



DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PECHE ARTISANALE SUR LE SITE DE LA RESERVE NATURELLE DES BOUCHES DE BONIFACIO (CORSE DU SUD)

SUSTAINABLE DEVELOPEMENT OF THE ARTISANAL FISHERY OF THE BONIFACIO STRAIT NATURAL RESERVE (SOUTH CORSICA)

**Programme MEDD LITEAU 2 : Gestion intégrée des
zones côtières**
Rapport de fin de contrat

UMR UM2-CNRS-IFREMER
5119 ECOLAG,
Université Montpellier 2,
34 095 Montpellier, France
Responsable du projet de
recherche : David MOUILLOT

Date : **17/05/2007**

N° de contrat : 19-A/2003 N°CV 04 000022

Date du contrat : **.29/03/2004**

SYNTHESE

DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PECHE ARTISANALE SUR LE SITE DE LA RESERVE NATURELLE DES BOUCHES DE BONIFACIO (CORSE DU SUD)

MEDD LITEAU 2 : Gestion intégrée des zones côtières

**David MOUILLOT
Jean-Antoine TOMASINI
Jean-Michel CULIOLI
Thang DO CHI**

CONTEXTE GENERAL

Quelle situation, quels enjeux motivent ce projet ?

Le secteur de la pêche en Méditerranée est en crise depuis de nombreuses années. Les biologistes ont montré que les niveaux de capture exercés sur certains stocks halieutiques sont tels que le danger de régression, voire même de disparition de ces stocks, n'est pas exclu compromettant de ce fait la rentabilité et les perspectives d'avenir des activités halieutiques (DABAT et ARTIGUES, 1994).

La gestion classique de la pêche peut prendre deux formes : gestion des prises ou de l'effort de pêche. Les prises sont gérées en imposant des quotas alors que l'effort concerne principalement la limitation des équipements (ROBERTS et POLUNIN, 1991). Néanmoins, pour des raisons différentes, ces deux approches n'ont pas empêché la surexploitation des stocks, et ont même quelquefois entraîné l'effondrement de la pêche (ROBERTS et POLUNIN, 1991).

La mise en place de réserves marines peut être une alternative efficace pour la gestion des pêcheries côtières (ROBERTS et POLUNIN, 1991). L'idée d'aires marines protégées n'est pas nouvelle et de nombreuses zones ont ainsi été placées en réserves. On en compte aujourd'hui plus de 70 en Méditerranée réparties dans 21 pays. Le but de la plupart de ces aires marines protégées est la conservation des habitats et des espèces. Cependant, depuis plus d'une quinzaine d'années, on considère la possibilité de conserver les écosystèmes marins côtiers tout en procurant des gains majeurs pour la pêche, ce qui est une forme de développement durable. De nombreux rapports scientifiques traitent des effets bénéfiques de la protection non seulement sur les espèces peuplant les zones côtières, mais aussi pour la pêche (ROBERTS et POLUNIN, 1991). Ces études mettent en évidence un "effet réserve" à plusieurs niveaux :

- augmentation de la biodiversité,
- augmentation des tailles individuelles moyennes et maximales,
- protection des stocks de reproducteurs,
- maintien de la structure d'âge des populations,
- source de recrutement pour les zones alentours par l'exportation de larves,
- repeuplement des zones pêchées par émigration d'adultes,
- recolonisation des eaux peu profondes par les espèces cibles,
- maintien d'habitats non dégradés.

Néanmoins, aucune étude, basée sur des données pêche, n'a évalué l'impact de la mise en place d'une réserve marine sur le rendement des pêcheurs à l'intérieur de son périmètre. En effet, dans la plupart des réserves, toute forme de pêche y est interdite, les pêcheurs restant cantonnés aux zones adjacentes. **Or, dans un contexte de déclin de la pêche artisanale en Méditerranée (GOMEZ *et al.*, 2006), il semble urgent d'associer les pêcheurs aux « petits métiers » aux bénéfiques de la protection renforcée des espaces maritimes.**

La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) intègre cette démarche: dans certaines zones toutes formes de pêche et de prélèvements sont interdites, dans d'autres l'usage des engins, matériels et techniques de pêche est réglementé mais la pêche y est autorisée. Cette réserve constitue la partie française du projet de Parc marin international dans

les Bouches de Bonifacio et intègre la problématique de la gestion des ressources halieutiques dans une dimension transfrontalière. Dans les réserves naturelles, la mission prioritaire de l'organisme gestionnaire est d'assurer la conservation du patrimoine naturel (et, si besoin, sa restauration) en prenant en compte les facteurs économiques de la région en vertu de la notion de Développement Durable. A cet effet, il prend sous son contrôle, après avis du comité consultatif, les mesures nécessaires à l'observation scientifique, à la surveillance en application d'un plan de gestion conçu par le gestionnaire sur la base d'une évaluation du patrimoine naturel ainsi que du contexte économique et socioculturel de la réserve. Le suivi de la pêche artisanale s'inscrit pleinement dans ce plan de gestion. En effet, il permet d'évaluer la situation de la pêche dans le périmètre de la Réserve Naturelle et de mesurer l'efficacité de sa protection en termes d'apport de biomasse pour la pêche artisanale aux petits métiers et de durabilité des activités associées.

A cet effet l'Office de l'Environnement de la Corse, par l'intermédiaire de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio, a décidé de suivre annuellement l'effort, les productions et les rendements de la pêche artisanale à partir de l'année 2000, juste après la mise en place d'un nouveau décret fixant la réglementation de la pêche et des usagers dans le périmètre de la RNBB. A titre comparatif, une étude similaire a déjà été menée dans la Réserve Naturelle des îles Lavezzi en 1992-1993 (CULIOLI, 1994), un des secteurs actuels de la RNBB. **Le projet LITEAU II a permis d'assurer le suivi en continuant cet effort d'échantillonnage entre 2004 et 2006 et en développant de nouveaux indicateurs de l'effet réserve sur le site de Bonifacio.**

OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET

Les deux questions principales auxquelles nous allons répondre sont :

- (A) La pêche artisanale profite-elle de la mise en réserve du site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio ?
- (B) Quelles sont les espèces ou les groupes d'espèces qui profitent au mieux de la protection renforcée mise en place en 1999 ?

Pour répondre à ces deux questions nous avons réalisé les activités suivantes :

- (1) Estimation des rendements de la pêche artisanale entre 2004 et 2006.
- (2) Structuration d'une base de données « pêche » depuis la campagne de 1992-1993 jusqu'en 2006 en Captures par Unités d'Effort (CPUE).
- (3) Estimation de l'augmentation des CPUE entre 1992 et 2006 pour l'ensemble des espèces, pour les espèces visées par la pêche plaisancière et pour celles non visées par cette forme de pêche.
- (4) Classification fonctionnelle des espèces sur le site de Bonifacio à partir des traits écomorphologiques.
- (5) Mise au point d'un indicateur fonctionnel de « l'état de santé » des peuplements ichtyologiques et application aux données issues de la RNBB

QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE

Présentation du site d'étude

La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio a été créée par le décret du 23 septembre 1999 (annexe I). Sa gestion est confiée à l'Office de l'Environnement de la Corse (O.E.C.), sous le contrôle d'un Comité Consultatif présidé par le préfet du département de la Corse du Sud. Afin d'assurer la protection du patrimoine écologique, plusieurs périmètres à réglementation particulière ont été définis à l'intérieur de cette réserve (figure 1).

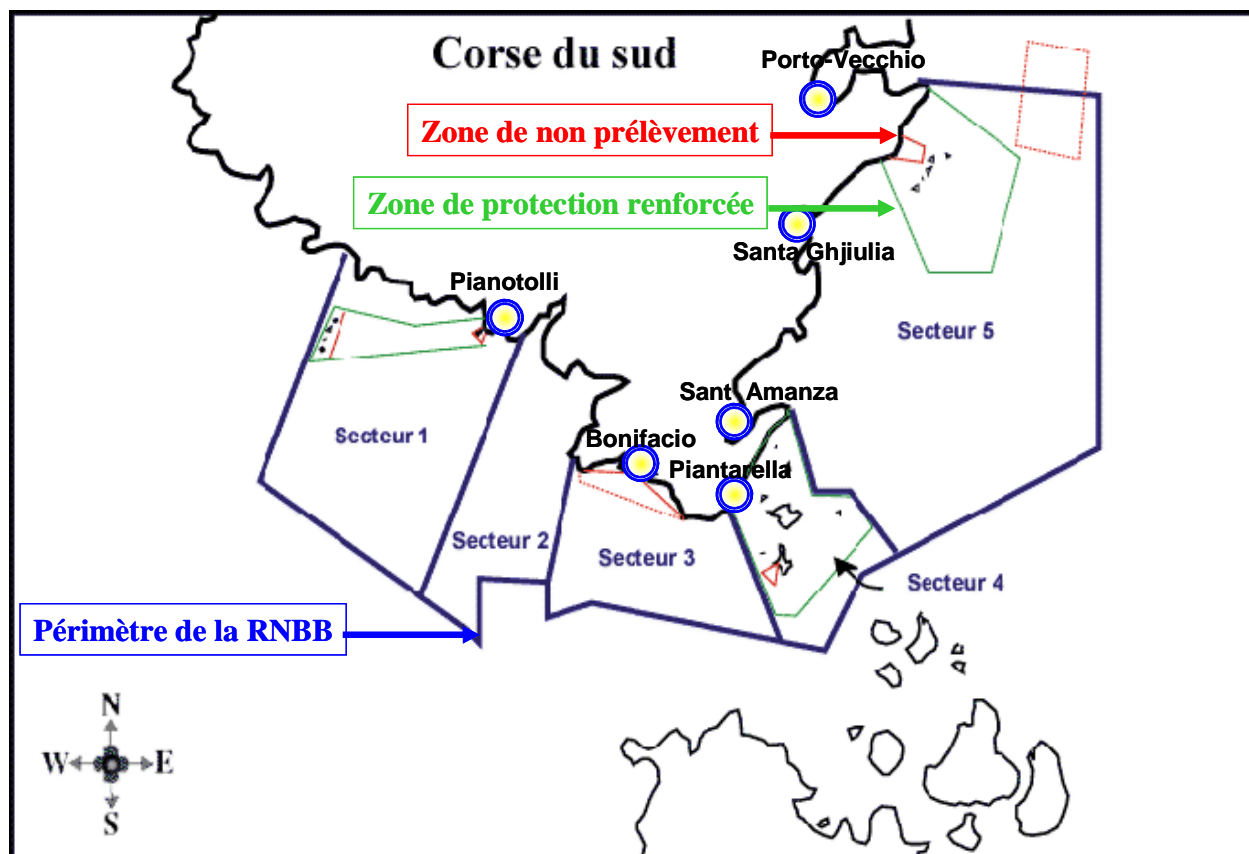


Figure 1 : Carte de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio correspondant au décret de création du 23 septembre 1999 (source : Office de l'Environnement de la Corse).

Dans ces différents périmètres, la réglementation mise en place permet la mise en valeur des activités régionales tout en assurant la protection de l'environnement. Ainsi, la réglementation s'appliquant vis à vis de la pêche professionnelle est la suivante :

- zones de non-prélèvement et cantonnement de pêche (en rouge) : toutes formes de pêche et de prélèvements sont interdites, sauf autorisations individuelles délivrées par le préfet de Corse à des fins scientifiques ou de gestion de la réserve, après avis du comité consultatif (article 30),
- zones de protection renforcée (en vert) : la chasse sous marine est interdite
- zones de protection renforcée (en vert) et reste de la réserve (en bleu) : leur accès est ouvert aux navires des pêcheurs professionnels titulaires d'une autorisation administrative délivrée par le préfet de Corse. Cependant, conformément à l'article 13, il est interdit, entre autre, d'utiliser des maillages de filets supérieurs à 9 (maillage à l'empan).

Estimation des captures de pêche

Des améliorations importantes du matériel de pêche ont vu le jour dans les années 1960, telles que la généralisation du filet et du cordage nylon, plus résistant que le coton, l'utilisation du treuil remonte-filet et du sondeur à ultrasons. Les barques sont de plus en plus fortement motorisées, mais ce n'est que dans les deux dernières décennies que les pointus traditionnels ont été abandonnés pour des vedettes pontées de 6 à 10 tonneaux, plus rapides, équipées de cabine, glacière et vivier. Ces techniques nouvelles ont entraîné un changement radical de l'exploitation des fonds marins avec l'abandon progressif de la pêche à la nasse et une orientation vers la pêche mono-engin avec le filet trémail. En Corse, dans les années 1990, 87 % des pêcheurs utilisaient le filet trémail (MINICONI, 1994). Dans la Réserve Naturelle des Iles Lavezzi, en 1993, la pêche au filet trémail représentait 90,7 % des sorties (CULIOLI, 1994). Elle représente aujourd'hui 97,3 % des sorties sur l'ensemble de la RNBB.

Afin de comparer les données historiques sur la pêche et les données obtenues dans le cadre du programme, nous avons adopté la même unité de mesure estimée en Capture par Unité d'Effort (CPUE). Notre individu statistique est le bateau de pêche échantillonné à son retour au port ou lors d'un embarquement. Nous avons ainsi calculé pour chaque bateau échantillonné la biomasse capturée dans le filet en grammes par pièce de filet de 50 mètres et par jour de pêche (24 heures) (g/p/j/b). Ainsi, les rendements ont pu être comparés indépendamment du nombre de pièces calées et du temps de calée.

Les masses moyennes par espèce et par classe de taille ont été estimées à l'aide de relations taille-masse fournies par la littérature (BAUCHOT et PRAS, 1980). Après avoir classé les organismes pêchés en petits-moyens-gros lors de l'échantillonnage et comptabilisé, pour chaque espèce, les effectifs de chacune des trois classes de taille, la biomasse de chaque espèce et la biomasse totale ont pu être évaluées.

Les données historiques se composent de 198, 177, 89 et 126 échantillons (fiches de pêche) récoltés en 2000, 2001, 2002 et 2003, respectivement, sur l'ensemble des secteurs de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio. A ces données s'ajoutent celles des 58 et 188 échantillons réalisés en 1992 et 1993 mais qui ne concernent que le secteur 4. C'est grâce au programme LITEAU que nous avons pu continuer l'échantillonnage en 2004, 2005 et 2006 avec, respectivement, 61, 34 et 60 nouvelles fiches de pêches récoltées.

La saison de pêche dans les Bouches de Bonifacio s'étend habituellement du début du mois d'avril jusqu'en octobre. Il est évident que la durée de cette saison varie d'une année sur l'autre non seulement en fonction de l'état des ressources, mais aussi des conditions météorologiques. Pour pouvoir effectuer les comparaisons interannuelles nous avons limité le choix de nos fiches de pêche aux mois de mai, juin, juillet et août qui sont les mois systématiquement échantillonnés quelle que soit l'année considérée.

Réponse des espèces aux pressions de pêche

L'un des objectifs de la présente étude était de mettre en évidence un possible effet positif de l'extension en 1999 de l'aire protégée de la Réserve sur les espèces ciblées par les pêches de loisirs à la ligne et sous-marine au harpon, et, dans cette éventualité, de vérifier si cet effet a profité à la pêche artisanale. Diverses études ont montré que l'établissement d'aires marines protégées bénéficiait à plus ou moins long terme aux espèces de poissons ciblées par la pêche de loisirs, mais elles s'appuient dans leur majorité sur des résultats de recensements visuels *in*

situ et n'évaluent pas son impact sur la pêche professionnelle. Pour vérifier l'existence d'un tel impact, nous avons donc estimé les CPUE des espèces ciblées par la pêche au harpon (H), celles des espèces pêchées à la ligne (L) et celles de l'ensemble des espèces visées par les deux types de pêche (H+L). Parallèlement, nous avons calculé les CPUE des espèces capturées par la pêche artisanale non ciblées par la pêche de loisir (P-C). **Nous avons ainsi divisé les espèces en plusieurs groupes de réponse afin d'estimer, de manière indirecte, l'influence des différentes pressions de pêche.**

Les espèces plus particulièrement visées par la pêche au harpon sont : *Dentex dentex*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Epinephelus marginatus*, *Labrus merula*, *Labrus viridis*, *Sciaena umbra*, *Symphodus tinca*. Celles les plus communément prises à la ligne sont : *Dentex dentex*, *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Pagellus acarne*, *Pagellus erythrinus*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata*, *Spondylisoma cantharus*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*.

