalloïdes, à l'exception des alcalins, et des alcalino-terreux, sont, à l'état de traces, des constituants normaux de l'environnement marin (BRYAN, 1976). Leur degré de toxicité est largement influencé par la nature de la combinaison chimique dans laquelle ils entrent (CHABERT, 1980).

Plusieurs métaux lourds sont considérés comme essentiels au métabolisme des organismes car ils appartiennent à certaines substances impliquées dans les mécanismes biochimiques : Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Cr, Mo, V, Se, Ni, et Sn (SCHROEDER *et al.*, 1970; O'DELL et CAMPBELL, 1971). De nombreuses expériences ont montré que le processus de régulation (qui permet, à un organisme de lutter contre l'accumulation excessive d'un polluant) concernant un métal lourd se déroule plus favorablement lorsque la pollution est le fait d'un métal essentiel que lorsqu'il s'agit d'un métal non essentiel (AMIARD-TRIQUET et AMIARD, 1980). Ces derniers sont, de plus, considérés comme les plus toxiques pour la faune et la flore aquatique (GOLBERG, 1963; VICENTE et CHABERT, 1978; CHABERT, 1979).

Les concentrations en métaux rencontrées dans le milieu marin sont extrêmement variables, notamment dans le domaine néritique, car largement influencées par la proximité des fleuves, des aires industrielles et urbaines, par les variations de leurs débits (fleuves ou effluents), par les fluctuations des vents et des courants, et par les caractéristiques physico-chimiques du milieu. Ces paramètres, et principalement ceux agissant sur la spéciation chimique, vont gouverner la destinée des métaux dans la mer, par l'intermédiaire des phénomènes de dilution et dispersion ainsi que les processus de précipitation, absorption et adsorption (pour une part très faible). Il faudra également y ajouter les effets de modification par les organismes marins (BRYAN, 1976).

Dans le milieu marin, un métal peut se présenter sous trois formes : en solution vraie ($< 0.001 \mu\text{m}$), sous forme colloïdale ($0.001-0.1 \mu\text{m}$) et sous forme particulaire ($0.1-50 \mu\text{m}$). Un même métal peut se présenter simultanément sous ces 3 formes (CHABERT, 1980). La destinée des métaux, à part celle du Hg, dans l'eau de mer, est très peu connue; ils sont

souvent impliqués dans des processus de chélation par les molécules organiques. Pour un même métal, la forme ionique est souvent la plus toxique vis à vis d'un organisme, car sous cette forme, le métal peut pénétrer à l'intérieur des cellules, alors que les autres formes agissent essentiellement à la surface de l'organisme (CHABERT, 1980).

1.3 Le cas particulier du cadmium

Le cadmium est particulièrement toxique, même à de faibles concentrations, en raison de son action en tant qu'inhibiteur d'enzymes (VALLEE et WACKER, 1970), par son pouvoir synergétique important vis à vis des autres métaux et plus particulièrement du Cu et par inhibition de la précipitation, donc de son piègeage définitif, par les particules, lorsque un effluent organique est mélangé à un rejet industriel contenant du Cd.

Sa demi-vie biologique semble relativement longue : le cadmium n'ayant pas de rôle biologique (c'est un élément non essentiel), il n'est pas régulé chez les organismes (CHABERT, 1980). Son temps de résidence dans les océans est estimé à 10^4 ans (PRESTON, 1974).

On distingue deux sources de cadmium dans le milieu marin :

- des sources et moyens de transfert naturels constitués principalement des apports, par l'intermédiaire du réseau hydrographique contenant les produits de la dissolution chimique et mécanique, par l'eau, des roches, ainsi que ceux du lessivage par les eaux de pluies qui peuvent également entraîner des aérosols atmosphériques;
- et des sources artificielles qui résultent des activités humaines : l'exploitation et l'extraction des minerais sulfureux de Zn, Cu, et Pb; les raffineries de pétrole, des cimenteries, de la métallurgie : association du Cd avec des alliages, de l'industrie chimique (fabrication du S, du charbon actif, de produits photographiques, de plastiques (galvanoplastie) de peintures anti-salissures). Du Cd provient également des fabriques d'engrais phosphatés, d'insecticides, de solvants, de corps gras, de pigments de parfums. Il est surtout employé industriellement, pour le cadmiage, qui protège contre la corrosion certains objets métalliques, en général ferreux, la protection obtenue étant très appréciée en atmosphère marine. L'ensemble de ces activités humaines correspond à 40% de l'apport total de Cd à l'océan (CAUWET et FERNANDEZ, 1982).

Ces sources rejettent le cadmium directement en mer, ou par l'intermédiaire d'effluents directs ou du réseau hydrographique. Il ne faut pas oublier certaines sources de pollution atmosphérique, telles que la lente désagrégation de produits manufacturés contenant du cadmium ou la combustion de certains déchets, une fraction aboutissant dans le milieu liquide. Les fréquentes variations des teneurs en Cd dans l'eau se traduisent néanmoins par des concentrations relativement stables au niveau des sédiments et des organismes.

1.4 Les radioéléments

Les radioéléments rencontrés dans le milieu marin ont une origine naturelle ou artificielle. Les premiers peuvent être des éléments constitutifs de l'écorce terrestre, comme le potassium 40 (91% de la radioactivité de l'eau de mer, PENTREATH, 1979) qui est responsable de la presque totalité de la radioactivité naturelle des organismes marins, ou des produits du rayonnement cosmique, comme le carbone 14. Ceux d'origine artificielle

proviennent globalement, par ordre d'importance décroissant, du traitement des combustibles irradiés, des tirs nucléaires atmosphériques, des rejets des centrales nucléaires et pour une part négligeable, des navires à propulsion par réacteur nucléaire. Dans le cas des tirs d'armes nucléaires dans l'atmosphère, il s'agit d'une contamination qui est diffusée à l'échelle mondiale alors que les autres sources artificielles induisent une contamination locale, autour des installations.

Les radioéléments sont classés en trois familles : (i) les produits de fission obtenus par cassure de certains radioéléments dont le césium 137 (^{137}Cs), les ruthéniums 106 et 103 (^{106}Ru et ^{103}Ru) et l'iode 131 (^{131}I) sont des illustrations, (ii) les produits d'activation provenant du bombardement neutronique d'éléments stables, par exemple l'argent 110 (^{110}Ag) et le césium 137 (^{137}Cs) et enfin (iii) les transuraniens au numéro atomique supérieur à celui de l'uranium (92).

- Les césiums (^{137}Cs et ^{134}Cs)

Le comportement biologique du ^{137}Cs , similaire à celui du potassium, en fait un de ses analogues; cependant il ne semble pas nécessaire à la vie (BRYAN, 1976). En raison de sa période physique ou demie-vie de 29.4 ans (2.2 ans pour ^{134}Cs), il est présent en grande quantité dans les retombées atmosphériques. Son temps de résidence dans les mers de $4 \cdot 10^4$ ans (CALMET, 1986) explique sa dispersion mondiale. La contamination radioactive en Méditerranée Nord-occidentale par le ^{137}Cs est principalement due aux retombées atmosphériques directes à la surface des eaux (CALMET *et al.*, 1985). En effet, les apports par les fleuves à la suite du lessivage des sols par les eaux de pluies ne constituent que 6 à 10% des apports (THEIN *et al.*, 1980) alors que les éventuels apports supplémentaires occasionnés par les rejets industriels en ^{137}Cs dans les eaux du Rhône semblent négligeables. Le césium paraît se comporter comme un élément "pédotrope", qui tend à s'associer à toute phase solide (BITTEL *et al.*, 1977) : le ^{137}Cs existe, en eau douce, notamment sous forme de cations Cs^+ assemblés aux particules par des liaisons de faible énergie; à leur arrivée en mer, ils sont mis en compétition avec les autres cations et, remplacés par ces derniers, ils passent dans la phase soluble. Cependant, le césium inclus dans la structure même de certains minéraux tels que l'illite (où il est présent par substitution au potassium) ne subit pas cette solubilisation et reste présent dans la particule. La forme physico-chimique du césium et sa fixation sur les substrats inertes (GONTIER, 1983) dépendent des valeurs de la salinité et de la charge dans l'eau de mer.

- Les ruthéniums (^{106}Ru et ^{103}Ru) ont des propriétés chimiques proches de celle du fer; ils se présentent sous de multiples valences. Le ^{106}Ru a une période radioactive de 365 jours (40 jours pour le ^{103}Ru); sa présence en Méditerranée Nord-occidentale s'explique surtout par les rejets industriels dans les eaux du Rhône provenant principalement de l'usine de retraitement des combustibles de Marcoule (CALMET *et al.*, 1985).

- L'argent 110 métastable ($^{110\text{m}}\text{Ag}$) est un produit d'activation de période radioactive égale à 252 jours.

- Les cériums ^{141}Ce et ^{144}Ce ont des périodes radioactives respectives égales à 32.5 jours et 285 jours.

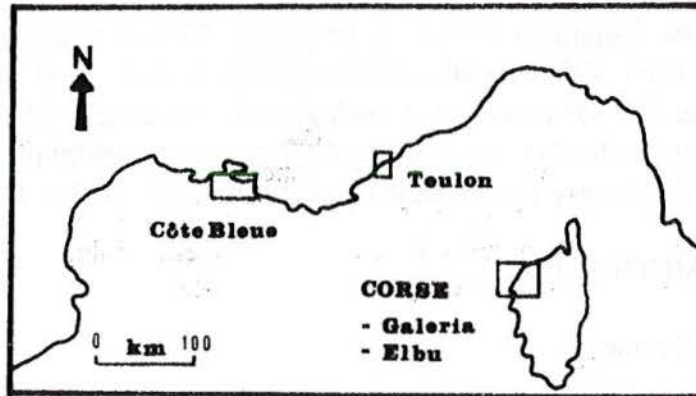


Figure 1 - Zones de prélèvement.

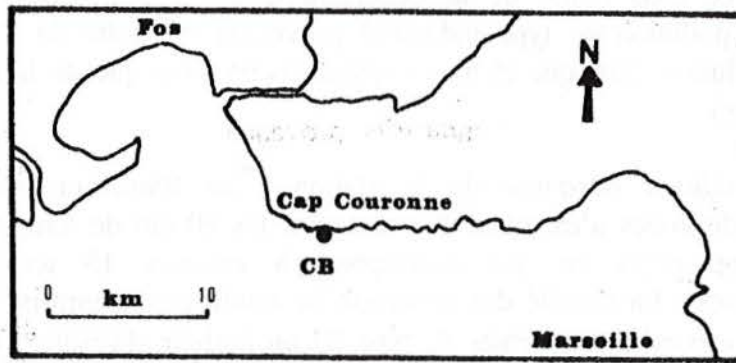


Figure 2 - Emplacement de la station Côte Bleue (CB).

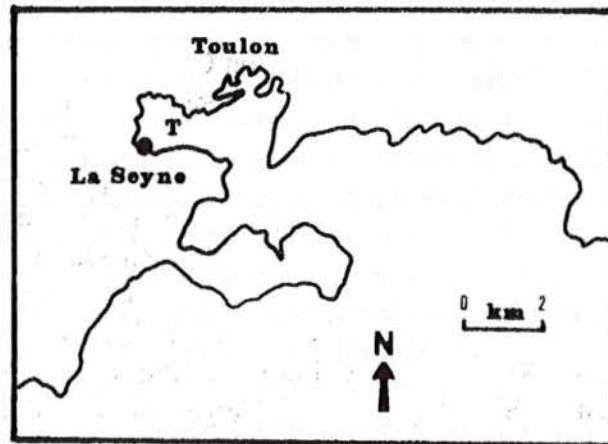
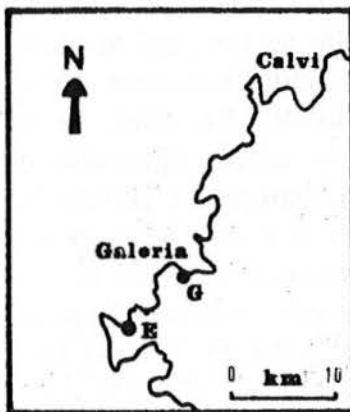


Figure 3 - Emplacement des stations Galeria (G), Elbu (E) et Toulon (T).

- Le manganèse (^{54}Mn) présente une période radioactive de 280 jours.

- Le thorium (^{232}Th), l'uranium (^{238}U), le béryllium (^7Be) et le potassium 40 (^{40}K) sont d'origine naturelle; leurs périodes radioactives respectives sont : $1.41 \cdot 10^{10}$ années; $4.5 \cdot 10^9$ années; 53.6 jours et $1.3 \cdot 10^9$ années. Les analogies du ^{40}K avec le ^{137}Cs lui permettent de servir de témoin, en particulier au sein du compartiment biologique (CALMET *et al.*, 1985). Son temps de résidence moyen dans le milieu marin est de $1.1 \cdot 10^7$ années.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Stations de prélèvement

Des prélèvements de *Posidonia oceanica* ont été effectués à la profondeur de 10 m (+ ou - 1 m) dans quatre stations dont deux exploitées systématiquement : la Côte Bleue (golfe de Marseille) et Galeria (Corse) (Fig. 1).

La première, située dans l'anse de la Beaumaderie sur la Côte Bleue (Fig. 2) reçoit l'influence d'une pollution de type industriel provenant du golfe de Fos-sur-Mer et du fleuve Rhône (pollution chimique et traces radioactives) ainsi que de la rade de Marseille (pollution chimique).

L'herbier de *Posidonia oceanica* de la station Côte Bleue présente des rhizomes essentiellement orthotropes n'excédant que rarement les 10 cm de longueur (au dessus du rhizome plagiotrope-père) ce qui correspond à environ 15 ans d'âge (mesures lépidochronologiques). La densité des faisceaux de feuilles est comprise entre 300 et 400 $\cdot \text{m}^{-2}$, ce qui correspond à un herbier de type III ou herbier clairsemé (GIRAUD, 1977). Les rhizomes orthotropes de l'herbier de la station de Galeria atteignent 40 cm de longueur ce qui correspond à 25 ans d'âge (mesure lépidochronologique). La densité des faisceaux de feuilles est comprise entre 400 et 700 $\cdot \text{m}^{-2}$, indiquant que l'herbier est de type II; dans les deux cas, il s'agit d'un herbier se développant sur substrat meuble et édifiant une matte.

Le choix de la situation de la station Côte Bleue a été dicté par le fait que les herbiers y sont dans un état convenable et présentent, en outre, des rhizomes orthotropes suffisamment longs, ce qui n'est pas le cas des quelques herbiers du Golfe de Fos, qui auraient été a priori plus intéressants à étudier car davantage soumis aux apports rhodaniens. Ce choix a été également réalisé en fonction de la courantologie locale. En effet, le courant géostrophique permanent, orienté d'Est en Ouest, exerce une action négligeable dans le secteur considéré, ce qui n'est pas le cas du contre-courant géostrophique nommé "contre-courant de la Nerthe", orienté d'Ouest en Est qui longe le littoral à une vitesse moyenne de 0.5 noeud. Ainsi, même si l'aire de dilution des eaux du Rhône s'étend, en fonction des conditions météorologiques, plus largement vers l'Ouest que vers l'Est où elle ne dépasse jamais la rade de Marseille (MINAS, 1971), les eaux du golfe de Fos ont une nette tendance à se déplacer vers le cap Couronne et à longer la Côte Bleue (CRISTIANI, 1980) surtout par vents de secteur Ouest ou Nord.

La seconde, située dans la baie de Galeria, en Corse occidentale, devrait être exempte de ces types de perturbations (Fig. 3). La station de Galeria a donc été choisie comme référence aussi bien pour les études de contamination radioactive, dont le signal est uniquement dû

aux retombées consécutives aux tirs d'armes nucléaires dans l'atmosphère et l'accident de Tchernobyl, que pour les études de pollution par le cadmium, car les sources anthropogènes y sont considérées comme très faibles : il n'existe pas de ville de plus de 1200 habitants dans un rayon de 50 km autour de Galeria, ni de cours d'eau permanent, et quasiment aucune industrie capable de rejeter du Cd dans toute la Corse. Cependant, les prélèvements ayant été effectués après l'accident de Tchernobyl, cette station ne pouvait plus constituer le "témoin" souhaité pour les mesures de radioactivité. Pour cette raison, les données ont été comparées à celles de CALMET *et al.*, (1985), collectées antérieurement.

Les deux autres stations (Fig. 3) n'ont été utilisées que pour certaines analyses: celle de la marina d'Elbu, dans la réserve de Scandola (Parc National Régional de la Corse) non loin de Galeria, pour les mesures de Cd; celle de La Seyne, dans la rade de Toulon, pour les mesures de radioactivité uniquement. L'accident de Tchernobyl a conduit à effectuer des prélèvements dans cette zone sensiblement plus marquée par le passage du nuage radioactif que celle de la Côte Bleue.

2.2 Techniques et dates de prélèvement

Les rhizomes de *Posidonia oceanica* ont été prélevés en plongée à l'aide du scaphandre autonome dans une zone d'herbier dense et homogène. Environ 600 rhizomes orthotropes ont été prélevés par station (300 par réplique); ils ont été conditionnés *in situ*, en sachets de polyéthylène (ayant trempé pendant une nuit dans un bain d'acide nitrique à 10% dans le cas des échantillons destinés aux mesures de cadmium (THIBAUD, 1983); ils ont ensuite été rincés, en surface, dans l'eau de mer sur le lieu même de la station de prélèvement et acheminés vivants au laboratoire afin d'être congelés pour être conservés (le matériel destiné aux mesures de C, H, N n'est pas congelé).

Les prélèvements ont été effectués le 22.03.86 sur la Côte Bleue, le 10.05.86 et le 20.07.86 à Galeria, enfin, le 13.06.86 à Toulon; par conséquent, seul le prélèvement effectué sur la Côte Bleue est antérieur à l'accident de Tchernobyl (26.04.86).

2.3 Analyse lépidochronologique

L'étude lépidochronologique porte sur 100 rhizomes par réplique, pris au hasard parmi les 300. Les écailles de chacun d'eux sont enlevées une à une, à partir du bas de celui-ci (partie la plus ancienne) vers le haut, dans leur ordre distique d'insertion. Les variations d'épaisseur des écailles sont appréciées au toucher; chaque fois qu'une écaille d'épaisseur minimale est rencontrée, le rhizome est tranché, perpendiculairement à son axe d'allongement, au niveau de la base de cette écaille.

Ces cycles de variation d'épaisseur des écailles sont annuels (Cf. Introduction); cependant, il s'agit d'"années lépidochronologiques" et non d'années calendaires, celles-ci débutant en février-mars (pour les herbiers superficiels : PERGENT *et al.*, 1983) et ne correspondant pas aux dates de vie des feuilles, mais aux dates de chute.

En fin de manipulation, chaque rhizome se trouve découpé en une série de tronçons annuels auxquels correspondent un certain nombre d'écailles (environ 7 en moyenne). Leur datation s'opère alors en ordre inverse, c'est à dire à partir de l'apex. Le premier cycle, qui n'est

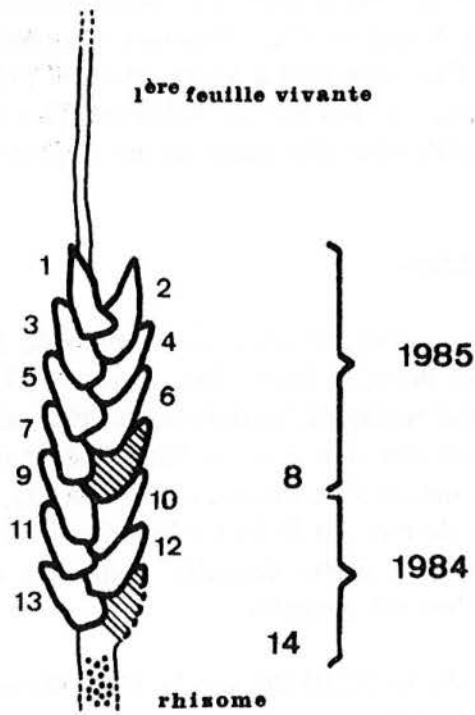


Figure 4 - Ordre d'insertion des écailles le long d'un rhizome orthotope de *Posidonia oceanica*. Dans cet exemple, les écailles n°8 et 14 sont celles qui délimitent respectivement les cycles 1985 et 1984.

pas complet (en ce qui concerne le tronçon de rhizome), puisqu'il a débuté au mois de février-mars 1986, correspond à l'année 1986, le cycle suivant à l'année 1985, etc.; le cycle correspondant à 1986 peut même être absent (Fig. 4). Des lots séparés pour les écailles et les tronçons de rhizomes et pour les différentes années seront ainsi constitués.

2.4 Déshydratation et préconditionnement du matériel

2.4.1 Matériel destiné aux mesures de poids humide/poids sec/poids de cendres

Les mesures de poids humide (PH) sont effectuées sur des échantillons débarrassés de leurs épiphytes, fraîchement traités par la technique lépidochronologique (2 ou 3 rhizomes par réplique) : ceux-ci sont maintenus dans de l'eau de mer synthétique avant d'être successivement égouttés puis pesés. Celles de poids sec (PS) sont réalisées après séchage à poids constant à l'étuve (72 heures à 60°C), les échantillons étant ensuite maintenus en dessiccateur avant les pesées.

La mesure du poids de cendres totales (PC) est réalisée à partir d'échantillons secs (environ 1 g) calcinés dans un four à moufle à la température de 450°C durant approximativement 4 heures. L'incinération doit être faite à la température la plus basse possible : dans ces conditions, l'erreur due à la présence d'eau liée et de minéraux volatils est de l'ordre de 1 à 2% (AUGIER et SANTIMOINE, 1979). Au delà de 600°C des pertes minérales importantes peuvent être observées pour le matériel algal (CLENDENNING, 1962) notamment en ce qui concerne le CaCO_3 .

2.4.2 Matériel destiné aux mesures de radioactivité

Les posidonies, une fois décongelées, sont lavées dans l'eau de mer synthétique et sont débarrassées de leurs épiphytes et du sédiment. Une fois l'analyse lépidochronologique accomplie, les rhizomes et les écailles sont séparés puis groupés par lots correspondant à cinq ans pour encadrer le signal que constituent les tirs atmosphériques d'armes nucléaires dans l'hémisphère Nord (Cf. § Introduction) tout en réalisant une économie de temps (150 à 200 g d'écailles ou de rhizomes séchés sont nécessaires par mesure). Dans le même but, seuls 100 rhizomes (sur les 300) font l'objet d'une étude lépidochronologique telle que nous l'avons définie au § 2.3, les 200 autres étant traités plus rapidement en les tranchant directement aux longueurs moyennes, calculées à partir des 100 rhizomes étudiés et correspondant à des segments quinquennaux.

Les feuilles sont réparties en deux lots en fonction de leur maturité : les feuilles adultes, qui possèdent une base ou pétiole, et les feuilles intermédiaires qui n'en possèdent pas (GIRAUD, 1977). Elles sont essorées puis deshydratées à poids constant en étuve (à 60°C pendant 72 heures) avant d'être réduites en poudre au broyeur à billes afin d'obtenir des échantillons homogènes et calibrés pour les mesures radiométriques. La mise en géométries (récipient en matière plastique) constitue la dernière étape; celles-ci sont étalonnées et présentent un volume utile de 350 ml (ou moins si le matériel fait défaut) dans lequel l'échantillon en poudre se trouve compacté.

2.4.3 Matériel destiné aux mesures de cadmium

Dans ce cas, toutes les étapes de préparation du matériel biologique (3 à 5 rhizomes par réplique) doivent être traitées avec des précautions particulières afin d'éviter toute contamination. Tous les récipients utilisés sont en polyéthylène, ils sont lavés au savon de Marseille, puis à l'acide nitrique dilué à 10% et enfin rincés à l'eau distillée (THIBAUD, 1983). Afin d'éviter toute contamination, les rhizomes sont découpés à l'aide d'un outil dont le tranchant est assuré par un éclat de quartz quasiment pur, monté dans un porte-lame. La lépidochronologie est également traitée plus en détail pour les 5 dernières années (au lieu de les grouper en un seul lot), ce qui est possible en raison des faibles quantités de matériel nécessaires pour chaque mesure (1 à 3 g de tissu sec).

Le nettoyage et le lavage des écailles et des tronçons de rhizomes est effectué à l'eau douce, il est suivi d'un trempage dans un bain d'eau douce, puis dans un bain d'eau distillée afin d'éliminer au maximum les effets de matrice dus au NaCl responsable d'absorptions non spécifiques. Les échantillons sont ensuite séchés à poids constant à l'étuve (à 60°C pendant 72 heures) dans des coupelles en porcelaine, il est nécessaire d'utiliser une étuve sans ventilation afin que l'air y soit le plus possible exempt de traces métalliques. Dans l'attente des opérations ultérieures de minéralisation, écailles et tronçons de rhizomes sont conservés dans des flacons en polyéthylène.

2.4.4 Matériel destiné aux mesures de C, H, N

Les opérations de lavage sont également très soignées, les deux dernières s'effectuant dans de l'eau distillée, puis un essuyage très minutieux est opéré afin d'éliminer toute particule adsorbée à la surface du matériel biologique, ceci afin de valider le mieux qu'il se peut la pesée, dont la précision est de l'ordre du microgramme.

Des microéchantillons sont découpés dans le matériel frais (un rhizome par réplique suffit) dans le but d'obtenir des fractions suffisamment courtes (elles doivent tenir dans la nacelle porte-échantillon qui mesure environ 8 mm de long) et légères (afin de ne pas saturer l'appareil, celles-ci ne doivent pas excéder 9 mg). Plusieurs fractions sont préparées de manière identique, c'est à dire découpées toujours au même niveau du tronçon du rhizome ou de la troisième écaille de chaque cycle (choisie arbitrairement), puis celui destiné à la mesure est tiré au hasard. La conservation des échantillons en dessiccateur est réalisée dans des pilluliers en verre (préférables à des récipients en plastique).

2.5 Mesures des radioéléments en spectrométrie gamma

Le dosage des radioéléments émetteurs gamma est réalisé par spectrométrie gamma directe sur des échantillons séchés et conditionnés en poudre. Le détecteur utilisé est un semi-conducteur GeLi de résolution élevée allant de 2.00 KeV à 1.33 MeV pour une efficacité de 40%. Le temps de comptage généralement utilisé est de 8 heures, chaque spectre est ensuite exploité par un programme permettant :

- l'étalonnage en énergie,
- la recherche automatique des pics,
- le marquage manuel des pics oubliés lors de la recherche systématique,
- la décomposition des doublés (pics très rapprochés),

- la soustraction du bruit de fond,
- l'identification des radioéléments,
- le calcul de l'activité de chaque radioélément en tenant compte du rendement du détecteur pour chaque géométrie de comptage, du pourcentage d'émission et de la décroissance radioactive,
- l'estimation de l'erreur relative (E%) afin de classer les résultats par groupe d'erreur (A si $E\% < 5\%$, B si $E\% < 10\%$, C si $E\% < 15\%$, D si $E\% < 50\%$ et P si $E\% > 50\%$).

L'étalonnage du détecteur est réalisé à partir des mesures de sources étalons qui permettent de tracer une courbe de rendement (*in* CALMET, 1986). Toutes les mesures de radioéléments sont exprimées en Béquerels par kilogramme de matière sèche ($Bq \cdot kg^{-1}$ PS) et corrigées en fonction de la date correspondant au prélèvement.

2.6 Mesure de cadmium en spectrophotométrie d'absorption atomique

La spectrophotométrie d'absorption atomique est actuellement la technique la plus utilisée pour les analyses de matière vivante. Elle satisfait aux trois critères nécessaires à l'étude du cadmium : spécificité, sensibilité et reproductibilité (CAUWET et FERNANDEZ, 1982).

Les échantillons de *P. oceanica* sont formés par une matrice non négligeable (eau de mer, sédiment) créant des interférences multiples; c'est pourquoi la méthode se doit d'être spécifique. La sensibilité est nécessaire afin de détecter le cadmium qui présente souvent, dans l'eau de mer et dans le matériel biologique, des teneurs très faibles.