Afin d'analyser les interactions entre pêche de loisirs et pêche artisanale nous avons procédé à deux analyses. Dans une première analyse, nous avons calculé, à partir des données de la période 2000-2006, la régression linéaire $CPUE = a An + b$ (CPUE en g/p/j/b; An en années) pour H, L, H+L et P-C afin de déterminer s'il y avait ou non une tendance à la diminution ou à l'augmentation de la CPUE de chacun des groupes de réponse d'Ostéichthyens. Dans une seconde analyse, nous avons cherché quelles étaient les espèces cibles sujettes à une hausse ou à une baisse en comparant d'une part leur CPUE entre 2000 et 2006 pour l'ensemble de l'aire protégée, d'autre part les CPUE moyennes de chacune des deux périodes [1992-1993] et [2000-2006] pour le secteur 4 (îles Lavezzi). Dans cette seconde analyse, nous nous sommes inspirés du "rapport de réponse" ('*response ratio*' Ln R) proposé par ROSENBERG *et al.* (1997). Une espèce "gagnante" aura un rapport de réponse positif alors qu'il sera négatif pour une espèce "perdante".

$Ln R = Ln [(X_{t+T} + 1)/(X_t + 1)]$ avec $X_t =$ CPUE de l'espèce à la période t et $X_{t+T} =$ CPUE de l'espèce à la période t+T

Proposition d'un nouvel indicateur

Parmi les multiples définitions de la biodiversité, contraction des termes « biologie » et « diversité », nous retiendrons celle de l'IUCN qui la définit comme étant « la variété et la variabilité de tous les organismes vivants, incluant la variabilité des espèces, de leurs formes de vie, la diversité des complexes d'espèces associées et de leurs interactions, et celle des processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs ».

Si les causes des modifications ou du déclin de la biodiversité semblent maintenant établies, les études sur leurs conséquences ont stimulé une recherche considérable et entraîné de vifs débats. Pour le naturaliste, la biodiversité correspond souvent au nombre de formes de vie différentes qui coexistent dans un lieu donné. Ainsi, dans un souci de conservation, il va comptabiliser le nombre d'espèces vivant à un endroit et chercher à maintenir ce patrimoine. Celui-ci possède une valeur esthétique indéniable. Par exemple, plus il y aura d'espèces de poissons peuplant un écosystème côtier et plus la probabilité d'observer des formes, des couleurs et des nages différentes sera élevée. Cette valeur esthétique peut aussi être reliée à la valeur économique, la fréquentation d'un site étant souvent dépendante de sa valeur esthétique dont la biocénose est un élément important.

Par ailleurs, ces espèces ne se contentent pas d'offrir leurs couleurs ou leurs différentes formes de vie au regard humain, elles sont aussi susceptibles de procurer de nombreux services aux

écosystèmes qu'elles peuplent. Ainsi, une espèce herbivore telle que la saupe (*Sarpa salpa*) permet de transformer une production primaire (la posidonie) en production secondaire et ainsi d'alimenter les plus hauts niveaux de la chaîne trophique (poissons piscivores et l'homme). La saupe étant la seule espèce de poisson herbivore de la réserve, sa disparition se traduirait par celle de la fonction « herbivorie » dans l'écosystème. En effet, aucune espèce redondante capable d'assurer une fonction similaire n'est présente dans l'écosystème. On introduit ici la notion d'*originalité fonctionnelle* des espèces, une espèce étant d'autant plus originale fonctionnellement que les fonctions qu'elle assure sont uniques dans le système. Ainsi la saupe est une espèce qui présente un fort niveau d'originalité alors qu'une espèce de sar (*Diplodus sargus*) présente un faible niveau d'originalité, plusieurs autres espèces remplissant des fonctions relativement similaires (*Diplodus vulgaris*, *Diplodus puntazzo*).

Deux questions méthodologiques se posent donc : (1) comment mesurer l'originalité fonctionnelle d'une espèce et (2) comment mesurer l'effet de la mise en réserve sur la protection de l'originalité fonctionnelle.

(1) Pour mesurer l'originalité fonctionnelle des espèces, nous nous sommes basés sur certains traits écomorphologiques permettant de « cerner » les fonctions qu'elles remplissent dans le système. Ainsi, le niveau trophique, la position dans la colonne d'eau et le mode de capture des proies ont été caractérisés par un ensemble de 14 traits fonctionnels mesurés sur chaque espèce. Par exemple, la longueur relative du tube digestif est un bon indicateur de la position de l'espèce dans la chaîne trophique : un poisson herbivore tel que la saupe présente un tube digestif très long alors qu'un carnivore tel que le sar possède un tube digestif beaucoup plus court. Ces traits ont été mesurés sur 37 espèces de poissons en 2004. Une fois les données de valeurs de traits acquises, on peut estimer l'originalité fonctionnelle des 37 espèces en utilisant la méthode développée par PAVOINE *et al.* (2005), l'espèce ayant le plus haut niveau d'originalité fonctionnelle est simplement celle qui présente la combinaison de traits fonctionnels la plus originale.

(2) Protège-t-on l'originalité fonctionnelle dans la RNBB ? Nous désirons savoir si les espèces les plus originales, c'est-à-dire celles qui apportent des fonctions uniques au système bénéficient de la mise en place de réserve. Pour cela nous proposons un nouvel indicateur de Conservation de l'Originalité Biologique appelé BOC dont la formule est la suivante :

$$BOC = \frac{\sum_{i=1}^S o_i \times w_i}{\sum_i o_i}$$

S est le nombre d'espèces, o_i est l'originalité de l'espèce i et w_i quantifie l'évolution de l'abondance de l'espèce i entre deux périodes d'échantillonnage. Si l'espèce i bénéficie de la protection en augmentant sa population à la suite de la mise en réserve alors $w_i=1$. Inversement, si l'espèce i diminue en abondance depuis la mise en réserve alors $w_i=-1$. L'indice BOC varie entre -1 et 1. Une valeur négative signifie que l'originalité n'est pas préservée dans la réserve alors qu'une valeur positive indique un renforcement des espèces les plus originales. Cet indice sera testé sur le secteur 4 de la réserve et dans les périodes 1992-1993 et 2000-2004.

RESULTATS OBTENUS

Effet réserve sur le rendement de la pêche artisanale

Le secteur 4 (îles Lavezzi) étant le seul à bénéficier d'une protection depuis 1982, les deux périodes 1992-1993 et 2000-2006 pour lesquelles les données de pêche sont disponibles, ont été comparées pour ce secteur afin d'analyser l'impact potentiel de l'extension de la superficie de la Réserve en 1999. L'analyse des CPUE moyennes des deux périodes a été effectuée en ne considérant que les espèces communes à ces deux périodes. En effet, quelques espèces ou genres ne figurent pas sur les fiches de pêche de 1992-1993 et ont été exclus des analyses ; ce sont: *Scorpaena notata*, *Symphodus sp.*, *Trisopterus minutus*, *Palinurus elephas*, *Homarus gamarus*, *Sepia sp.* et *Octopus vulgaris*. Si l'on se réfère à la CPUE moyenne de chacune des deux périodes, celle de 1992-93 (657 ± 25 g/p/j/b) est significativement plus faible ($p < 0,0001$) que celle de 2000-2006 (868 ± 41 g/p/j/b). Les valeurs des CPUE de 1992 (527 g/p/j/b) et 1993 (696 g/p/j/b) sont du même ordre de grandeur que la plus faible valeur enregistrée entre 2000 et 2006 (2002: 611 g/p/j/b) (Fig. 2). **L'augmentation de l'aire de la Réserve paraît donc avoir eu un effet positif sur le secteur 4 (îles Lavezzi) avec une augmentation de l'indice d'abondance (CPUE) de 32 % entre la période 1992-1993 (avant l'intensification de la protection) et la période 2000-2006 (après l'intensification de la protection).**

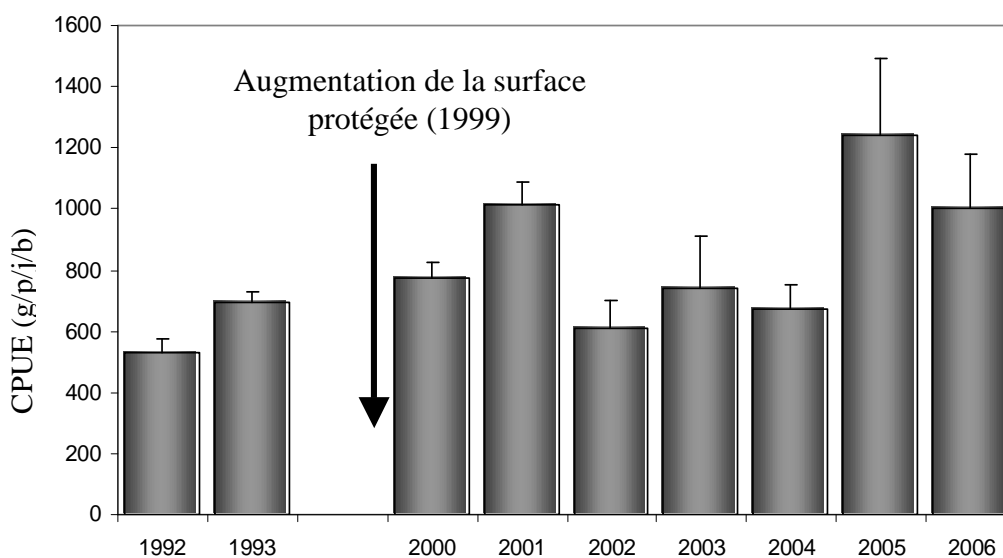


Figure 2. Variations annuelles de la CPUE dans le secteur 4 entre 1992 et 2006 (Barres verticales: erreurs types).

Depuis la mise en place de la réserve nous observons aussi des variations de CPUE entre les années à l'échelle de la RNBB. Ainsi, toutes espèces confondues, de 2000 à 2006 les CPUE varient significativement (Kruskal-Wallis: $H = 88,63$, $p < 0,0001$) entre 566 (2002) et 1227 g/p/j/b (2005) (Fig. 3).

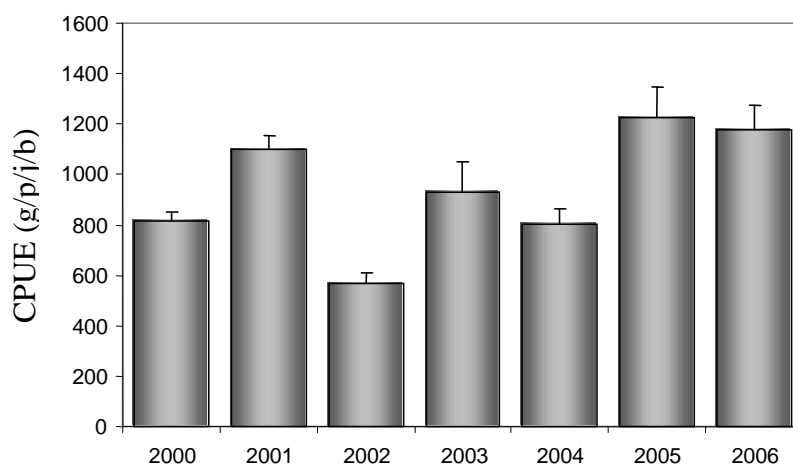


Figure 3. Variations annuelles des CPUE (g/p/j/b dans la RNBB entre 2000 et 2006 (Barres verticales: erreurs types)

Ce sont les Ostéichtyens qui constituent la plus grande part de captures par unité d'effort. Avec des valeurs comprises entre 413 g/p/j/b en 2002 et 1087 g/p/j/b en 2005, ils représentent, selon les années, entre 59% (2003) et 89% (2005) de la CPUE totale. Lorsque l'on sépare l'ensemble des espèces en plusieurs groupes de réponse face aux différentes pressions de pêche (plaisancière et professionnelle), on constate des évolutions contrastées de la CPUE entre 2000 et 2006. Ainsi, le tableau I montre que la CPUE des espèces ciblées par la pêche au harpon (H) ou à la ligne (L) tend à augmenter durant la période 2000-2006 (+27 g/p/j/b par an pour H et +23 g/p/j/b par an pour L). En revanche, les espèces non ciblées par la pêche plaisancière ne montrent ni augmentation ni diminution de le CPUE depuis la mise en réserve. **On note pour l'ensemble des espèces ciblées par la pêche plaisancière une augmentation de CPUE de 33 grammes de biomasse par pièce de filet de 50 mètres par 24 heures de calée et par an depuis 2000.**

Tab. I. Valeurs de la pente (a) et de l'ordonnée à l'origine (b) de la relation $CPUE = a \cdot An + b$ pour la période 2000-2006 (p : degré de significativité, n : nombre de couples de données, H: espèces de poissons ciblées par la pêche au harpon, L: espèces pêchées à la ligne, H+L: espèces pêchées à la ligne et au harpon, P-C: espèces non ciblées par les pêches au harpon et à la ligne, An en année, CPUE en g/p/j/b).

	n	a	b	p
H	745	27	-54622	0,0006
L	745	23	-45301	0,0028
H+L	745	33	-66707	0,0001
P-C	745	11	-22147	0,1688

Les résultats des analyses des CPUE démontrent l'intérêt de la protection des ressources exploitées par la pêche artisanale dans la réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio. Elle a eu globalement, entre 2000 et 2006, un effet positif sur l'abondance des espèces de poissons visées par la pêche de loisirs alors qu'elle est restée, apparemment, sans effet sur les autres espèces de poissons. La figure 4 présente la contribution relative des espèces ciblées par la pêche plaisancière (H+L) à l'abondance des seuls Ostéichthyens (Fig. 4A), d'une part, et à l'abondance de toutes les espèces capturées par la pêche professionnelle (Fig. 4B), d'autre part. **Globalement, la CPUE relative des espèces recherchées par la pêche plaisancière augmente d'environ 10% entre 2000 et 2006.**

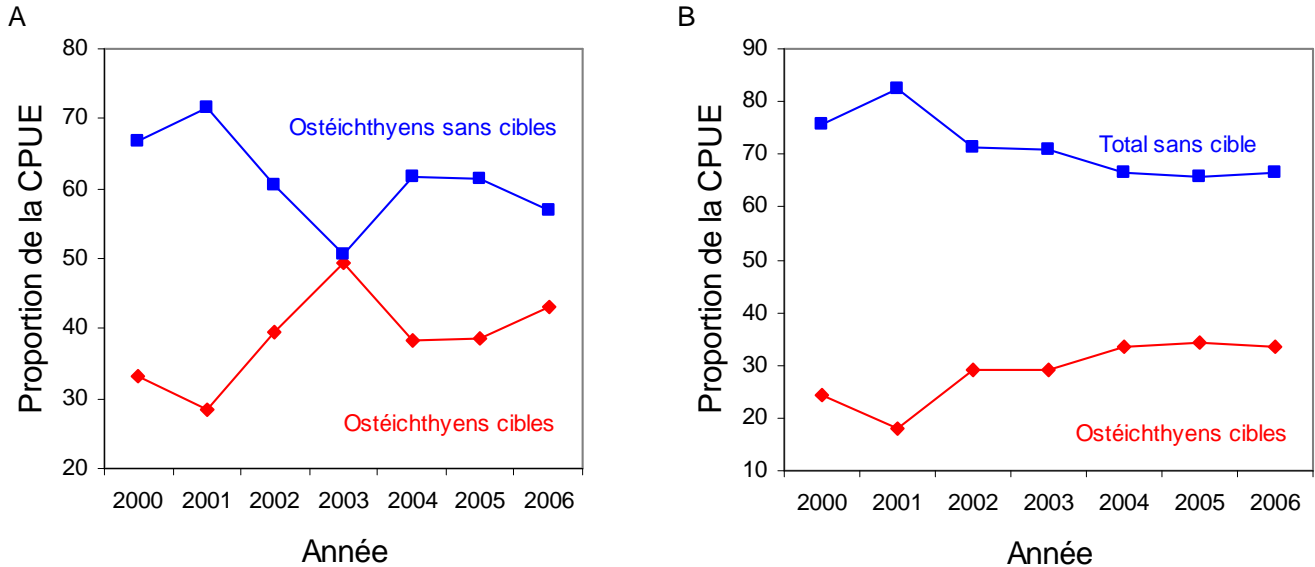


Figure 4. Importance relative des espèces ciblées par la pêche plaisancière vis à vis de l'abondance (CPUE) totale des Ostéichthyens (A) et de l'abondance totale des captures (B)

Effet réserve sur la protection des espèces « originales »

En utilisant le test approprié, notre nouvel indice de Conservation de l'Originalité Biologique (BOC) montre que l'originalité fonctionnelle est significativement protégée dans la RNBB. En effet, les espèces les plus originales fonctionnellement tendent à bénéficier de la protection mise en place en 1999. Ces espèces dites « gagnantes » sont représentées en vert sur la figure 5. Certaines espèces, au contraire, s'avèrent « perdantes » après la mise en place de la réserve (en bleu sur la figure 5). La figure 5 représente un espace fonctionnel en deux dimensions sur lequel les espèces sont positionnées en fonction de la valeur de leurs traits fonctionnels. Ainsi, les espèces les plus externes sont celles qui présentent les combinaisons de traits les plus originales et qui remplissent donc des fonctions uniques dans l'écosystème aquatique. Par exemple, la saupe (Ssa) est située en haut à droite sur la figure car elle se caractérise par un tube digestif particulièrement long (indice d'un régime herbivore). Au contraire certaines espèces sont fonctionnellement très communes et se retrouvent près du centre du graphique avec de nombreuses espèces assez proches susceptibles de remplir des fonctions redondantes pour le système.

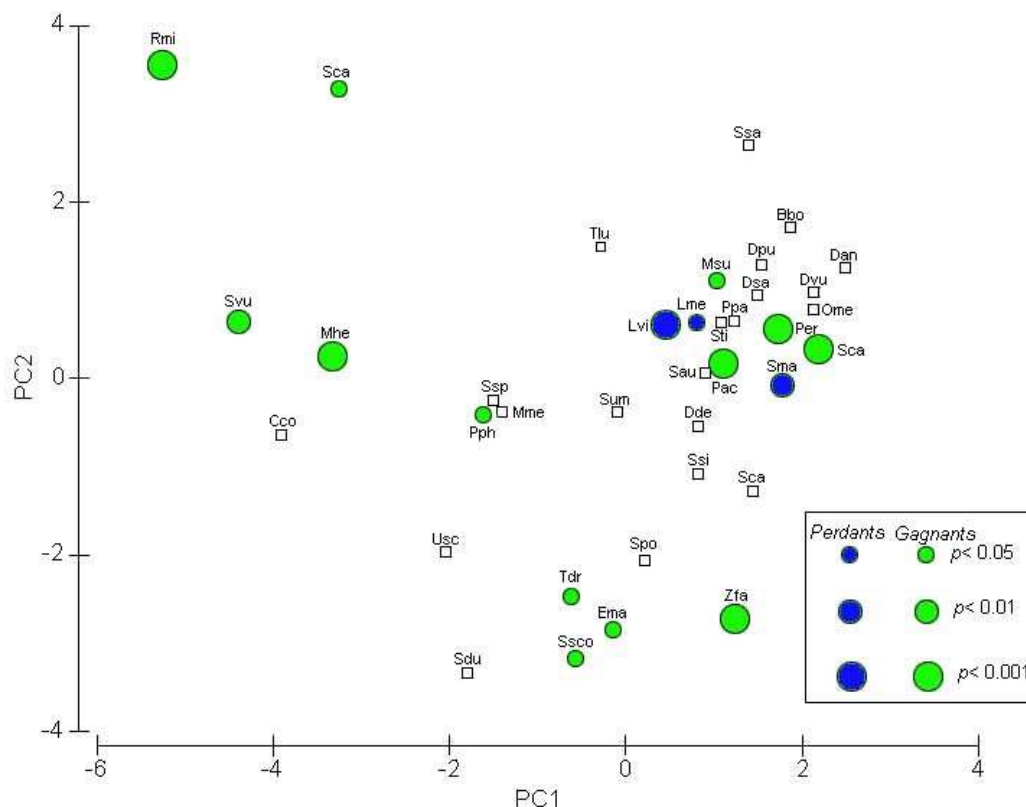


Figure 5. Position des 37 espèces de poissons dans un espace fonctionnel de dimension réduite. Les espèces qui bénéficient de la protection sont en vert alors que les espèces dont l'abondance diminue depuis la mise en place de la protection renforcée en 1999 sont en bleu.

Le point remarquable est que les espèces les plus originales sont aussi celles qui semblent le plus bénéficier de la protection. En effet les espèces situées à la périphérie du nuage de points formé en figure 5 sont aussi celles dont la densité et la biomasse augmentent. Ainsi la raie (Rmi), la sole (Svu), la murène (Mhe) et le saint-pierre (Zfa) sont des espèces « gagnantes » depuis 1999. Ces espèces présentent des fonctions uniques dans le système car elles présentent des traits particuliers (poissons plats ou très aplatis latéralement) qui leur confèrent des aptitudes uniques (la sole s'enfouit dans le sédiment). Le fait que ces espèces bénéficient de l'effet réserve nous indique que l'ensemble des fonctionnalités assurées par le compartiment « poissons » est préservé.

Deux interprétations de ce résultat peuvent être avancées.

- (1) Les espèces originales exigent souvent un habitat ou des conditions de vies particulières. La mise en place de la réserve permet aussi de préserver les habitats (limitation de l'ancrage par exemple). On pourrait supposer que la protection de la diversité des habitats sur la RNBB profite préférentiellement aux espèces fonctionnellement originales.
- (2) Les espèces originales sont moins en compétition que les espèces plus « communes » car elles présentent souvent des aptitudes uniques dans leur méthode d'acquisition de ressources (la saupe est la seule espèce herbivore). Ainsi, avec l'augmentation de biomasse dans la réserve, on pourrait supposer que la compétition interspécifique s'intensifie et que finalement les espèces les plus originales soient « avantagées » dans ce contexte compétitif pour l'acquisition des ressources.

Etant donné le « bon état écologique » des habitats sur la RNBB nous pensons que la compétition interspécifique est la seule explication recevable.

IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

- Implications pratiques :

Les rendements de la pêche artisanale sont mieux connus dans les Bouches de Bonifacio. Une augmentation de la Capture par Unité d'Effort a été mise en évidence entre 1992 et 2006 pour la zone des Lavezzi (+ 32%) ainsi qu'entre 2000 et 2006 pour l'ensemble de la RNBB (+ 10%). L'un des résultats les plus remarquables de cette étude est la tendance contrastée observée entre les espèces ciblées par la pêche de loisir et celles qui ne le sont pas. En effet, depuis la mise en place de la protection en 1999, on constate un accroissement moyen annuel de la CPUE, entre 2000 et 2006, de 33 g/p/j/b pour les espèces ciblées par la pêche de loisir alors que la CPUE des espèces non ciblées par la pêche de loisir ne présentent pas d'augmentation de CPUE. Les restrictions imposées à la pêche de loisir permettent donc aux pêcheurs locaux de bénéficier d'une augmentation des captures qui devrait contribuer à la durabilité de leur activité professionnelle. Ainsi La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio a démontré qu'au moyen de suivis scientifiques, la gestion de cet espace protégé depuis près de 20 ans a produit un modèle de gestion durable des ressources halieutiques côtières, comme préconisé, entre autre, par la FAO dans l'intérêt général de la conservation de la nature et des activités économiques associées.

- Recommandations et limites éventuelles :

Recommandation :

- Régulation de l'activité de pêche plaisancière pour assurer le maintien de la pêche artisanale
- Considérer les espèces autrement que par leur seule valeur patrimoniale. La fonction écologique des espèces au sein de l'écosystème côtier doit être prise en compte afin de maintenir l'intégrité du fonctionnement du système
- Prise en compte de la dimension spatiale dans l'analyse de l'effet réserve (définition et caractérisation des habitats essentiels) et dans la mise en œuvre des mesures de gestion (par une sectorisation des activités)
- Mise en perspective de la définition des unités de gestions (secteur défini par habitat x espèces x métiers)
- Mise en place d'un programme de suivi des effets de la mise en réserve (ou à défaut de « veille » écologique)
- Nécessité de disposer de longues séries de données à des fins de prédiction

Limitations :

- Méthodologie applicable aux espèces sédentaires ou à déplacements à petite échelle
- Méthodologie applicable et bénéfique si un contexte structurant est assuré par une association entre la recherche, la gestion et les usagers (pêcheurs professionnels et sportifs)
- Il manque des données issues des zones de non-prélèvement (rouge sur la figure 1) à titre de comparaison pour évaluer l'impact de la pêche artisanale sur les peuplements

- **Réalisations pratiques et valorisation :**

Plusieurs bases de données ont été produites lors de ce programme LITEAU II :

- Homogénéisation des données historiques en Capture par Unité d'Effort
- Constitution d'une base « Pêche » standardisée pour les données récoltées entre 1992 et 2006
- Constitution d'une base de données de traits fonctionnels pour 37 espèces de poissons de la RNBB

Nous avons aussi produit élaboré un nouvel indicateur permettant d'évaluer la capacité des zones protégées à maintenir les espèces fonctionnellement originales. Cet indicateur nous a fourni un signal positif sur la réserve de Bonifacio.

La participation à des congrès internationaux et la publication d'articles scientifiques doivent assurer une diffusion des résultats obtenus.

PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETS, ENVISAGES

Ce projet LITEAU II nous a permis de collaborer avec un projet mené en parallèle par Dominique Pelletier (Développement d'outils diagnostics et exploratoires d'aide à la décision pour évaluer la performance d'Aires Marines Protégées). Ce partenariat a conduit certains acteurs de ces deux projets à collaborer à deux propositions ANR (Agence Nationale pour la Recherche) actuellement en phase d'évaluation. Le premier appelé « Les Aires Marines Protégées : outil de conservation de la biodiversité et de gestion durable des ressources halieutiques » est soumis à l'ANR Biodiversité. Le second appelé « Gouvernance des Aires marines protégées pour la gestion durable de la biodiversité et des USages côtiers » est soumis à l'ANR non-thématique.

Une thèse de doctorat a débuté sous le double encadrement de David Mouillot et Dominique Pelletier (2006-2009) intitulée « Des modèles et des indicateurs pour évaluer la performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers : Application à la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio ». Cette thèse s'appuiera sur les données collectées dans ce projet pour compléter les données et approfondir les démarches d'analyse des effets de la RNBB.

POUR EN SAVOIR PLUS (QUELQUES REFERENCES)

<http://www.airesmarines.org/documentation/?tp=6&id=61>

BAUCHOT M.L. et A. PRAS, 1980. *Guide des poissons marins d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Lausanne. 427 p.

CULIOLI J.M., 1994. *La pêche professionnelle dans la Réserve Naturelle des Iles Lavezzi (Corse). Effort et productions*. Diplôme d'Etudes Supérieures d'Université, Univ. Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier. 183 p

DABAT M.H. et M. d'ATIGUES, 1994. *La prise en compte du point de vue des professionnels : application à des mesures de régulation du secteur halieutique en Méditerranée française*. Septièmes consultations techniques pour l'évaluation des stocks dans la division statistique des Baléares et du golfe du Lion, IFREMER, Sète. 18 p.

GOMEZ S., LLORET J., DEMESTRE M. et RIERA V., 2006. The decline of the artisanal fisheries in Mediterranean coastal areas: The case of Cap de Creus (Cape Creus). *Coastal Management* 34: 217-232.

MINICONI R., 1994. *Les poissons et la pêche en Méditerranée - la corse*. Tomes 1 et 2, Editions Alain Piazzola & La Marge, Ajaccio. 505 p.

PAVOINE S., OLLIER S. et DUFOUR A. B., 2005. Is the originality of a species measurable? *Ecology Letters* 8: 579-586.

ROBERTS C. M. et N. V.C. POLUNIN, 1991. Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 1 : 65-91.

ROSENBERG M. S., ADAMS D. C. et GUREVITCH J., 1997. *MetaWin: statistical software for meta-analysis with resampling tests*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

LISTE DES OPERATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS A DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	
Publications scientifiques parues	0
Publications scientifiques à paraître	2
Publications scientifiques prévues	2
COLLOQUES	
Participations passées à des colloques	2
Participations futures à des colloques	2
THESES	
Thèses passées	0
Thèses en cours	1
ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION	
Articles de valorisation parus	0
Articles de valorisation à paraître	0
Articles de valorisation prévus	0
AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS	
Actions vers les médias (interviews...) effectuées	
Actions vers les médias prévues	
ENSEIGNEMENT - FORMATION	
Enseignements/formations dispensés	Transfert de connaissance à l'Université
Enseignements/formations prévus	Transfert de connaissance à l'Université
EXPERTISES	
Expertises menées	
Expertises en cours	
Expertises prévues	
METHODOLOGIES (GUIDES...)	
méthodologies produites	Un nouvel indicateur produit
méthodologies en cours d'élaboration	
méthodologies prévues	
AUTRES	
Précisez...	

RESUMES

En français

RESUME

Dans un contexte de surexploitation des stocks et d'augmentation des coûts, la durabilité de la pêche artisanale est menacée en Méditerranée. La mise en place de réserves marines pourrait être une solution efficace pour conserver les écosystèmes marins côtiers tout en procurant des gains majeurs pour la pêche, ce qui est une forme de développement durable. Néanmoins, aucune étude basée sur des données pêche n'a évalué l'impact de la mise en place d'une réserve marine sur le rendement des pêcheurs à l'intérieur de son périmètre. La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) intègre cette démarche : dans certaines zones toutes formes de pêche et de prélèvements sont interdites alors dans d'autres la pêche plaisancière est interdite mais la pêche professionnelle y est autorisée. Nous avons étudié les rendements de la pêche artisanale en Capture par Unité d'Effort entre 1992 et 2006 pour la zone des Lavezzi ainsi qu'entre 2000 et 2006 pour l'ensemble de la RNBB. Depuis la mise en place de la protection en 1999, on constate un accroissement moyen annuel de la CPUE, entre 2000 et 2006, de 33 grammes par pièce de filet et par jour pour les espèces ciblées par la pêche de loisir alors que la CPUE des espèces non ciblées par la pêche de loisir ne présente pas d'augmentation de CPUE. Nous avons aussi montré que la CPUE moyenne a augmenté de plus de 30 % entre 1992-93 (657 + 25 g/p/j/b) et 2000-2006 (868 + 41 g/p/j/b) sur le secteur des Lavezzi. Les restrictions imposées à la pêche de loisir permettent donc aux pêcheurs locaux de bénéficier d'une augmentation des captures qui devrait contribuer à la durabilité de leur activité professionnelle. Ainsi La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio a démontré qu'au moyen de suivis scientifiques, la gestion de cet espace protégé depuis près de 20 ans a produit un modèle de gestion durable des ressources halieutiques côtières.