- Principe et description de la digestion acide

Les échantillons secs sont pesés puis attaqués, par séries de 8, par un mélange d'acide sulfonitrique comme il est indiqué dans le protocole expérimental de THIBAUT (1983), en tenant compte des précautions particulières qui doivent être prises pour le cadmium dont certaines formes sont volatiles (réacteurs avec couvercles appelés "bombes").

Les modifications apportées au mode opératoire sont les suivantes :

- augmentation des volumes d'acide nitrique et sulfurique utilisés qui passent respectivement de 20 à 30 ml et de 3 à 5 ml, afin que la digestion soit complète pour des échantillons pouvant excéder 2 g de poids sec,
- présentation des échantillons sous forme séchée et non lyophilisée,
- utilisation d'eau distillée et non bidistillée,
- adjonction d'une étape de filtration sur filtre cellulose millipore de porosité $0.3 \mu m$, afin d'éliminer ainsi les particules sédimentaires éventuellement persistantes avant la mise en fiole. Le but de cette attaque totale est la mise en solution de la totalité de l'échantillon.

- Dosages par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme

Cette méthode de dosage d'éléments chimiques consiste à les porter à leur état atomique sur le trajet même d'un rayon lumineux, et à effectuer simultanément une mesure de l'absorption de la lumière à une longueur d'onde spécifique des atomes formés. La proportionnalité entre l'absorbance et la concentration permet de calculer les teneurs dans les échantillons.

L'appareil utilisé (SAFAS modèle 1900) comprend 4 parties :

- une source d'émission monochromatique constituée par une lampe à cathode creuse,
- un système d'atomisation et de vaporisation représenté par une flamme air/acétylène produisant 2200°C,
- un monochromateur permettant de sélectionner la longueur d'onde nécessaire à la mesure (228.8 nm),
- un détecteur dont la sensibilité est de 0.02 ppm pour les mesures de Cd.

Une courbe étalon est faite à partir de solutions étalons de cadmium. Utilisée dans sa partie droite, elle permet de faire correspondre aux absorbances mesurées par l'appareil, les concentrations de nos échantillons qui leurs sont proportionnelles. La valeur du témoin, échantillon dépourvu de matière organique ayant subi l'ensemble du protocole expérimental de minéralisation pré-cité, ramenée au poids sec de chaque échantillon, correspond aux concentrations des solutions en microgrammes par gramme de poids sec (ppm).

- Mesures de C, H, N

L'appareil utilisé (PERKIN ELMER modèle 240) est étalonné au glycolle : il est constitué principalement de 2 parties : la première sert à brûler la matière organique à environ 900°C alors que la seconde dose, par l'intermédiaire de 3 catharomètres, le carbone, l'hydrogène et l'azote dans le CO₂, l'H₂O et l'N₂ résultant du traitement du mélange des produits de combustion et véhiculés par un flux d'hélium (KERAMBRUN et SZEKIELDA, 1969).

3. RESULTATS

3.1 CROISSANCE DE *POSIDONIA OCEANICA*

Le nombre de feuilles et la vitesse de croissance sont évalués par la technique lépidochronologique. La vitesse de croissance varie d'un faisceau à l'autre (PERGENT *et al.*, 1983); pour cette raison, 200 rhizomes orthotropes ont été traités par station, répartis en deux répliques. On constate que la longueur annuelle moyenne augmente des tronçons récents (1986) vers les tronçons plus anciens dans les deux stations; c'est particulièrement net en regroupant les segments annuels par lots de 5 ans (Tabl. I).

Tableau I - Longueur des segments de rhizomes associés à des périodes de 5 ans pour la station Côte Bleue (deux répliques : CB1 et CB2) et Galeria (deux répliques : G3 et G4).

Périodes	Longueur moyenne (mm)			
	CB1	CB2	G3	G4
1982-1986	19.2	28.6	45.8	38.0
1977-1981	29.9	35.6	88.3	75.4
1972-1976	38.1	38.7	89.9	71.8
1967-1971	39.6		103.3	87.7
1962-1966			103.8	102.3

La croissance des rhizomes orthotropes est également différente d'une station à l'autre et d'une réplique à l'autre. A Galeria (station G3 et G4), il semble que la plante réagit à un taux de sédimentation important alors qu'à la Beaumaderie (station CB) ce n'est pas le cas : une sédimentation insuffisante (provoquant un début de déchaussement des rhizomes) n'est probablement pas la seule explication.

Le nombre d'écailles par cycle annuel (7 à 8 en moyenne) ne varie pas comme le fait la longueur des tronçons annuels de rhizomes; ce paramètre apparaît assez constant dans le temps comme dans l'espace (peu de variation entre les répliques et entre les stations).

3.2 POIDS DES TRONCONS DE RHIZOMES ET DES ECAILLES

En ce qui concerne les rhizomes, le rapport PC/PS augmente régulièrement depuis les années récentes jusqu'aux anciennes, pour les deux stations, ce qui n'est pas le cas du rapport PS/PH (Tabl. II). Cette évolution semble indiquer la perte d'une partie de la matière organique, dans les parties anciennes des rhizomes et inversement, le maintien sur place des composants minéraux.

Tableau II - Rapports PS/PH et PC/PS (PS=poids sec; PH=poids humide; PC= poids de cendres) pour les tronçons de rhizomes de la station Côte Bleue (deux répliques : CB1 et CB2) et la station Galeria (deux répliques : G3 et G4); les mesures correspondent à 1,2 ou 5 années selon le cas.

Périodes	PS/PH (%)		PC/PS (%)		PS/PH (%)		PC/PS (%)	
	CB1	CB2	CB1	CB2	G3	G4	G3	G4
1986	14.20	13.40	6.03	5.85	12.41	13.49	4.99	5.22
1985	16.20	18.75	6.83	6.22	21.20	16.33	5.49	5.65
1984	20.76	22.26	6.88	6.73	22.12	15.81	6.38	5.26
1982-1983	18.34	20.14	7.95	6.87	23.29	16.90	6.41	5.58
1977-1981	21.11	21.98	8.11	6.41	22.29	16.06	6.88	6.85
1972-1976	21.02	21.74	8.40	8.03	19.93	14.55	6.82	7.67
1967-1971					19.48	16.49	7.47	7.64

Selon les critères de FRANCOUR (1985), un gradient de couleur et de texture existe le long du rhizome vivant : celui-ci est saumon, charnu et ferme, à la cassure, près de l'apex et devient progressivement rose terne et fibreux, puis gris-rose, dans les parties les plus anciennes mais encore vivantes. Cela signifie qu'une partie des tissus dégénère, n'est plus fonctionnelle ou meurt. Ce phénomène pourrait expliquer les modifications biochimiques mises en évidence par la variation du rapport PC/PS.

Les rapports PS/PH et PC/PS, pour les écailles de rhizomes, n'évoluent pas de façon régulière dans le temps (Tabl. III); en effet, les écailles de *P. oceanica* sont des organes déconnectés du système de circulation de la plante et qui ne fonctionnent plus.

Tableau III - Rapports PS/PH et PC/PS (PS=poids sec; PH=poids humide; PC=poids de cendres) pour les écaïlles de la station Côte Bleue (deux répliques : CB1 et CB2) et la station Galeria (deux répliques : G3, G4); les mesures correspondent à 1,2 ou 5 années selon le cas.

Périodes	PS/PH (%)		PC/PS (%)		PS/PH (%)		PC/PS (%)	
	CB1	CB2	CB1	CB2	G3	G4	G3	G4
1986	9.97	8.06	6.80	7.63	9.06	10.77	7.86	11.44
1985	7.88	8.24	6.44	6.34	10.07	9.93	8.39	9.37
1984	10.04	8.83	6.27	5.72	10.43	10.72	7.03	8.93
1982-1983	10.31	9.70	7.05	6.12	11.49	9.04	6.19	8.66
1977-1981	9.63	8.95	7.53	7.30	9.79	9.68	4.77	5.70
1972-1976	9.61	10.81	7.36	7.88	10.66	10.71	5.19	5.78
1967-1971					11.00	11.57	7.04	7.41

3.3 RAPPORT C/N

Les résultats présentés sont des moyennes de plusieurs répliques (deux pour la station Galeria et exceptionnellement, cinq pour la station Côte Bleue).

Les rhizomes présentent des teneurs en azote qui diminuent significativement en fonction de leur âge quelle que soit la station considérée. Comme les teneurs en carbone et en hydrogène ne varient pas significativement, le rapport C/N va sensiblement augmenter des tronçons récents aux tronçons anciens, que ce soit sur la Côte Bleue ou en Corse (Tableaux IV et V).

Tableau IV - Teneur en N, C, H, (pourcentage du poids de matière sèche) et rapport C/N des fragments de rhizomes, en fonction de leur âge pour la station Côte Bleue. Entre parenthèses : déviation standard ; n = nombre d'analyses.

Année	n	N	C	H	C/N
1986	5	3.63 (1.48)	37.11 (1.85)	5.63 (0.18)	11.70 (4.50)
1985	5	3.49 (1.79)	34.08 (8.87)	5.41 (1.34)	10.81 (3.59)
1984	5	3.03 (0.89)	36.91 (1.09)	6.09 (0.21)	13.10 (3.18)
1982	5	1.89 (0.99)	38.67 (1.24)	6.03 (0.54)	26.01 (13.71)
1977	5	0.94 (0.55)	38.90 (2.01)	5.95 (0.48)	54.52 (11.65)
1972	5	0.83 (0.13)	38.73 (0.64)	5.83 (0.40)	47.77 (7.19)

Tableau V - Teneur en N, C, H, (pourcentage du poids de matière sèche) et rapport C/N des fragments de rhizomes, en fonction de leur âge pour la station Galeria. Entre parenthèses : déviation standard ; n = nombre d'analyses.

Année	n	N	C	H	C/N
1986	2	1.78 (0.13)	27.37 (2.64)	2.93 (0.45)	15.37 (0.39)
1985	2	1.66 (0.32)	28.63 (2.54)	3.58 (0.62)	17.77 (4.95)
1984	2	1.60 (1.00)	27.46 (4.22)	3.08 (0.70)	20.34 (10.12)
1982	2	3.93 (0.61)	24.26 (1.58)	3.01 (0.62)	32.47 (9.52)
1977	2	0.63 (0.11)	25.32 (1.28)	3.21 (0.11)	41.27 (9.05)
1971	2	0.66 (0.08)	25.50 (0.27)	3.28 (0.16)	39.23 (5.08)
1966	2	0.42 (0.21)	23.72 (3.84)	2.54 (1.37)	62.07 (12.22)
1961	2	0.42 (0.07)	22.59 (3.95)	2.74 (1.10)	53.75 (0.36)

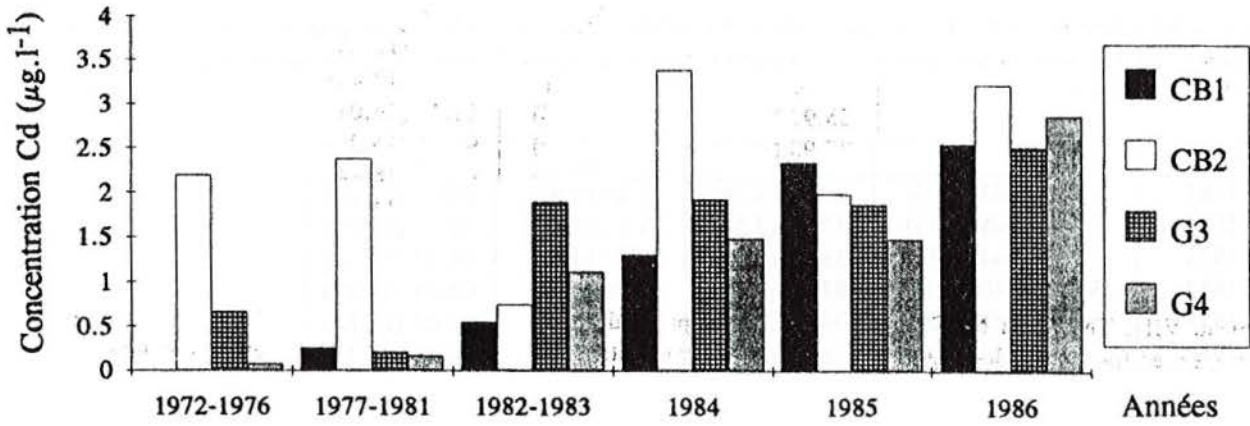


Figure 5 : Concentrations en Cd (en $\mu\text{g.g}^{-1}$ de matière sèche) dans les tronçons de rhizomes en fonction de leur âge. CB1 et CB2 : deux répliques station Côte Bleue; G3 et G4 : deux répliques station Galeria.

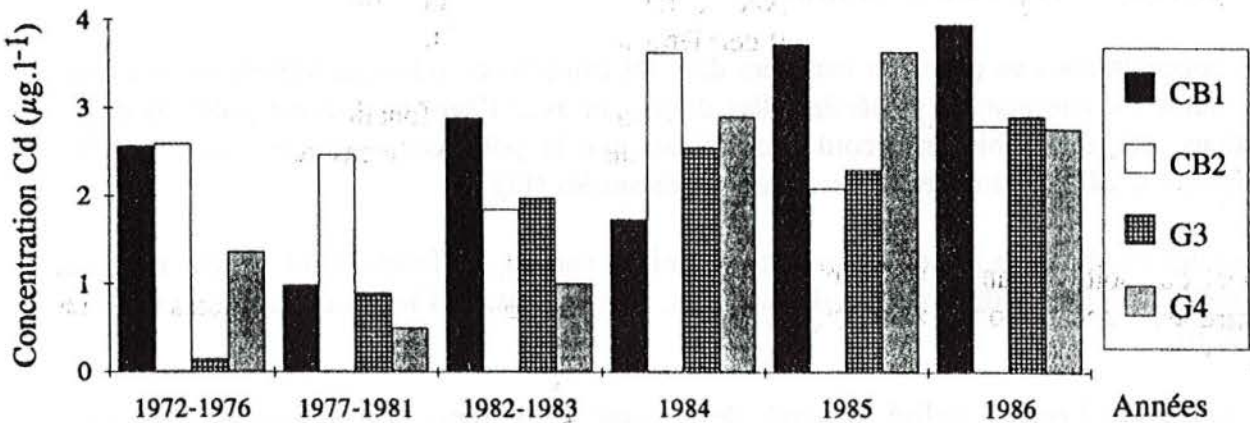


Figure 6 : Concentrations en Cd (en $\mu\text{g.g}^{-1}$ de matière sèche) dans les écailles de rhizomes en fonction de leur âge. CB1 et CB2 : deux répliques station Côte Bleue; G3 et G4 : deux répliques station Galeria.

Pour les deux stations, les écailles de rhizomes semblent, au contraire peu affectées par des variations de teneurs en C, H, N en fonction du temps. Les légères modifications du taux d'azote qui se répercutent sur le rapport C/N ne présentent pas de tendance (Tabl. VI et VII).

Tableau VI - Teneur en N, C, H (pourcentage du poids de matière sèche) et rapport C/N des écailles de rhizomes, en fonction de leur âge pour la station Côte Bleue. Entre parenthèses : déviation standard ; n = nombre d'analyses.

Année	n	N	C	H	C/N
1985	5	0.42 (0.06)	37.13 (5.78)	5.46 (0.47)	87.23 (12.26)
1984	5	0.45 (0.15)	32.50 (2.58)	5.51 (0.22)	78.25 (12.48)
1983	5	0.44 (0.11)	35.97 (3.60)	5.72 (0.48)	84.37 (16.01)
1982	5	0.40 (0.06)	37.93 (1.93)	6.09 (0.39)	97.54 (15.99)
1977	5	0.42 (0.09)	38.07 (2.29)	5.77 (0.59)	92.41 (16.84)
1972	5	0.44 (0.07)	38.81 (4.70)	5.97 (0.61)	88.65 (14.13)

Tableau VII : Teneur en N, C, H (pourcentage du poids de matière sèche) et rapport C/N des écailles de rhizomes, en fonction de leur âge pour la station Galeria. Entre parenthèses : déviation standard ; n = nombre d'analyses.

Année	n	N	C	H	C/N
1985	2	0.20 (0.03)	17.71 (3.24)	2.15 (0.03)	90.60 (17.00)
1984	2	0.40 (0.34)	21.78 (5.52)	2.75 (0.99)	75.94 (10.64)
1983	2	0.32 (0.24)	21.68 (6.65)	2.59 (0.91)	83.52 (11.97)
1982	2	0.35 (0.00)	23.18 (1.16)	1.91 (0.16)	66.23 (3.31)
1977	2	0.44 (0.25)	25.19 (4.65)	3.02 (0.86)	65.09 (17.08)
1971	2	0.47 (0.07)	25.59 (0.48)	3.34 (0.28)	57.50 (9.37)
1966	2	0.35 (0.02)	26.16 (1.39)	3.31 (0.17)	76.32 (0.02)
1961	2	0.32 (0.09)	24.31 (2.03)	2.96 (0.36)	79.61 (16.79)

3.4 LOCALISATION DU CADMIUM

Les concentrations en cadmium mesurées dans les tronçons de rhizomes varient en fonction du temps : d'une manière générale, elles diminuent avec l'âge du rhizome pour les deux stations, ce qui semble en accord avec le fait que la pollution du milieu marin par le cadmium n'a fait qu'augmenter ces 20 dernières années (Fig. 5).

Dans les écailles, les concentrations en cadmium varient en fonction du temps, dans le même sens que celui des tronçons de rhizomes, uniquement dans le cas de la station Galeria (Fig. 6).

Quel que soit l'organe utilisé (tronçons de rhizome ou écailles), les différences observées entre les concentrations de Cd des deux stations (Côte Bleue et Galeria) sont faibles pour les années récentes, ce qui peut paraître étonnant (Cf. § 1.3).

Les concentrations en cadmium des échantillons de la station d'Elbu (Corse) sont en revanche très inférieures à celles de la Côte Bleue; cette station constitue donc le véritable point de référence de notre étude pour les mesures de Cd (Tabl. VIII).

Tableau VIII : Concentrations en Cd (en $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de matière sèche) dans les tronçons de rhizomes et les écailles correspondantes de la station Elbu (Corse) en fonction de leur âge. LD = sous la limite de détection.

Périodes	Rhizomes	Ecailles
1986	LD	1.87
1985	LD	1.21
1984	LD	1.04
1982-1983	0.93	1.36
1977-1981	0.27	LD
1972-1976	0.35	1.19
1967-1971	LD	0.98
1962-1966	0.34	0.15

3.5 LOCALISATION DES RADIOELEMENTS

Plus de 90% des mesures de radioactivité sont inférieures à la limite de détection (Tabl. IX à XIV).

Certains radioéléments ne sont présents, dans les organes de *P. oceanica* qu'à titre exceptionnel; il s'agit de ^{144}Ce , ^{141}Ce , ^{106}Ru , ^{54}Mn , ^7Be et ^{238}U .

D'une manière globale, c'est à dire sans tenir compte de l'importance des différents radioéléments, de l'âge du matériel biologique, et de la décroissance exponentielle de l'activité d'un radioélément au cours du temps ($N = N_0 \cdot e^{-t}$), la part totale des radioéléments artificiels présents dans le matériel biologique par rapport à celle des radioéléments naturels (^7Be , ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th) passe de 0.25% dans les échantillons antérieurs à l'accident de Tchernobyl (Tabl. IX et X), à 7.5% dans ceux qui leur sont postérieurs (Tabl. XI à XIV).

Tableau IX : Teneurs ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ poids sec) en différents radioéléments des tronçons de rhizomes et des écailles de la station Côte Bleue : CB1. LD = inférieur à la limite de détection pour un temps de comptage de 1200 minutes (prélèvement du 22.03.86).

Périodes	^{144}Ce + Pr	^{141}Ce	^{103}Ru	^{106}Ru + Rh	^{137}Cs	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	^{134}Cs	^{54}Mn	^{131}I	^7Be	^{40}K	^{238}U	^{232}Th
Rhizomes													
1982-86	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	222	LD	LD
1977-81	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	213	LD	LD
1972-76	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	174	LD	LD
Ecailles													
1981-85	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	79	LD	LD
1976-80	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	100	LD	LD
1971-75	LD	LD	LD	LD	1.30	LD	LD	LD	LD	LD	85	LD	LD

Tableau X : Teneurs (Bq.kg⁻¹ poids sec) en différents radioéléments des tronçons de rhizomes et des écailles de la station Côte Bleue : CB2 (prélèvement du 22.03.86).

Périodes	¹⁴⁴ Ce + Pr	¹⁴¹ Ce	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru + Rh	¹³⁷ Cs	^{110m} Ag	¹³⁴ Cs	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	⁷ Be	⁴⁰ K	²³⁸ U	²³² Th
Rhizomes													
1982-86	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	235	LD	LD
1977-81	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	240	LD	LD
1972-76	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	191	LD	LD
Écailles													
1981-85	LD	LD	LD	LD	3.00	LD	LD	LD	LD	LD	150	LD	5.18
1976-80	LD	LD	LD	LD	1.70	LD	LD	LD	LD	LD	114	LD	LD
1971-75	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	76	LD	LD

Tableau XI : Teneurs (Bq.kg⁻¹ poids sec) en différents radioéléments des tronçons de rhizomes et des écailles de la station Galeria : G3 (prélèvement du 10.05.86).

Périodes	¹⁴⁴ Ce + Pr	¹⁴¹ Ce	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru + Rh	¹³⁷ Cs	^{110m} Ag	¹³⁴ Cs	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	⁷ Be	⁴⁰ K	²³⁸ U	²³² Th
Rhizomes													
1982-86	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	397	LD	LD
1977-81	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	462	LD	LD
1972-76	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	503	LD	LD
1967-71	LD	LD	LD	LD	LD	3.89	LD	LD	LD	LD	558	LD	LD
Écailles													
1981-85	LD	LD	58.90	LD	LD	5.00	2.44	LD	LD	46.90	288	LD	16.70
1976-80	LD	LD	24.80	LD	LD	LD	2.11	LD	LD	LD	220	LD	14.20
1971-75	LD	LD	18.50	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	271	LD	20.00
1966-70	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	317	LD	18.30

Tableau XII : Teneurs (Bq.kg⁻¹ poids sec) en différents radioéléments des tronçons de rhizomes et des écailles de la station Galeria : G4 (prélèvement du 10.05.86).

Périodes	¹⁴⁴ Ce + Pr	¹⁴¹ Ce	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru + Rh	¹³⁷ Cs s	^{110m} Ag	¹³⁴ Cs	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	⁷ Be	⁴⁰ K	²³⁸ U	²³² Th
Rhizomes													
1982-86	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	383	LD	LD
1977-81	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	385	LD	6.10
1972-76	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	496	LD	LD
1967-71	LD	LD	LD	LD	LD	3.89	LD	LD	LD	LD	519	LD	LD
1962-66	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	537	LD	LD
Écailles													
1981-85	LD	LD	46.00	LD	8.47	LD	3.74	LD	LD	LD	278	13	11.30
1976-80	LD	LD	17.70	LD	3.29	LD	1.37	LD	LD	41.00	377	LD	20.20
1971-75	LD	LD	11.70	LD	2.44	LD	LD	LD	LD	LD	409	LD	15.50
1966-70	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	432	LD	19.00
1961-65	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	402	0.6	10.80

Tableau XIII - Teneurs (Bq.kg⁻¹ poids sec) en différents radioéléments des tronçons annuels de rhizomes, de leurs racines et des feuilles adultes et intermédiaires (intermed.) de la station Galeria, G4 (prélèvement du 20.07.86).

Périodes	¹⁴⁴ Ce + Pr	¹⁴¹ Ce	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru + Rh	¹³⁷ Cs	^{110m} Ag	¹³⁴ Cs	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	⁷ Be	⁴⁰ K	²³⁸ U	²³² Th
Rhizomes													
1986	LD	LD	LD	LD	LD	23.30	LD	LD	LD	LD	3240	15.60	LD
1985	LD	LD	LD	LD	LD	11.00	LD	LD	LD	LD	739	LD	LD
1984	LD	LD	LD	LD	LD	32.40	LD	LD	LD	LD	763	LD	7.21
Racines													
1986	LD	LD	LD	LD	LD	84.40	LD	LD	LD	LD	863	LD	LD
1985	LD	LD	LD	4.90	LD	8.32	LD	LD	LD	LD	1735	LD	LD
Feuilles adultes intermédi.	LD	LD	73.60	156.60	3.50	27.40	LD	LD	LD	LD	1241	LD	LD
	LD	LD	45.40	LD	LD	52.50	1.30	LD	LD	LD	1338	LD	LD

Tableau XIV - Teneurs (Bq.kg⁻¹ poids sec) en différents radioéléments des tronçons annuels de rhizomes et des feuilles adultes et intermédiaires (intermed.) de la station de Toulon T (prélèvement du 13.06.86).

Périodes	¹⁴⁴ Ce + Pr	¹⁴¹ Ce	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru + Rh	¹³⁷ Cs	^{110m} Ag	¹³⁴ Cs	⁵⁴ M n	¹³¹ I	⁷ Be	⁴⁰ K	²³⁸ U	²³² Th
Rhizomes													
1986	LD	LD	LD	LD	LD	72.20	LD	LD	LD	LD	746	LD	LD
1985	LD	LD	LD	LD	LD	46.60	LD	LD	LD	LD	545	LD	LD
1977-84	LD	LD	30.00	2.70	13.40	1.18	LD	LD	LD	LD	439	LD	LD
Feuilles adultes intermédi.	73.20	LD	148	136	5.00	20.40	1.60	LD	LD	28.20	908	LD	5.70
	38.40	10.40	74.30	80.00	2.10	18.90	1.10	1.20	34.00	LD	581	LD	LD

4. DISCUSSION

Certaines variations des paramètres biologiques ou biochimiques en fonction du temps (croissance annuelle, rapport poids sec/poids de cendres, rapport carbone/azote) affectent les tronçons de rhizomes mais pas leurs écailles. En effet, les rhizomes, dans leur partie étudiée, sont des organes vivants possédant un appareil conducteur très développé et fonctionnel (LIBES *et al.*, 1983) alors que les écailles n'ont plus aucun rôle actif.

Le ralentissement de la croissance verticale des rhizomes orthotropes au fur et à mesure que l'on s'éloigne de leur base peut avoir deux origines : soit le bilan sédimentaire diminue avec le temps, et les rhizomes orthotropes de *P. oceanica*, qui ajustent leur croissance sur celui-ci, vont avoir un ralentissement de leur croissance; soit il s'agit d'un processus endogène : la redistribution des photosynthétats, qui concerne normalement l'ensemble des rhizomes voisins par l'intermédiaire du rhizome plagiotrope-père, ne peut plus s'effectuer correctement lorsque les rhizomes orthotropes deviennent très longs, par suite, en quelque sorte, d'un "étirement des lignes arrières". L'hypothèse d'une origine exogène pour expliquer ce phénomène ne peut être conservée : le bilan sédimentaire n'a pas de raison de diminuer continuellement avec le temps ; celle d'une origine endogène nous paraît plus probable.

- Devenir de la matière organique

La diminution simultanée des rapports PC/PS et C/N des tronçons de rhizomes des années anciennes vers les années récentes, s'explique probablement par une mobilisation ou une perte de matière organique (azote surtout ?), alors que la composition minérale semble rester constante.

Il serait particulièrement intéressant de mesurer les valeurs de PC et de C, H, N des échantillons pour chaque centimètre de longueur de rhizomes. Dans le cas d'une variation de la mesure de PC.cm⁻¹ avec l'âge du tronçon de rhizome, les pertes éventuelles en minéraux pourraient être quantifiées et les cinétiques de transfert le long des rhizomes orthotropes évaluées. Dans le cas contraire, on pourrait confirmer que seul le matériel organique a subi des modifications. En confrontant les résultats des mesures de PC.cm⁻¹ et C, H, N . cm⁻¹, il serait ainsi possible de discuter des transferts dans les rhizomes en termes qualitatifs et quantitatifs.

Les teneurs en carbone sont très différentes entre la station Galeria et celle de la Côte Bleue. Si celles de la station Côte Bleue paraissent en accord avec les valeurs citées par les auteurs (AUGIER et SANTIMOINE, 1979), celles de la station située en Corse semblent assez faibles. Elles sont probablement sous-estimées bien que les prélèvements aient été effectués le 10 mai 1986, c'est à dire environ 45 jours après ceux de la Côte Bleue, et que le taux d'azote diminue chez *P. oceanica* à partir du mois de décembre et jusqu'au début de l'été.