MOTS CLES : PECHE PLAISANCIERE, PECHE ARTISANALE, DEVELOPPEMENT DURABLE

In English

ABSTRACT

Within the context of stock overexploitation and cost rise, the sustainability of artisanal fisheries is under threat in the Mediterranean Sea. Marine reserve may provide an efficient management tool to conserve coastal ecosystems as well as to enhance fishery yields, which is a kind of sustainable development. However, no studies, based on fishery data, have evaluated the influence of protection on the production of fishermen inside the reserve. The Bonifacio Strait Natural Reserve (BSNR) allows this approach: the reserve includes no-take areas as well as partial protected areas where recreational fishing activities are forbidden while artisanal fishery is permitted. We studied the catches of the artisanal fishery (catch per unit of effort) of the BSNR between 1992 and 2006 for the area of Lavezzi and between 2000 and 2006 for the whole BSNR reserve. Since the reserve establishment in 1999 we observed an increase in CPUE values of 33 grams (for a net of 50m by day) by year for species targeted by recreational activities while the CPUE of non-targeted species does not significantly increase after the reserve establishment. We also demonstrated that the mean CPUE increased by 30 % between 1992-93 (657) and 2000-2006 (868) for the Lavezzi area. Thus, restrictions imposed to recreational activities benefit to local professional fishermen with an increase of their CPUE catches which contributes to the durability of their activity. Finally we demonstrated, through the scientific survey of professional catches carried out in the BSNR, that the management of this area provides a case study which promotes the sustainable use of coastal resources.

KEY WORDS: RECREATIONAL FISHERY, ARTISANAL FISHERY, SUSTAINABLE DEVELOPEMENT

RAPPORT SCIENTIFIQUE

DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PECHE ARTISANALE SUR LE SITE DE LA RESERVE NATURELLE DES BOUCHES DE BONIFACIO (CORSE DU SUD)

MEDD LITEAU 2 : Gestion intégrée des zones côtières

**David MOUILLOT
Jean-Antoine TOMASINI
Jean-Michel CULIOLI
Thang DO CHI**

INTRODUCTION

Dans les pêcheries du monde entier la pression anthropique a entraîné le déclin des stocks halieutiques côtiers ce qui a nécessité le déplacement des prélèvements plus loin des côtes. Ce phénomène a contribué à la mise en place d'importants développements technologiques qui ont engendré une pêche plus efficace. Suite à une augmentation de la demande commerciale, on a assisté à une surexploitation de nombreuses espèces couplée à la dégradation des habitats (JUANES, 2001). On peut citer par exemple le cas du rouget (*Mullus surmuletus*) en Méditerranée (ABELLA *et al.*, 1999). Dans ce contexte de surexploitation des stocks et d'augmentation des coûts, la durabilité de la pêche artisanale est menacée en Méditerranée. Or, il est important de prendre en considération le rôle économique et culturel que joue la pêche artisanale en Méditerranée (GOMEZ *et al.*, 2006). Il s'agit de sauvegarder non seulement l'environnement mais également l'héritage culturel des populations locales en permettant un développement économique de l'activité de pêche artisanale. C'est dans cet esprit que s'inscrit la notion de développement durable (MANGEL, 2000) qui représente la mission prioritaire de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio gérée par l'Office de l'Environnement de la Corse.

Ainsi, afin de lutter contre la surexploitation des ressources et de préserver la biodiversité des océans, des réserves marines ont été créées. Aujourd'hui, il existe plus de 1300 aires de protection marines dans le monde, représentant 1,5% de la surface planétaire (BOERSMA et PARRISH, 1999). En Méditerranée, l'histoire des réserves est récente. La première fut mise en place en France en 1963 à Port Cros, suivie en 1983 par l'Espagne dans la région de Catalonia, en 1986-87 par l'Italie en Sicile puis en 1992 par la Grèce avec la réserve d'Alonnisos. Cette synthèse est proposée dans l'article de BADALAMENTI *et al.* (2000).

La mise en place de réserves marines peut être une alternative efficace pour la gestion des pêcheries côtières (ROBERTS et POLUNIN, 1991). Le but de la plupart de ces aires marines protégées est la conservation des habitats et des espèces. Cependant, depuis plus d'une quinzaine d'années, on considère la possibilité de conserver les écosystèmes marins côtiers tout en procurant des gains majeurs pour la pêche, ce qui est une forme de développement durable. De nombreux rapports scientifiques traitent des effets bénéfiques de la protection non seulement sur les espèces peuplant les zones côtières, mais aussi pour la pêche (ROBERTS et POLUNIN, 1991). Ces études mettent en évidence un "effet réserve" à plusieurs niveaux :

- augmentation de la biodiversité,
- augmentation des tailles individuelles moyennes et maximales,
- protection des stocks de reproducteurs,
- maintien de la structure d'âge des populations,
- source de recrutement pour les zones alentours par l'exportation de larves,
- repeuplement des zones pêchées par émigration d'adultes,
- recolonisation des eaux peu profondes par les espèces cibles,
- maintien d'habitats non dégradés.

Néanmoins, aucune étude, basée sur des données pêche, n'a évalué l'impact de la mise en place d'une réserve marine sur le rendement des pêcheurs à l'intérieur de son périmètre. En effet, dans la plupart des réserves, toute forme de pêche y est interdite, les pêcheurs restant cantonnés aux zones adjacentes. Or, dans un contexte de déclin de la pêche artisanale en Méditerranée, il semble urgent d'associer les pêcheurs aux « petits métiers » aux bénéfices de la protection renforcée des espaces maritimes.

La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) intègre cette démarche : dans certaines zones toutes formes de pêche et de prélèvements sont interdites, dans d'autres l'usage des engins, matériels et techniques de pêche est réglementé mais la pêche y est autorisée. Cette réserve constitue la partie française du projet de Parc Marin International dans les Bouches de Bonifacio et intègre la problématique de la gestion des ressources halieutiques dans une dimension transfrontalière. Dans les réserves naturelles, la mission prioritaire de l'organisme gestionnaire est d'assurer la conservation du patrimoine naturel (et, si besoin, sa restauration) en prenant en compte les facteurs économiques de la région en vertu de la notion de Développement Durable. A cet effet, il prend sous son contrôle, après avis du comité consultatif, les mesures nécessaires à l'observation scientifique, à la surveillance en application d'un plan de gestion conçu par le gestionnaire sur la base d'une évaluation du patrimoine naturel ainsi que du contexte économique et socioculturel de la réserve. Le suivi de la pêche artisanale s'inscrit pleinement dans ce plan de gestion. En effet, il permet d'évaluer la situation de la pêche dans le périmètre de la Réserve Naturelle et de mesurer l'efficacité de sa protection en termes d'apport de biomasse pour la pêche artisanale aux petits métiers et de durabilité des activités associées.

A cet effet l'Office de l'Environnement de la Corse, par l'intermédiaire de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio, a décidé de suivre annuellement l'effort, les productions et les rendements de la pêche artisanale à partir de l'année 2000, juste après la mise en place d'un nouveau décret fixant la réglementation de la pêche et des usagers dans le périmètre de la RNBB. A titre comparatif, une étude similaire a déjà été menée dans la Réserve Naturelle des îles Lavezzi en 1992-1993 (CULIOLI, 1994), un des secteurs actuels de la RNBB. **Le projet LITEAU II a permis d'assurer le suivi en continuant cet effort d'échantillonnage entre 2004 et 2006 et en développant de nouveaux indicateurs de l'effet réserve sur le site de Bonifacio.**

La durabilité de la pêche artisanale dépend aussi du maintien du fonctionnement de l'écosystème, c'est-à-dire préserver sa capacité à assurer le transfert des nutriments le long de la chaîne trophique mais aussi préserver l'ensemble des fonctions assurées par les espèces dans le système. Or, toutes les espèces ne sont pas équivalentes dans un écosystème, certaines présentant une combinaison de traits fonctionnels (morphologiques, physiologiques) unique qui leur permet d'assurer certaines fonctions particulières. Ainsi la saupe (*Sarpa salpa*) est la seule espèce à pouvoir se nourrir de posidonies sur le site de Bonifacio. BELLWOOD *et al.* (2004) montrent également que quelques espèces de poisson perroquet avec des mâchoires longues et fortes peuvent éroder du corail mort et donc assurer la recolonisation et la résilience des récifs coralliens. Ainsi lorsque ces poissons perroquet subissent une surpêche, la bioérosion du corail mort n'est plus effectuée ce qui empêche la réinstallation du corail sur des fondations aussi instables et fragiles. Comme aucune autre espèce du système ne peut remplacer les poissons perroquet pour cette tâche la préservation de leur « originalité » biologique est essentielle au maintien du système corallien. Plus généralement, préserver le fonctionnement d'un écosystème nécessite de repenser la stratégie de conservation des espèces. La seule prise en compte de la valeur patrimoniale ou commerciale de l'espèce ne renseigne en rien sur son originalité et donc son unicité dans les fonctions assurées dans l'écosystème. On sait aussi que l'originalité fonctionnelle d'une espèce détermine la contribution de cette espèce à la relation diversité spécifique-diversité fonctionnelle (Figure 1). Ainsi l'ajout d'espèces très originales (espèce 3) va augmenter substantiellement la diversité fonctionnelle alors que l'ajout d'espèces redondantes (1 et 2) va contribuer faiblement à l'augmentation de diversité fonctionnelle.

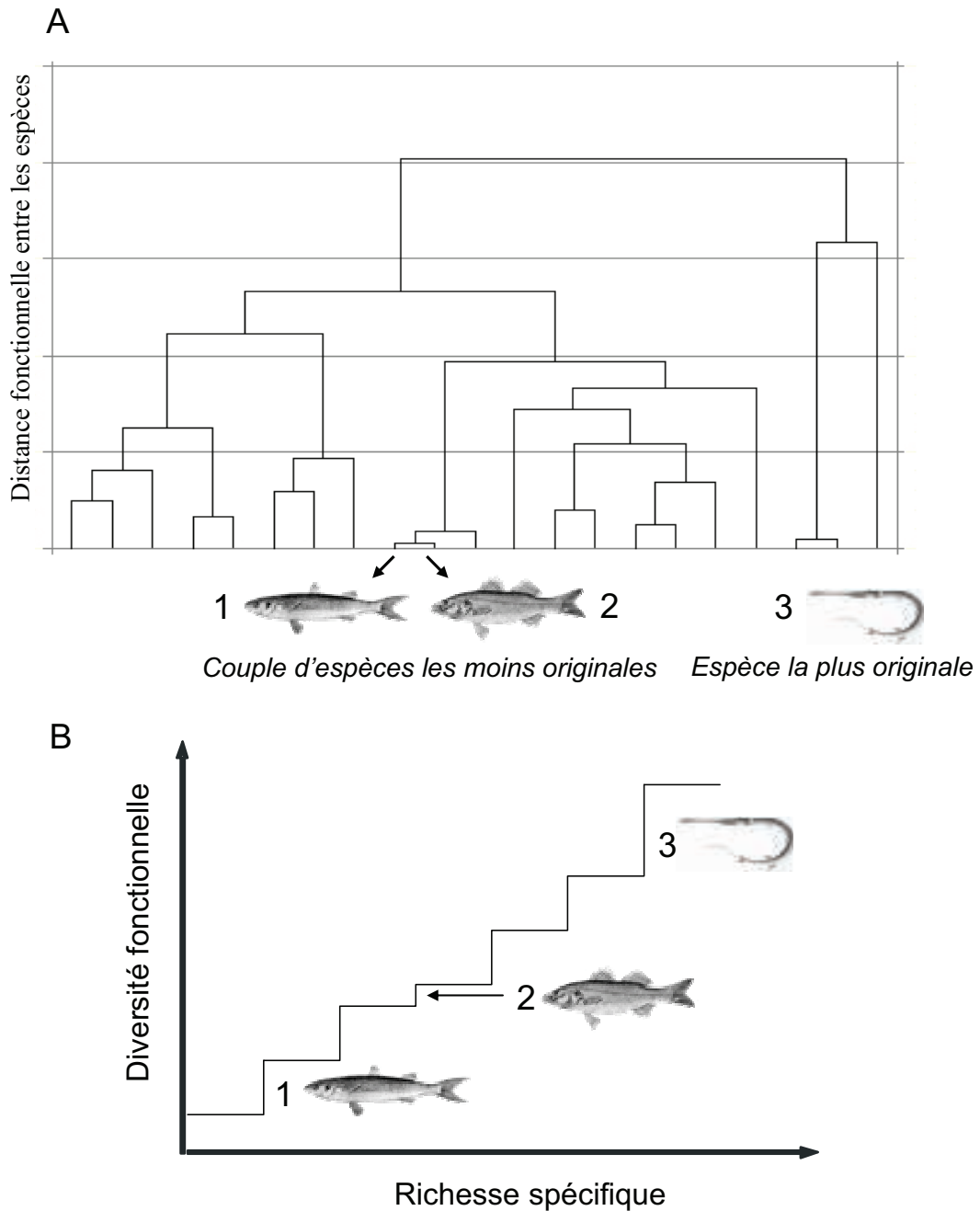


Figure 1 : Impact du niveau d'originalité des espèces sur la relation entre diversité fonctionnelle et diversité spécifique au sein une communauté de poissons.

Ainsi le développement durable de la pêche artisanale sur le site de la RNBB est assuré par deux composantes :

- (A) Le bénéfice, en terme de capture, pour la pêche artisanale à la suite de la mise en réserve du site et notamment la limitation de la pêche plaisancière
- (B) Le maintien des espèces assurant des fonctions uniques dans l'écosystème

Pour évaluer la capacité de la réserve à assurer ces deux composantes nous avons réalisé les activités suivantes :

1. Estimation des rendements de la pêche artisanale entre 2004 et 2006.
2. Structuration d'une base de données « pêche » depuis la campagne de 1992-1993 jusqu'en 2006 en Captures par Unités d'Effort (CPUE).
3. Estimation de l'augmentation des CPUE entre 1992 et 2006 pour l'ensemble des espèces, pour les espèces visées par la pêche plaisancière et pour celles non visées par la pêche plaisancière.
4. Classification fonctionnelle des espèces sur le site de Bonifacio à partir des traits écomorphologiques.
5. Mise au point d'un indicateur fonctionnel de « l'état de santé » des peuplements ichtyologiques et application aux données issues de la RNBB

MATERIEL & METHODES

Présentation du site d'étude

La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (figure 2) est située dans le bassin nord-occidental de la Méditerranée, entre la Corse et la Sardaigne. Cette aire marine protégée de 80000 hectares constitue la partie française du Parc Marin International des Bouches de Bonifacio dont la problématique globale est décrite dans le document de synthèse des études de faisabilité et propositions d'objectifs de gestion (Serv PMIBB.OEC & Gruppo Lavoro ADA, 1996). La réserve englobe l'ensemble de l'extrême sud de la Corse entre le cap de Roccapina (latitude 41°29'29''N, longitude 8°56'29''E) au nord-ouest et la pointe de la Chiappa (latitude 41°35'56''N, longitude 9°22'10''E) au nord-est. Cette délimitation correspond en fait au domaine maritime d'une entité géographique : « l'extrême sud », aux conditions climatologiques et hydrologiques très particulières.

Les îles, de type granitique, sont parsemées face aux falaises calcaires de Bonifacio. On trouve au sein de la réserve des espèces marines de haute valeur patrimoniale comme le mérrou (*Epinephelus marginatus*), le corail (*Coralium rubrum*), la patelle géante (*Patella ferruginea*) et l'herbier à *Posidonia oceanica*. On note aussi dans le détroit la présence de cétacés. De nombreux oiseaux marins (cormoran huppé, puffin cendré, goéland d'Audouin...) ont trouvé dans les îlots de cette région l'habitat idéal pour leur reproduction et leur alimentation.

Le décret N°82-7 du 6 janvier 1982 marque la création de la Réserve Naturelle des Iles Lavezzi (latitude 41°20'N, longitude 9°15'E). Sa gestion est alors confiée à l'Association de Gestion des Iles Cerbicale et Lavezzi, sous le contrôle d'un Comité Consultatif présidé par le Préfet du département de la Corse du Sud. L'archipel des Lavezzi est formé de deux grandes îles (Lavezzi et Cavallo), de petites îles (Piana, Ratino, Porragia, Sperduti) et d'une centaine d'îlots et écueils. Cette zone de protection renforcée s'étend sur 5050 hectares, les îles et les îlots protégés de l'archipel représentant environ 90 hectares ; seule l'île de Cavallo n'est pas

comprise dans le périmètre de la Réserve Naturelle. L'isobathe 20 mètres ceinture l'ensemble de l'archipel des Lavezzi à l'exception des Sperduti.

Par la suite le Parc Marin International des Bouches de Bonifacio est créé en partenariat avec la Sardaigne et englobant la réserve actuelle. C'est ainsi que la partie française du futur Parc Marin International, à savoir la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio voit le jour avec le décret du 23 septembre 1999 (annexe J). Sa gestion est confiée à l'Office de l'Environnement de la Corse (O.E.C.), sous le contrôle d'un Comité Consultatif présidé par le préfet du département de la Corse du Sud. La Réserve Naturelle des Iles Lavezzi se voit ainsi transformée en « zone de protection renforcée des Lavezzi ».

Afin d'assurer la protection du patrimoine écologique, plusieurs périmètres à réglementation particulière ont été définis à l'intérieur de cette réserve (figure 2) :

- huit périmètres de protection renforcée : le plateau des Bruzzi-Moines (2 278 ha), les étangs de Ventilègne, Testarella, Pisciu Cane et leurs abords (92 ha), les îles de la Tonnara, les environs de Bonifacio entre Capo di Feno et Capo Pertusato (1 216 ha), le plateau des Lavezzi (5 904 ha) et le plateau des Cerbicale (3 965 ha),
- six zones de non-prélèvement : aux Moines (416 ha), aux Bruzzi (65 ha), de part et d'autre de Bonifacio (209 ha), aux Lavezzi (84 ha) et aux Cerbicale (126 ha),
- deux cantonnements de pêche : un situé entre Capo di Feno et Capo Pertusato (du rivage jusqu'à environ 1 mile au large de l'entrée du port de Bonifacio), et l'autre à l'est des Cerbicale.

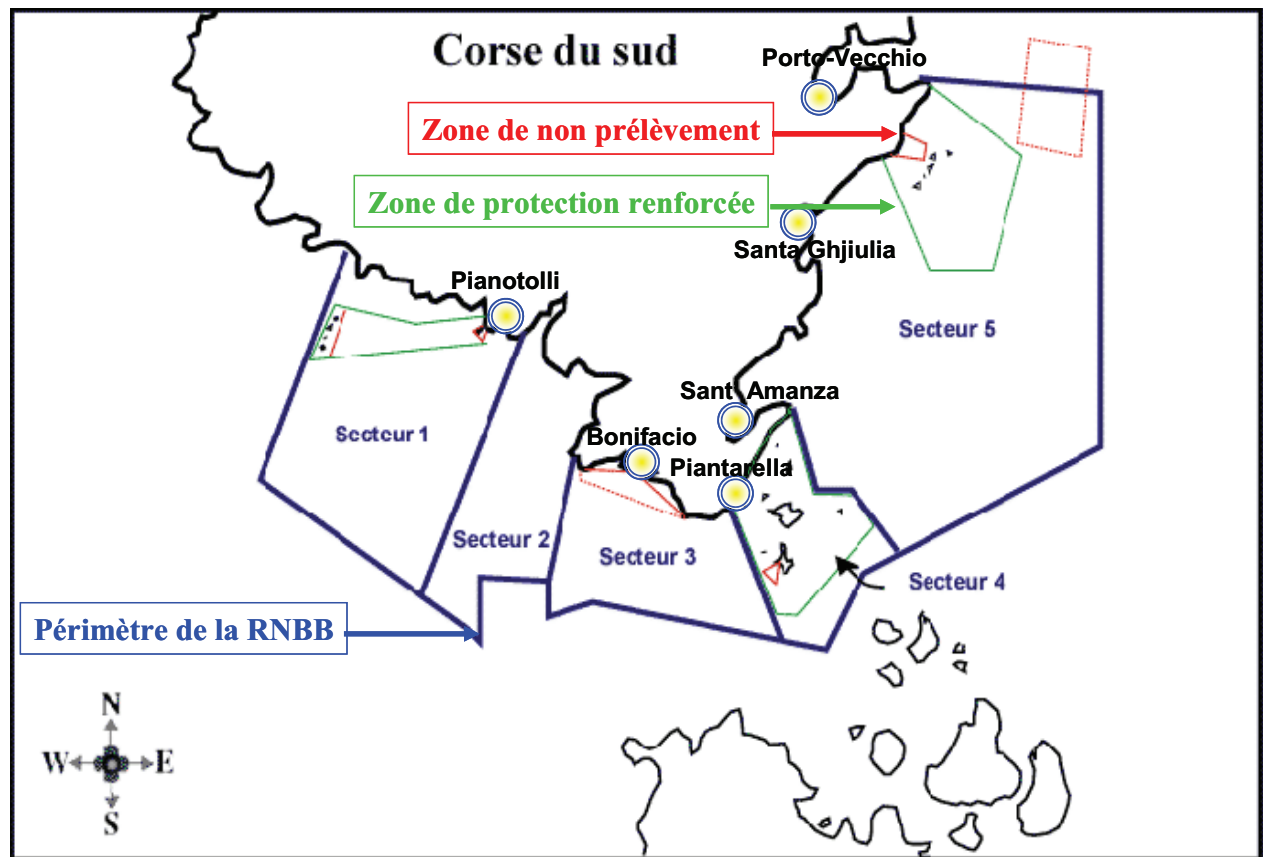


Figure 2 : Carte de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio correspondant au décret de création du 23 septembre 1999 (source : Office de l'Environnement de la Corse).

Dans ces différents périmètres, la réglementation mise en place permet la mise en valeur des activités régionales tout en assurant la protection de l'environnement. Ainsi, la réglementation s'appliquant vis à vis de la pêche professionnelle est la suivante :

- zones de non-prélèvement et cantonnement de pêche : toutes formes de pêche et de prélèvements sont interdites, sauf autorisations individuelles délivrées par le préfet de Corse à des fins scientifiques ou de gestion de la réserve, après avis du comité consultatif (article 30),
- zones de protection renforcée et reste de la réserve : leur accès est ouvert aux navires des pêcheurs professionnels titulaires d'une autorisation administrative délivrée par le préfet de Corse. Cependant, conformément à l'article 13, il est interdit :
 - d'utiliser des engins traînants entre les isobathes 0 et 50 m,
 - d'utiliser les sennes tournantes, le gangui ou des filets similaires, ainsi que les filets et les chaluts pélagiques,
 - de détenir à bord de toute embarcation et d'exercer des activités de pêche avec un ou plusieurs filets maillants dérivants dont la longueur individuelle ou cumulée est supérieure à 2,5 km,
 - d'utiliser des maillages de filets supérieurs à 9 (maillage à l'empan),
 - de détenir à bord de toute embarcation et d'utiliser pour la pêche des explosifs, des substances toxiques, soporifiques ou corrosives ainsi que des appareils générateurs de décharges électriques,
 - d'utiliser la croix de Saint-André ou autres engins similaires pour la récolte des coraux,
 - de pêcher les crustacés du 1^{er} octobre au 1^{er} mars exclu,
 - de pêcher les oursins du 1^{er} avril au 1^{er} décembre exclu.

L'Office de l'Environnement de la Corse (O.E.C.), qui s'est vu confier la conduite du projet de Parc Marin International, a décidé de développer un partenariat avec les professionnels de la pêche de la Prud'homie de Bonifacio.

Suivi de la pêche artisanale

Des améliorations importantes du matériel de pêche ont vu le jour dans les années 1960, telles que la généralisation du filet et du cordage nylon, plus résistant que le coton, l'utilisation du treuil remonte-filet et du sondeur à ultrasons. Les barques sont de plus en plus fortement motorisées, mais ce n'est que dans les deux dernières décennies que les pointus traditionnels ont été abandonnés pour des vedettes pontées de 6 à 10 tonneaux, plus rapides, équipées de cabine, glacière et vivier. Ces techniques nouvelles ont entraîné un changement radical de l'exploitation des fonds marins avec l'abandon progressif de la pêche à la nasse et une orientation vers la pêche mono-engin avec le filet trémail. En Corse, dans les années 1990, 87% des pêcheurs utilisaient le filet trémail (MINICONI, 1994). Dans la Réserve Naturelle des Iles Lavezzi, en 1993, la pêche au filet trémail représentait 90,7 % des sorties (CULIOLI, 1994). Elle représente aujourd'hui 97,3 % des sorties sur l'ensemble de la RNBB.

La journée d'un pêcheur commence en général à 5 heures le matin. Dès l'arrivée sur le lieu de pêche, les filets sont levés à l'aide d'un treuil. Le plus souvent, ils sont démaillés en mer afin d'être calés à nouveau avant le retour au port. Cependant, certains pêcheurs possédant un nombre important de chapelets démaillent pendant le retour à quai et ressortent caler en fin d'après midi. La calée consiste à déposer le filet sur le fond depuis l'arrière du bateau qui

avance à faible allure. Généralement, les filets à poisson (maille de 7 à 9) sont calés 24 heures alors que les filets à langouste restent en mer 48 heures.

Afin de comparer les données historiques sur la pêche et les données obtenues dans le cadre du programme, nous avons adopté la même unité de mesure estimée en Capture par Unité d'Effort (CPUE). Notre individu statistique est le bateau de pêche échantillonné à son retour au port ou lors d'un embarquement. Nous avons ainsi calculé pour chaque bateau échantillonné la biomasse capturée dans le filet en grammes par pièce de filet de 50 mètres et par jour de pêche (24 heures) (g/p/j/b). Ainsi, les rendements ont pu être comparés indépendamment du nombre de pièces calées et du temps de calée.

Les masses moyennes par espèce et par classe de taille ont été estimées à l'aide de relations taille-masse fournies par la littérature (BAUCHOT et PRAS, 1980). Après avoir classé les organismes pêchés en petits-moyens-gros lors de l'échantillonnage et comptabilisé, pour chaque espèce, les effectifs de chacune des trois classes de taille, la biomasse de chaque espèce et la biomasse totale ont pu être évaluées.

Les données historiques se composent de 198, 177, 89 et 126 échantillons (fiches de pêche) récoltés en 2000, 2001, 2002 et 2003, respectivement, sur l'ensemble des secteurs de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio. A ces données s'ajoutent celles des 58 et 188 échantillons réalisés en 1992 et 1993 mais qui ne concernent que le secteur 4. C'est grâce au programme LITEAU que nous avons pu continuer l'échantillonnage en 2004, 2005 et 2006 avec, respectivement, 61, 34 et 60 nouvelles fiches de pêches récoltées.

La saison de pêche dans les Bouches de Bonifacio s'étend habituellement du début du mois d'avril jusqu'en octobre. Il est évident que la durée de cette saison varie d'une année sur l'autre non seulement en fonction de l'état des ressources, mais aussi des conditions météorologiques. Pour pouvoir effectuer les comparaisons interannuelles nous avons limité le choix de nos fiches de pêche aux mois de mai, juin, juillet et août car ce sont les mois qui sont systématiquement échantillonnés quelle que soit l'année considérée.

Réponse des espèces aux pressions de pêche

L'un des objectifs de la présente étude était de mettre en évidence un possible effet positif de l'extension en 1999 de l'aire protégée de la Réserve sur les espèces ciblées par les pêches de loisirs à la ligne et sous-marine au harpon, et, dans cette éventualité, de vérifier si cet effet a profité à la pêche artisanale. Diverses études ont montré que l'établissement d'aires marines protégées bénéficiait à plus ou moins long terme aux espèces poissons ciblées par la pêche de loisirs, mais elles s'appuient dans leur majorité sur des résultats de recensements visuels *in situ* et n'évaluent pas son impact sur la pêche professionnelle. Pour vérifier l'existence d'un tel impact, nous avons donc estimé les CPUE des espèces ciblées par la pêche au harpon (H), celles des espèces pêchées à la ligne (L) et celles de l'ensemble des espèces visées par les deux types de pêche (H+L). Parallèlement, nous avons calculé les CPUE des espèces capturées par la pêche artisanale non ciblées par la pêche de loisir (P-C). **Nous avons ainsi divisé les espèces en plusieurs groupes de réponse afin d'estimer, de manière indirecte, l'influence des différentes pressions de pêche.**

Les espèces plus particulièrement visées par la pêche au harpon sont : *Dentex dentex*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Epinephelus marginatus*, *Labrus merula*, *Labrus viridis*, *Sciaena umbra*, *Symphodus tinca*. Celles les plus communément

prises à la ligne sont : *Dentex dentex*, *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Pagellus acarne*, *Pagellus erythrinus*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata*, *Spondyllosoma cantharus*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*.

Afin d'analyser les interactions entre pêche de loisirs et pêche artisanale nous avons procédé à deux analyses. Dans une première analyse, nous avons calculé, à partir des données de la période 2000-2006, la régression linéaire $CPUE = a An + b$ (CPUE en g/p/j/b; An en années) pour H, L, H+L et P-C afin de déterminer s'il y avait ou non une tendance à la diminution ou à l'augmentation de la CPUE de chacun des groupes de réponse d'Ostéichthyens. Dans une seconde analyse, nous avons cherché quelles étaient les espèces cibles sujettes à une hausse ou à une baisse en comparant d'une part leur CPUE entre 2000 et 2006 pour l'ensemble de l'aire protégée, d'autre part les CPUE moyennes de chacune des deux périodes [1992-1993] et [2000-2006] pour le secteur 4 (îles Lavezzi). Dans cette seconde analyse, nous nous sommes inspirés du "rapport de réponse" ('*response ratio*' Ln R) proposé par ROSENBERG *et al.* (1997). Une espèce "gagnante" aura un rapport de réponse positif alors qu'il sera négatif pour une espèce "perdante".

$Ln R = Ln [(X_{t+T} + 1)/(X_t + 1)]$ avec $X_t =$ CPUE de l'espèce à la période t et $X_{t+T} =$ CPUE de l'espèce à la période t+T

Proposition d'un nouvel indicateur

Mesures des traits fonctionnels des espèces

Le nouvel indicateur est basé sur l'originalité fonctionnelle des espèces, c'est-à-dire sur l'unicité de leurs traits fonctionnels. Pour quantifier cette originalité, 14 traits fonctionnels furent sélectionnés. Après identification des poissons à l'aide d'ouvrage et clefs taxinomiques (MINICONI, 1994), les paramètres énumérés ci-dessous ont été relevés sur chaque individu à l'aide d'une balance de précision (Balance digitale Jadever), d'une règle précise au 1/2 mm près, d'un mètre et d'un pied à coulisse (Proxon). Les mesures sont exprimées en millimètres pour les tailles et en grammes pour les masses. Par souci de clarté, l'essentiel des traits mesurés est représenté sur les figures 3 et 4.

(1) La **biomasse (B)** : La masse corporelle est étroitement corrélée à la taille, mais elle conditionne également la quantité de nourriture consommée par les individus (GREENWOOD *et al.*, 1996). Cette variable a été en particulier utilisée pour standardiser d'autres paramètres.