D'après ces résultats, différentes modalités de modification de la matière vivante sont envisageables : transport par les éléments conducteurs de la plante, diffusion entre les cellules et éventuellement pertes par désorption, c'est à dire transfert hors de *P. oceanica*.

- Fixation du cadmium

En ce qui concerne le cadmium, l'évolution de sa teneur dans les écailles comme dans les tronçons de rhizomes est différente selon la station.

Les écailles et les rhizomes de la station de Galeria présentent un gradient de teneur en Cd décroissant des années récentes vers les années anciennes : il semblerait que ces organes puissent mémoriser avec une certaine fidélité l'augmentation progressive des teneurs en Cd relarguées dans le milieu, donc des teneurs de l'eau de mer. Les échantillons de la station Côte Bleue présentent des différences entre les deux répliques (CB1 et CB2), le gradient de concentration en Cd remarqué pour la station corse n'apparaît pas sur la Côte Bleue. Les teneurs y sont globalement plus élevées qu'en Corse (en particulier dans les écailles) mais la différence est moins grande que ce que l'on aurait pu penser compte tenu des nombreuses sources de Cd existant à proximité de la Côte Bleue (Tabl. XV).

Tableau XV : Concentrations en cadmium dans l'eau de mer relevées dans la littérature. AAS : Atomic absorption spectrophotométry, ASV : anodic stripping voltamétry, CR-POL : chelating resin-polarography.

Auteur	Cd ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Station	Profondeur	Analyse
AUBERT <i>et al.</i> , 1976	0.52	port de Fos		
R.N.O. 1976 à 1979	0.20-0.72	golfe de Fos	surface	
R.N.O. 1976 à 1979	0.16-0.38	golfe de Fos	fond	
BENON <i>et al.</i> , 1977	0.51-2.90	golfe de Fos		
BENON <i>et al.</i> , avril 1975	0.50	golfe de Fos	surface	ASV
BENON <i>et al.</i> , nov. 1975	1.02	golfe de Fos	surface	ASV
BENON <i>et al.</i> , nov. 1975	2.80	golfe de Fos	surface	ASV
BENON <i>et al.</i> , nov. 1975	1.60	golfe de Fos	fond	ASV
ARNOUX, mars 1978	0.16	golfe de Fos	surface	
ARNOUX, juin 1978	0.60	golfe de Fos	surface	
ARNOUX, oct. 1978	1.14	golfe de Fos	surface	
AUBERT <i>et al.</i> , 1976	0.80	port de Marseille		
AUBERT <i>et al.</i> , 1976	1.28	port de Carry		
AUBERT <i>et al.</i> , 1976	0.40	canal de Caronte		
AUBERT <i>et al.</i> , 1976	0.30	proximité Galeria		
R.N.O. 1976 à 1979	0.22-0.52	proximité Rhône	surface	
R.N.O. 1976 à 1979	0.14-0.26	proximité Rhône	surface	
AUBERT <i>et al.</i> , 1975	3.37	proximité Rhône		
AUBERT <i>et al.</i> , 1980	0.28	proximité Rhône		
ZVONARIC <i>et al.</i> , 1980	0.004-0.23	mer Adriatique	côte	ASV
ZVONARIC <i>et al.</i> , 1980	0.08-0.54	mer Adriatique	côte	AAS
ZVONARIC <i>et al.</i> , 1980	0.017-0.15	mer Adriatique	large	ASV
ZVONARIC <i>et al.</i> , 1980	0.05-0.21	mer Adriatique	large	AAS
BRANICA <i>et al.</i> , 1980	0.007	mer Adriatique	surface	ASV
BAFFI <i>et al.</i> , 1977	0.02-1.44	Méd. occidentale	surface	AAS
BAFFI <i>et al.</i> , 1977	0.02-0.18	Méd. occidentale	fond	AAS
FUKAI <i>et al.</i> , 1970-75	0.15-0.19	Méd. occidentale	surface	AAS
LAUMOND <i>et al.</i> , 1973	0.008	Méd. occidentale	surface	AAS et ASV
BUTTERWORTH <i>et al.</i> , 1972	2.00	Severn estuary		CR-POL

La pollution des eaux par le cadmium est un phénomène localisé dans l'espace, ce qui pourrait expliquer les faibles concentrations relevées dans l'eau de mer au niveau de la station de l'anse de la Beaumaderie (station Côte Bleue), relativement isolée de sources potentielles ponctuelles (agglomération, port de plaisance). De plus, les prélèvements ont été effectués en dehors de la saison touristique (22.03.86), ce qui pourrait expliquer la relative faiblesse des taux de Cd dans *P. oceanica* au niveau de cette station, compte tenu de la variabilité importante dans le temps et l'espace des teneurs en Cd de l'eau (CRISTIANI, 1980).

Ce sont les rhizomes de la station d'Elbu qui présentent les concentrations minimales en Cd, mais celles-ci ne reflètent pas le gradient dans le temps comme c'est le cas pour les écailles. De plus, un certain nombre de mesures réalisées sur les rhizomes de cette station sont en dessous du seuil de détection. Cela pourrait être dû à la fréquentation de la station par les plaisanciers (relargages de Cd à partir des peintures anti-salissures ou des rejets des moteurs), phénomène ponctuel dans le temps (saison, conditions météorologiques).

Les écailles semblent par contre plus aptes à mémoriser la croissance progressive des teneurs en cadmium dans l'eau de la marine d'Elbu, reflet de l'augmentation de celles des eaux du large dans le bassin Nord-occidental. Etant donné que les rapports C/N et PC/PS varient peu dans les écailles (Tabl. III, VI et VII), on peut penser que celles-ci fixent le métal avec une certaine fidélité, dans l'hypothèse où le Cd se comporterait comme les ions majeurs.

Ce n'est pas le cas des rhizomes dont les rapports C/N et PC/PS évoluent avec le temps (Cf Tabl. II, IV et V). Pour conserver l'hypothèse pré-citée, il faudrait alors, en toute rigueur, appliquer une correction (pour les teneurs de Cd dans les rhizomes) qui tienne compte des éventuels relargages et transferts du métal.

A titre de comparaison, les données des auteurs concernant les concentrations de Cd dans *P. oceanica* ont été reportées dans le tableau XVI. Le cadmium est, actuellement, l'un des métaux toxiques les moins étudiés car son utilisation est très récente (moins de 20 ans); de ce fait, et en raison aussi d'un mode de préparation variable des échantillons, la confrontation des résultats de mesures est souvent délicate (CAUWET et FERNANDEZ, 1982). En effet, le plus souvent, des échantillons distincts ne sont pas constitués pour les feuilles intermédiaires, les feuilles adultes, les racines et les rhizomes; par ailleurs, les rhizomes ne sont pas séparés des écailles qu'ils portent et surtout on n'y distingue pas les différents tronçons d'âge.

Tableau XVI : Données de la littérature sur les concentrations en cadmium dans *P. oceanica* et dans les sédiments, mesurées par AAS (Atomic absorption spectrophotometry). Elles sont exprimées en ppm (rapporté au poids sec); entre parenthèses figurent les teneurs observées dans le sédiment. * = ppm rapporté au poids de matière humide.

Auteur	Matériel	Concentration	Station
VICENTE et CHABERT 1977-78	Phanérogames :	6.03 (1.70)	Rade de Port-Cros
	<i>P. oceanica</i> et	6.40 (1.06)	Anse de Port-Man
	<i>Cymodocea nodosa</i>	6.30 (4.35)	Lagune du Brusac
		6.80 (4.70)	Littoral du Brusac
AUGIER <i>et al.</i> , 1977	<i>P. oceanica</i> :		
	- feuilles	8.60 (0.70)	Port de Porquerolles
	- rhizomes	4.90 (0.70)	Port de Porquerolles
CRISTIANI, 1978-1979	<i>P. oceanica</i>	4.80 à 17.40	Côte Bleue
CHABERT, 1980	<i>P. oceanica</i>	2.20* (1.30)	Port-Cros
GENDRON, 1981	<i>P. oceanica</i>		
	- feuilles	0.50 à 2.38	Baie de Port-Cros
	- rhizomes	0.10 à 0.74	Baie de Port-Cros
CATSIKI <i>et al.</i> , 1985	<i>P. oceanica</i>		
	- racines	1.20 à 2.30	Golfe de Saronikos et Gêras
	- rhizomes	0.80 à 1.50	
	- feuilles interméd.	1.70 à 9.20	
- feuilles adultes	1.10 à 6.20		

Les mesures de contamination disponibles dans la littérature sont également susceptibles d'être biaisées par le dosage d'échantillons constitués à la fois de rhizomes longs (intégrant de longues périodes de temps) et de rhizomes courts (uniquement les années récentes) en proportions inconnues, la longueur de ceux-ci n'étant déterminée que par la facilité avec laquelle ils se laissent arracher lors des prélèvements.

La plupart des résultats antérieurs à 1980 concernant le cadmium dissous sont surestimés, soit par utilisation d'une méthode de mesure inadaptée (pas suffisamment sensible, notamment pour les échantillons d'eau du large), soit par contamination des échantillons, durant le prélèvement surtout.

L'absorption du Cd dissous par la phanérogame peut s'effectuer selon deux modalités : à partir de la colonne d'eau et à partir du sédiment et de l'eau intersticielle.

D'après la littérature, les transferts de nutriments chez les phanérogames marines s'accompagnent d'un transfert des feuilles vers les racines dans un cas, et des racines vers les feuilles dans l'autre, par l'intermédiaire de leurs systèmes vasculaires respectifs. Ce double phénomène existe chez *P. oceanica* (FRESI et SAGGIOMO, 1981) pour l'azote et également chez *Zostera marina* pour l'azote et le phosphore. Il est accompagné d'un relargage dans la colonne d'eau quand ceux-ci ont été prélevés dans le sédiment, et inversement pour un prélèvement à partir de l'eau (BRINKHUIS *et al.*, 1980 ; BRISTOW et WHITCOMBE, 1971 ; MC ROY et BARSDATE, 1970, 1972). Ces relargages n'existent pas chez *P. oceanica* pour l'azote (FRESI et SAGGIOMO, 1981).

La répartition légèrement préférentielle du Cd dans les écailles plutôt que dans les rhizomes de *P. oceanica* pourrait s'expliquer par l'existence d'une absorption supérieure de la part du compartiment feuille par rapport au compartiment rhizome-racine, ce qui est le cas pour *Z. marina* (FARADAY et CHURCHILL, 1979). D'autant que, d'après les mêmes auteurs, il n'y a pas de mise en évidence, chez *Z. marina*, d'un transfert acropète de Cd à partir du compartiment rhizome-racine vers celui des feuilles alors que celui-ci existe pour les nutriments.

Les feuilles de *P. oceanica* représentent le lieu où l'activité métabolique est la plus intense, il paraît donc logique que ce soit ce compartiment qui incorpore davantage le cadmium à partir de l'eau plutôt que les rhizomes, malgré la concentration supérieure du métal dans le compartiment sédimentaire par rapport à l'eau (ANCELLIN *et al.*, 1979; AMIARD-TRIQUET et AMIARD, 1980).

La circulation des solutés pouvant transporter le cadmium est peu connue chez les phanérogames marines. Les transferts par l'intermédiaire du synplasma (continuum cytoplasmique reposant sur la présence de plasmodesmes entre les cellules voisines) ont été mis en évidence; ils correspondent à un transport actif via le système libéro-ligneux et les plasmodesmes des cellules. La diffusion par la voie apoplasmique (par un compartiment extracellulaire, réunissant parois et méats, appelé espace libre) n'a jamais été démontrée chez les phanérogames.

En conséquence, il n'est pas possible pour le moment de connaître la destinée du Cd une fois qu'il a pénétré les cellules du parenchyme assimilateur : il peut y avoir accumulation

vacuolaire importante ou bien au contraire transport rapide, à travers le synplasma, vers le pool commun de la plante. Cette dernière hypothèse pourrait traduire un phénomène de dilution dû à la croissance qui expliquerait en partie le peu de différence entre les résultats de la station Galeria et ceux de la station Côte Bleue. En effet, dans le cas de cette dernière, les prélèvements ont été effectués au début du printemps (23.03.86), c'est-à-dire pendant la phase de croissance rapide des feuilles (durant laquelle l'activité chlorophyllienne est maximale) alors que dans le cas de la station Corse, ils datent de la fin du printemps (10.05.86), ce qui correspond déjà à un ralentissement de l'activité méristématique.

- Concentration en radioéléments et potassium

L'importance du nombre de résultats inférieurs au LD, en particulier ceux de rhizomes (pour lesquels le ^{40}K et le $^{110\text{m}}\text{Ag}$ sont pratiquement les seuls à être détectés) s'explique par le poids sec peu important des échantillons et non par des concentrations extrêmement faibles en radioéléments dans le milieu marin, ou une rétention faible des radioéléments (sauf le ^{40}K) par *P. oceanica*. D'ailleurs, en séparant les résultats en "pré et post-Tchernobyl", on s'aperçoit que les mesures effectuées sur les échantillons prélevés après le 26 avril (échantillons des stations Galeria et Toulon principalement) sont significatives à environ 30%; ce qui indique que *P. oceanica* réagit rapidement à une injection notable de radioéléments dans le milieu marin.

L'activité du ^{40}K est maximale au niveau des feuilles vivantes (102 à 1338 Bq.kg^{-1} ; valeur moyenne: 902 Bq.kg^{-1}) ainsi qu'au niveau des racines. Dans les tronçons de rhizome, l'activité est de 342 à 3240 Bq.kg^{-1} (valeur moyenne: 763 Bq.kg^{-1}) alors que les valeurs les plus faibles sont détectées dans les écailles (79 à 432 Bq.kg^{-1} ; valeur moyenne : 240 Bq.kg^{-1}). Ce gradient nous permet de prévoir que les feuilles vivantes et les racines constituent les sites privilégiés d'absorption du ^{40}K , alors que celui-ci semble être transféré dans les parties jeunes comme dans les parties les plus anciennes des rhizomes. Le sédiment et l'eau interstitielle pourraient constituer un vecteur non négligeable pour le ^{40}K . En ce qui concerne les écailles, les teneurs en ^{40}K sont nettement inférieures à celles observées pour les rhizomes ou les feuilles vivantes, ce qui traduit l'importance du relargage de cet élément par des organes qui ne sont plus fonctionnels donc uniquement parcourus par des transferts passifs.

Le calcul du facteur de concentration F_c , permet de mettre en évidence les capacités de fixation d'un élément par *P. oceanica*. F_c est le rapport de concentration d'un élément dans l'organisme (Bq.kg^{-1} PS) et de la concentration de cet élément dans le milieu (Bq.l^{-1}) (Remarque : le calcul du F_c à partir du poids humide donnerait des valeurs inférieures mais serait plus satisfaisant pour une comparaison de concentration avec le milieu). L'activité moyenne du ^{40}K dans l'eau de mer est de 12.25 Bq.l^{-1} (PENTREATH, 1979), les valeurs du F_c sont donc respectivement, pour les écailles, les rhizomes et les feuilles : $F_c=20$, $F_c=46$, $F_c=74$ Bq.l^{-1} .

Le potassium est un élément essentiel : il est régulé par les organismes (ainsi que le ^{40}K , qu'ils ne discernent pas de son homologue naturel), sa prédominance au niveau des sites d'absorption des nutriments (feuilles, racines) pourrait être expliquée par le rôle important qu'il joue dans les transports actifs d'ions, au sein des membranes.

- Radioéléments rares

Le béryllium 7 et l'iode 131, du fait de leurs périodes physiques très courtes (respectivement 53.6 d et 8.05 d) ne se retrouvent qu'épisodiquement dans les feuilles vivantes et dans les écailles de la station Galeria. Pour le béryllium, la forme adsorbée est la plus probable; dans le cas de l'iode, émis massivement lors de l'accident de Tchernobyl, il pourrait s'agir, d'une contamination des échantillons après prélèvement.

L'uranium 238 est un élément naturel comme le béryllium 7 et le potassium 40; sa très faible concentration dans l'eau de mer explique qu'il ne soit présent que de façon ponctuelle chez *P. oceanica*.

Les cériums 144 et 141 sont également quasi inexistantes à l'exception du compartiment foliaire, du fait de leur tendance importante à s'adsorber sur la matière en suspension qui fait qu'ils sédimentent rapidement et ne sont plus disponibles. Leur présence au niveau des feuilles peut également résulter d'un phénomène d'adsorption non éliminé au lavage. On peut imaginer néanmoins que le cérium puisse être concentré par les feuilles étant donné son Fc très important chez les plantes marines (AMIARD-TRIQUET et AMIARD, 1980).

Le ruthénium 106 émis par l'usine de retraitement des combustibles de Marcoule, dans la vallée du Rhône, n'est pas mis en évidence dans cette étude. Celui rejeté par l'accident de Tchernobyl apparaît dans les feuilles et principalement dans les feuilles adultes, qui sont plus épiphytées que les feuilles intermédiaires (surtout dans les échantillons du mois de juillet). Les épiphytes pourraient être responsables de l'adsorption de ce radioélément et éventuellement d'une absorption rapide grâce à leur turn-over très court. Cependant, les épiphytes les plus grossiers ayant été éliminés avant l'analyse, ces teneurs de ^{106}Ru dans les feuilles adultes résulteraient plutôt de la surface d'adsorption (voir d'absorption) plus grande dont bénéficie cette catégorie de feuilles.

Le ruthénium 103 constitue également un marqueur intéressant de Tchernobyl; l'activité retrouvée dans les feuilles adultes est légèrement supérieure à celle mesurée dans les jeunes feuilles. Ce radioélément fournit aussi, dans les rhizomes, un signal décroissant avec l'âge, conforme à son origine récente, alors qu'une valeur élevée relevée dans un tronçon ancien provenant de la station de Toulon, atteste d'une émission du ^{106}Ru plus ancienne.

- ^{137}Cs et ^{134}Cs

Les césiums 137 et 134 apparaissent surtout dans les échantillons "post-Tchernobyl", c'est à dire pour les stations Galeria et Toulon et uniquement dans les écailles et les feuilles (à l'exception d'un tronçon de rhizome de Toulon intégrant 8 années dont l'activité résulte probablement des retombées consécutives aux tirs atmosphériques). La comparaison des teneurs en ^{137}Cs dans les écailles prélevées sur la Côte Bleue le 22.03.86 avec celles détectées dans les mêmes organes en Corse le 10.05.86, nous permet d'évaluer (bien qu'il s'agisse de deux stations différentes) le marquage par Tchernobyl. Les valeurs obtenues sont significativement plus élevées dans le cas de la station corse; cela pourrait résulter essentiellement d'un phénomène d'adsorption, les écailles étant des parties mortes. En effet, une absorption par les feuilles ou les racines, suivie d'un transfert jusqu'aux écailles ne

pourrait s'opérer de manière significative en l'espace de moins de 10 jours (un phénomène de contamination rapide indique un rôle prépondérant de l'adsorption (AMIARD-TRIQUET et AMIARD, 1980).

D'après les résultats de CALMET *et al.* (1985), l'activité du ^{137}Cs dans les écailles est importante en 1955-1959, elle double en 1965-1969 pour atteindre un maximum, et enfin décroît progressivement de 1965 à 1974. Cette évolution est parallèle à celle des retombées atmosphériques de radioéléments consécutives aux tirs nucléaires dans l'atmosphère. On observe un maximum de ^{137}Cs dans les écailles qui coïncide parfaitement avec celui des retombées. Le signal des retombées décroît plus brutalement que celui mémorisé par les écailles. En raison de la période radioactive du ^{137}Cs (29.4 ans) et du lessivage des milieux continentaux par les eaux courantes, il ne disparaît que progressivement du milieu marin.

En ce qui concerne les rhizomes proprement dits (CALMET *et al.*, 1985), le ^{137}Cs n'est décelable qu'à partir de 1965, il présente un pic d'activité entre 1970 et 1974, puis disparaît brutalement. Les rhizomes sont des organes vivants connectés au système de circulation de la plante. Ce n'est pas le cas des écailles, organes morts ne conservant pas ou très peu d'échanges avec le reste de la plante et qui semblent avoir définitivement fixé les radioéléments alors qu'elles étaient feuilles. Des déplacements de matière se produisent au niveau des rhizomes, ils ont pu affecter *per ascensum* le ^{137}Cs dont le pic d'activité dans l'organe se trouve décalé vers les années récentes (1970-1974) par rapport au pic des retombées atmosphériques (1960-1965). Au-delà des années 1965-1969, le marquage du rhizome par le ^{137}Cs disparaît. L'augmentation conjointe du rapport C/N et PC/PS dans ces parties (Cf Tabl. II, IV, V) témoigne de remaniements chimiques ayant pu affecter les parties anciennes des rhizomes.

- ^{110m}Ag

L'argent 110 n'apparaît que dans les rhizomes et les feuilles et surtout dans les feuilles intermédiaires. Il provient pour une grande partie de Tchernobyl, mais il est retrouvé également dans les feuilles adultes d'un prélèvement de la Côte Bleue effectué avant Tchernobyl. Sa concentration dans l'eau de mer étant très faible ($0.04 \mu\text{g.l}^{-1}$ pour l'ensemble des isotopes, in GONTIER, 1983), cela ne peut résulter d'une contamination de l'échantillon par les retombées de Tchernobyl, entre le moment où l'échantillon a été prélevé et celui où la mesure a été effectuée, puisque les écailles ne sont pratiquement pas marquées par ce radioélément.

5. CONCLUSIONS

La technique lépidochronologique est un outil précieux permettant d'assigner un âge précis à un fragment de rhizome de *Posidonia oceanica* et à ses écailles. Cette possibilité de datation du matériel biologique est particulièrement intéressante dans les études de l'évolution temporelle des impacts d'une pollution.

Dans ce travail, deux catégories de polluants ont été suivies : le cadmium, métal lourd dont la présence dans le milieu marin, à des concentrations dépassant les teneurs naturelles, est

récente et n'a fait que croître au cours des vingt dernières années; et les radioéléments, avec en priorité ceux issus des retombées atmosphériques, dont la trace dans le temps est connue.

L'étude lépidochronologique des rhizomes orthotropes vivants de *Posidonia oceanica* révèle que des tronçons récents vers les tronçons anciens, la longueur des tronçons annuels et la valeur des rapports carbone/azote et poids de cendres/poids sec augmente, traduisant un gradient de modifications chimiques au cours du vieillissement du rhizome. La coexistence de parties vivantes avec des parties mortes, dont les cellules ne présentent plus de cytoplasme, dans les parties anciennes des rhizomes orthotropes (FRANCOUR, 1985), permet d'interpréter les variations mentionnées ci-dessus comme des modifications biochimiques secondaires propres aux parties non fonctionnelles des rhizomes.

Les concentrations en cadmium, mesurées en spectrophotométrie d'absorption dans les rhizomes et les écailles de même âge, indiquent une teneur légèrement supérieure dans ces dernières. Cette différence traduit probablement une absorption préférentielle du métal à partir de la colonne d'eau par l'intermédiaire des feuilles vivantes. Bien que la concentration en Cd à partir du sédiment et de l'eau interstitielle soit supérieure à celle de l'eau, son absorption par les racines et les rhizomes serait moindre.

Les rhizomes et les écailles des *P. oceanica* de la station Galeria présentent un gradient de concentration en Cd décroissant des années récentes (1986) vers les années plus anciennes (1972-1976). Cette variation régulière, non mise en évidence par la station Côte Bleue, montre que les écailles constituent un compartiment intéressant pour la mémorisation du Cd. La possibilité d'une désorption du métal à partir des écailles et de transferts au niveau des rhizomes, qui sont les organes parcourus par le système vasculaire de la plante, appelle le calcul d'un facteur correctif.

La station d'Elbu présente des teneurs en Cd significativement inférieures à celles rencontrées dans les deux autres. Dans cette station, les dosages réalisés dans les tronçons de rhizomes, pour les trois dernières années, sont en deçà du seuil de détection. Cela peut s'expliquer par une pollution faible et variable dans le temps et/ou par des transferts de Cd *per descendum* se réalisant le long d'un rhizome vivant. De par sa situation géographique, cette station constitue le véritable témoin pour les études de pollution par le Cd.

Les activités des radioéléments mesurées par spectrométrie gamma dans les rhizomes, les écailles et les feuilles vivantes de *P. oceanica* révèlent, en outre, un phénomène d'accumulation important au niveau du compartiment foliaire de la phanérogame. La plupart des résultats significatifs (supérieurs au seuil de détection du compteur) concernent des échantillons d'écailles prélevés dans les stations de Galeria et de Toulon. Contrairement à la station Côte Bleue, ces stations ont été échantillonnées après l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl (26 avril 1986); par conséquent, les activités mesurées résultent principalement de cet accident et du marquage par des radioéléments à périodes radioactives relativement longues : ^{110m}Ag , ^{137}Cs , ^{134}Cs et ^{106}Ru .

Il n'a donc pas été possible de comparer les activités mesurées dans les échantillons de la station Côte Bleue (soumise à un double apport de radioéléments : celui provenant des effluents des centrales et des centres de retraitement rejetés dans le Rhône d'une part, et celui consécutif aux retombées résultant des tirs d'armes nucléaires entre 1963 et 1980,

d'autre part) avec celles mesurées dans les échantillons de la station de Galeria (soumise aux seules retombées). La part respective des différentes sources pré-citées dans la contamination radioactive de *P. oceanica* ne peut pas non plus être évaluée, d'autant que la plupart des mesures concernant les tronçons de rhizome sont en deçà du seuil de détection (excepté pour le ^{40}K) en raison du petit volume des échantillons.

En revanche, les résultats de CALMET *et al.*, 1985 concernant des mesures de ^{137}Cs dans les écailles et les tronçons de rhizomes orthotropes prélevés au mois de juillet 1984 à Galeria et leur comparaison avec les mesures des retombées atmosphériques dans l'hémisphère Nord montrent que, dans les écailles, l'évolution des teneurs en ^{137}Cs pour les années 1950 à 1984 correspond au signal attendu à partir des émissions atmosphériques de ce radioélément, compte tenu de son temps de résidence dans le milieu marin (4.10^4 ans) et de sa période radioactive (29.4 ans). Au niveau des rhizomes le signal semble partiellement déformé.

Les écailles et les tronçons de rhizomes de *P. oceanica* sont ainsi capables de mémoriser un événement d'ordre chimique pendant au moins une trentaine d'années. Les écailles paraissent cependant plus aptes à mémoriser avec fidélité ce type de variation dans le milieu marin. Ce sont, en effet, des organes morts déconnectés du système de circulation et de distribution des éléments dans la plante.

Les organismes rendent compte, chacun à leur manière, de la pollution moyenne du milieu ambiant dans lequel ils vivent. Une espèce peut être qualifiée de bio-indicateur lorsque ses réactions d'ordre biologique sont particulièrement utiles pour estimer les effets potentiels d'une pollution sur les communautés (RAVERA, 1975). Les modifications de l'environnement marin peuvent être suivies assez précisément sur *P. oceanica*. Le présent travail démontre ainsi les potentialités de son utilisation en tant que bio-indicateur, couplée à la technique lépidochronologique, qui permet d'effectuer des comparaisons suivies dans le temps.

Au terme de cette première approche, il conviendrait maintenant d'étalonner le signal résultant de la présence du ^{137}Cs dans le milieu marin en cherchant à établir des corrections concernant les activités mesurées dans le matériel biologique.

Un suivi spatial à partir d'échantillons récents, permettrait de mettre en évidence l'influence des apports rhodaniens de cadmium et de ruthénium. Par ailleurs, les stations devraient être échantillonnées durant les différentes saisons de l'année afin de saisir d'éventuelles modifications relatives aux différentes phases métaboliques de la croissance de *P. oceanica*. Des mesures au niveau des sédiments et de l'eau de mer environnant les *P. oceanica* seraient particulièrement utiles pour évaluer leur rôle respectif en tant que vecteurs de pollution chimique. L'évolution des radioéléments provenant de Tchernobyl pourrait être suivie au sein des différents compartiments biologiques. D'après ces résultats, il est envisageable d'étendre à d'autres éléments minéraux (métaux lourds) et composés organiques (biocides, détergents), le même type de travail.