(2) La proportion entre la **longueur standard (Ls)** et la **hauteur maximale** du poisson (**Hm**) : Ls/Hm. Cette donnée traduit l'hydrodynamisme du poisson ; elle est positivement corrélée à la rapidité de déplacement du poisson dans l'eau. Une valeur élevée de ce rapport minimise les forces de frottement avec le milieu et par conséquent, augmente la vitesse de propagation des poissons dans l'eau (SIBBING et NAGELKERKE, 2001). Un corps fuselé, au rapport Ls/Hm important, caractérise souvent les poissons vivant et chassant en pleine eau, et capables de départ et d'accélération très rapide (HELFMAN *et al.*, 1997). Cette morphologie caractérise de même les poissons qui chassent en embuscade ou qui passent beaucoup de temps à chercher leur nourriture dans les courants forts (MOYLE et CECH, 1982).

(3) L'indice d'aplatissement correspondant à la proportion entre la **hauteur maximale (Hm)** et la **largeur maximale (lm)** : Hm/lm. Celui-ci est négativement corrélé à la vitesse de nage des espèces de poissons. Un indice bas est associé à des capacités de déplacement rapide (GATZ, 1979). Un aplatissement latéral important du corps dénote également de bonnes capacités de manœuvrabilité dans les reliefs accidentés ou herbiers denses. Il est également

bien adapté pour les poissons se déplaçant au dessus du fond et venant piquer des organismes benthiques pour se nourrir (MOYLE & CECH, 1982).

(4) La **longueur du pédoncule caudal (Lpc)** : cette mesure est directement proportionnelle à la capacité natatoire. Les poissons munis d'un long pédoncule caudal sont souvent assimilés à de bons nageurs (GATZ, 1979).

(5) La **proportion entre la longueur de la nageoire caudale (Lnc) et sa largeur (Inc)** : Lnc/Inc . Celle-ci est positivement corrélée avec la capacité de nage des poissons (SIBBING et NAGELKERKE, 2001).

(6) Le **diamètre de l'œil (Doei)** mesuré pour estimer la **surface oculaire** ($Ao = 3,14 \cdot (Doei/2)^2$). Celle-ci est indicatrice de la capacité visuelle de l'animal, donc de ses aptitudes de détection des proies (WINEMILLER, 1991 ; DUMAY *et al.*, 2004). Elle peut également fournir des indications concernant la position verticale du poisson dans la colonne d'eau ; les espèces fréquentant les eaux profondes ont des petits yeux (GATZ, 1989) alors qu'ils sont plutôt de grande taille chez les poissons qui se tiennent à proximité de la surface des eaux (MOYLE & CECH, 1982).

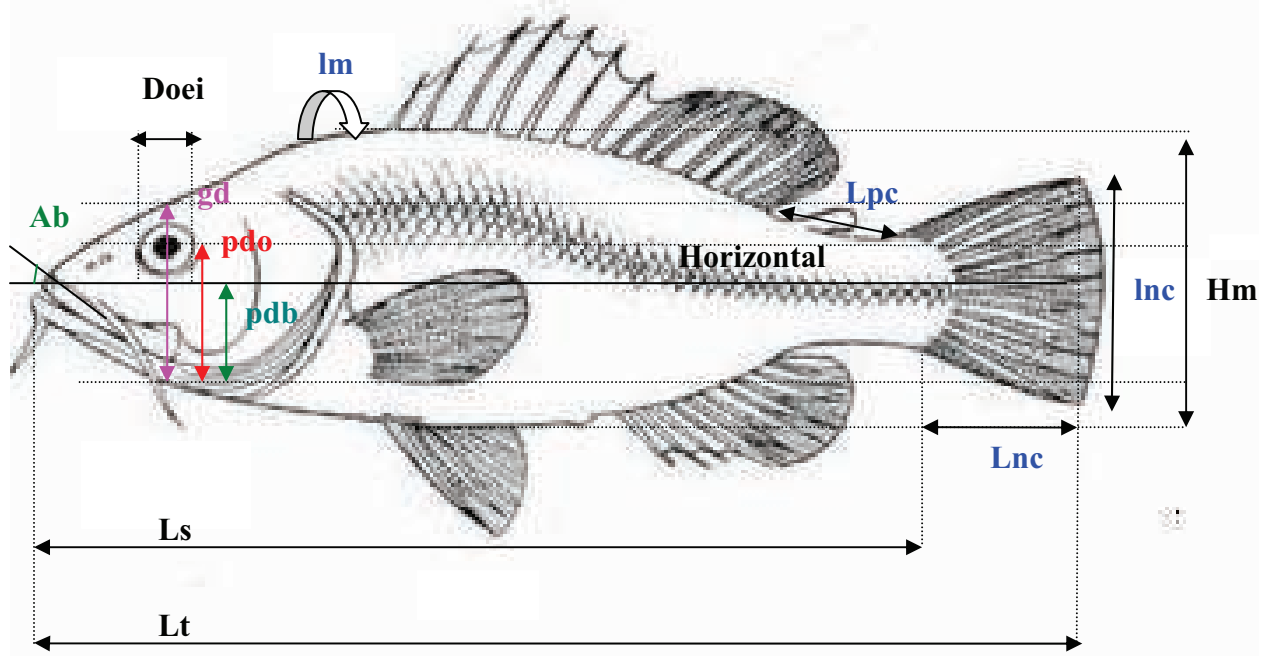


Figure 3 : Les principales mensurations d'un poisson relevées au cours de l'étude

(7) La **hauteur du corps à la verticale passant par l'œil (gd)** et la **distance au dessous de l'œil sur cette verticale (pdo)** dont le rapport pdo/gd situe la position de l'œil (**Poei**). Celui-ci tendra à être en position dorsale chez les poissons se tenant sous la surface des eaux ou chez les poissons vivant sur le fonds et ayant un mode de vie plus sédentaire, alors qu'il sera en position latérale pour les poissons pélagiques (GATZ, 1979).

(8) La **hauteur du corps à la verticale passant par l'œil (gd)** et la **distance au dessous de l'extrémité de la bouche sur cette verticale (pdb)** dont le rapport pdb/gd permet de situer la **position de l'extrémité de la bouche (Pbou)** : celle-ci est l'un des critères indiquant la position à laquelle vivent et se nourrissent les poissons dans la colonne d'eau (GATZ, 1979). Ceux munis d'une bouche supraterrminale, c'est-à-dire s'ouvrant vers le haut, vivent et se nourrissent en général près de la surface. C'est le cas également pour des poissons benthiques dont les proies se déplacent au dessus d'eux. Une bouche subterminale, c'est-à-dire s'ouvrant

vers le bas, s'associe souvent aux poissons qui broutent ou s'alimentent d'organismes benthiques. Pour ces derniers, ce peut être également un avantage contre les prédateurs : une ouverture ventrale de la bouche leur permet de se nourrir sur le fond tout en surveillant leur environnement. Une bouche terminale, bien que répandue chez de nombreux poissons, quelles que soient leurs habitudes trophiques, est cependant plus spécifique des poissons se déplaçant et capturant leurs proies en pleine eau.

(9) L'**inclinaison de la bouche (Ab)** (Figure 5), angle de la fente buccale avec le plan horizontal, est un autre critère complémentaire du précédent, renseignant sur le type de proies préférentielles. Ce paramètre a été classé en sept catégories : - 90 à - 45° (-3) ; - 45 à - 30° (-2) ; - 30 à - 10° (-1) ; - 10 à 10° (0) ; 10 à 30° (1) ; 30 à 45° (2) et 45 à 90°(3).

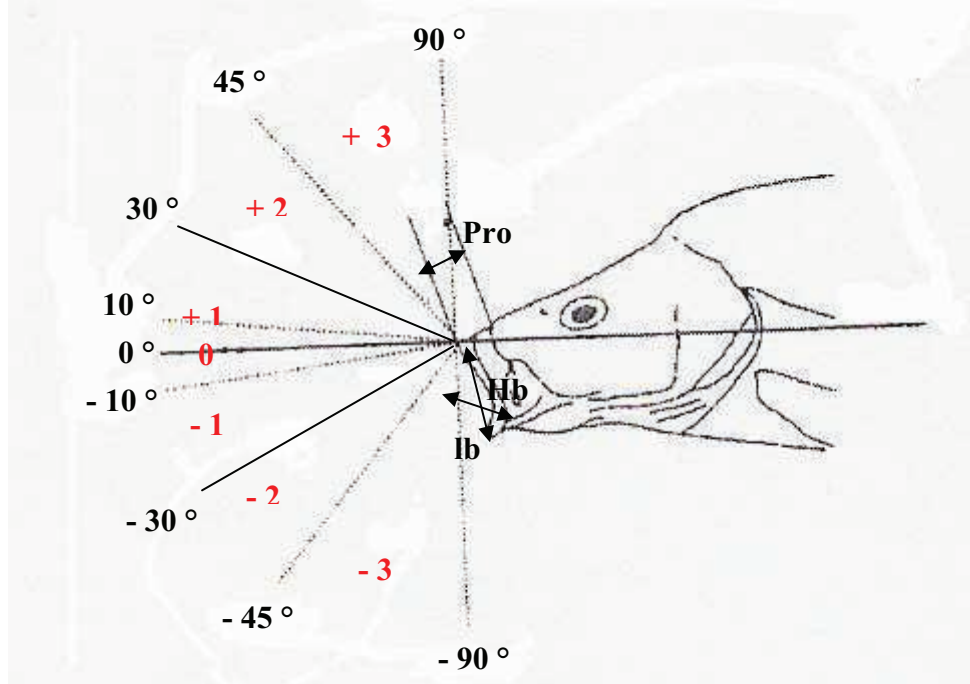


Figure 4 : Classes d'angle et ouverture de la bouche

(10) La **hauteur de l'ouverture de la bouche (Hb)** et sa **largeur (lb)** permettent d'évaluer l'**aire de l'ouverture de la bouche (Ab)** qui est directement proportionnelle à la taille maximale des proies susceptible d'être absorbées par le poisson (GATZ, 1979). Si une petite bouche limite le spectre de la taille des proies ingérables, en revanche le pouvoir de succion peut être augmenté (SIBBING et NAGELKERKE, 2001 ; DUMAY *et al.*, 2004).

(11) La **protrusion (Pro)** augmente la capacité et l'efficacité de la capture (SIBBING et NAGELKERKE, 2001) en créant une force de succion permettant d'aspirer des proies à une distance pouvant atteindre 25 à 50% de la taille du poisson. Selon GATZ (1979), il y a une relation inverse entre la force du coup de dent et l'importance des possibilités d'extension des prémaxillaires. Donc, la protrusion serait d'avantage associée à la capture de petites proies. La protrusion de la mâchoire supérieure réduit la distance entre le prédateur et la proie, entraînant ainsi une diminution du coût énergétique pour la capture (SIBBING et NAGELKERKE, 2001 ; DUMAY *et al.*, 2004).

(12) La taille de la plus grande **branchiospine (Bran)** située sur le 2^{ème} arc branchial : celle-ci permet d'apprécier indirectement l'espace entre les branchiospines qui est corrélé à la taille des particules retenues par le filtre constitué par les branchiospines. Les poissons filtreurs présentent un grand nombre de branchiospines très peu espacées, même si ceux-ci sont susceptibles d'absorber des proies plus importantes que les petits organismes planctoniques

(GATZ, *et al.*, 1997). Les limnivores et les détritivores présentent également de nombreuses branchiospines.

(13) La **Longueur de l'intestin (Int)** : excellent indice du régime alimentaire. La mesure de la longueur de l'intestin constitue l'un des meilleurs descripteurs du niveau trophique (ELLIOT et BELLWOOD, 2003). La longueur relative de l'intestin est d'autant plus importante que la nourriture ingérée est difficilement digestible et que la durée d'assimilation est longue (GATZ, 1979). Chez les poissons Téléostéens d'une longueur standard supérieure à 10 cm, la longueur relative de l'intestin par rapport à leur taille est comprise de 0,7 à 0,9 pour les carnivores, de 1 à 2,2 pour les omnivores et de 2,3 à 2,9 chez les herbivores (GATZ, 1979). Indirectement, la taille du tube digestif engendre des répercussions sur les proportions corporelles (vaste cavité abdominale) (SIBBING et NAGELKERKE, 2001).

(14) Le type de **dents** constitue un bon indicateur pour le régime alimentaire mais l'élaboration d'indices simples, pertinents, reflétant leurs diverses fonctions, (type de proies, modes de capture...) n'existe pas. En effet, les dents des poissons sont complexes (différentes formes, tailles et disposition). Au cours de notre étude, on s'est intéressé uniquement aux dents situées sur les prémaxillaires. Le type des dents est intégré dans un codage : 0- Absence de dent (suction et saisie passive des proies) ; 1- Dents cardiformes (petites et pointues) (déchiquent et déchirent grossièrement) ; 2- Dents villiformes (déchiquent et déchirent en petits morceaux) ; 3- En velours (plusieurs séries de petites dents tranchantes) ; 4- Plaque vomérienne uniquement (broyage) ; 5- Incisiformes (souvent adaptés aux brouteurs) et 6- Caniniformes (agrippent et maintiennent les proies).

Ces diverses mesures et observations ont été faites sur 362 individus répartis en 37 espèces. En raison des différences de taille entre individus, les traits fonctionnels des poissons ont été standardisés par la biomasse (WINEMILLER, 1991). Des études récentes ont en effet soulignées la forte relation entre croissance morphologique et métabolisme, et la masse corporelle (LAYMAN & WINEMILLER, 2004). Si la relation allométrique entre la valeur d'un trait (X) et la biomasse (B) est $X=aB^b$ et que le coefficient « b » est invariant entre les espèces, on peut considérer que $[\ln (X+1)] [\ln (B+1)]^{-1}$ est constant et robuste pour une même population. C'est donc cette transformation et cette standardisation qui ont été utilisées dans notre étude pour la protrusion, la surface de l'oeil, et la taille des branchiospines. La longueur de l'intestin et la taille du pédoncule caudal ont été standardisées à l'aide de la longueur standard sans transformation de ces variables (CLEVELAND & MONTGOMERY, 2003).

Calcul de l'originalité fonctionnelle

Le calcul de l'originalité fonctionnelle fut réalisé à partir de la méthodologie présentée récemment par PAVOINE *et al.* (2005). A partir d'une matrice Espèce x Traits fonctionnels où chaque valeur représente la moyenne du trait fonctionnel pour une espèce nous standardisons l'ensemble des traits (tous ont alors une moyenne nulle et une variance de 1) et nous calculons une distance de Mahalanobis entre les espèces.

A partir de la matrice de distance inter-espèces nous construisons un dendrogramme. Ce dendrogramme représente donc une classification hiérarchique fonctionnelle des espèces. Nous calculons ensuite la racine de la distance entre toutes les espèces deux à deux basée sur la longueur des branches du dendrogramme pour relier les couples d'espèces. Cette distance est une distance « ultramétrique » semi-circulaire qui suit la propriété suivante :

$$\sqrt{d_{ij}} \leq \max(\sqrt{d_{ik}}, \sqrt{d_{kj}})$$

Où *i, j* et *k* sont trois différentes espèces.

Les valeurs d'originalité des espèces sont déterminées de manière à maximiser la distance entre deux espèces choisies au hasard. Avec d'autres mots les valeurs d'originalité des espèces sont les pondérations qui maximisent la distance lorsque l'on tire aléatoirement deux espèces. Ainsi deux espèces fonctionnellement proches (faible distance) ne peuvent avoir une forte originalité alors que les espèces les plus éloignées fonctionnellement de l'ensemble des espèces présenteront les valeurs d'originalité les plus importantes (Figure 1).