Les voies de recherche utilisant la lépidochronologie couplée à des mesures chimiques pourraient se révéler nombreuses et variées. L'interprétation des phénomènes mettant en jeu

les processus d'absorption, de transfert, et de métabolisation d'éléments chimiques bénéficierait utilement de travaux plus précis sur la physiologie de *P. oceanica*.

Remerciements : Ce travail fait partie d'un programme mené depuis plusieurs années par le Parc Naturel Régional de Corse (Réserve Naturelle de Scandola). Ces résultats ont fait l'objet d'un Diplôme d'Etudes Approfondies d'Océanologie, soutenu à l'Université d'Aix-Marseille II, en septembre 1986 par Pierre Carlotti. Nous remercions Laurence LE DREACH-BOURSIER pour les corrections de présentation apportées au rapport de DEA et la remise en forme du manuscrit en vue de la publication des principaux résultats.

BIBLIOGRAPHIE

AMIARD-TRIQUET C., AMIARD J.C., 1980. Radioécologie des milieux aquatiques. *Ecologie appliquée et sciences de l'environnement*, Masson (Ed.), 1 : 106-113.

ANCELLIN J., GUEGUENIAT P., GERMAIN P., 1979. Etude du devenir des radionucléides rejetés en milieu marin et application à la radioprotection. Eyrolles (Ed.), Paris, 15 : 72-76.

AUGIER H., CHABERT D., VICENTE N., 1980. Le port de Porquerolles (Iles d'Hyères, Méditerranée, France). II. Contamination par les métaux lourds. *Trav. sci. Parc nat. Port-Cros*, 6 : 253-285.

AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1978. Recherches sur la pollution mercurielle dans le golfe de Fos (Méditerranée, France) : degré de contamination par le mercure des phanérogames marines *Posidonia oceanica* Delile, *Zostera noltii* Horneman et *Zostera marina* (L.). *Rev. int. Oceanogr. médic.*, 51-52 : 55-69.

AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1979. Recherches sur la pollution mercurielle en rade d'Hyères et dans l'archipel des Stoechades (Méditerranée, France). 5. Degré de contamination par le mercure des organismes benthiques des gorges du Loup, au voisinage du rejet en mer des eaux de la station d'épuration de l'île de Porquerolles. *Trav. sci. Parc nat. Port-Cros*, 5 : 125-140.

AUGIER H., GILLES G., RAMONDA G., 1984. L'herbier de *Posidonia oceanica* et la pollution par le mercure sur le littoral des Bouches du Rhône et du Var (France). Int. Workshop *Posidonia beds*, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J. (Eds.), Gis Posidonie Publ., 1 : 399-406.

AUGIER H., SANTIMOINE M., 1979. Contribution à l'étude chimique de la phanérogame marine *Posidonia oceanica* Delile : composition en cendres, carbone, hydrogène, azote, protéines et acides aminés en milieu exempt de pollution et en fonction de la profondeur dans le parc national de Port-Cros. *Trav. sci. Parc nat. Port-Cros*, 5 : 105-123.

BITTEL R., DABURON C., MADELMONT C., 1977. Bibliographie C.E.A.- BIB - 225, mars 1977.

BOUDOURESQUE C.F., THOMMERET J., THOMMERET Y., 1980. Sur la découverte d'un bioconcrétionnement fossile intercalé dans l'herbier à *Posidonia oceanica* de la baie de Calvi (Corse). *Journées Etud. System. et Biogeogr. médit.*, Cagliari, CIESM, Monaco : 139-142.

BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., MEINESZ A., 1984. Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *P. oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). Int. Workshop *Posidonia oceanica beds*, BOUDOURESQUE C. F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J. (Eds.), Gis Posidonie Publ., 1 : 185-191.

BRINKHUIS B.H., PENELLO W.F., CHURCHILL A.C., 1980. Cadmium and manganese flux in eelgrass *Zostera marina*. 2. Metal uptake by leaf and root-rhizome tissues. Mar. Biol., 58(3) : 187-196.

BRISTOW J.M., WHITCOMBE M., 1971. The role of roots in the nutrition of aquatic vascular plants. Am. J. Bot., 58 : 8-13.

BRYAN G.W., 1976. Heavy metal contamination in the sea. In : Marine Pollution, R. JOHNSTON (Ed.), Academic Press, London : 185-290.

CALMET D., 1986. Synthèse radioécologique des différents compartiments de l'environnement marin du continent. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille 2, 246 p.

CALMET D., BOUDOURESQUE C.F., LEFEVRE J.R., MEINESZ A., 1986. Mémorisation des explosions nucléaires des années 1960 par les rhizomes de *Posidonia oceanica*. Compte-rendu et résultats scientifiques de la mission Scandola XXVIII. Trav. sci. Parc région. Corse, 2 : 19-24.

CALMET D., CHARMASSON S., GONTIER G., MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., 1991. Chernobyl Radionuclides in the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*, 1986-1987. J. Environ. Radioactivity, 13 : 157-173.

CALMET D., DABURON M.L. et WILLEMOT J.M., 1985. Evolution de la radioactivité artificielle du littoral Nord-occidental méditerranéen et évaluation des conséquences sanitaires. Rev. int. Oceanogr. medic., 17-18 : 61-71.

CAUWET G., FERNANDEZ J.M., 1982. La pollution par le cadmium en Méditerranée occidentale. PIREN ASP DECHETS : 1-35.

CHABERT D., 1979. Pollution chimique par les métaux lourds et les composés organochlorés d'un milieu lagunaire (lagune du Brusç, Méditerranée). Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille 3, 145 p.

CHABERT D., 1980. Pollution d'un milieu lagunaire par les métaux lourds et les composés organochlorés. Annales de la Fondation océanographique Ricard. Hors série n°2 : 1-240.

CHABERT D., VICENTE N., HUANG W., 1983. La pollution par les métaux lourds dans les rades du Parc National de Port-Cros. II. Contrôle pluriannuel. Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 9 : 17-34.

CHABERT D., VICENTE N., HUANG W., 1984. Pollution par les composés organochlorés dans les rades du Parc National de Port-Cros. II. Contrôle pluriannuel. Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 10 : 51-67.

CLENDENNING K.A., 1962. Determination of fresh weight, solids, ash and equilibrium moisture in *Macrocystis pyrifera*. Bot. mar., 42 : 204-218.

COLANTONI P., GALLIGNANI P., FRESI E., CINELLI F., 1982. Patterns of *P. oceanica* (L) Delile beds around the island of Ischia (Gulf of Naples) and adjacent waters. Mar. Ecol., 3(1) : 53-74 + 2 cartes h.t..

CRISTIANI G., 1980. Biomasse et répartition de l'herbier de *Posidonia oceanica* de la Côte Bleue (B.d.R., France) et pollution marine par les métaux lourds. Thèse Doct. 3ème Cycle, Univ. Aix-Marseille 3, 150 p.

CROUZET A., 1981. Mise en évidence de variations cycliques dans les écailles des rhizomes de *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 7 : 129-135.

CROUZET A., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., PERGENT G., 1983. Evidence of the annual character of cyclic changes of *Posidonia oceanica* scale thickness (erect rhizomes). Rapp. Comm. int. Mer Médit., 28(3) : 113-114.

DOUGLAS A.E., 1936. Climatic cycles and tree growth. A study of cycle. Carnegie Inst. Washington Publ., 3 : 1-289.

FARADAY W.E., CHURCHILL A.C., 1979. Uptake of cadmium by the eelgrass *Zostera marina*. Mar. Biol., 53 : 293-298.

FLOROU H., KRITIOULIS P., DANALI-COTSAKIS S., BARTZIZ J., 1975. Concentrations of natural and artificial radionuclides in marine samples from selected areas around the greek peninsula. Comm. int. Explor. Mer Médit., Monaco, 29(7) : 17-31.

FRANCOUR P., 1985. Root and rhizome biomass of *Posidonia oceanica* bed. Rapp. P. V. Réunion. Comm. int. Explor. sci. Médit., 29(5) : 183-185.

FRESI E., SAGGIOMO V., 1981. Phosphorus uptake and transfer in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Rapp. Comm. int. Explor. Mer Médit., 27(2) : 187-188.

GIRAUD G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica*. Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille 2, 150 p.

GOLBERG E.D., 1963. The oceans as a chemical system. In : The sea. 2. M.N. HILL (Ed.), Intersciences Publ., John Wiley & Sons.

GONTIER G., 1983. Le transfert des radionucléides aux organismes marins. Thèse 3ème Cycle, Univ. Aix-Marseille 3, 63 p.

KERAMBRUN P., SZEKIELDA K.H., 1969. Dosage simultané du carbone, de l'hydrogène et de l'azote dans le matériel en suspension dans l'eau de mer. Note technique. Thétys, 1(3) : 581-584.

LATARJET R., 1986. Note sur l'accident nucléaire de Tchernobyl. C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II, 303(9,2).

LIBES M., BOUDOURESQUE C.F., 1983. Mise en évidence in situ du transport à longue distance de photosynthétats chez *Posidonia oceanica* (Phanérogame marine) et ses épiphytes : note préliminaire. Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 9 : 75-87.

MC ROY C.P., BARSDATE J.R., 1970. Phosphate absorption in eel-grass (*Zostera marina* L.). Limnol. Oceanogr., 15 : 6-13.

MC ROY C.P., BARSDATE J.R., 1972. Phosphorus cycling in an eelgrass (*Zostera marina* L.) ecosystem. Limnol. Oceanogr., 17 : 58-67.

MINAS H.J., 1971. Observations hydrologiques dans le golfe de Marseille (années 1961 à 1965). Téthys, 3 : 447-457.

MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Ann. Inst. océanogr., 27(3) : 208-234.

MOSSE R.A., 1984. Recherches lépidochronologiques sur *Posidonia oceanica* : rhizomes plagiotropes et orthotropes des herbiers profonds de Port-Cros (Méditerranée, France). Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 10 : 87-107.

O'DELL B.L., COMPELL B.J., 1971. Comprehensive Biochemistry, 21 : 179-266.

OTT J.A., 1980. Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Mar. Ecol. P.S.Z.N.I., 1 : 47-64.

PENTREATH R.J., 1979. The behaviour of transuranic and other long-lived radionuclides in the Irish Sea and its relevance to the deep-sea disposal of radioactive wastes. In : OCDE-NEA Colloque sur la radioécologie marine : 203-221.

PERES J.M., PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. Trav. St. mar. Endoume, 31(47) : 5-137.

PERGENT G., BOUDOURESQUE C.F., CROUZET A., 1983. Variations cycliques dans les écailles de rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica*. Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 9 : 107-148.

PRESTON A., 1974. Cadmium in the marine environment of the United Kingdom. Mar. Pollut. Bull., 4(7) : 105-107.

RAVERA O., 1975. Critique of concepts and techniques regarding biological indicators. Boll. Zool., 42 : 111-121.

SCHROEDER H.A., FROST D.V., BASASSA J.J., 1970. J. chron. Dis., 23 : 227-243.

THEIN M., BALLESTRA S., YAMATO A., FUKAI R., 1980. Delivery of transuranic elements by rains to the Mediterranean sea. Geochem. Cosmochim. Acta, 44 : 1091-1097.

THELIN I., BEDHOMME A.L., 1984. Etude d'un herbier superficiel à *Posidonia oceanica* dans la baie de Port-Cros (Méditerranée, France). I. Phénologie des feuilles. Mar. Ecol., P.S.Z.N.I., : 125-126.

THIBAUD Y., 1983. Dosage des métaux dans les organismes marins par absorption atomique. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO 1983 : 266-273.

VALLEE B.L., WACKER W.E., 1970. The proteins. 5. Metalloproteins. H. Neurath (Ed.). Academic Press.

VICENTE N., CHABERT D., 1978. Variations de la concentration en métaux lourds dans l'eau, les mollusques et le sédiment d'un bassin aménagé. Publ. sci. techn. CNEXO (Ed.), Actes Coll., 7 : 437-460.

VICENTE N., CHABERT D., 1981a. La pollution par les métaux lourds dans les rades du Parc National marin de Port-Cros. I. Etude préliminaire. Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 9 : 17-34.

VICENTE N., CHABERT D., 1981b. La pollution par les composés organochlorés dans les rades du Parc National marin de Port-Cros. I. Etude préliminaire. Trav. sci. Parc nat. Port-Cros, 7 : 25-34.

LA NAVIGATION DE PLAISANCE
DANS L'ANSE D'ELBU (Réserve naturelle de Scandola,
Corse du Sud) : Etes 1988 et 1989

Par

Gérard RICHEZ *

* Maître de conférences, institut de géographie et
d'aménagement, Université de Provence, 29 Av. Robert Schuman,
13621 Aix en Provence Cédex.

INTRODUCTION

Dans la presqu'île de Scandola, entre Galeria et Ghjirulata, l'anse d'Elbu, au fond de la baie du même nom (cf. la figure n°1), constitue un fort beau mouillage, à juste titre apprécié par les plaisanciers. Il s'agit d'un abri situé face à un vallon dont le ruisseau intermittent a apporté des galets constituant une plage accueillante au milieu des coulées de laves volcaniques sanguines caractéristiques de la presqu'île. Dans cet imposant ensemble de paysages naturels, cet abri est un lieu moins austère, et marqué par l'homme. S'y trouvent en effet, une tour de guet génoise restaurée par le Parc naturel régional et quelques maisonnettes, abris occasionnels de bergers et de pêcheurs, pas toutes visibles du bord de mer. S'y trouvait aussi, un bâtiment hideux qui avait été construit sur la plage même et qui a, fort heureusement, disparu entre 1988 et 1989. La cabane en ruines située au pied de la tour, en fond de plage, a été reconstruite avec bonheur en 1990 par le Parc, supprimant du même coup, un abcès de fixation pour les sacs poubelles déposés là par les plaisanciers indéclicats.

Nous sommes ici à l'extrémité septentrionale de la Réserve naturelle de Scandola où des mesures de protection et de surveillance sont mises en place depuis 1975 et qui, par ses paysages grandioses, est un véritable monument de la nature. Si l'accès terrestre y est quasiment impossible en raison du relief, des caractéristiques de la végétation, de la disparition partielle des sentiers et du temps nécessaire pour les parcourir, la fréquentation par mer y est importante.

Pour le plus grand nombre, la visite de la façade maritime de la Réserve s'effectue en utilisant les services des bateliers de Calvi, Ghjirulata ou Portu. Cette activité a fait l'objet d'une étude en 1987 qui a permis de réunir des données précises sur les caractéristiques socio-géographiques, les désirs, les remarques des visiteurs, la qualité de l'information; et sur les visites elles-mêmes, leurs rythmes et leurs particularités : visite des grottes, ralentissement devant les lieux les plus spectaculaires, contraintes horaires, arrêt pour déjeuner à Ghjirulata pour certains bateliers, etc...(G. RICHEZ, 1987 et 1988).

Elle peut s'effectuer aussi au moyen de bateaux de plaisance : alors, la visite stricto sensu de la Réserve ou le parcours marin devant la Réserve, se réalise au gré des objectifs ou de la curiosité du skipper et de son équipage, de leurs qualités manoeuvrières ou de leur inconscience, des caractéristiques de leur bateau (tirant d'eau, taille, voilier, coque plastique ou zodiac) et, surtout, elle échappe à tout contrôle .

Dans tous les cas, les visites et la fréquentation du mouillage dans l'anse d'Elbu dépendent de l'état de la mer : la péninsule de Scandola est, en effet, très sensible aux conditions météorologiques en raison de sa situation particulière de finistère. De plus, l'anse d'Elbu, relativement isolée et ouverte au large, ne constitue un abri sûr que par beau temps et ne permet d'accueillir, au maximum, qu'une trentaine de bateaux de taille moyenne. Compte tenu de ces conditions, seul un petit nombre y passe la nuit. Son utilisation ne peut donc porter que sur une fréquentation relativement réduite qui ne peut être considérée, à priori, comme préoccupante.

Le problème est que cette anse d'Elbu est constituée, en grande partie, de fonds sablonneux recouverts par un herbier de posidonies et que, de ce fait, elle constitue ici un milieu biologique exceptionnel, car rare dans la Réserve et apportant donc une complémentarité aux autres milieux où la roche est dominante. A ce titre, elle est un site privilégié pour les spécialistes de l'étude de la vie sous-marine .

On peut identifier à Elbu deux logiques d'utilisation de l'espace :

- celle de la protection de la nature, en l'occurrence ici la sauvegarde des posidonies des dégâts causés par les ancres des bateaux, - dégâts qui ont été étudiés sur des milieux identiques utilisés intensivement dans le Parc national de Port-Cros - et la lutte aussi contre les divers rejets à la mer de la part des plaisanciers, de toute évidence néfastes à ces écosystèmes fragiles;

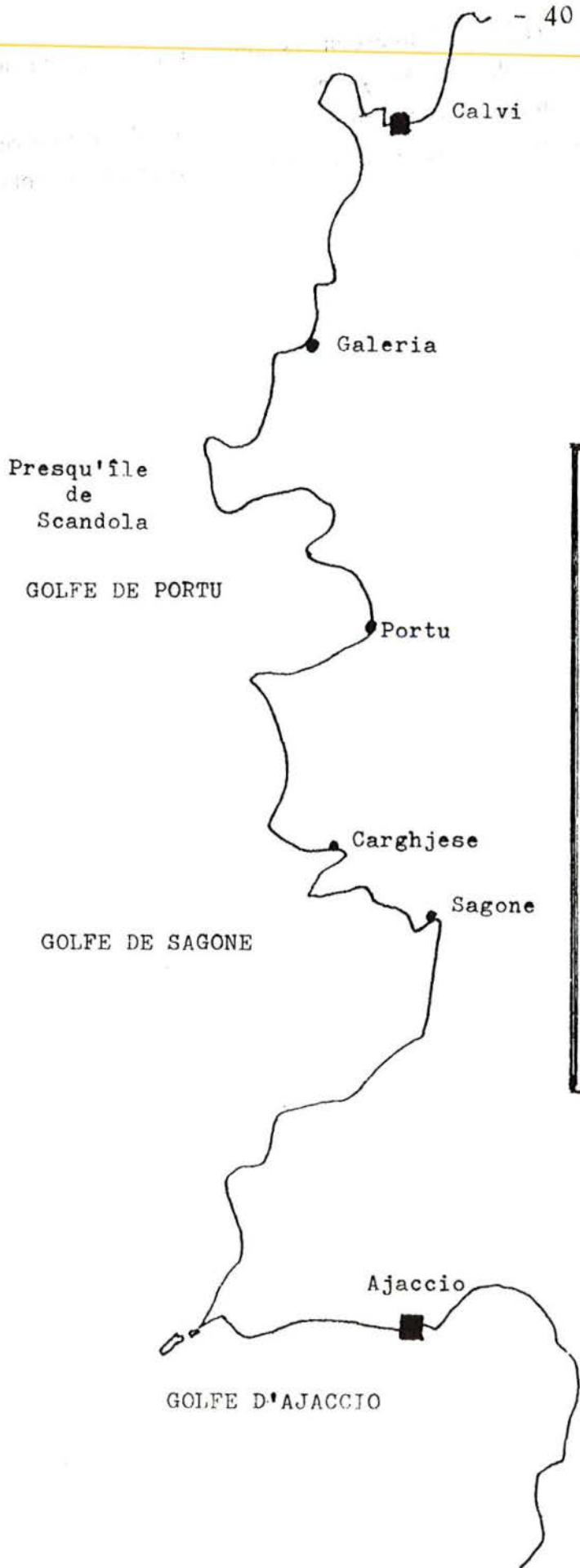
- celle de l'utilisation touristique et récréative de plaisanciers qui souhaitent s'arrêter quelques heures ou passer une nuit les jours de grand beau d'été, dans un lieu superbe et dans le calme que le mouillage voisin célèbre de Ghjirulata ne leur procure plus.

Néanmoins, il n'y a pas, à ce jour, d'opposition dans ces deux logiques, notamment parce que l'état d'avancement des études scientifiques étant insuffisant, il n'est pas question pour l'instant de demande d'interdiction ou de limitation de mouillage et parce que, compte tenu de la configuration des lieux et des caractéristiques nautiques, l'utilisation par les plaisanciers ne peut être que très réduite.

Si il appartient sans conteste aux gestionnaires de la Réserve le devoir de préserver les milieux naturels des sources de dégradation et de favoriser les études scientifiques, il est aussi dans leur charge d'assurer et de contrôler l'utilisation sociale de ces espaces. Ce qui implique donc de connaître, aussi précisément que possible, toutes les activités qui s'y déroulent pour en mesurer les impacts réels et,

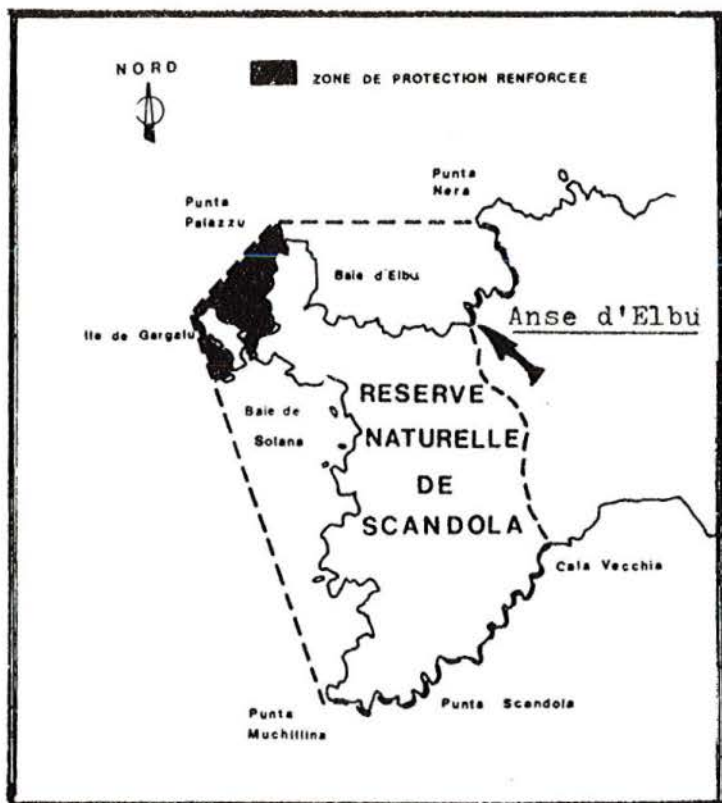
de ce fait, gérer au mieux les interactions évolutives homme-nature, seule façon de protéger effectivement et durablement l'écosystème naturel.

D'où cette étude qui devrait permettre aux gestionnaires de la Réserve de Scandola de mieux connaître l'activité de la plaisance et qui pourrait contribuer à aider à sa gestion.



LEGENDE

- Port de commerce, pêche et plaisance
- Petit port-abri : pêche et plaisance



Nord



0 4 6 8 10 Km

RESERVE NATURELLE DE SCANDOLA : SITUATION GENERALE

I L'ENQUETE

I-1) Les objectifs

Il s'agit d'évaluer ce qu'est la navigation de plaisance à Elbu et de connaître les caractéristiques principales des plaisanciers, leurs modes d'utilisation des lieux, leurs motivations et, surtout, leurs réactions face à l'éventualité d'une interdiction du mouillage dans l'anse .

I-2) La méthode

La meilleure méthode était, bien sûr, celle de l'observation et de l'enquête directe, sur les lieux même, en situation. Un questionnaire fut établi afin de couvrir le champ d'investigation et de disposer de données chiffrées; nous avons, pour le réaliser, mis à profit notre connaissance des lieux et des milieux pratiquant la voile; connaissance de chercheurs mais aussi de plaisanciers ayant pratiqué cet espace.

J'ai personnellement testé ce questionnaire auprès de plaisanciers et intégré leurs remarques. En outre, Josy RICHEZ-BATTESTI et moi-même avons tenu à remplir un certain nombre de questionnaires (le quart environ). Nous les avons toujours complétés d'entretiens non directifs destinés à nuancer les réponses et à les situer dans un contexte plus général : c'est une opération que nous considérons comme essentielle.

Les agents de la Réserve, dans le cadre de leur mission de surveillance et d'information, ont rempli les trois-quarts des questionnaires au fur et à mesure des réponses de leurs interlocuteurs. Leur participation était, en effet, indispensable eu égard à l'enveloppe financière affectée à cette étude.

I-3) Le déroulement de l'enquête

- les journées d'enquête

Au total, 21 journées d'enquêtes ont pu être effectuées sur deux étés, entre juin et fin août, cf. tableau n° 1. Elles ont permis d'obtenir 185 questionnaires utilisables : 71 en 1988 et 114 en 1989. C'est peu. Nous avons souhaité, bien sûr, disposer d'un nombre plus important d'observations et de questionnaires. Mais d'autres actions furent prioritaires à Scandola, surtout en 1988. Il a donc fallu continuer cette enquête en 1989 afin de disposer de données suffisantes. Cela étant, l'analyse des résultats montre quelques tendances majeures intéressantes.

Tableau n° 1 Répartition mensuelle des journées d'enquête effective

année	1988		1989	
	journées d'enquête	questionnaire	journées d'enquête	questionnaire
juin	5	21	0	0
juillet	2	4	8	80
août	4	46	2	34
TOTAL	11	71	10	114

- les lieux d'enquête.

La totalité des enquêtes a été effectuée soit dans l'anse même d'Elbu, soit à proximité immédiate : Palazzu ou Gargalu; la très grande majorité des skippers des bateaux interrogés dans ces lieux était passée à Elbu ou connaissait très bien ce mouillage .

- les contraintes et les difficultés de l'enquête à Elbu.

Elles ont été relativement nombreuses.

- La première est liée aux conditions météorologiques intrinsèques à Scandola et déterminantes pour l'état de la mer et, partant, pour nos conditions de travail. Une mer agitée réduisait le nombre de bateaux et rendait difficile l'abordage et le travail d'écriture. Une mer franchement mauvaise rendait impossible tout mouillage forain et supprimait ainsi l'objet de cette recherche!

Ne résidant pas sur place, il était donc nécessaire de se tenir informé des prévisions météorologiques générales et surtout locales avant de se rendre à Galeria et nos périodes de disponibilité ne correspondaient pas toujours avec les périodes de beau temps annoncées. De ce fait, il était particulièrement hasardeux de planifier de façon rigide notre travail et, par conséquent, difficile d'entrer dans l'emploi du temps des agents de la Réserve.....;

- autre contrainte climatique : le grand soleil et la réverbération de l'eau, difficiles à supporter toute une journée de travail, d'autant qu'il n'existait alors aucun abri sur place;

- pour se rendre à Elbu, il était nécessaire de disposer du bateau de la Réserve. Hors, celui-ci n'était pas toujours disponible soit pour des problèmes techniques (moteur en panne...) soit parce qu'il était mobilisé pour d'autres chercheurs, notamment les spécialistes du benthos, particulièrement présents en été sur le site, ou pour des tâches de surveillance ou d'assistance technique à des agents du Parc. Cette enquête n'ayant pas été considérée comme prioritaire et entrant mal dans une programmation stricte, il nous a fallu attendre notre tour, voire annuler certaines missions faute de moyen de déplacement.

- enfin, en 1988, le personnel temporaire chargé de l'information ne s'est pas investi dans ce travail, pas plus que le Conservateur de la Réserve d'alors. La situation a, heureusement, changé en 1989. C'est la raison pour laquelle nous avons dû étaler sur deux années cette enquête.

I-4) Dépouillement et traitement des questionnaires.

Le codage des informations fournies par les questionnaires a été effectué par mes soins, en collaboration avec Vanina BAUDOT-GAFFAJOLI, chercheur au Centre d'Etudes Géographiques des Iles de la Méditerranée (CEGIMED); c'est elle qui a assuré l'entrée des données en ordinateur.

Le programme utilisé - GEOSTAT - a été créé par Patrick RIBAUT et mis en oeuvre par Michel BERNE, enseignant à l'IUT d'Aix-en-Provence et par Georges LECLERE, technicien à l'UFR des Sciences géographiques.

I-5) Remerciements.

La réalisation d'une telle étude est, par bien des aspects, une oeuvre collective. Que les centaines de personnes qui ont bien voulu répondre à nos questions et nous fournir la matière première de ce travail soient remerciées

L'aide de Frank FINELLI, guide de la Réserve, me fut très précieuse. Il a assuré, en outre, la réalisation d'un certain nombre de questionnaires durant l'été 1989, malgré des conditions de travail difficiles liées alors au manque de personnel.

J'ai assuré l'élaboration et la production de ce rapport en collaboration avec Josy RICHEZ- BATTISTI, Maître de Conférences à l'Institut de Géographie et d'Aménagement d'Aix-en-Provence.

II CONNAISSANCE DE LA CORSE ET DE LA RESERVE DE SCANDOLA

La première série de questions posées concernait la connaissance de la Corse, de la Réserve naturelle de Scandola et de sa réglementation terrestre et marine.

II-1) Connaissance de la Corse

Quatre vingt pour cent exactement des personnes enquêtées dans le secteur d'Elbu étaient déjà venues en Corse, ce qui est très remarquable. Quinze pour cent seulement y venaient pour la première fois et près de 4 % étaient des insulaires, cf. tableau n° 2 .

L'étude de la fréquence des venues en Corse (tableau n°3) montre l'importance des habitués : près du tiers (31,9 %) sont venus entre trois et cinq fois et presque la moitié (44,3 %) en sont à leur sixième visite et plus.

Il s'agit là d'un public fort différent de celui analysé en 1987 sur les navettes des bateliers (G. RICHEZ, 1988), puisque dans ce cas précis, 52,9 % des personnes enquêtées à bord découvraient la Corse et seulement 6,8 % y étaient venus plus de 10 fois.

Tableau n° 2 Connaissance de la Corse

type de réponse	nombre	pourcentage
sans réponse	2	1
déjà venu	148	80,0
jamais venu	28	15,1
habite la Corse	7	3,8
TOTAL	185	100

Tableau n° 3 Nombre de venues en Corse.

année	1987 (visiteurs des navettes)		1988 et 1989 (plaisanciers)	
	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
type de réponse				
S R	8	1,7	2	1,1
1° fois	246	52,9	28	15,1
2° fois	-	-	7	3,8
2° et 3° fois	107	23,0	-	-
3 à 5	-	-	59	31,9
plus de 5	-	-	82	44,3
4 à 10	36	7,8	-	-
plus de 10	29	6,2	-	-
habite la Corse	39	8,4	7	3,8
TOTAL	465	100	185	100

II-2) Connaissance de Scandola

A peine plus de la moitié des personnes interrogées (52,4 %) disent connaître cette zone géographique, cf. tableau n° 4. Il y a donc là un gisement important de visiteurs à toucher au moyen de l'information, même si une grande majorité d'entre eux déclare connaître sa réglementation.

Tableau n° 4 Connaissance de Scandola

type de réponse	nombre de réponses	pourcentage
SR	1	0,5
déjà venu	97	52,4
jamais venu	87	47,0
TOTAL	185	100

Tableau n° 5 Fréquence des visites à Scandola

année	1987 (visiteurs des navettes)		1988 et 1989 (plaisanciers)	
	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
type de réponse				
SR	11	2,4	1	0,5
1° fois	417	89,7	87	47,0
2° fois	-	-	17	9,2
3 à 5 fois	-	-	45	24,3
plus de 5	-	-	32	17,3
2° et 3° fois	16	3,5	-	-
plus de trois	21	4,5	-	-
TOTAL	465	100	185	100

Près de la moitié (47%) des plaisanciers déclarent venir pour la première fois à Scandola tandis que près du quart (24,3%) sont venus mouiller de 3 à 5 fois; 17,3% peuvent être considérés comme de bons connaisseurs des lieux puisque leurs visites sont supérieures à 5.

Ici encore, on peut parler d'un public différent des visiteurs des navettes, puisque dans leur cas, 89,7% d'entre eux découvraient Scandola et moins de 5% étaient venus plus de trois fois.

II-3) Connaissance de l'existence d'une Réserve naturelle sur le territoire de Scandola.

A une très large majorité (87,6%), les plaisanciers connaissent l'existence de la Réserve alors que les visiteurs utilisant les navettes sont 78,7%, soit 9 points en moins, cf. le tableau n°6. La différence est suffisamment nette pour que nous puissions, là encore, souligner l'originalité de la clientèle plaisancière.

Il faut toutefois préciser que de nombreux plaisanciers l'ont appris en lisant les panneaux installés par le personnel de la Réserve ou par celui du Parc naturel régional. Ce qui souligne leur utilité.

Tableau n° 6 Connaissance de l'existence de la Réserve naturelle de Scandola

année	1987		1988 et 1989	
	navette		plaisanciers	
type de réponse	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
SR	4	0,9	0	0
oui	365	78,7	162	87,6
non	95	20,4	23	12,4
TOTAL	465	100	185	100

II-4) Connaissance des interdictions entraînées par la présence d'une Réserve naturelle.

L'intérêt de cette question était de faire émerger le niveau de connaissance des plaisanciers sur les mesures restrictives consécutives à l'existence d'une réserve naturelle quelle quelle soit et de le comparer à celui des visiteurs obtenu en 1987 puisque les questions posées étaient quasiment les mêmes, cf. les tableaux n° 7 et 8.

Tableau n° 7 Connaissance globale des interdictions en mer

année	1987		1988 et 1989	
	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
SR	4	0,9	0	0
oui	316	68,0	164	88,6
non	145	31,1	21	11,4
TOTAL	465	100	185	100

Tableau n° 8 Connaissance des interdictions sur terre

année	1987		1988 et 1989	
	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
type de réponse				
SR	5	1,1	1	0,5
oui	321	69,0	151	81,6
non	139	29,9	33	17,8
TOTAL	465	100	185	100

Les deux tableaux ci-dessus confirment très nettement la prééminence des plaisanciers en ce qui concerne l'impression qu'ils ont de connaître les interdictions; en effet, on relève 20 points de différence en ce qui concerne la mer, ce qui paraît "normal" compte tenu du fait que la mer est le support sur lequel ils se déplacent. Au contraire, l'écart est moindre en ce qui concerne la terre, puisqu'il n'est plus que de 12,6 points.

Il nous a paru intéressant de connaître les différences entre ce que les visiteurs croient savoir et ce qu'ils savent réellement. Spontanément, 68 % des plaisanciers fournissent de bonnes précisions en ce qui concerne la mer et 63,2 % pour la terre, un peu moins là encore. Les résultats sont très satisfaisants; ceci dit, un tiers des plaisanciers fournissent encore des réponses incomplètes : il y a là du travail d'information à faire de la part des gestionnaires des Réserves naturelles de l'ensemble de la France et de ceux de Corse en particulier. Par ailleurs, nous allons voir qu'il existe une demande pour davantage d'informations.

III PROPOSITONS ET REACTIONS

Nous entrons là dans la partie centrale de cette recherche puisqu'il s'agissait de faire émerger spontanément des personnes rencontrées, un certain nombre de propositions et de réactions face à d'éventuelles restrictions de liberté.

L'interrogation centrale étant de sonder les plaisanciers sur leurs réactions à l'éventualité d'une interdiction du mouillage dans l'anse d'Elbu. Une façon d'amener cette difficile question était de les solliciter sur la qualité de l'information.

III-1) Souhais et propositions pour une meilleure information.

Notre société industrielle et urbaine fourmille d'interdictions. Les Réserves n'y échappent pas, elles non plus. Leurs gestionnaires ont bien compris qu'ils n'étaient pas là que pour faire de la répression et que ce ne serait qu'avec une persévérance extrême et beaucoup de patience qu'ils parviendraient à une gestion efficace. Aussi est-il important de déceler les demandes spontanées des visiteurs dans le domaine de l'information, car elles peuvent échapper facilement au personnel de terrain. J'ai regroupé dans le tableau n° 9 les réponses faites spontanément à ma question concernant les propositions, y compris certaines qui étaient un peu marginales; mon souhait étant de ne rien laisser perdre comme information à destination du gestionnaire de cet espace.

Largement plus du tiers (37,2%) des personnes enquêtées étaient satisfaites de l'information mise à leur disposition tandis que 5,9% n'ont pas formulé spontanément de remarques particulières .

Par contre, 39,5% sont demandeurs d'informations complémentaires, notamment sous forme de document facile à se procurer dans les ports, et tout particulièrement dans celui de Calvi. Ce sont surtout les plaisanciers enquêtés en 1989 qui ont formulé ce souhait. Et des informations en langues étrangères seraient appréciées dans 2,2% de cas : c'est peu certes, mais ce serait une courtoisie élémentaire que d'accéder à cette demande.

Près de 10% (9,7%) voudraient davantage de panneaux dans le territoire de la Réserve tandis que 2,2 % autres désireraient à la fois les panneaux et plus d'informations.

Tableau n° 9 Souhaits et propositions pour une meilleure information (première réponse)

type de réponse	nombre	pourcentage
SR	11	5,9
plus d'informations	73	39,5
rien à signaler	69	37,2
plus de panneaux	18	9,7
limite plus précise de la Réserve sur la carte	6	3,2
informations en langue étrangère	4	2,2
plus de panneaux et plus d'informations	4	2,2
TOTAL	185	100

Enfin, 3,2% des réponses apprécieraient des limites plus précises sur les cartes marines.

Très peu de plaisanciers ont émis une deuxième réponse; ce sont les informations en langues étrangères qui sont quasi uniquement demandées (5% des cas). Compte tenu de l'importance des Italiens, il me semble que des documents dans cette langue seraient les bienvenus et faciliteraient, en outre, le respect de la réglementation.

III-2) Réactions à la proposition d'interdire le mouillage dans l'anse d'Elbu pour des raisons scientifiques.

Neuf catégories ont été nécessaires pour couvrir l'éventail des réponses fournies et saisir toutes leurs nuances, cf. tableau n° 10.

Un très fort pourcentage (42,2%) s'est dégagé en faveur d'une acceptation de l'interdiction, souvent sans aucun enthousiasme, au moins pour les plaisanciers que j'ai moi-même rencontrés. "Il faut se plier aux plaintes de la nature" nous a dit l'un d'entre eux! Quelques uns sont favorables si le "motif est important" ou "juste" ou encore "pour des raisons valables". Un nombre notable est constitué par les

utilisateurs de zodiacs qui peuvent tirer sans grandes difficultés leur embarcation sur la grève et ne s'estiment donc pas concernés par cette mesure.

Quelques autres sont favorables mais à condition que ce soit à titre temporaire ; 1,6% .

Presque un dixième (9,7%) sont "favorables mais avec regrets". Ils admettent les raisons scientifiques invoquées, tout en les trouvant pesantes et en doutant de leur importance réelle....Il est évident que la majorité des possesseurs de bateaux se situent dans des catégories socio-professionnelles disposant de revenus élevés et ayant souvent un bon niveau d'étude : une question aussi importante a entraîné toute une série d'interrogations complémentaires de la part de nos interlocuteurs (souvent des cadres supérieurs), conduisant nécessairement aux grands problèmes écologiques du moment.....D'où des entretiens parfois forts longs mais tout à fait passionnants !

Nettement plus du cinquième (21,6%) se sont prononcés contre; certains de nos interlocuteurs étant même scandalisés! Quelques-uns sont même revenus sur cette question en fin d'entretien dans la rubrique "souhaits et remarques générales" pour rappeler leur ferme opposition à une pareille mesure : "totalement injustifiée", "ras le bol des scientifiques", "des posidonies y en a partout" etc... Un argument fréquemment avancé a été celui de la rareté des mouillages forains sur cette partie de la côte et qu'il serait dommage d'en priver les plaisanciers-touristes dans leur découverte de la Corse. "Il est interdit de priver les gens d'un si beau paysage" nous a dit l'un d'entre eux.

Un peu plus du dixième (11,4%) sont "sans opinions", notamment parce que peu concernés puisque de simple passage, ou bien n'ayant pas assez d'informations pour avoir une opinion sensée, ou bien encore ne pouvant se déterminer en si peu de temps. Deux personnes sans opinion déclarent quand même que "ce serait dommage".

La dernière catégorie de réponse est "favorable avec regrets et à condition que l'on installe des corps morts ou des coffres" (4,3%) ou bien, variante négative, est "défavorable sauf si on installe des corps morts" (7,0%), éventuellement payants.

Les "sans réponse" et la catégorie "autre" sont sans importance ici puisqu'elles ne totalisent que 2,1% des réponses .

III-3) Souhaits et remarques générales.

Cette question était posée en dernier, mais nous l'examinerons ici car elle complète bien la question précédente. Huit catégories ont été nécessaires pour couvrir l'éventail des réponses fournies, cf. le tableau n° 11 qui concerne les réponses fournies en premier lieu.

Plus du tiers (36,8%) des plaisanciers enquêtés n'ont, spontanément, aucun souhait ni proposition à formuler; ils sont donc satisfaits de la situation présente. Cette caractéristique est générale dans les enquêtes que j'ai réalisées; ce qui ne préjuge pas de réponses plus fournies lorsqu'on est amené à poursuivre l'entretien de façon informelle et à permettre aux gens de réfléchir plus longuement.

Les autres souhaits viennent loin derrière et ne concernent que quelques individus : les résultats sont donc à utiliser avec prudence.

Cinq pour cent (4,9%) suggèrent d'agrandir la Réserve;

Quatre pour cent (4,3%) sont demandeurs d'informations supplémentaires et proposent de faire une action en profondeur auprès des loueurs de bateaux, notamment ceux de Calvi qui est le port le plus proche.

Presque quatre pour cent (3,8%) trouvent la pêche professionnelle anormale en ces lieux "protégés" et demandent si l'interdiction du mouillage à Elbu concernerait aussi les pêcheurs.....

Un pourcentage identique aimerait pouvoir disposer de poubelles sur les lieux.

Environ trois pour cent (3,2%) se déclarent favorables à plus d'autorité dans la gestion de la Réserve et donc à davantage de contraintes, tandis qu'un pourcentage un peu moindre (2,7%) trouvent la réglementation suffisante, et qu'une seule personne (0,5%) souhaite un assouplissement de cette même réglementation.

Tableau n° 11. Souhaits et remarques diverses.

types de réponse	nombre de réponses	pourcentage
SR et RAS	68	36,8
divers	74	40,0
agrandir la Réserve	9	4,9
plus d'information	8	4,3
pêche professionnelle anormale	7	3,8
des poubelles	9	3,8
plus de sévérité	6	3,2
pas plus de réglementation	5	2,7
moins de réglementation	1	0,5
TOTAL	185	100

Les effectifs les plus importants, et de très loin, révélés par le traitement statistique, se retrouvent dans la catégorie "divers" puisqu'ils totalisent 40% des premières réponses et qu'ils sont encore au premier rang de ceux qui ont proposé une deuxième réponse. J'ai donc effectué un traitement à part des souhaits et propositions avancés; au total, en première et deuxième réponses, nous disposons de 98 éléments qui se répartissent de la façon suivante, cf. tableau n° 12 :

Presque la moitié (48%) des remarques portent sur la qualité et l'exceptionnelle beauté du site, sur la nécessité absolue de continuer à le protéger et sur le souhait ardent que "ça dure longtemps comme cela".

Un peu dans la même optique, il y a encore 13,3% de remarques qui ne souhaitent "pas trop d'aménagement".

Une autre caractéristique a été relevée dans 11,2% des faits évoqués : il s'agit de la vitesse, jugée comme trop importante, des bateaux à moteurs, et notamment de celle des bateliers. D'où des perturbations liées au bruit des moteurs, aux odeurs qu'ils dégagent et surtout aux vagues qu'ils provoquent. Certains vont même jusqu'à demander l'interdiction de la circulation des bateaux à moteurs dans le territoire de la Réserve. Souhait bien sûr excessif, mais révélateur de l'exaspération de beaucoup de skippers de voiliers espérant trouver, dans un espace

classé en Réserve, "calme et volupté" (BAUDELAIRE) et reflet de comportements opposés entre différents pratiquants de l'espace marin. Il y a là une question importante qui devrait attirer l'attention du gestionnaire.

Tableau n° 12 Souhaits et remarques classés dans la catégorie "divers" du tableau précédent, (réponses multiples).

types de réponse	nombre de réponses	pourcentage
il faut continuer à protéger	47	48,0
pas trop aménager	13	13,3
interdire les vedettes ou limiter leur vitesse	11	11,2
gardes de la Réserve = très bon travail	6	6,1
davantage d'éducation à l'école	5	5,1
interdiction pour les scientifiques = stupide	4	4,1
plus d'informations	3	3,0
trop de monde	2	2,0
divers (7 remarques)	7	7,1
TOTAL	98	100

Les autres remarques ont trait à la nécessité de continuer les efforts d'information qui sont menés, tant à l'école que sur les lieux même. La qualité du travail des agents de la Réserve a été soulignée à plusieurs reprises.

Les dernières questions posées avaient pour but de préciser le type de bateau et son utilisation ainsi que l'origine géographique des personnes navigant.

IV QUELQUES ASPECTS DES BATEAUX ET DE LEURS OCCUPANTS

Cette dernière partie est destinée à donner un aperçu rapide des plaisanciers et des bateaux sur lesquels ils naviguent, afin de fournir un éclairage complémentaire à la question centrale qui nous était posée par le Comité de gestion de la Réserve de Scandola.

IV-1) Types de bateaux

Je les ai classés selon les trois caractéristiques fondamentales correspondants à trois types de pratiques des espaces marins, cf. le tableau n°13.

Comme on peut s'en douter quand on a pratiqué l'anse d'Elbu, ce sont les bateaux à voiles qui sont les plus nombreux; ils représentent presque les trois quarts (72,4%) du total, pourcentage confirmé par les comptages effectués par F. FINELLI en 1990. Cette partie des côtes de Corse est, en effet, plutôt le domaine des voiliers en raison des conditions naturelles particulières : éloignement des ports, possibilités de mouillages forains, calme, paysages superbes et reliefs accidentés en bordure même du littoral constituant des décors somptueux et, enfin, du vent (brise de mer ou vent plus fort) et la présence de la pleine mer et du grand large.

Les bateaux à moteur ne sont que 16,8% pour les raisons inverses de celles évoquées précédemment.

Les zodiacs sont à peine 3,8%. J'en ai fait une catégorie à part en raison de la facilité qu'ils ont de pénétration dans les anfractuosités les plus étroites ou sur les grèves les plus petites et, éventuellement d'y rester, en tirant leur embarcation à l'abri des regards, afin de goûter le charme d'une "robinsonnade". Ceci dit, les conditions naturelles font que ce type de bateau ne peut s'aventurer en ces lieux que par beau temps et l'annonce de conditions météorologiques stables. Il reste donc très marginal.

Dans mes enquêtes, j'ai rencontré un seul bateau de pêche et j'ai, bien sûr, questionné ses occupants. Ceux-ci se sentaient assez peu concernés par une éventuelle interdiction de mouiller dans l'anse d'Elbu car ils ne l'utilisent qu'assez peu et ils pensent qu'ils pourront toujours obtenir une dérogation.

Tableau n° 13 Types de bateaux au mouillage dans l'anse d'Elbu

types de bateaux	nombre	pourcentage
SR	12	6,5
voilier	134	72,4
moteur	31	16,8
zodiac	7	3,8
pêche	1	0,5
TOTAL	185	100

IV-2) Statut de propriété des bateaux.

Presque les trois quarts (73,5%) des bateaux sont la propriété ou la copropriété d'une des personnes que nous avons enquêtées à bord.

Le quart restant est le fait de bateaux de location. Un seul bateau nous a été indiqué comme appartenant à une société, cf. tableau n°14.

Tableau n° 14 Types de propriétaire des bateaux enquêtés

type de propriétaire	nombre	pourcentage
SR	1	0,5
propriétaire-navigant	136	73,5
location	47	25,4
société	1	0,5
TOTAL	185	100

IV-3) Lieu d'hivernage

Presque les deux tiers (62,2%) des bateaux retournent sur le Continent, une fois la croisière achevée. La plupart hivernent dans un port de la Côte d'Azur, de la côte varoise ou provençale; très rarement sur la côte languedocienne, cf. le tableau n° 15.

Un cinquième reste en Corse, soit parce que appartenant à des résidents insulaires, soit parce que les sociétés de location, souvent continentales, les y laissent.

Près d'un cinquième (17,8%) encore sont des bateaux étrangers qui regagnent leur port d'attache respectif, en Italie dans la majorité des cas; mais aussi beaucoup plus loin puisque nous avons enquêtés des propriétaires de voiliers en provenance de Barcelone et qui en étaient à leur troisième visite en Corse. Quelques bateaux battant pavillon allemand restent en fait sur la Côte d'Azur pour hiverner.

IV-4) Origine géographique

Les questions posées nous ont permis de ventiler l'origine géographique des plaisanciers par pays et, pour la France, par département.

- Les Français

Ils représentent les trois quarts des personnes enquêtées. Une Région et quatre départements se détachent très nettement ;

- la Région Ile-de-France ; 13%
- les Bouches du Rhône (11,9%) et les Alpes Maritimes (11,4%)
- Le Var : 7,6%
- et la Corse avec 3,8%

- Les étrangers

Ils sont surtout représentés par les Italiens; 15,7% du nombre total et 62% des étrangers. On sait que depuis presque une dizaine d'années, ils constituent la majeure partie des visiteurs étrangers pour les raisons que nous avons évoquées dans d'autres travaux (G. RICHEZ et J. RICHEZ-BATTESTI, 1986).

On a relevé aussi des Suisses (3,2% du total et 12,8% des étrangers), des Espagnols, des Anglais etc... Leur nombre étant très réduit, les pourcentages n'ont, toutefois, guère de valeur, cf, le tableau n° 16.

Tableau n°16 Pays de résidence des étrangers

pays	nombre	pourcentage
SR	1	0,5
Italie	29	15,7
Suisse	6	3,2
divers	5	2,7
Espagne	3	1,6
Royaume Uni	2	1,1
Benelux	2	1,1
Français	136	73,5
TOTAL	185	100

IV-5) Fréquentation de la baie d'Elbu par les bateaux de plaisance (1989-1991).

Le suivi régulier de la fréquentation par les bateaux de plaisance de la baie d'Elbu n'a commencé qu'en 1989, c'est-à-dire quatorze ans après la création de la Réserve. Cette année-là, F. FINELLI, garde de la Réserve, en a comptabilisé 1012 durant les 62 jours de comptage effectués en juillet et août; la baie aurait donc été fréquentée tous les jours. La moyenne journalière pour ces deux mois est de 16,3 bateaux. Leur répartition mensuelle est la suivante : 338 en juillet (33,4%) soit une moyenne de 11 bateaux par jour et 674 en août (66,6%), la moyenne est alors plus élevée: 22.

Le mois de juillet lui ayant semblé très médiocre par rapport à celui de l'année précédente, F. FINELLI propose empiriquement le chiffre de 1500 bateaux comme niveau probable pour l'année précédente, c'est-à-dire 1988. La fréquentation moyenne journalière aurait alors été de 24, si aucun jour de mauvais temps n'est venu perturber le mouillage, ce qui est du domaine de l'exceptionnel.

L'étude de la fréquentation a été poursuivie et améliorée en 1990; des comptages ont été effectués matin et soir en baie d'Elbu et dans le secteur de la baie de Solana, cf. la figure p. 6; voiliers et bateaux à moteur ont été comptés séparément. Au total, 843 bateaux ont pu être dénombrés l'après-midi dans l'anse d'Elbu; 489 en juillet (58,1%) et 354 en août (41,9%). Le nombre moyen journalier de bateaux est de 15,3 pour 55 jours de comptage; il s'élève à 14 en juillet et à 12 en

août. Le pourcentage moyen journalier de voiliers s'élève à 72,4%. L'analyse de détails montre de grandes variations journalières en liaison, bien évidemment, avec les conditions météorologiques. L'écart entre les mois de juillet et d'août est, par ailleurs, nettement moins marqué en 1990, sans doute pour les mêmes raisons. Le mois de juillet, avec 27,6% de bateaux en plus, a été nettement plus fréquenté que celui d'août.

Les données pour 1991 proposées par François ARRIGHI, Conservateur de la Réserve, portent sur 45 jours des mois de juillet et d'août. Les comptages ont été effectués en fin d'après-midi: 386 bateaux ont été relevés en juillet, soit 35,5% du total et 703 en août (64,5%). Au total donc 1 089 bateaux ont été comptés, en hausse de 30% par rapport à l'année précédente, cf. le tableau n°17. La fréquentation moyenne journalière s'élève à 24,2 bateaux; celle de juillet est de 19 et celle d'août de 29.

Tableau n° 17 Fréquentation de l'anse d'Elbu par les bateaux de plaisance.

année	nombre de bateaux			nombre moyen de bateau par jour de comptage
	juillet	août	total	
1988	-	-	1 500 ?	25 ?
1989	338	674	1 012	16,3
1990	489	354	848	15,3
1991	386	703	1 089	24,2

CONCLUSIONS

Les travaux de recherches sur le terrain ont dû s'étaler sur deux années (1988 et 1989) et ont permis d'obtenir **185 questionnaires utilisables**. C'est à la fois peu et relativement beaucoup dans la mesure où l'anse d'Elbu n'est pas un espace d'accès facile étant donné son éloignement des zones habitées; de plus, le séjour y était alors difficile en raison de l'absence d'abri sur les lieux mêmes, et l'hébergement quasi impossible.

Dans leur grande majorité, les visiteurs enquêtés à Elbu connaissaient déjà, auparavant la Corse; la moitié d'entre eux en étaient, au moins, à leur septième visite.

A peine plus de la moitié était déjà venue à Elbu mais près d'un cinquième du total au moins, en était à leur sixième venue.

Ces plaisanciers ont, en général, une bonne connaissance de la réglementation de la Réserve, meilleure en ce qui concerne la mer que la terre. Ces connaissances ont parfois été apprises par la simple lecture des panneaux prévus à cet effet.

Si le tiers des visiteurs est satisfait de l'information fournie, le reste est **demandeur d'informations complémentaires** sous des formes diverses et, pour les étrangers, dans leur langue : on pourrait, sans grand problème, accéder à la demande des Italiens, dont on sait qu'ils sont les étrangers les plus nombreux et ceux qui sont souvent accusés, à tort ou à raison, de ne pas respecter la réglementation.

Concernant la question centrale de **l'éventualité de l'interdiction de mouiller des ancres dans l'anse d'Elbu,** on retiendra que si 22% des plaisanciers sont résolument contre, 42% sont favorables, tandis que 22% sont favorables avec regrets et sous certaines conditions, que 11% sont sans opinions. Globalement donc, les avis sont favorables à cette mesure destinée à la protection et à l'étude des fonds marins de l'anse d'Elbu. Si une pareille mesure était retenue, il serait éminemment opportun de prendre contact avec les administrateurs du Parc national de Port-Cros qui ont fait effectuer de nombreux travaux de recherche sur l'impact des ancres sur l'herbier de posidonies et sur les moyens de contrôler la fréquentation des bateaux de plaisance. Par ailleurs, compte tenu de l'intérêt de ce mouillage pour les plaisanciers, il est évident qu'elle devrait s'accompagner de mesures informatives et de surveillance adaptées. Signalons enfin qu'une demie

mesure est envisageable: celle interdisant seulement le mouillage de nuit. Mais nous n'avons pas recueilli d'informations suffisantes sur cette question.

Comme toujours, **l'analyse des souhaits et remarques générales** en réponses spontanées est un peu déroutante dans la mesure où elle fait apparaître, bien souvent, un fort pourcentage (ici plus du tiers) de personnes qui n'ont rien à dire. Il ne faudrait pas en conclure trop hâtivement que tout va bien, car bien souvent, ces mêmes personnes, interrogées plus longuement et de façon non directive, formulent des éléments de réflexion intéressants. Il est donc important de prendre en compte les remarques faites par une minorité de visiteurs, car elles sont souvent révélatrices de problèmes, de tensions, de difficultés déjà connues ou en train d'émerger. Les questions soulevées qui me paraissent majeures, sont au nombre de quatre :

- **souhait de maintenir la Réserve en l'état**, et espoir de voir sa **superficie agrandie**, car c'est un paysage qui est très apprécié pour sa beauté et sa rareté; il doit donc continuer à être protégé, quitte même, pour certains, à ajouter un peu plus de réglementation;

- **demande de plus d'informations**, et en langue étrangère aussi;

- **caractère anormal de la pêche professionnelle** dans une Réserve et désir de voir supprimer les dérogations jugées comme antidémocratiques;

- **désir de limiter la vitesse des bateaux à moteur**, y compris celle des bateliers.