Présentation du nouvel indicateur

Le nouvel indicateur appelé indice de Conservation de l'Originalité Biologique (*BOC*) mesure la capacité de notre réserve à préserver l'originalité biologique entre deux périodes. En d'autres termes cet indice est positif lorsque les espèces les plus originales sont « gagnantes » sur la période de temps considéré alors qu'il devient négatif lorsque les espèces les plus originales sont « perdantes ». La formule est :

$$BOC = \frac{\sum_{i=1}^S o_i \times w_i}{\sum_i^S o_i}$$

S représente le nombre d'espèces. o_i représente la valeur de l'originalité de l'espèce *i*. w_i représente le poids donné aux espèces « gagnantes » versus espèces « perdantes ». La contribution d'une espèce gagnante est +1 ($w_i=1$), la contribution d'une espèce perdante est -1 ($w_i=-1$) alors que les espèces « stables » seront créditées d'une valeur $w_i=0$. En fait $BOC=+1$ lorsque tous les espèces sont « gagnantes » et $BOC=-1$ lorsque toutes les espèces sont « perdantes ». Notre nouvel indicateur varie en -1 et 1.

Test des espèces indicatrices

Pour déterminer quelles sont les espèces gagnantes et les espèces perdantes suite à la mise en place de la réserve nous avons eu recours au test des espèces indicatrices. Habituellement des tests tels que l'analyse de variance peuvent être utilisés pour mettre en évidence des différences significatives pour les densités ou les biomasses de certaines espèces suivant les sites prospectés ou les périodes échantillonnées. Dans notre étude certaines espèces sont rarement échantillonnées, les conditions d'application de l'Analyse de Variance sont donc rarement acquises pour nos espèces (normalité et égalité des variances). On doit donc se tourner vers des méthodes non-paramétriques (ZAR, 1984). En 1997, DUFRENE et LEGENDRE ont publié une nouvelle méthode appelée méthode des « espèces indicatrices » nous permettant à travers un jeu de données d'extraire les espèces indicatrices d'un certain milieu ou de certaines conditions environnementales définissant un groupe. La valeur indicatrice d'une espèce est basée à la fois sur la fidélité et sur la spécificité de cette espèce pour ce groupe noté *k*. La fidélité au groupe *k* est exprimée par *F* qui représente la probabilité de présence de cette espèce sur tous les échantillonnages du groupe *k*, *F* est calculé par :

$$F_{kj} = \frac{N_{site kj}}{N_{site k+}}$$

La spécificité au groupe k est exprimée par S qui représente la comparaison de l'abondance moyenne de cette espèce dans le groupe k par rapport à son abondance moyenne sur tous les autres groupes, S est calculé par :

$$S_{kj} = \frac{N_{individuals_{kj}}}{N_{individuals_{s+k}}}$$

La valeur indicatrice VI d'une espèce j pour un groupe k est simplement calculée en pourcentage par la formule :

$$IV_{kj} = 100 \times S_{kj} \times F_{kj}$$

Cette valeur indicatrice VI_{ij} est maximum (100 %) lorsque l'espèce j est présente dans tous les échantillons du groupe k et jamais présente dans les échantillons des autres groupes. A l'opposé, cette valeur est nulle lorsque l'espèce j présente la même abondance pour tous les échantillons quel que soit le groupe.

Cette méthode est décrite comme robuste par rapport aux méthodes d'échantillonnage dans les différents groupes, au nombre différents d'éléments échantillonnés dans chaque groupe et aux différences d'abondance à l'intérieur d'un même groupe (LEGENDRE et LEGENDRE, 1998). Un test de type Monte-Carlo basé sur des permutations est associé à cette valeur indicatrice pour connaître son seuil de signification (LEGENDRE et LEGENDRE, 1998).

Dans notre étude nous avons deux groupes d'échantillons, ceux réalisés pendant la période 1992-93 et ceux réalisés en 2000-2003. Nous allons donc chercher à savoir quelles sont les espèces qui sont significativement indicatrices (à la fois plus abondantes et plus présentes) de la seconde période (après l'intensification de la protection), les gagnantes, et celles qui sont significativement indicatrices (à la fois plus abondantes et plus présentes) de la première période (avant l'intensification de la protection) donc les perdantes.

Tests du nouvel indicateur

Nous proposons deux modèles nuls nous permettant de tester la valeur de l'indice BOC obtenu. Dans le premier modèle nul, nous cherchons à connaître la valeur de notre indice BOC si le niveau d'originalité des espèces était distribué aléatoirement. Dans le second modèle nul, nous cherchons à connaître le niveau de notre indice BOC si les espèces étaient gagnantes ou perdantes indépendamment de leur niveau d'originalité. Grâce à un programme informatique réalisé en C++ nous pouvons redistribuer aléatoirement le niveau d'originalité des espèces (modèle 1) ou leurs abondances entre les deux périodes pour ensuite calculer une distribution de l'indice *BOC*. On compare ensuite notre valeur observée à cette distribution pour déterminer si notre indice observé est significativement différent de ceux obtenus sous les deux hypothèses nulles.

RESULTATS ET DISCUSSION

Variations interannuelles des CPUE

Toutes espèces confondues, de 2000 à 2006 les CPUE varient significativement (Kruskal-Wallis: $H= 88,63$, $p < 0,0001$) entre 566 et 1227 g/p/j/b (Fig.5, annexe A). Ce sont les Osteichthyens qui constituent la plus grande part de captures par unité d'effort. Avec des valeurs comprises entre 413 g/pièce de filet/jour/bateau (g/p/j/b) en 2002 et 1087 g/p/j/b en 2005 (Fig. 6; annexe A), ils représentent, selon les années, entre 59% (2003) et 89% (2005) (Annexes B1, B2) de la CPUE. Ces valeurs sont bien moindres pour les autres catégories de captures (Fig. 7; annexes A, B1, B2), soit 18 (2005) – 115 (2001) g/p/j/b et 1,4% (2005) - 10,4% (2001) pour les Chondrichthyens, 51 (2004) – 277 (2003) g/p/j/b et 5,6% (2005) – 29,7% (2003) pour les Crustacés, 25 (2004) – 94 (2006) g/p/j/b et 2,9% (2001) – 8% (2006) pour les Céphalopodes.

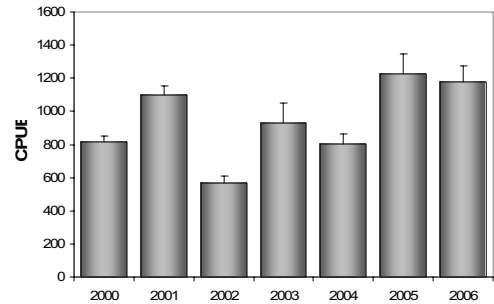


Fig. 5. Variations annuelles des CPUE (g/p/j/b. Barres verticales: erreurs types).

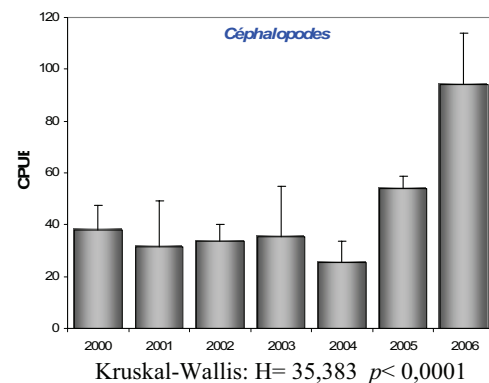
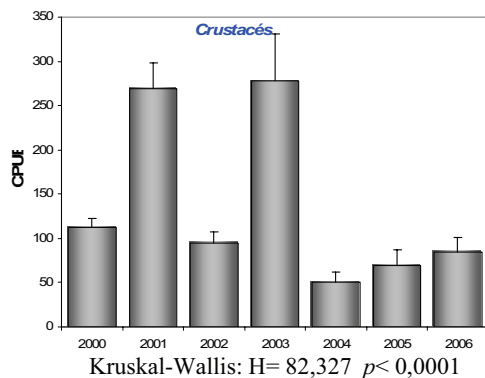
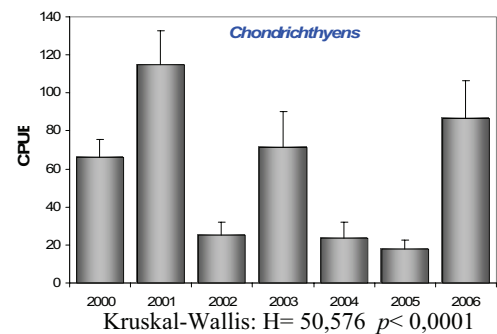
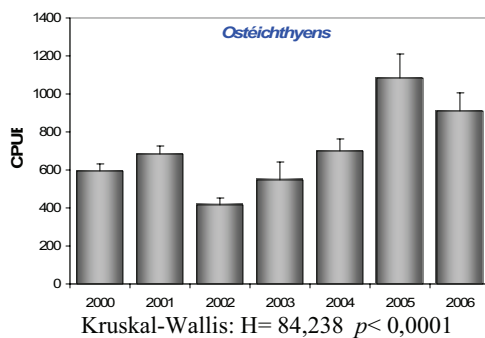


Fig. 6. Variations annuelles des CPUE (g/p/j/b) des Osteichthyens, des Chondrichthyens, des Crustacés et de Céphalopodes (g/p/j/b. Barres verticales: erreurs types).

L'analyse des CPUE de chacune des catégories d'espèces pêchées met en évidence que la baisse sensible du total des captures en 2002 est due à celles conjointes des Ostéichthyens, des Chondrichthyens et des Crustacés. Comparativement aux autres années, ces derniers en particulier se caractérisent en 2001 et 2003 par des CPUE très élevées (Fig. 6; annexe A). En effet, pour chacune de ces deux années, les Crustacés constituent respectivement presque le quart et le tiers des prises (Annexes B1, B2) et leur CPUE est trois à cinq fois supérieure à celles des autres années. On peut également relever pour les Céphalopodes, bien que leur pourcentage dans les prises reste relativement peu important (Annexes B1, B2), une notable augmentation de leur CPUE en 2006 (Fig. 6; annexe A). Cette augmentation s'amorce en 2005 alors que les CPUE restent faibles et ne varient pas significativement de 2000 à 2004

Quelle que soit l'année, une part importante de la CPUE est imputable à un nombre restreint d'espèces. Ainsi, environ la moitié de la CPUE totale est due, selon les années, à 3 ou 4 (5 en 2006) espèces et les trois quart à 9 à 13 espèces (Annexe C4). Si l'on ne considère que la catégorie des Ostéichthyens, 2 à 4 et 15 à 19 espèces constituent, respectivement, environ 50% et 75% de leur CPUE (Annexe D3). On peut, par ailleurs, observer entre 2000 et 2006 que le nombre d'espèces nécessaire pour obtenir des valeurs similaires de pourcentages tend à diminuer au cours des premières années de la période d'étude avant d'augmenter durant les dernières, tendance qui est moins marquée pour la seule catégorie des Ostéichthyens (Annexes C4, D3, E).

Sur le tableau I figure, pour les cinq premiers rangs, le classement des Ostéichthyens et sur le tableau II celui prenant en compte toutes les catégories d'espèces (le classement de l'ensemble des espèces et celui des seuls Ostéichthyens sont présentés dans les annexes C3 et D2). Pour les Ostéichthyens, deux espèces *Scorpaena scrofa* et *Phycis phycis* se classent toutes les années parmi les cinq premiers rangs. La première de ces deux espèces est toujours au 1^{er} rang, sauf en 2002 où elle est placée au 2^{ème} rang, et la seconde occupe le 2^{ème} (2001, 2005, 2006), le 3^{ème} (2002, 2004) ou le 4^{ème} rang (2003) avec des CPUE qui varient entre 77 (2003) et 194 g/p/j/b (2005) pour *S. scrofa* et entre 45 (2002) et 186 g/p/j/b (2005) pour *P. phycis* (Fig. 3; annexe C1). La contribution de *S. scrofa* à la CPUE des Ostéichthyens est comprise entre environ 14% (2002) et 27 % (2003) et celle de *P. phycis* entre 8% (2003) et 17% (2005) (Annexe D1). En incluant les CPUE des Chondrichthyens, Crustacés et Céphalopodes, les valeurs sont de 8% (2003) – 21% (2004) pour *S. scrofa* et 5% (2003) – 15% (2005) pour *P. phycis* (Annexe C2). Les valeurs minimales et maximales des contributions cumulées de ces deux seules espèces sont respectivement de 23% et 38% dans le cas des Ostéichthyens et de 13% et 31%. dans celui de l'ensemble des espèces.

Tab. I. Rangs des Ostéichthyens de 2000 à 2006

Rang	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	<i>S.scrofa</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>D.dentex</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>S.scrofa</i>
2	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. phycis</i>	<i>D.dentex</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. phycis</i>	<i>P. phycis</i>
3	<i>P. phycis</i>	<i>L. piscatorius</i>	<i>P. phycis</i>	<i>L. piscatorius</i>	<i>P. phycis</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>D.dentex</i>
4	<i>M. surmuletus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>P. phycis</i>	<i>D.dentex</i>	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. erythrinus</i>
5	<i>S. porcus</i>	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>M. surmuletus</i>

Pagellus erythrinus est également une espèce qui, au cours des sept années de l'étude, est toujours classée dans les premiers rangs des Ostéichthyens (Tab. I; annexe D2), soit entre le 2^{ème} rang (2000, 2004) et le 6^{ème} rang (2001) (Tab. I; annexe D2). Ses CPUE sont comprises entre 24 (2002) et 112 g/jour/an (2005) et ses CPUE relatives entre 6% (2001) et 13% (2004)

de la CPUE des Ostéichthyens et entre 4% (2003) et 12% (2004) de la CPUE totale (Annexes C1, C2, D1).

Tab. II. Rangs, toutes catégories confondues (Ostéichthyens, Chondrichthyens, Crustacés, Céphalopodes), de 2000 à 2006

Rang	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	<i>S.scrofa</i>	<i>P.elephas</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>P.elephas</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>S.scrofa</i>
2	<i>P.elephas</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>D.dentex</i>	<i>D.dentex</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. phycis</i>	<i>P. phycis</i>
3	<i>P. erythrinus</i>	<i>Raja sp</i>	<i>P.elephas</i>	<i>S.scrofa</i>	<i>P. phycis</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>D.dentex</i>
4	<i>P. phycis</i>	<i>P. phycis</i>	<i>P. phycis</i>	<i>H.gamarus</i>	<i>D.dentex</i>	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. erythrinus</i>
5	<i>M. surmuletus</i>	<i>L. piscatorius</i>	<i>S. porcus</i>	<i>L. piscatorius</i>	<i>S. porcus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>Sepia sp.</i>

Parmi les autres espèces d'Ostéichthyens dont les contributions ne sont pas négligeables certaines années, on peut signaler *Dentex dentex*, *Mullus surmuletus* et *Scorpaena porcus*. Cette dernière espèce est au 4^{ème} rangs des Ostéichthyens en 2001 et 2002, au 5^{ème} en 2000, 2004 et 2005 (Tab. II), au 6^{ème} en 2006 et au 7^{ème} en 2003 (Annexe D2). Lorsque toutes les espèces sont prises en compte, elle rétrograde dans le classement: toujours au 5^{ème} rang en 2004 et 2005, elle passe au 5^{ème} rang en 2002 (Tab. II), rang qu'elle conserve en 2004 et 2005 et se classe entre les 7^{ème} et 12^{ème} rangs les autres années (Annexe C2). Sa CPUE varie entre 20 (2003) et 58 g/p/j/b (2005) (Fig. 8; annexe C1) et sa contribution entre 4% (2003) et 9% (2002) de la CPUE des Ostéichthyens (Annexe D1). *Dentex dentex* se caractérise par ses CPUE élevée en 2003 (137 g/p/j/b) et 2006 (109 g/p/j/b) avec respectivement le 1^{er} et le 3^{ème} rang des Ostéichthyens et des CPUE relatives de 25% et 12% (Tab. I; Fig. 8; annexe D1). Bien qu'étant classé dans les premiers rangs en 2002 (2^{ème} rang) et en 2004 (4^{ème} rang), comparativement à 2003 et 2006, ses CPUE absolues et relatives sont beaucoup moins élevées, respectivement 61 g/p/j/b et 15% et 50 g/p/j/b et 7%. En 2000, 2001 et 2005, *D. dentex* est au 6^{ème}, 7^{ème} et 9^{ème} rang, ses CPUE varient entre 20 et 37 g/p/j/b et ses contributions entre 3% et 5% (Fig. 8; annexes C1, D1, D2). *Mullus surmuletus* est placé entre les 4^{ème} (2000, 2005) et 9^{ème} rangs (2003) des Ostéichthyens (entre les 4^{ème} et 14^{ème} rangs pour l'ensemble des espèces) (Tab. I, II; annexes C3, D2). Ses CPUE sont comprises entre 17 (2003) et 68 g/p/j/b (2005) (Fig. 8; annexe C1), et ses contributions entre 3% (2003) et 10% (2000) de la CPUE des Ostéichthyens (Annexe D1) et entre 2% (2003) et 8% (2000) de la CPUE de toutes les espèces (Annexe C2).