Les trois quarts des bateaux présents sur les lieux sont des **voiliers**, skipés par leur propriétaire. Un cinquième hiverne en Corse.

Trois plaisanciers sur quatre sont Français. Parmi les étrangers, les **Italiens** sont les plus nombreux (presque les deux tiers) .

Enfin, **les comptages de bateaux effectués dans l'anse d'Elbu** depuis maintenant trois ans, donnent des chiffres qui varient de 850 environ à près de 1 100. Il serait tout à fait intéressant de les continuer et de les perfectionner pour disposer d'une image statistique encore plus précise de la fréquentation de la Réserve par ce type de visiteurs.

Cette étude consacrée à la navigation de plaisance à Elbu, complète donc celle menée en 1987 sur les visiteurs de Scandola utilisant les services des bateliers et celle effectuée en 1988 sur Ghjirulata (G. RICHEZ 1988; G. RICHEZ et J. RICHEZ-BATTESTI 1989). Elle permet de mieux comprendre les aspects de la

fréquentation touristique de ces lieux exceptionnels, et de fournir aux gestionnaires des éléments d'appréciation fondamentaux.

Elle a fait apparaître, 15 ans après la création de la Réserve, la **nécessité d'un suivi régulier de la fréquentation** du littoral. par la navigation de plaisance. C'est un espace d'interface particulièrement important tant pour les populations locales qui y trouvent ou espèrent y trouver une source de revenus, que pour les touristes et les visiteurs divers, pour les représentants des diverses disciplines scientifiques concernées par ce contact terre/mer et, enfin, aussi pour les gestionnaires qui doivent arbitrer ou tenter d'arbitrer les différents intérêts en présence. J'ai donc mis au point en 1989 et 1990, avec l'aide des agents de la Réserve, une fiche descriptive destinée à suivre cette évolution qui donne satisfaction .

Compte tenu des caractères très particuliers de la Réserve naturelle de Scandola, il est évident que le suivi régulier de la pression humaine ne pourra s'effectuer qu'avec la collaboration des agents de la Réserve. Comme leur temps de travail n'est pas indéfiniment extensible, il serait souhaitable que les gestionnaires manifestent clairement leur intérêt pour ce type de travail. C'est ce qui a été fait lors de l'Assemblée générale du Comité scientifique du 29 novembre 1991. **Entre le 15 juillet et le 30 août, la tâche primordiale des agents de la Réserve sera la surveillance et l'information** et, par là même, le suivi régulier de la fréquentation touristique et plaisancière et, souhaitons-le, aussi, celui de la pêche professionnelle.

Ainsi pourra-t-on disposer d'observations régulières dont les sciences sociales ont autant besoin que les sciences de la nature, afin de fournir des éléments d'appréciation aux gestionnaires de ces milieux exceptionnels que sont les Réserves naturelles.

BIBLIOGRAPHIE

RICHEZ G. et RICHEZ-BATTESTI J., 1986, "La contestation du tourisme en Corse et ses implications économiques et sociales", Revue Etudes corses, n° 26, Université de Corse, Corte, p. 49-96.

RICHEZ G., 1988, "Enquête sur les visiteurs de la Réserve naturelle de Scandola (Corse du Sud) durant l'été 1987", Travaux scientifiques du Parc naturel régional et des Réserves naturelles de Corse, n° 18, Ajaccio, p. 1-52.

RICHEZ G. et RICHEZ-BATTESTI J., 1989, " Ghjirulata et la Réserve naturelle de Scandola : analyse et propositions d'aménagement", Travaux scientifiques du Parc naturel régional et des Réserves naturelles de Corse, n° 25, Ajaccio, p.1-51.

Date :

Lieu :

Type de Bateau :

Météo :

CONNAISSANCE DE LA FREQUENTATION PAR LES PLAISANCIERS DE LA RESERVE NATURELLE DE SCANDOLA (ETE 1988)

Afin de mieux connaître les besoins des visiteurs de la Réserve Naturelle de Scandola, nous avons recours à vous au moyen de ce questionnaire. Merci d'y répondre. Ainsi, sans doute, pourrons-nous davantage vous être agréable.

-
- | | | | | |
|--|---------------|-----|----------------|-------------------|
| | | | | Combien de fois ? |
| 1) Etiez-vous déjà venu en Corse | Oui | Non | | |
| | à Scandola | Oui | Non | |
| 2) Savez-vous que Scandola est une Réserve naturelle ? | Oui | Non | | |
| 3) Connaissez-vous l'existence des interdictions qu'une Réserve naturelle entraîne : | | | en mer | Oui Non |
| | | | sur terre | Oui Non |
| 4) Si oui, lesquelles ? | | | | |
| en mer : | | | | |
| sur terre : | | | | |
| 5) Avez-vous des propositions à faire pour une meilleure information des visiteurs de la Réserve ? Si Oui, lesquelles ? | | | | |
| 6) Quelle serait votre réaction si le mouillage était interdit, dans le fond de la baie d'Elbo, pour des raisons scientifiques ? | | | | |
| | - favorable | | - sans opinion | |
| | - défavorable | | - autre | |
| 7) A qui appartient le bateau sur lequel vous naviguez ? | | | | |
| 8) Quel est le lieu d'hivernage du bateau ? | | | | |
| 9) Votre lieu de résidence habituel : | | | | |
| Ville : | Département : | | Pays | |
| 10) Vos souhaits et remarques générales concernant les relations entre la navigation de plaisance et la Réserve naturelle de Scandola. | | | | |

Merci de votre collaboration.

PRESENCE DE PSEUDOSIMNIA CARNEA

(GASTEROPODE, CYPRAEOIDEA)

DANS LA RESERVE NATURELLE DE SCANDOLA

(CORSE)

Par

Patrice FRANCOUR,* Franck FINELLI, **

Philippe JEGO **

* Laboratoire de Biologie marine et d'Ecologie du Benthos.
Faculté des Sciences de Luminy. 13288 Marseille Cédex 9.

** Parc Naturel Régional de Corse, Rue Général Fiorella.
20000 Ajaccio.

Photographie *in situ* de *Pseudosimnia carnea* sur un brin de *Corallium rubrum*, prise à Scandola, dans la "grotte à corail" de l'îlot Palazzu. (le coquillage mesure 10 mm de long; photographie : FRANCOUR Patrice)



INTRODUCTION

Pseudosimnia carnea (Poiret, 1789) (= *Bulla carnea* Poiret, *Primovula carnea* (Poiret), *Ovula carnea* (Poiret)), l'ovule incarnate¹, est un gastéropode de l'ordre des Mesogasteropoda. NORSIECK (1982) le classe dans la famille des Amphiperatidae Gray, 1853 (super-famille des Cypraeoidea Rafinesque, 1815). La famille des Amphiperatidae est mise en synonymie avec celle des Ovulidae par LINDER (1976).

Cette famille ne comprend que trois genres en Méditerranée : *Pedicularia* Swaison, 1840 (2 espèces); *Simnia* Risso, 1826 (un sous-genre, 4 espèces) et *Pseudosimnia* Schilder, 1927 (2 espèces) (NORDSIECK, 1982). Pour LINDER (1976), le genre *Pedicularia* appartient à une famille distincte des Ovulidae ou Amphiperatidae, les Pedicularidae.

Toutes les espèces de cette famille vivent sur des cnidaires (gorgones, madréporaires, alcyonaires). *Pseudosimnia carnea* semble vivre exclusivement sur le corail rouge, *Corallium rubrum* (ANGELETTI, 1973; LOZET & DEJEAN-ARRECGROS, 1977; NORDSIECK, 1982). PARENZAN (1970) le cite dans des fonds à bryozoaires, en Italie, sans mentionner d'éventuel support.

Pseudosimnia carnea est présent en Méditerranée (NORDSIECK, 1982), principalement dans la partie centrale ou occidentale (ANGELETTI, 1973), et dans l'Atlantique, de l'Afrique du nord à Madère et aux Açores (ANGELETTI, 1973; NORDSIECK, 1982). Il est également cité aux Antilles par quelques auteurs (ANGELETTI, 1973, LINDER, 1976).

¹ *incarnate* = d'un rouge clair et vif.

OBSERVATIONS

C'est sur une branche de corail rouge qu'un individu de *Pseudosimnia carnea* a été observé dans la Réserve naturelle de Scandola (entre Galeria et Girolata, Corse, 42°23'40" N, 8°32'45" E), en juillet 1990. La branche de *Corallium rubrum* était cassée (probablement à la suite d'une forte houle) et reposait sur le fond sableux de la "grotte à corail" de l'îlot Palazzu, par 30 m de fond.

Cet individu a été photographié *in situ* (planche photo), puis il a été récolté pour une détermination précise. Il mesure 10 mm de long. On distingue nettement sur la photo la couleur de la coquille et celle du manteau. La coquille est d'un brun rougeâtre assez soutenu, avec les deux extrémités blanches. La coloration de base du manteau est proche de celle de la coquille. Le manteau est ponctué de petites taches noires, réparties de façon uniforme, et de plus grandes taches claires (dépigmentation ?).

DISCUSSION

A notre connaissance, cette signalisation est la première à Scandola et peut-être en Corse. Dans leur travail consacré à *Corallium rubrum* de la réserve de Scandola, incluant l'étude de la grotte à corail de Palazzu, BIANCONI *et al.* (1988) ne signalent pas la présence *Pseudosimnia carnea*. De même, PORCHEDDU dans son inventaire des gastéropodes de la réserve de Scandola (inédit), ne mentionne pas cette espèce. Dans la région de Calvi, FALCONETTI (1980) a récolté, par chalutage dans les fonds à *Gryphus vitreus*, des exemplaires de *Simnia nicaensis*, mais il ne signale pas d'autre Amphiperatidae. Toujours dans la même région, PEQUEUX & VOSS (1972) ne signalent aucune espèce pour cette famille dans leur inventaire faunistique de la baie de Calvi, réalisé en plongée sous-marine.

Bien que n'ayant pas trouvé de signalisation publiée de cette espèce en Corse ou à Scandola, sa présence était connue dans la réserve et à proximité. L'un de nous (F.F.), avait déjà rencontré un exemplaire de *P. carnea* dans la grotte à corail de Palazzu, dans des conditions similaires

(branche de corail cassée, reposant sur le fond de la grotte). Gérard RIVOIRE (comm. pers.) nous a également signalé quelques observations de *P. carnea* qu'il a effectuées en plongée sous-marine dans la réserve de Scandola (grotte à corail de Palazzu : 30 m; large de l'îlot Palazzu : 70 m). De même, à proximité de la Réserve, au large des Scuglietti, Jean-Michel RAPHAËLI (comm. pers.), corailleur professionnel, considère que cette espèce est "assez fréquente" sur les branches de corail qu'il récolte entre 70 et 120 m de fond. L'un de nous (F.F.) a d'ailleurs pu observer quelques spécimens pour en confirmer la détermination.

Cette présence assez fréquente, entre 60 et 100 m de fond, est bien en accord avec la littérature. En effet, la majorité des auteurs considèrent que *Pseudosimnia carnea* est assez commun au-delà de 60-80 m (ANGELETTI, 1973; LOZET & DEJEAN-ARRECGROS, 1977). PARENZAN (1970) cite cette espèce en Italie sur des fonds de 40 à 50 m. Nous n'avons pas trouvé de signalisation à plus faible profondeur. L'observation de *P. carnea* à 30 m seulement dans la grotte à corail de Palazzu peut donc être considérée comme exceptionnelle, par rapport à la littérature. Toutefois, son observation *in situ* peut se faire beaucoup moins profondément encore, entre 10 m et 20 m de fond seulement (Sardaigne, La Ciotat, Gérard RIVOIRE, comm. pers.).

Son observation dans la grotte à corail de Palazzu sur une branche fraîchement cassée de corail (car encore vivante), nous incite à penser que cette espèce est probablement plus fréquente à cet endroit que ne le laisseraient supposer les publications antérieures. Il est en effet probable que si l'animal vit de préférence à la base des brins de corail, près du substrat (ANGELETTI, 1973; Gérard RIVOIRE, comm. pers.), son homochromie, sa petite taille et la densité des branches de corail le dissimulent efficacement aux yeux des observateurs (et des prédateurs). L'homochromie de la coquille et du manteau est peut-être même renforcée par la présence de taches blanches sur le manteau, rappelant la couleur et la forme des polypes vivants de *Corallium rubrum*, son support naturel (voir la photo). La récolte de brins de corail cassés (houle à Palazzu, corailleur aux Scuglietti) augmente alors la probabilité d'observation d'un animal en supprimant sa protection naturelle, offerte par le couvert des branches de corail.

Remerciements : Cette étude a été réalisée dans le cadre de programmes de recherche du Comité scientifique de la Réserve Naturelle de Scandola (Parc naturel régional de la Corse). Les auteurs remercient Messieurs Gérard RIVOIRE et Jean-Michel RAPHAËLI qui leur ont fait part de leurs observations inédites.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELETTI S. 1973. *I mari e le conchiglie*. Longanessi ed., Milano : 1-350.
- BIANCONI C.H., RIVOIRE G., STILLER A., BOUDOURESQUE C.F. 1988. Le corail rouge, *Corallium rubrum* (Lamarck) dans la réserve naturelle de Scandola (Corse). *Trav. sci. Parc nat. rég. Rés. nat. Corse*, 16 : 1-80.
- FALCONETTI C. 1980. *Bionomie benthique des fonds situés à la limite du plateau continental du Banc Magaud (îles d'Hyères) et de la région de Calvi (Corse)*. Thèse 3^o cycle, Univ. Nice : 1- 287.
- LINDER G. 1976. *Guide des coquillages marins*. Delachaux et Niestlé eds., Neuchâtel : 1-255.
- LOZET J.B., DEJEAN-ARRECGROS J. 1977. *Je découvre les coquillages*. A. Lesson ed., Paris : 1-176.
- NORDSIECK F. 1982. *Die Europäischen Meers-Gehäuseschnecken (Prosobranchia)*. G. Fischer Verlag ed., Stuttgart, New-York : 1-539.
- PARENZAN P 1970. *Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. vol. 1 : Gasteropodi*. Bios Taras ed., Taranto : 1-283.
- PEQUEUX A., VOSS J. 1972. Plongées sous-marines, inventaire faunistique et description des fonds sous-marins en divers endroits de la baie de Calvi. *Station Rech. Sous-mar. océanogr. La Revelatta, Calvi, Progress Report*, 2 : 1-26.

INVENTAIRE DES CHALCIDIENS
DE LA RESERVE DE SCANDOLA
(Hyménoptères parasites)

Première partie

Par

Jean Yves RASPLUS *

* Laboratoire de Biosystématique de l'Insecte, INRA,
Station de zoologie. 78026 Versailles Cédex.

1. INTRODUCTION

Les Chalcidiens ou Chalcidoidea constituent une large super-famille de microhyménoptères parasites, comprenant près de 19000 espèces valides actuellement décrites dans le monde (NOYES, 1990). On estime leur nombre réel à plus de 60000 espèces ce qui peut être comparé aux 40000 espèces de vertébrés recensés. En Europe, on compte plus de 3600 espèces, elles représentent près de 600 genres, classés en 19 familles.

Parmi les microhyménoptères parasites, les Chalcidiens se reconnaissent par la structure de leurs antennes. Celles-ci sont en effet composées d'un scape, d'un pédicelle et d'un flagelle constitué d'un funicule (comprenant de 2 à 7 articles funiculaires, parfois transformés en anelli pour les premiers) et d'un club (ou clava) comprenant 2 ou 3 segments fusionnés. Les segments funiculaires et le club portent des sensilles caractéristiques. La véneration des ailes est extrêmement réduite (seulement 4 nervures). La coloration du corps est souvent métallique. Un certain nombre d'espèces de Proctotrupeoidea et de Scelionoidea possède une partie des caractères sus-cités, cependant les Chalcidiens ont toujours la combinaison de caractères suivante: pronotum n'atteignant pas, en arrière, les tegulae, présence d'un prépectus net (sous forme d'un petit sclérite en arrière du premier stigmate thoracique) et leurs antennes portent des sensilles plates.

La grande variété des formes rencontrées parmi ce groupe n'a d'égale que l'incroyable diversité des biologies. En effet, si la majorité des Chalcidiens sont des parasites protéliens d'insectes ou d'autres arthropodes, certains d'entre-eux sont des phytophages, et à ce titre peuvent même montrer une importance économique par les dégâts qu'ils causent aux cultures. Les modalités du parasitisme par les Chalcidiens sont très diverses:

- Certaines espèces attaquent les oeufs, d'autres se développent aux dépens des larves ou des nymphes d'insectes et quelques unes attaquent les adultes.

- Ils sont parasites grégaires ou solitaires, ectoparasites ou endoparasites, koinobiontes (se développant en ne tuant leur hôte qu'à la fin de leur développement) ou idiobiontes (tuant leur hôte, puis se développant sur son cadavre).

- Quelques espèces sont polyembryoniques (un oeuf donnera par division plusieurs embryons et donc plusieurs insectes cloniques, jusqu'à 2000 pour certains Encyrtidae), d'autres présentent des phénomènes d'hétéronomie (chez les Aphelinidae): les larves des mâles et des femelles ayant des hôtes et/ou des biologies différentes (chez certaines espèces les mâles se développent même en parasite de leur propre femelle !).

- Les Agaonidae (Agaoninae) vivent en symbiose avec les espèces du genre *Ficus* (Moraceae); assurant la pollinisation de ces dernières tout en utilisant une partie de la production séminale pour se développer.

Les Chalcidiens sont de loin les parasites d'insectes les plus utilisés en lutte biologique (CLAUSEN, 1978), en effet plus de 50% des espèces de parasites introduites à des fins de lutte biologique ou intégrée dans le monde sont des Chalcidoidea. En particulier, les familles des Encyrtidae, des Aphelinidae et des Trichogrammatidae sont particulièrement étudiées pour réguler les populations de certains rayageurs (Cochenilles, Aleurodes, Lépidoptères...).

Un autre aspect intéressant des Chalcidoidea est qu'ils permettent de se faire une idée des degrés d'anthropisation de certains milieux. En effet, en agrocénose la diversité spécifique chute particulièrement, de même en milieu fortement anthropisé apparaissent des espèces associées aux Muscidae anthropophiles, aux plantes rudérales et à leurs prédateurs etc., que l'on ne retrouve que plus rarement dans les milieux naturels. De plus, la capture de certains parasites indique la présence de leurs hôtes avec de bons niveaux de populations. Cette approche permet de compléter les données directement obtenues à partir de l'inventaire des hôtes potentiels.

La récolte des Chalcidiens se fait principalement par quatre méthodes :

- 1) Le fauchage de la végétation à l'aide d'un filet fauchoir de forme triangulaire afin de pouvoir collecter près du sol. Les insectes sont ensuite collectés grâce à un petit aspirateur à bouche.

- 2) Le piégeage par assiette jaune ou par piège Malaise (sorte de tente d'interception). Les insectes sont conservés dans l'alcool.

3) La récolte des hôtes potentiels et la mise en élevage, ce qui donne des données biologiques toujours utiles.

4) La chasse à vue, en particulier sur les troncs et les branches mortes, les fleurs...

Contrairement aux idées couramment admises, la méthode la meilleure pour la conservation des Chalcidoidea n'est pas de les plonger dans l'alcool, mais de les stocker à sec sur de petites couches de papier buvard ou de coton hydrophile. Ceci évite, tous les problèmes de flétrissement de la cuticule quand on sort les insectes de l'alcool pour les préparer. Cependant, si des Chalcidiens ont été plongés dans l'alcool (récolte par piègeage) il est possible de les en retirer en utilisant la méthode du point critique.

La meilleure préparation pour les Chalcidiens consiste en un collage (avec une colle hydrosoluble) sur une paillette de petite taille (14 x 6 mm). Les insectes sont collés sur les pleures droits, la tête étant tournée vers la gauche de façon à pouvoir étudier les pièces buccales (si possible les mandibules doivent être écartées), les pattes et les antennes sont étalées sur le côté gauche et les ailes écartées. Cette position permet, sous la loupe binoculaire, l'étude de toutes les parties du corps sans préparation microscopique. Pour les Chalcidiens de petite taille (Trichogrammatidae, Mymaridae, Aphelinidae) l'inclusion dans du baume du Canada entre lame et lamelle, après potassage est de loin la meilleure méthode de préparation des spécimens collectés (NOYES, 1982).

Dans la Réserve de Scandola nous avons utilisé les quatre techniques de récoltes citées et nous donnons ci-dessous une première liste commentée des espèces récoltées lors d'une mission réalisée du 15 Août au 5 Septembre 1989. Cette liste sera complétée prochainement par une seconde note rapportant les récoltes de 1990 et incluant une discussion sur la qualité des milieux échantillonnés.

2. LISTE DES ESPECES

AGAONIDAE

Blastophaga psenes (Linné, 1758)

Espèce phytophage dans les sycones (figes) de *Ficus carica* L. dont il assure la pollinisation. Répandue dans toute l'aire de distribution de *Ficus carica* (pourtour méditerranéen).

Philotrypesis caricae (Westwood)

Espèce inquiline utilisant les galls causées par *Blastophaga psenes* dans les ovaires des fleurs de figuiers. Largement répandue dans toute la région méditerranéenne.

APHELINIDAE

Euryischia inopinata Maši, 1907 (*) (fig.1)

Parasite de *Leucopis* (Diptère, Chamaemyiidae) parasitant eux-même des Coccidae. Répandu dans la région méditerranéenne. Espèce nouvellement citée pour la faune de France.

CHALCIDIDAE

Dirhinus hesperidum (Rossius, 1790) (fig. 2)

Parasite de diptères Sarcophagidae, largement répandue dans toute la région paléarctique.

Haltichella rufipes (Olivier, 1790)

Parasite très fréquent dont la biologie a été longtemps ignorée. Elle a été signalée par BOUCEK (1972) comme parasite de coléoptères Lagriidae (*Lagria hirta* L.). Largement répandu dans toute la région paléarctique.

Hockeria fumipennis (Walker, 1871)

Espèce décrite de Corse, mais jamais recitée de France depuis sa description. Largement répandue dans le bassin méditerranéen, mais toujours locale. Biologie inconnue.

Hockeria unicolor Walker, 1834

Parasite de petits Lépidoptères (Tortricidae, Lymantriidae...). Assez fréquent dans la région méditerranéenne.

Invreia benoisti (Steffan, 1948)

La biologie de cette espèce est inconnue, mais on la récolte toujours dans des milieux xerothermiques. Largement répandue dans toute l'Europe du sud et centrale.

ELASMIDAE

Elasmus schmitti Ruschka, 1920 (*)

Parasite de larves de *Polistes gallicus* Linné et *P. opinabilis* Kohl (Hym., Vespidae). Répandu dans la région méditerranéenne.

Elasmus elongatus Ferrière, 1947

Probablement hyperparasite de chenilles de Lépidoptères (Lymantriidae, Gelechiidae...) via des Braconidae (Hym.). Largement répandu en Europe.

Elasmus albipennis Thomson, 1878

Principalement hyperparasite (via des Braconidae), plus rarement parasite de microlépidoptères (Yponomeutidae...). Probablement répandu dans toute l'Europe.

ENCYRTIDAE

Anagyrus orbitalis (Ruschka, 1923)

Largement répandue dans l'Ouest Paléarctique. La biologie de cette espèce demeure inconnue, probablement endoparasite de cochenilles Pseudococcidae, comme les espèces du genre dont la biologie est connue.

Anagyrus pseudococci (Girault, 1915)

Parasite de *Planococcus citri* Russo, et plus rarement d'autres espèces de Pseudococcidae. Répandu dans toute la sous-région méditerranéenne.

Cheiloneurus elegans (Dalman, 1820)

Parasite secondaire (hyperparasite) de Coccidae. Espèce répandue dans toute la région paléarctique.

Ericydnus robustior Mercet, 1921

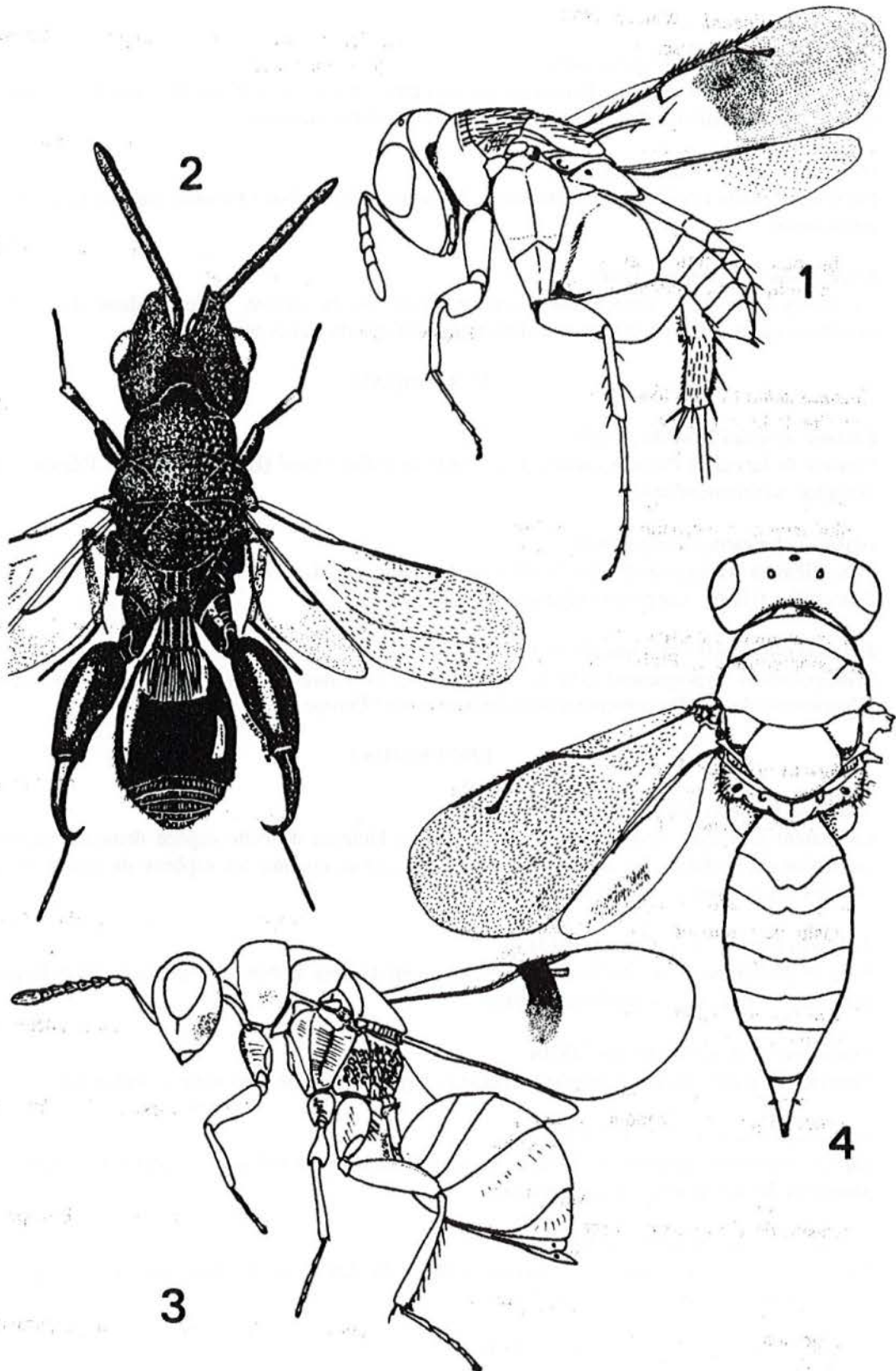
Espèce largement répandue en Europe. Biologie inconnue mais d'autres espèces du même genre parasitent des cochenilles Pseudococcidae.

Paracerapterocerus italicus (Masi, 1917) (*)

Parasite de *Ceroplastes rusci* L. (Coccidae). Répandu dans toute la partie sud de l'Europe, mais nouvellement citée pour la faune de France.

Neoprochiloneurus bolivari (Mercet, 1919)

Largement répandu dans toute la région paléarctique. Probablement un hyperparasite de Pseudococcidae via d'autres espèces d'Encyrtidae.



Figures 1-4. Habitus de quelques familles de Chalcidoidea
1. *Euryischia inopinata* Masi.- 2. *Dirhinus hesperidum* (Rossius). - 3. *Sycophila biguttata* (Swederus). - 4. *Stenoselma nigrum* Delucchi.

Paratetracnemoidea malenottii (Mercet, 1918) (= *Rhinoencyrtus*) (*)

Hôte inconnu. Répandu dans les régions chaudes de l'Europe. Nouvelle citation pour la faune de France.

Thomsonisca amathus (Walker, 1838)

Parasite de différentes espèces de Diaspididae. Répandu dans toute l'Europe.

EULOPHIDAE

Aprostocetus (Aprostocetus) deobensis Graham, 1987

Espèce récemment décrite de France (Vaucluse, Alpes de Haute Provence). Elevée dans des galles de *Pontania viminalis* L. sur *Salix purpurea* (GRAHAM, 1987)

Aprostocetus (Aprostocetus) phillyreae (Domenichini, 1966)

Parasite de microlépidoptères non identifiés, mineurs des feuilles de *Phillyrea* sp.. Connue seulement de France et de Yougoslavie.

Aprostocetus (Ootetrastichus) ovivorax (Silvestri, 1920)

Parasite des oeufs d'*Oecanthus pellucens* (Scopoli) (Orth. Gryllidae). Espèce largement répandue en Europe méridionale.

Aprostocetus (Ootetrastichus) percaudatus (Silvestri, 1920)

Même biologie que l'espèce précédente. Espèce largement répandue en Europe méridionale.

Crataepus marbis Förster, 1839

Espèce parasite grégaire des larves et des pupes de Tephritidae (Dipt.) (*Terellia*, *Urophora*...) se développant dans les inflorescences de Carduacées. Holarctique.

Cirrospilus staryi Boucek, 1959

Parasite de Lépidoptères mineurs sur des plantes herbacées xérophiles. Largement répandu dans toute la région méditerranéenne remontant au Nord jusqu'en Tchécoslovaquie.

Entedon euphorion Walker, 1839

Parasite de coléoptères Anobiidae (*Ernobius* sp.) attaquant des conifères. Probablement associé aux rares *Pinus* se rencontrant dans la réserve.

Euderus albitarsis (Zetterstedt, 1838)

Espèce semblant très polyphage d'après la liste des hôtes connus (coléoptères, lépidoptères, hyménoptères). Cependant la majorité de ces informations mérite d'être confirmée. Largement répandue en Europe. Pourrait être un complexe d'espèce.

Hyssopus nigrutilus (Zetterstedt, 1838) (*)

Ectoparasite grégaire de chenilles de microlépidoptères (Coleophoridae, Tortricidae...). Large répartition en Europe, mais jusqu'à présent jamais cité de France.

Pronotalia fiorii (Domenichini, 1956) (*)

Endoparasite solitaire des pupes de *Pteromalus fenomenalis* Domenichini. Connue jusqu'à présent de la localité typique en Italie.

Sympiesis sandanis (Walker, 1839)

Espèce parasite de microlépidoptères (Tortricidae, Stigmellidae...) mineurs ou non. Associée avec des milieux secs, sablonneux. Largement répandu en Europe.

EUPELMIDAE

Anastatus oscari (Ruthe, 1859) (*)

Espèce d'Europe centrale et méridionale. Biologie inconnue, se rencontre principalement dans des milieux xérotiques. Nouvelle espèce pour la faune française.

Chirolophus eques Haliday, 1862

Biologie inconnue, mais une espèce du même genre a été obtenue en Afrique du Nord de larves de coléoptères xylophages (Buprestidae). Largement répandue dans la région méditerranéenne.

Eupelmus annulatus Nees, 1834.

Parasite polyphage pouvant attaquer aussi bien des Cynipidae (Hyménoptères) que des Lépidoptères. Largement répandu dans la région paléarctique.

Eupelmus urozonus Dalman, 1820

Espèce parasite polyphage attaquant des insectes aussi variés que des Lépidoptères, des Hyménoptères.... Très commune et largement répandue dans toute la région paléarctique.

Macroneura muellneri (Ruschka, 1921)

Espèce connue comme parasite de Cecidomyiidae, attaquant des herbacées ou des arbustes. Collectée à Elbo, parasite de *Diplolepis mayri* (Hym., Cynipidae) ce qui semble être une nouvelle donnée biologique. Largement répandue dans toute la sous-région méditerranéenne.

EURYTOMIDAE

Eurytoma robusta Mayr, 1878

Parasite des larves d'*Aylax* spp. (Cynipidae) insecte galligène sur les *Centaurea*. Répandue dans tout l'Ouest Paléarctique.

Eurytoma nodularis Boheman, 1835

Parasite de nombreuses espèces d'abeilles (Apoidea) faisant leur nid dans les tiges des plantes, en particulier les genres *Prosopis* et *Ceratina*. Largement répandue en Europe.

Eurytoma tilicola Hedqvist, 1966

Parasite de coléoptères xylophages (Cerambycidae, Buprestidae). Largement répandue dans toute l'Europe.

Eurytoma strigifrons Thomson, 1875

Parasite d'*Isocolus rogenhoferi* Wachtl (Hym., Cynipidae) se développant dans les inflorescences (capitules) d'Asteraceae. Largement répandue en Europe de l'ouest.

Sycophila biguttata (Swederus, 1795) (fig. 3)

Espèce très variable, parasite de Cynipidae galligènes (*Neuroterus*, *Andricus*, *Cynips*...) sur les *Quercus*. Les exemplaires récoltés dans la réserve l'ont été sur des *Pistacia*, selon BOUCEK (1974) cette forme décrite sous le nom de *pistacina* Rondani, n'est autre que *biguttata*. Largement répandue en Europe.

LEUCOSPIDAE

Leucospis dorsigera Fabricius, 1775

Parasite d'abeilles solitaires (Megachilinae), en particulier des genres *Osmia*, *Anthidium*, *Anthidiellum*. Cette espèce est largement répandue en Europe du sud et en Europe centrale.

ORMYRIDAE

Ormyrus orientalis Walker, 1871

Espèce parasite de Tephritidae (Diptère) se développant dans les inflorescence de composées. Largement répandue en Europe.

PERILAMPIDAE

Perilampus polypori Boucek, 1971 (*)

Parasite d'Ichnéumonidae attaquant les Raphidiidae (Neuroptères). Probablement largement répandu en Europe, espèce nouvelle pour la faune de France.

Perilampus minutalis Steffan, 1952

Probablement un parasite secondaire de Lépidoptères. Répandu dans toute la région méditerranéenne.

PTEROMALIDAE

Coenocrepis arenicola (Thomson, 1878)

Biologie inconnue, mais une espèce voisine *C. bothynoderi* Gromakov parasite les oeufs d'un Curculionidae attaquant des plantes herbacées dans les milieux arides. Largement répandue en Europe.

Conomorium patulum (Walker, 1835)

Parasite de chrysalides de lépidoptères, espèces polyphages et grégaires. Très commun et largement répandu en Europe.

Dinarmus acutus (Thomson, 1878)

Ectoparasites de larves de Bruchidae se développant dans les graines de légumineuses (Papilionaceae). Largement répandu en Europe.

Homoporus subniger (Walker, 1835)

Parasite des larves d'*Aylax papaveris* Kieffer sur *Papaver* et d'autres espèces dans les tiges de *Centaurea*. Largement répandu en Europe.

Oxysychus planiscuta (Delucchi, 1956)

Rare espèce récoltée en Yougoslavie et par ailleurs seulement connue de la femelle typique collectée dans les environs de Toulon. Le mâle jusqu'alors inconnu a aussi été récolté. Semble être limitée à la sous-région méditerranéenne. Les espèces du genre sont parasites de coléoptères xylophages (Cerambycidae, Buprestidae).

Pachyneuron aphidis (Bouché, 1834)

Espèce très commune, hyperparasite d'Aphidae (Homoptère) via des Braconidae (Apidiinae) ou des Aphelinidae. Largement répandue en Europe et peut-être cosmopolite.

Pachyneuron formosum Walker, 1833

Parasite de Syrphidae aphidiphages (*Syrphus*, *Xanthandrus*, *Epistrophe*...). Espèce commune, répandue dans toute l'Europe, apparaissant à la fin de l'été.

Psilocera atra (Walker, 1834)

Biologie inconnue, mais une espèce du genre a été récoltée en Afrique du Nord d'un cocon de Chrysolidae Chlytrinae (BOUCEK & al., 1991). Largement répandue en Europe.

Psilocera crassispina (Thomson, 1878)

Biologie inconnue. Largement répandue en Europe.

Scutellista coerulea (Fonscolombe, 1832)

Parasite polyphages de Coccidae. Espèce fréquente dans la partie sud de l'Europe. Utilisée en lutte biologique aux Etats-Unis.

Spilomalus dolichogaster Gijswijt & Graham, 1986

Espèce récemment décrite d'Espagne et de France, apparemment confinée aux régions chaudes de l'Europe. Biologie inconnue.

Stenoselma nigrum Delucchi (*) (fig. 4)

Parasite de petits Coleoptères xylophages (Buprestidae) se développant dans les bois d'arbustes. Probablement largement répandu dans l'Europe du sud.

Systasys encyrtoides Walker

Parasites polyphages de Cecydomyiidae. Commun dans toute l'Europe.

TETRACAMPIDAE

Epiclerus panyas (Walker, 1839)

Parasite d'*Ophiomyia beckeri* (Hendel) espèce mineuse de tige de Compositae (*Crepis*, *Hypochoeris*, *Sonchus*, *Taraxacum*...). Largement répandue dans toute l'Europe.

TORYMIDAE

Exopristus trigonomerus (Masi, 1916)

Biologie inconnue. Espèce largement répandue dans les régions sud de l'Europe.

Megastigmus pistaciae Walker, 1871 (*)

Espèce phytophage dans les graines de *Pistacia* spp. (Lentisque). Répandue dans toute la région méditerranéenne, mais nouvellement citée pour la faune de France.

Podagrion pachymerum (Walker, 1833)

Parasite des oothèques de Mantidae. largement répandue dans tout le sud de l'Europe.

Torymoides kiessenwetteri (Mayr, 1874)

Parasite de Tephritidae (Diptères) se développant dans les inflorescences de composées. Largement répandue dans toute la sous-région méditerranéenne.

Torymus bedeguaris (Linnaeus, 1758)

Parasite des larves de *Rhodites* (Cynipidae), se développant dans des galles sur *Rosa*. Elevé à Elbo de galles de *Rhodites mayri* Schlecht.. Répandu dans toute la région holarctique.

Torymus corni Mayr, 1874

L'hôte connu de cette espèce est une Cecidomyiidae (*Contarinia corni* Giraud). Répandue dans toute l'Europe.

Les espèces marquées d'un (*) sont nouvelles pour la faune de France.

(à suivre...)

3. REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement Messieurs C.H. Bianconi, F. Finelli, J.M. Dominici et les membres du conseil scientifique de la Réserve Naturelle de Scandola, sans l'aide desquels cette mission n'aurait pu se réaliser.

4. BIBLIOGRAPHIE

- BOUCEK Z., 1972.- On some European Chalcididae (Hymenoptera), with the description of a new *Euchalcis* Dufour.- *Entomologist's Gaz.*, **23** : 237-242.
- BOUCEK Z., 1974.- On the Chalcidoidea (Hymenoptera) described by Rondani.- *Redia*, **55**: 241-285.
- BOUCEK Z. & RASPLUS J.Y., 1991.- Illustrated key to West-Palearctic genera of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea).- *INRA ed.*, 140 p.
- CLAUSEN C.P. (Ed.), 1878.- Introduced parasites and predators of arthropods pests and weeds; a world review.- *U.S. Dept. Agr. Handbk*, **480**: 1-545.
- GRAHAM M.W.R. de V., 1987.- A reclassification of the European Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae), with a revision of certain genera.- *Bull. Br. Mus. nat. Hist.*, **51**: 1-392.
- NOYES J.S., 1982.- Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera).- *J. nat. Hist.*, **16** : 315-334.
- NOYES J.S., 1990.- The number of described Chalcidoid taxa in the world that are currently regarded as valid.- *Chalcid Forum*, **13**: 9-10.

LA MYRMECOFAUNE DE LA
RESERVE NATURELLE DE SCANDOLA

Inventaire spécifique (1984/86 - 1991)

Par

Janine CASEVITZ-WEULERSSE*

* Maître de conférences au Muséum national d'Histoire naturelle,
Laboratoire d'Entomologie - 45 Rue Buffon, F-75005 Paris ;
membre du Comité scientifique de la Réserve Naturelle de Scandola,
P.N.R.C.

1 - INTRODUCTION

Les premières observations sur les fourmis de la Réserve naturelle de Scandola ont été effectuées d'avril 1984 à juin 1986. (CASEVITZ-WEULERSSE, 1986, 1987). Cinq ans plus tard, qu'est-il advenu de ces peuplements?

En juin 1991 certaines des stations déjà étudiées ont été revues. Nous comparerons ici les résultats des inventaires spécifiques à vue anciens et ceux obtenus en 1991 sur le terrain de la marine d'Elbo, l'îlot du Chêne, les plages et arrière-plages de Foccolara et de Cattaghia et enfin, en dehors de la réserve sensu stricto, sur l'îlot Porri.

Les méthodes utilisées pour établir des inventaires spécifiques à vue ont été décrites dans des publications précédentes (CASEVITZ-WEULERSSE, 1986, 1990). Les milieux et la végétation ont déjà été étudiés par divers auteurs (M. CONRAD 1980, J. GAMISANS & M. MURACCIOLE 1984, M. DELAUGERRE, 1986, CASEVITZ-WEULERSSE, 1990).

2 - RESULTATS

I - Marine d'Elbo

Quatre milieux différents ont été choisis :

(1) - la lande en arrière- plage, le champ et l'ancien verger; au printemps 1990, ces terrains ont été l'objet d'un nettoyage par coupe et incinération sur place de la végétation; nous avons remarqué également, en juin 1991, un sol très remué, ce qui indiquerait peut-être la présence actuellement plus fréquente de sangliers; les inventaires qualitatifs ont toujours été effectués sur la même surface de 3 000 m² (60 x 50 m) et le long de deux parcours linéaires de 100 m chacun;

(2)- le chemin menant à la tour et les abords de la tour elle-même, dont la végétation a peu changé depuis 1986;

(3)- les rives du ruisseau, pratiquement à sec en juin 1991;

(4)- les abords de l'ancienne source (la plus proche de la mer) nettoyés récemment et dont la végétation a été très éclaircie.

Les résultats des inventaires sont présentés dans les tableaux I à IV.

TABLEAU I

Elbo : lande, champ et verger

<u>noms d'espèce</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1991</u>
<i>Ponera coarctata</i>	+	+	0	0
<i>Aphaenogaster spinosa</i>	+	+	+	+
<i>A. subterranea</i>	+	+	+	0
<i>Messor minor</i>	+	+	+	0
<i>M. vasmanni</i>	+	+	+	0
<i>Solenopsis fugax</i>	0	+	0	+
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	+	+	+
<i>Pheidole pallidula</i>	0	+	+	+
<i>Leptothorax exilis</i>	+	+	0	+
<i>L. lichtensteini</i>	0	0	+	0
<i>Tetramorium semilaeve</i>	+	+	+	+
<i>Tapinoma simrothi</i>	+	0	+	+
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	+	0	+
<i>Lasius alienus</i>	+	+	+	+
<i>L. emarginatus</i>	+	+	+	+
<i>L. niger</i>	+	0	0	0
<i>Camponotus aethiops</i>	+	+	+	+
<i>C. lateralis</i>	+	+	+	+
<i>C. piceus</i>	+	+	0	0
<i>C. vagus</i>	+	+	+	+
<i>Formica cunicularia</i>	+	+	+	+
<u>Total espèces :</u>	18	18	15	14

TABLEAU II

Elbo 2 ; chemin et abords de la tour

<u>noms d'espèces</u>	<u>1986</u>	<u>1991</u>
<i>Aphaenogaster spinosa</i>	+	+
<i>Messor minor</i>	+	+
<i>M. wasmanni</i>	0	+
<i>Pheidole pallidula</i>	+	0
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	0
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	0
<i>Lasius emarginatus</i>	0	+
<i>L. niger</i>	0	+
<i>Camponotus aethiops</i>	+	+
<u>Total espèces :</u>	6	6

TABLEAU III

Elbo 3 ; rives du ruisseau

<u>noms d'espèces</u>	<u>1986</u>	<u>1991</u>
<i>Aphaenogaster spinosa</i>	+	+
<i>A. subterranea</i>	+	+
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	+
<i>Leptothorax lichtensteini</i>	+	+
<u><i>Tetramorium meridionale</i></u>	0	+
<i>Tapinoma simrothi</i>	+	0
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	+
<i>Lasius alienus</i>	0	+
<i>L. emarginatus</i>	+	+
<i>L. niger</i>	+	0
<i>Camponotus aethiops</i>	+	0
<i>C. lateralis</i>	+	0
<u>Total espèces :</u>	10	8

TABLEAU IV

Elbo 4 : ancienne source

<u>noms d'espèces</u>	<u>1986</u>	<u>1991</u>
<i>Ponera coarctata</i>	+	0
<i>Aphaenogaster spinosa</i>	0	+
<i>A. subterranea</i>	+	0
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	+
<i>Solenopsis fugax</i>	+	0
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	+
<i>Lasius emarginatus</i>	+	+
<i>Camponotus lateralis</i>	0	+
<i>Formica cunicularia</i>	+	0
<u>Total espèces :</u>	7	5

Dans la station 1 (lande, champ et verger, tab. I), la seule où l'on ait pu faire des inventaires identiques et réguliers de 1984 à 1986, répétés sur les mêmes surfaces à chaque fois, on constate une certaine diminution de la diversité spécifique depuis 1984/1985 (18 espèces) jusqu'en 1991 (14 seulement). Par exemple deux *Messor*, en 1986, étaient représentés chacun par deux sociétés importantes, sur la lande en arrière-plage. C'était la seule station où était observé *M. wasmanni* à Elbo. En 1991, on le trouve le long du chemin menant à la tour et nulle part ailleurs, tout comme *M. minor*. Il n'y a plus de *Messor* à proximité de la plage.

La station 4 (ancienne source) donne un bon exemple des répercussions très nettes du débroussaillage et de l'éclaircissement de la végétation sur la structure spécifique de la myrmécofaune : des espèces sciaphiles, (CASEVITZ-WEULERSSE, 1990) disparaissent, *Ponera coarctata*, *Aphaenogaster subterranea* et *Solenopsis fugax* et l'espèce héliophile la plus commune en Corse, *Aphaenogaster spinosa*, s'installe.

Dans les quatre stations on observe donc des remaniements de la composition spécifique, même quand le nombre d'espèces ne change pas (tab. II, station 2 : chemin et abords de la tour). Cependant, globalement, dans l'ensemble de ces 4 stations on ne note que deux disparitions depuis 1986, *Ponera coarctata* et *Camponotus piceus*.

En revanche, en 1991, on constate la présence à Elbo de *Tetramorium meridionale* (tab.IV) qui fait partie des espèces très communes en Corse entre 0 et 400 m d'altitude (CASEVITZ-WEULERSSE, 1990). C'est la première fois que ce *Tetramorium* est signalé dans la Réserve.

II - Ilot du Chêne

Cet îlot est nommé plus précisément nommé îlot 2-Est de Figaja (Delaugerre, 1986). Très proche de la côte (4 m environ), il abrite chêne-vert et lentisques. Plusieurs fois visité par Michel Delaugerre ou nous-même, il nous paraît particulièrement intéressant par le nombre d'espèces qu'il abrite (tab.V) sans doute à cause de la présence sur son sol d'un arbre et d'arbustes.

TABLEAU V

Ilot du Chêne

<u>noms d'espèce</u>	<u>1986</u>	<u>1991</u>
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	0
<i>Solenopsis fugax</i>	0	+
<i>Leptothorax exilis</i>	+	+
<i>Tetramorium semilaeve</i>	+	0
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	+
<i>Lasius alienus</i>	+	+
<i>L. emarginatus</i>	+	+
<i>Camponotus lateralis</i>	+	+
<u>Total espèces :</u>	7	6

A part la disparition de *Crematogaster scutellaris*, qui avait été observé régulièrement sur cet îlot depuis 1984 par M. DELAUGERRE et nous-même, le nombre d'espèces est remarquablement stable, l'absence (s'agit-il d'une réelle extinction ? ou bien les fourmis étaient-elles inactives et cachées au moment du relevé à vue ?) de *Tetramorium semilaeve*, dont les sociétés sont habituellement très populeuses, étant compensée par la présence d'une espèce nouvelle pour l'îlot, également très populeuse : *Solenopsis fugax*.

III - Plage et arrière-plage de Foccolara

les résultats des inventaires pratiqués à Foccolara en 1986 et 1991 sont regroupés dans le tableau VI.

TABLEAU VI

<u>noms d'espèce</u>	Foccolara	
	<u>1986</u>	<u>1991</u>
<i>Aphaenogaster spinosa</i>	+	+
<i>A. subterranea</i>	+	+
<i>Messor minor</i>	+	+
<i>M. wasmanni</i>	+	+
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	0
<i>Leptothorax exilis</i>	+	+
<i>L. lichtensteini</i>	+	0
<i>Tetramorium forte</i>	+	0
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	+
<i>Lasius alienus</i>	+	+
<i>L. emarginatus</i>	+	+
<i>Camponotus aethiops</i>	+	0
<i>C. vagus</i>	+	0
<i>Formica cunicularia</i>	+	+
<u>Total espèces :</u>	14	9

On constate que sur les 14 espèces recensées en 1986, 9 sont toujours présentes en 1991 et qu'il n'y en a pas de nouvelle à ajouter à la liste établie il y a cinq ans. Quatre espèces très communes ont disparu, *Camponotus vagus* et *Crematogaster scutellaris*, lignicoles qui établissent leurs nids dans les vieux arbres ainsi que *C. aethiops* et *Leptothorax lichtensteini*, deux terricoles. *Tetramorium forte*, espèce rare, caractérisant les milieux subissant des conditions climatiques particulièrement drastiques (CASEVITZ-WEULERSSE, 1990) a également disparu des derniers inventaires à vue.

IV - Plage et arrière plage de Cattaghia

A Cattaghia (Tab. VII), sur 6 espèces recensées en 1986, 5 sont toujours présentes en 1991. Ne manque que l'espèce sciaphile, *Aphaenogaster subterranea*.

TABLEAU VII

noms d'espèce	Cattaghia	
	1986	1991
<i>Aphaenogaster spinosa</i>	+	+
<i>A. subterranea</i>	+	0
<i>Crematogaster scutellaris</i>	+	+
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	+	+
<i>L. emarginatus</i>	+	+
<i>Camponotus lateralis</i>	+	+
<u>Total espèces :</u>	6	5

V - Ilot Porri

En juin 1991, Anne Delestrade et Vincent Bretagnolle ont effectué un prélèvement de fourmis au sommet de cet îlot. Relativement loin de la côte (140 m), l'îlot Porri présente un peuplement myrmécologique remarquablement stable. Les trois mêmes espèces que nous avons toujours observées depuis notre premier inventaire, en 1984, sont encore présentes (Tab. VIII). Quant à *Tetramorium forte*, comme à Foccolara, il est absent mais il n'a été trouvé à Porri qu'une seule fois, en 1984, et seulement par piégeage (CASEVITZ-WEULERSSE, 1986).

TABLEAU VIII

noms d'espèce	Ilot Porri			
	1984	1985	1986	1991
<i>Leptothorax exilis</i>	+	+	+	+
<i>Tetramorium forte</i>	+	0	0	0
<i>Tetramorium senilaeve</i>	+	+	+	+
<i>Lasius emarginatus</i>	+	+	+	+
<u>Total espèces :</u>	4	3	3	3

3 - CONCLUSIONS

Entre 1984 et 1986, sur le territoire de la Réserve naturelle de Scandola, nous avons relevé la présence de 22 espèces (CASEVITZ-WEULERSSE, 1986, 1987) soit 18,26% de l'ensemble de la myrmécofaune corse qui en comprend 83 (CASEVITZ-WEULERSSE, 1991).

La majorité de ces espèces de la Réserve sont des ubiquistes, communes dans toute la Corse. Huit autres sont moins uniformément répandues à travers toute l'île.

Quatre parmi celles-ci, *Messor wasmanni*, *Pheidole pallidula*, *Lasius alienus* et *Camponotus lateralis*, se rencontrent typiquement en basses altitudes et (ou) sur tout le littoral. *Leptothorax exilis* est caractéristique des milieux micro-insulaires de la côte occidentale. *Tapinoma simrothi* est une espèce qui envahit les vergers d'agrumes, sur la côte orientale, mais qui est beaucoup moins commune sur la côte occidentale rocheuse. Semi-endogée, *Ponera coarctata*, ne figure plus dans les inventaires à vue; pourtant elle n'a peut-être pas complètement disparu à Elbo. En effet, commune dans les milieux humides et ombragés, elle est très rare dans les milieux ensoleillés et secs. Son absence indique surtout l'existence de modifications dans la structure de la végétation de certains milieux, tels les abords de l'ancienne source qui ont acquis des caractéristiques xériques plus prononcées.

Camponotus piceus et *Tetramorium forte* sont plus rares que les six espèces précédentes (CASEVITZ-WEULERSSE, 1990). Elles ont disparu dans l'ensemble des stations inventoriées en juin 1991, qui ne représentent cependant qu'une partie du territoire de la Réserve naturelle de Scandola étudié de 1984 à 1986. Il est possible qu'elles aient échappé à nos recherches les plus récentes.

Rappelons enfin qu'une autre espèce est à ajouter à la liste des fourmis de la Réserve, *Tetramorium meridionale*, signalée pour la première fois à Scandola.

On remarquera donc que, malgré une fréquentation touristique de la Réserve qui est en augmentation constante, malgré aussi les changements qui ont pu se produire en cinq ans à Elbo, concernant la structure de la végétation (démaquisage, pâturage, sangliers ...), la composition spécifique des peuplements de fourmis y est restée relativement stable. A Elbo, par exemple, on a surtout constaté des déplacements d'espèces d'un biotope vers un autre.

Quant aux îlots, les deux exemples donnés ici, l'îlot du Chêne et l'îlot Porri, témoignent d'une remarquable stabilité des populations de fourmis, sur de très petits îlots plus ou moins proches du littoral. Cette stabilité est habituelle chez beaucoup d'espèces de fourmis qui sont installées en Corse.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé en grande partie par le Parc Naturel Régional de Corse.

M'ont beaucoup aidée, les uns après les autres, de diverses façons, depuis 1984 : François Arrighi, Charles-Henri Bianconi, Vincent Bretagnolle, Michel Delaugerre, Anne Delestrade, Franck Finelli, Isabelle Guyot, Olivier Patrimonio, Jean-Claude Thibault, Béatrice Trinkl et Norbert Verneau. Je les remercie tous chaleureusement.

AUTEURS CITES

CASEVITZ-WEULERSSE, J., 1986 - Les îlots de la façade maritime du parc naturel régional de la Corse. II - Le peuplement de fourmis. Trav. sc. du P.N.R.C. : n°4 (1986): 12-19.

- 1987 - Données acquises en 1986 pour l'étude du peuplement de fourmis de la réserve naturelle de Scandola. Trav. sc. du P.N.R.C. n°13 (1987) : 65-73.

- 1990 - Etude des peuplements de fourmis de la Corse (Hymenoptera, Formicidae). Rev. Ecol. Biol. Sol., 1990, 27 (1) : 29-59

- 1991 - Contribution à la connaissance des Fourmis de la Corse, Résumé de la thèse et liste des espèces. Bull. Soc. Sci. hist. nat. Corse 2/1990 (1991) : 171-175.

CONRAD, M., 1980 - La flore de la Réserve Naturelle de Scandola. Parc Naturel Régional de Corse, Ajaccio(1979/1980) : 29 p.

DELAUGERRE, M., 1986 - Les îlots de la façade maritime du PNR (côte nord occidentale de la Corse) - I - Présentation du milieu. Trav. sc. du P.N.R.C. n°4 (1986) : 1-11.

GAMISANS, J. & M. MURACCIOLE, 1984 - La végétation de la Réserve naturelle de la presqu'île de Scandola (Corse). Etude phytosociologique et cartographie au 1/10 000ème. Ecol. méditer., 10 (3-4) : 159-205.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ENTOMOFAUNE
DE LA RESERVE NATURELLE DE SCANDOLA (CORSE)
(Lepidoptera, Coleoptera)

Par

Christian COCQUEMPOT *

* Laboratoire de Biosystématique de l'Insecte - Station de
Zoologie - INRA - 78026 Versailles Cédex.

I. INTRODUCTION

Les milieux naturels méditerranéens de France régressent chaque année de façon irréversible entraînant la disparition d'une partie de la flore et de la faune caractéristiques de ces zones méridionales. La forte anthropisation du littoral des Pyrénées-orientales aux Alpes-maritimes a déjà fortement entamé le potentiel faunistique méditerranéen de la France continentale.

La Corse a échappé, jusqu'à présent, à cette pression humaine dévastatrice et présente encore de nombreux sites naturels typiques qui font désormais défaut sur le continent. L'Ile de Beauté n'est pas toutefois à l'abri de graves accidents écologiques et chaque année elle paye un lourd tribut, notamment aux incendies, mettant en péril le paysage dont la pérennité nous apparaît alors très fragile. La connaissance du patrimoine entomologique de la Corse est loin d'être exhaustive et, comme le souligne C. RUNGS (1988), de nombreux biotopes restent à étudier tant qu'il en est encore temps.

La Réserve de Scandola est un site privilégié sur lequel l'ancienne empreinte de l'Homme, encore sensible à Elbo, tend à disparaître. Le milieu naturel préservé, qui occupe principalement la Réserve, constitue une référence en matière de biotope littoral qu'il s'agit de caractériser par l'étude de la flore et de la faune et le suivi de son évolution.

La diversité et l'abondance des insectes ne permettent pas d'aborder une étude faunistique globale. Nous avons définis les buts de nos premières recherches en collaboration avec les autorités du Parc Naturel Régional de Corse et orientés nos investigations sur la faune des Micro-Hétérocères (Lépidoptères) tout en optimisant le résultat de nos prospections par l'étude du matériel récolté ou observé parallèlement au programme principal et appartenant à d'autres groupes taxonomiques.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1. GÉNÉRALITES

Une première mission d'étude intitulée: "Début d'inventaire des Lépidoptères nocturnes de la Réserve Naturelle de Scandola (Macro et Micro-hétérocères)" a été réalisée du 23 juin au 3 juillet 1990. Cette période devait permettre, a priori, de rencontrer une faune abondante et diversifiée.

L'essentiel de nos observations a été centré sur le site d'Elbo caractérisé par la présence des vestiges immobiliers et végétaux d'une ancienne exploitation agricole.

Les prélèvements ont été effectués à l'aide de plusieurs techniques destinées à élargir le spectre entomologique de notre prospection.

II.2. LE PIÈGE LUMINEUX

Il fut installé sur une ancienne aire à blé en surplomb des ruines des parcs à animaux. Alimenté par un groupe électrogène, il a fonctionné sans interruption de 9 heures du soir à 5 heures du matin dans la nuit du 25 au 26 juin. Il avait pour but d'attirer les Lépidoptères nocturnes et sa position lui conférait un rayon d'action important englobant la zone anciennement cultivée et les zones naturelles de maquis environnantes.

II.3. LES PIÈGES SEXUELS

Ils sont constitués d'un petit abri cartonné, en forme de tente canadienne, à la base duquel prend place une plaque engluée. Ces pièges sont suspendus dans la végétation à 1,50 m. du sol environ et appâtés avec une capsule contenant une substance phéromonale de synthèse. 12 de ces pièges, séparés d'au moins 30 mètres et chargés chacun d'une phéromone différente, ont été disposés sur l'ensemble du site des saules situés à 20 mètres du bord de mer jusqu'au fond de la zone anciennement exploitée en passant par les aires à blé. Les attractifs sexuels ont été mis en place dès le premier jour et relevés le dernier. Les phéromones choisies concernaient essentiellement les Lépidoptères Tortricidae.

II.4. LE PIÈGE MALAISE

Cette technique permet d'appréhender tous les insectes à déplacement aérien. Les résultats de cette technique souvent performante, ont été contrariés malheureusement par des déprédations dues à la présence de bovidés.

II.5. BATTAGE, FAUCHAGE ET PRÉLÈVEMENTS À VUE

Ce sont des techniques très simples, traditionnelles et efficaces pour tous les insectes diurnes en vol, posés sur les plantes basses ou dans la végétation arbustive et arborescente. Ces trois techniques furent utilisées simultanément et quotidiennement.

III. RÉSULTATS

III.1. GÉNÉRALITES

Le matériel récolté par l'ensemble des techniques a été préparé en laboratoire et étudié par plusieurs spécialistes. Il se répartit dans deux ordres: Lepidoptera et Coleoptera. L'identification au niveau spécifique a permis de dresser une liste de 98 espèces différentes (56 Lépidoptères et 42 Coléoptères). Les recherches effectuées durant la journée n'ont rien donné pour les Hétérocères mais, elles ont permis d'augmenter de façon sensible le résultat de l'expédition avec un certain nombre d'espèces de Coléoptères parmi lesquelles nous remarquons particulièrement les Buprestidae, les Scarabaeoidea et à un degré moindre les Cerambycidae et les Tenebrionidae.

III.2. LISTE COMMENTÉE DES INSECTES OBSERVÉS OU CAPTURÉS DANS LA RÉSERVE DE SCANDOLA (CORSE)

III.2.1. Lepidoptera

Les identifications ont été effectuées par A. CAMA, J.-P. CHAMBON et C. COCQUEMPOT. L'ordre systématique adopté est celui de P. LERAUT (1980). En dehors des Tortricidae toutes les espèces appartenant aux autres familles de Lépidoptères ont été capturées lors de la séance de piégeage lumineux. La capture des espèces intéressantes pour la Corse et plus précisément pour la Réserve de Scandola est commentée d'après le Travail de RUNGS (1988) et les additions plus récentes de NEL (1988) et de BRUSSEAU (1989a, 1989b).

Cossidae

Zeuzera pyrina L.: Un exemplaire.

Cosmopterigidae

Pyroderces argyrogrammos Zeller: Un exemplaire.

Eteobalea dohrnii Zeller: Un exemplaire.

Gelechiidae

Aristotelia ericinella Zeller: Deux exemplaires de cette élégante petite espèce qui vit sur les bruyères ont été capturés à la lumière. Ces captures font d'*A. ericinella* une espèce nouvelle pour la Corse.

Tortricidae

Archips podana Scopoli: Trois exemplaires dans le piège à phéromones qui lui était destiné.

- Cacoecimorpha pronubana* Hübner: Cette espèce semble abondante, car de nombreux exemplaires (+ de 200) se sont englués dans les pièges appâtés avec différentes phéromones. Egalement capturé au piège lumineux.
- Clepsia consimilana* Hübner: Attiré par la lumière.
- Clepsia neglectana* Herrich-Schäffer: C'est un Tortricidae nouveau pour la faune de Corse. Un mâle capturé à la lumière sur le site d'Elbo.
- Aneuxanthis locupletana* Hübner: Quatre exemplaires pris à Elbo dans un piège à phéromone (Funémone, Zoecon).
- Lobesia botrana* Denis et Schiffermüller: Attiré par la lumière. Probablement inféodé aux quelques pieds de vigne qui subsistent à Elbo.
- Pammene oxycedrana* Millière: Une dizaine d'exemplaires englués dans trois pièges à phéromones différents. Cette espèce, qui se développe sur les genévriers, est nouvelle pour la Corse.
- Cydia fagiglandana* Zeller: Un seul exemplaire venu à la lumière. *C. fagiglandana* a été annoncé à tort comme nouveau pour la faune de Corse dans mon rapport préliminaire. C. RUNGS (Com. pers.) m'a récemment signalé qu'elle était connue du Monte d'Oro (SCHAWERDA, 1928a, 1928b; KAUTZ, 1930), ce qui lui avait échappé lors de la rédaction de son travail sur la faune insulaire (RUNGS, 1988).
- Cydia funebrana* Treitschke: Un exemplaire dans un piège à phéromone pour *Cydia molesta* Busck. Cette espèce est nouvelle pour la Corse.

Pyralidae

- Dolicharthria punctalis* Denis et Schiffermüller: Un exemplaire.
- Metasia corsicalis* Duponchel: Un exemplaire.
- Palpita unionalis* Hübner: Un exemplaire.
- Hypsopygia costalis* F.: Deux exemplaires.
- Lamoria anella* Denis et Schiffermüller: Un exemplaire.

Nymphalidae

- Charaxes jasius septentrionalis* Vérité: De nombreux exemplaires observés de jour.
- Coenonympha corinna* Hübner: Un exemplaire capturé sur des fleurs. Cette espèce est endémique.
- Lasiommata megera paramegaera* Hübner: Un exemplaire capturé sur des fleurs. Cette sous-espèce est endémique.

Lasiocampidae

- Odonestis pruni reisseri* Rungs: Un exemplaire. Sous-espèce endémique.

Drepanidae

- Drepana binaria* Hufnagel: Un exemplaire.

Geometridae

Chlorissa viridata L.: Un exemplaire.

Microloxia herbaria virideciliata Bubacek: Deux exemplaires. Sous-espèce endémique.

Hemistola chrysoprasaria Esper: Un exemplaire.

Cyclophora puppillaria Hübner: Un exemplaire.

Idaea incalcarata Chrétien: Un exemplaire.

Idaea seriata Schrank: Un exemplaire.

Idaea ostrinaria Hübner: Un exemplaire.

Idaea degeneraria Hübner: Un exemplaire.

Gymnoscelis rufifasciata Haworth: Un exemplaire.

Colotois pennaria L.: Un exemplaire.

Menophra abruptaria Thunberg: Un exemplaire.

Peribatodes rhomboidaria corsicaria Schawerda: Un exemplaire.

Peribatodes umbraria Hübner: Un exemplaire.

Notodontidae

Stauropus fagi L.: Un exemplaire.

Arctiidae

Apaidia rufeola Rambur: Un exemplaire de cette espèce endémique a été capturé lors de la séance de piégeage lumineux.

L'identité de cette espèce a été confirmée par G. LUQUET du M.N.H.N. de Paris.

Lithosia quadra L.: Deux exemplaires.

Eilema caniola Hübner: Un exemplaire.

Noctuidae

Agrotis puta Hübner: Un exemplaire.

Noctua comes Hübner: Deux exemplaires.

Xestia c-nigrum L.: Un exemplaire.

Mythimna albipuncta Denis et Schiffermüller: Un exemplaire.

Mythimna l-album L.: Un exemplaire.

Acronicta tridens Denis et Schiffermüller: Un exemplaire.

Acronicta rumicis L.: Un exemplaire.

Cryphia raptricula raptriculoides Turati: Un exemplaire. Sous-espèce endémique.

Cryphia muralis Forster: Un exemplaire.

Eublemma ostrina Hübner: Deux exemplaires.

Eublemma suava Hübner: Un exemplaire.

Coccidiphaga scitula Rambur: Cinq exemplaires.

Eutelia adulatrix Hübner: Un exemplaire.

Ctenoplusia accentifera Lefebvre: Un exemplaire.

Dysgonia algira L.: Un exemplaire.

Zethes insularis Rambur: Un exemplaire. Espèce endémique.

III.2.2. Coleoptera

Les identifications et les commentaires ont été effectuées par l'auteur sur la base des travaux de BONNEAU (1988a, 1988b, 1989), COBOS (1986), DAJOZ (1977), PAULIAN et BARAUD (1982), PORTEVIN (1929-1935), SCHAEFER (1949, 1984), VILLIERS (1978) et avec la consultation de la collection du Laboratoire de Biosystématique de l'Insecte de l'I.N.R.A. à Versailles.

Silphidae

Necrodes littoralis (L.): Deux exemplaires attirés par la lumière.

Histeridae

Hister quadrimaculatus L.: Un exemplaire au sol, près des bouses de bovidés.

Geotrupidae

Geotrupes spiniger Marsham: Un exemplaire attiré par la lumière.

Aphodiidae

Aphodius haemorrhoidalis (L.): Très nombreux exemplaires dans les bouses de bovidés.

Scarabaeidae

Chironitis irroratus (Rossi): Très commun dans les bouses de bovidés.

Sisyphus schaefferi (L.): Commun dans les bouses de bovidés.

Euoniticellus fulvus (Goeze): Très commun dans les bouses de bovidés.

Onthophagus taurus (Schreber): Très commun dans les bouses de bovidés.

Onthophagus vacca (L.): Très commun dans les bouses de bovidés.

Dynastidae

Oryctes nasicornis (L.): Deux exemplaires attirés par la lumière.

Cetoniidae

Netocia sardea (Gory): Un exemplaire pris au vol par mon collègue J.-Y. RASPLUS. C'est une espèce endémique.

Cetonia aurata pisana Heer: Espèce commune au vol ou sur les fleurs et très variable de couleur.

Oxythyrea funesta (Poda): Plusieurs exemplaires sur les fleurs.

Lampyridae

Lampyris lareyniei Duval: Deux exemplaires attirés par la lumière.

Tenebrionidae

- Stenosis intermedia* Solier: Un exemplaire sous une pierre.
Akis baccarozzo Schrank: De nombreux exemplaires près des murets de pierres et dans l'abri de la Réserve.
Pedinus meridianus Mulsant: Un exemplaire.
Crypticus gibbulus Quensel: Quatre exemplaires. C'est une espèce endémique.
Probaticus ebeninus Villa: Un exemplaire au sol.

Cleridae

- Tilloidea unifasciatus* (F.): Un exemplaire au battage de branches mortes.
Thanasimus rufipes Brahm: Idem l'espèce précédente.

Buprestidae

- Acmaeodera octodecimpunctata* Gory: Très commun sur les fleurs de couleur jaune.
Acmaeoderella adspersula (Illiger): Un exemplaire.
Acmaeoderella lanuginosa reducta (Schaefer): La présence de nombreux pieds de la grande fêrulle (*Fêrula nodiflora* L.) n'est sans doute pas étrangère à la relative abondance de ce Bupreste réputé peu commun. *A. lanuginosa reducta* est une sous-espèce endémique.
Ptosima flavoguttata (Illiger): Deux exemplaires sur un prunier.
Capnodis tenebricosa (Olivier): Un exemplaire capturé au vol par mon collègue J.-Y. RASPLUS.
Anthaxia umbellatarum (F.): Commun sur les fleurs.
Anthaxia scutellaris Gené: Très commun sur les fleurs.
Anthaxia thalassophila Abeille: Un exemplaire.
Coroebus rubi (L.): Un exemplaire.
Agrilus angustulus (Illiger): Un exemplaire.
Agrilus convexicollis Redtenbacher: Quatre exemplaires au battage d'un frêne.
Agrilus roscidus Kiesenwetter: Plusieurs exemplaires sur les arbres fruitiers.

Anobiidae

- Oligomerus ptilinoides* Wollaston: Un exemplaire au battage de branches mortes.

Colydiidae

- Ogmoderes angusticollis* Brisout: Un exemplaire au battage de branches mortes.

Bostrychidae

- Bostrychus capucinus* (L.): Deux exemplaires sur des branches mortes.
Scobicia chevrieri Villa: Trois exemplaires sur des branches mortes.

Cerambycidae

Leptura maculata Poda: Un exemplaire.

Penichroa fasciata (Stephens): Plusieurs exemplaires sur les branches dépérissantes de divers arbres fruitiers.

Gracilia minuta (F.): Idem *P. fasciata*.

Nathrius brevipennis (Mulsant): Un exemplaire sur une branche dépérissante.

Stenopterus rufus (L.): Plusieurs exemplaires sur les fleurs.

IV. CONCLUSION

Le bilan de cette première expédition (98 espèces) présente des aspects qualitatifs très intéressants. En effet, la liste ne doit pas être jugée par rapport à l'abondance des captures mais en regard de sa diversité qui caractérise l'entomofaune propre au milieu étudié.

Les conditions climatiques de l'année ont probablement une part de responsabilité importante dans le résultat de l'expédition. Elles ont entraîné une modification des périodes de vol des Lépidoptères raréfiant les adultes plus tôt qu'à l'accoutumée.

Cette étude préliminaire permet de penser que l'entomofaune de la presqu'île de Scandola est assez restreinte mais relativement diversifiée notamment sur le site d'Elbo car les essences végétales y sont apparemment plus nombreuses que dans le reste de la Réserve. Cette richesse floristique est due à la présence d'anciennes cultures qui constituent autant de plantes nourricières pour les insectes comme le montre un certain nombre de nos captures. Ces cultures sont actuellement en cours de dégradation du fait des déprédations occasionnées par une colonie importante ruminants. La disparition progressive de ces végétaux entraînera celle des espèces qui leurs sont inféodées mais qui ne sont pas représentatives du maquis corse couvrant la majeure partie de la presqu'île.

52 espèces de Lépidoptères ont été répertoriées. Ce chiffre est sans doute assez loin de refléter la richesse lépidoptérique de la Réserve de Scandola par contre, la composition spécifique de la liste mérite une attention particulière. La découverte de quatre espèces nouvelles pour la faune de Corse (*Aristotelia ericinella*, *Clepsis neglectana*, *Pammene oxycedrana* et *Cydia funebrana*) et la mise en évidence de la présence de sept espèces ou sous-espèces endémiques montrent dores et déjà l'intérêt faunistique que présente la Réserve de Scandola au niveau de l'ensemble de l'île.

Les espèces de Coléoptères (46) recensées parallèlement aux Lépidoptères sont moins typiques de la faune de Corse. Deux espèces et une sous-espèce seulement sont endémiques (*Netocia sardea*, *Acmaeoderella lanuginosa reducta* et *Crypticus gibbulus*).

La présence de la plupart de ces Coléoptères est liée à celle des arbres fruitiers et à celle des déjections de bovins; seuls les Tenebrionidae apparaissent caractéristiques du milieu. Il est fort probable d'ailleurs que de futures recherches permettront de découvrir, dans la Réserve, d'autres espèces appartenant à cette dernière famille et parmi lesquelles doivent se trouver des endémiques.

L'ensemble de la faune appréhendée lors de cette première expédition ne constitue qu'un petit échantillon de celle effectivement présente à Scandola. Il reste encore de nombreuses espèces de Lépidoptères à recenser même si le potentiel faunique est à priori faible. D'autre part, outre les compléments coléoptériques que nous avons donnés, nous avons noté la présence de nombreux autres groupes (Hémiptères, Diptères...) qui mériteraient également une attention particulière. Les résultats de 1990 nous ont permis d'obtenir une connaissance partielle d'une période définie. La faune entomologique (adultes) se modifiant constamment en cours d'année, il sera indispensable de varier les époques des futures investigations destinées à obtenir une vision plus complète du potentiel entomologique de la Réserve de Scandola. Notre attention devra se porter à l'avenir sur des périodes plus printanières ou automnales peu étudiées jusqu'à présent et susceptibles de constituer un apport important à l'inventaire du milieu.

V. REMERCIEMENTS

Cette première étude sur les macro et micro Hétérocères a été élaborée en collaboration avec le Comité Scientifique de la Réserve de Scandola.

Je remercie particulièrement MM. J.-M. CAILLAUD et P. LENCK pour la gestion administrative et scientifique ainsi que Mr. C. RUNGS pour ces précieux conseils et indications.

Je ne saurais oublier Mr. J.-Y RASPLUS pour son aide constructive sur le terrain et MM. A. CAMA, J.-P. CHAMBON et G. LUQUET pour les identifications qu'ils ont assuré avec compétence et sans lesquels la liste des espèces capturées lors de l'expédition n'aurait pas été aussi complète.

Mes remerciements vont aussi à MM. BIANCONI, FINELLI et DOMINICI dont la constante disponibilité a permis le bon déroulement de la mission de 1990.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- BONNEAU P., 1988a. Contribution à la rédaction d'un catalogue des Tenebrionidae de France (Première partie). *L'Entomologiste*, Fr., 44 (3): 133-145.
- BONNEAU P., 1988a. Contribution à la rédaction d'un catalogue des Tenebrionidae de France (Deuxième partie). *L'Entomologiste*, Fr., 44 (4): 201-212.
- BONNEAU P., 1989. Contribution à la rédaction d'un catalogue des Tenebrionidae de France: Iers addenda et corrigenda. *L'Entomologiste*, Fr., 15 (4-5): 209-217.
- BRUSSEAU G., 1989a. Contribution à l'inventaire des Lépidoptères de Corse. Quatre espèces de Pyrales nouvelles pour l'île (Lép. Crambidae et Pyralidae). *Alexanor*, Fr., 16 (1): 42-44.
- BRUSSEAU G., 1989b. Contribution à l'inventaire des Lépidoptères de Corse. Cinq Lépidoptères nouveaux pour l'île (Lép. Noctuidae et Pyralidae). *Alexanor*, Fr., 16 (2): 77-78.
- COBOS A., 1986. Fauna iberica de Coleopteros Buprestidae. *Pub. Consejo Superior de Investigaciones Cientificas*, Madrid, Esp.: 1-364.
- DAJOZ R., 1977. Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen. Coléoptères Colydiidae et Anommataidae paléarctiques. *Masson éditeur*, Paris, Fr.: 1-280.
- KAUTZ H., 1930. Zusammenstellung der Mikrolepidopteren aus Korsica. *Verh. Zool.-Bot. Ver. Wien*, Autriche, 80 (1-2): 24-31.
- LERAUT P., 1980. Liste systématique et synonymique des Lépidoptères de France, Belgique et Corse. *Suppl. Alexanor et Bull. Soc. ent. Fr.*: 1-334.
- NEL J., 1988. Note sur les Ptérophores de la Corse. Description de *Stenoptilia gibeauxi* n. sp.. *Alexanor*, Fr., 15 (8): 467-478.
- PAULIAN R., BARAUD J., 1982. Faune des Coléoptères de France. II Lucanoidea et Scarabaeoidea. *Encyclopédie entomologique* 43, *Lechevalier éditeurs*, Paris, Fr.: 1-477.
- PORTEVIN G., 1929-1935. Histoire Naturelle des Coléoptères de France. *Encyclopédie entomologique*, *Lechevalier éditeur*, Paris, Fr.: I (1929): 1-649; II (1931): 1-542; III (1934): 1-374; IV (1935): 1-500.
- RUNGS C., 1988. Liste-Inventaire systématique et synonymique des Lépidoptères de Corse. *Suppl. Alexanor*, 15: 1-86.
- SCHAEFER L., 1949. Les Buprestides de France. *Suppl. Misc. ent., Le Moullet éditeurs*, Paris, Fr.: 1-511.
- SCHAEFER L., 1984. Les Buprestides de France. Mise à jour 1983. *Misc. ent., Fr.*, 50: 9-15.
- SCHAWERDA K., 1928a. Meine dritte Lepidopteren-Ausbeute aus dem Hochgebirge Korsicas. *Zeitschrift des österreichischen Entomologen-Vereines in Wien*, Autriche, 13 (5): 41-49.
- SCHAWERDA K., 1928b. Meine vierte Lepidopteren-Ausbeute aus dem Hochgebirge Korsicas. *Zeitschrift des österreichischen Entomologen-Vereines in Wien*, Autriche, 13 (12): 111-116.
- VILLIERS A., 1978. Faune des Coléoptères de France. I Cerambycidae. *Encyclopédie entomologique* 42, *Lechevalier éditeurs*, Paris, Fr.: 1-611.

NOTE SUR LES CHAUVES SOURIS DE LA RESERVE
NATURELLE DE SCANDOLA (OSANI, CORSE DU SUD)

Par

GILLES FAGGIO *

* Groupe chiroptères corse, Parc Naturel Régional de Corse

- Le Murin à oreilles échancrées (Myotis emarginatus), nouvelle chauve souris pour la réserve.
- Confirmation de la présence de la pipistrelle de Savi (Hypsugo savi).

Deux séances de piégeage au filet se sont déroulées les 11 et 30 Juin 1991 à proximité de l'embouchure du ruisseau d'Elbu (en arrière de la plage), qui a cette époque avait toujours un peu d'eau.

Nous avons pu capturer 17 individus de 3 espèces différentes selon le tableau ci-dessous:

TABLEAU DES CAPTURES ET MENSURATIONS :

11 Juin 1991

ESPECE	SEXE	AVANT BRAS	3ème DOIGT	5ème DOIGT
Pipistrelle commune	mâle	30,3		
Pipistrelle commune	mâle	29,5		
Pipistrelle commune	femelle	31,1		
Pipistrelle commune	mâle	30,8		
Pipistrelle commune	femelle	30,5		
Pipistrelle commune	femelle	30,5		
Pipistrelle commune	femelle	30,4		
Murin à oreilles échancrées	mâle	36,2		
Pipistrelle commune	femelle	29,7		

30 Juin 1991

ESPECE	SEXE	AVANT BRAS	3ème DOIGT	5ème DOIGT
Pipistrelle commune	femelle	31,9	55	42
Pipistrelle commune	mâle	28,8	52	35
Pipistrelle commune	femelle	30,4	55	40
Pipistrelle commune	femelle	31,4	55	41
Pipistrelle commune	femelle	29,6	52	38
Pipistrelle commune	femelle	30,3	54	40
Pipistrelle commune	femelle	30,4	51	39
Pipistrelle commune	femelle	35	57	43

La capture du murin à oreilles échancrées constitue une première pour la réserve, portant à 7 le nombre d'espèces de chauves souris présentes à Scandola.

D'autre part, la pipistrelle de Savi n'avait été trouvée qu'à l'état de cadavre sur la plage d'Elbu (SALOTTI, 1982). La capture d'une femelle confirme la présence de cette espèce qu'il n'avait pas été possible de recontacter depuis lors.

La liste des chiroptères de la réserve naturelle de Scandola peut encore s'allonger, notamment en prospectant les nombreuses failles et grottes marines qui, dans d'autres localités de Corse, abritent plusieurs espèces.

BIBLIOGRAPHIE :

- NOBLET (J.F) - 1989 - Trav.sci.Parc nat.rég.Rés.nat. corse, 23 : 1 - 9.
- SALOTTI (M) - 1983 - Atlas régional des mammifères. D.R.A.E., ronéo 77 p.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES DU PARC NATUREL REGIONAL

ET DES RESERVES NATURELLES DE CORSE

Cette publication se veut être le reflet des études scientifiques entreprises tant dans le périmètre du Parc Naturel Régional de Corse que dans celui des Réserves Naturelles.

La fréquence de parution est de 5 à 6 numéros par an, suivant la richesse des études.

Ces études sont financées :

- grâce au concours de l'Etat et de la Région en ce qui concerne les études menées dans la Réserve Naturelle de Scandola et dans le P.N.R.C.
- grâce au concours de l'Etat, de la Région et du Département de la Corse du Sud pour les études menées dans les Réserves Naturelles des îles Cerbiciale et des îles Lavezzi.

Abonnement et achat au numéro

- Abonnement 1992 :

- . France 100 F (port compris)
- . Etranger 140 F (port compris)

- Prix au numéro : 30 F (port compris)

La demande est à adresser à :

Parc Naturel Régional de Corse
B.P. 417
20184 AJACCIO CEDEX

Accompagnée du règlement :

- . par chèque bancaire à l'ordre de Madame le Payeur Régional.
- . par chèque postal au nom du régisseur du Syndicat Mixte du Parc.
- . par virement au CCP n° 1700-17 N

La liste des anciens numéros disponibles ainsi que leur sommaire peut-être envoyée sur simple demande.