Dans la catégorie des Crustacés, *Palinurus elephas* particulièrement et, dans une moindre mesure, *Homarus gamarus* et *Maja squinado* représentent, certaines années, une part significative de la CPUE (Fig. 7, 9; annexes C1, C2, C3). Elle est, ainsi de 23% en 2001 et de 30% en 2003. *Palinurus éléphas* se classe au 1^{er} rang en 2001 et 2003 avec, respectivement, une CPUE de 166 et 179 g/p/j/b, au 2^{ème} rang en 2000 (CPUE: 77 g/p/j/b) et au 3^{ème} rang en 2002 (CPUE: 57 g/p/j/b). De 2004 à 2006, les CPUE de cette espèce ne varient qu'entre 11 et 17 g/p/j/b. Les CPUE de *H. gamarus* sont également nettement plus élevées en 2001 (47 g/p/j/b; 7^{ème} rang) et 2003 (74 g/p/j/b; 4^{ème} rang) que

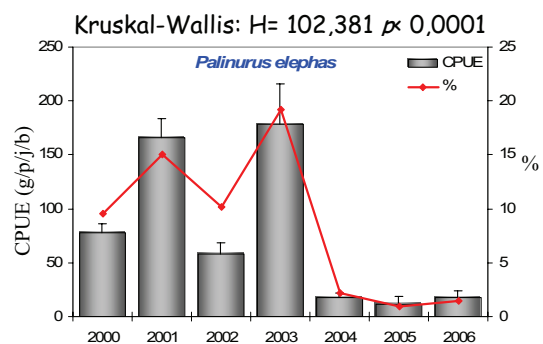


Fig.7. Variations annuelles de la CPUE (g/p/j/b) et de la CPUE relative (%) de *P. elephas* (Barres verticales: erreurs types).

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

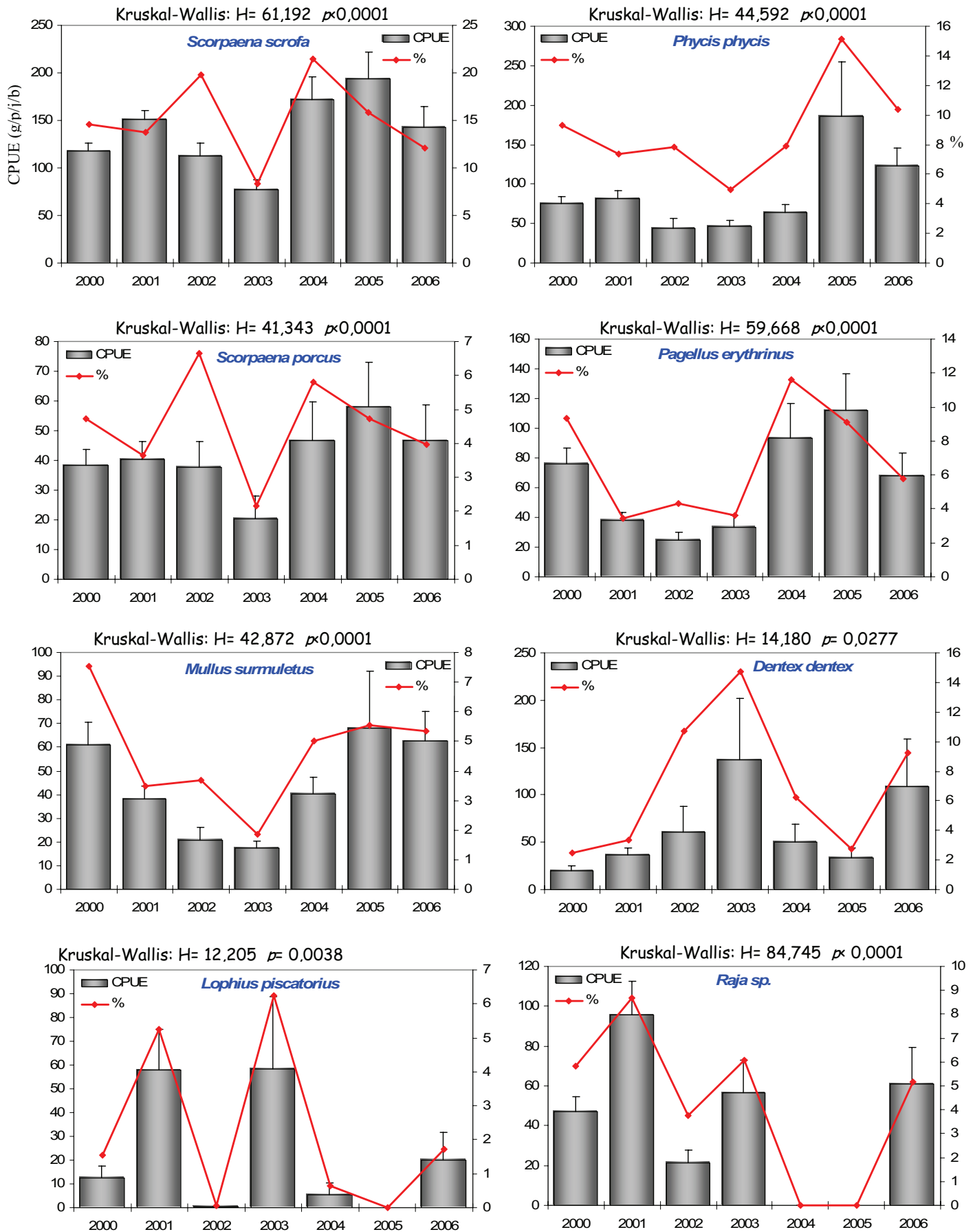


Fig. 8. Variations annuelles de la CPUE (g/p/j/b) et de la CPUE relative (%) d'Ostéichthyens et de Chondrichthyens pêchés dans la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (Barres verticales: erreurs tynes).

les autres années (entre 11 et 17 g/p/j/b). Quant à *M. squinado*, les CPUE équivalent en 2001 (55 g/p/j/b; 6^{ème} rang), 2005 (47 g/p/j/b; 7^{ème} rang) et 2006 (58 g/p/j/b; 8^{ème} rang) au moins au double de celles de 2000 et de 2002 à 2004 (entre 14 et 24 g/p/j/b).

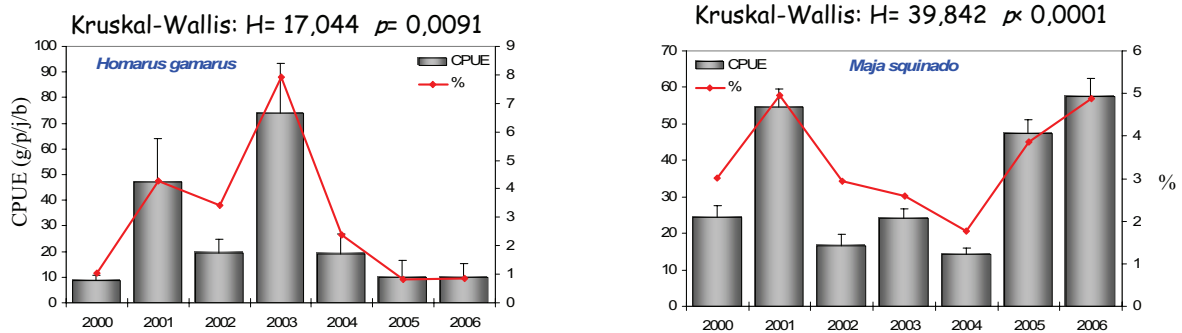


Fig. 9. Variations annuelles des CPUE (g/p/j/b) et des CPUE relatives (%) de *H. gamarus* et *M. squinado* (Barres verticales: erreurs types).

Pour les Céphalopodes, on note une nette augmentation de la CPUE en 2006 dues à celles concomitantes de *Sepia sp.*, qui est au 5^{ème} rang, et d'*Octopus vulgaris* (Fig. 10; annexes C1, C2, C3). Leur CPUE et leur contribution sont cette année là, respectivement, de 64 g/p/j/b et 5% pour *Sepia* et de 30 g/bateau/jour et 3% pour *O. vulgaris*. A l'exception de 2004 où elle est plus faible (16 g/p/j/b), la CPUE de *Sepia* reste stable entre 2000 et 2005 (31- 39 g/bateau/jour). La CPUE d'*O. vulgaris* augmente régulièrement entre 2003 (5 g/p/j/b) et 2006 après avoir diminué entre 2000 (10 g/p/j/b) et 2002 (3 g/p/j/b).

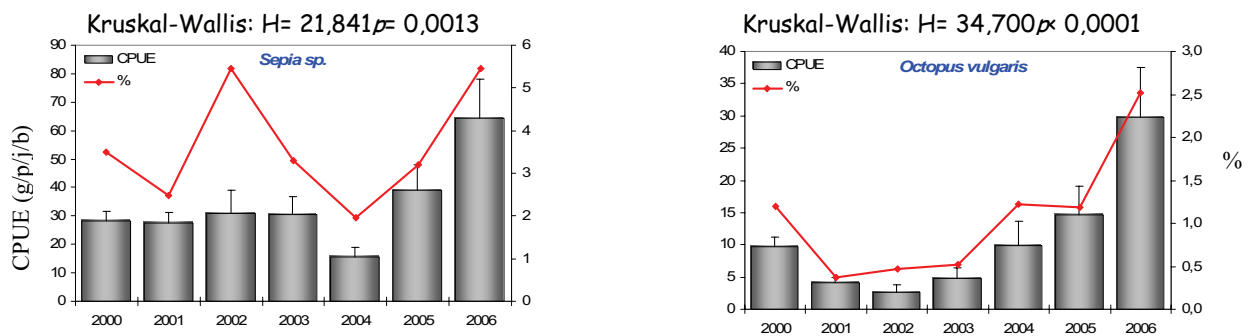


Fig.10. Variations annuelles des CPUE (g/p/j/b) et des CPUE relatives (%) de *Sepia sp.* et *O. vulgaris* (Barres verticales: erreurs types).

Les divers profils de variation de la CPUE entre 2000 et 2006, illustrés par les espèces présentées ci-dessous, sont généralisables à celles de moindre importance dans les captures et permettent de distinguer trois grandes catégories d'espèces:

- celles dont les CPUE oscillent de façon assez cahotique au cours du temps, avec une succession de fortes et de faibles valeurs, comme pour *L. piscatorius*, *Raja sp.*, *P. elephas* ou *H. gamarus*, par exemple. Dans le cas de ces deux derniers Crustacés, dont l'importance économique n'est pas négligeable pour les pêcheurs, la persistance de leur très faible CPUE depuis 2004 est inquiétante;

- ✚ celles dont les CPUE varient peu ou modérément entre 2000 et 2003 ou 2004, et présentent ensuite des valeurs plus élevées. C'est en particulier le cas *S. porcus*, *P. phycis* et *Sepia*.
- ✚ celles dont les CPUE tendent à diminuer durant les premières années qui ont suivi l'extension du périmètre de la Réserve, puis à augmenter pour atteindre des valeurs supérieures aux valeurs les plus fortes enregistrées les années précédentes. Parmi les espèces, importantes dans les pêches, ayant ce profil de variation, on peut citer *S. scrofa*, *P. erythrinus*, *M. surmuletus*, *O. vulgaris*. La baisse de la CPUE durant les années intermédiaires de la période d'étude pourrait être due à un effet indirect et transitoire de la mise en réserve.

Qualitativement, lorsque l'on considère la liste des espèces constituant la plus grande part de la valeur de la CPUE, on note des modifications interannuelles de la composition spécifique de cette liste mais elles restent modérées et, dans leur majorité, ce sont les mêmes espèces qui figurent dans les premiers rangs chaque année (Tab. I, II; annexes C3, D2). Cependant, certaines ne sont bien classées qu'épisodiquement telles *L. piscatorius* ou *H. gamarus* en 2001 et 2003. On peut également citer le cas de *P. elephas* qui ne contribue de façon significative à la CPUE que de 2000 à 2003 (Annexe C2). Lorsque l'on considère le nombre d'espèces ayant gagné ou perdu en CPUE entre années successives (Tab. III), on constate que le nombre d'espèces dont la CPUE augmente est toujours supérieur ou presque identique à celui chez qui elle diminue sauf entre 2001 et 2002 où une proportion importante d'espèces accuse une baisse de la CPUE

Tab. III. Nombre et pourcentage d'espèces dont la CPUE augmente (CPUE+) ou diminue (CPUE-) entre années successives de 2000 à 2006.

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2000-06
CPUE +	33 (61%)	11 (20%)	33 (61%)	32 (59%)	35 (65%)	26 (48%)	38 (70%)
CPUE -	21 (39%)	43 (80%)	21 (39%)	21 (39%)	17 (32%)	27 (50%)	16 (30%)

Comparaison des CPUE entre 92-93 et 00-06

Le secteur 4 (îles Lavezzi) étant le seul à bénéficier d'une protection depuis 1982, les deux périodes 1992-1993 et 2000-2006, pour lesquelles les données de pêche sont disponibles, ont été comparées pour ce secteur afin d'examiner quel était l'impact éventuel de l'extension de la superficie de la Réserve en 1999 sur une aire protégée depuis de nombreuses années. L'analyse des données a été faite sur les CPUE moyennes de chacune des deux périodes en ne considérant que les espèces communes à ces deux périodes. En effet, quelques espèces ou genres ne figurent pas sur les fiches de pêche de 1992-1993 et ont été exclus des analyses, ce sont : *Scorpaena notata*, *Symphodus sp.*, *Trisopterus minutus*, *Palinurus*

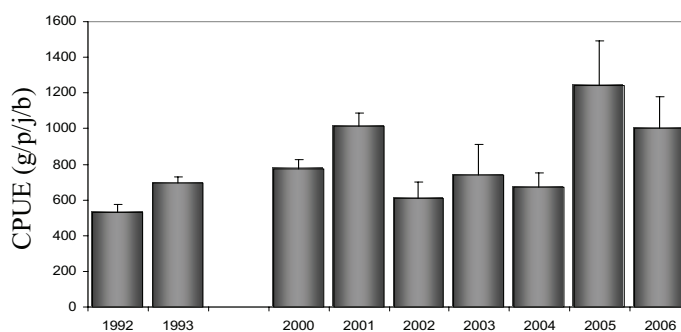


Fig. 11. Variations annuelles de la CPUE dans le secteur 4 (Barres verticales: erreurs types).

elephas, Homarus gamarus, Sepia sp. et Octopus vulgaris.

Si l'on se réfère à la CPUE moyenne de chacune des deux périodes, celle de 1992-93 (657 ± 25 g/p/j/b) est significativement plus faible ($p < 0,0001$) que celle de 2000-2006 (868 ± 41 g/p/j/b). Les valeurs des CPUE de 1992 (527 g/p/j/b) et 1993 (696 g/p/j/b) sont du même ordre de grandeur que la plus faible valeur enregistrée entre 2000 et 2006 (2002: 611 g/p/j/b) (Fig. 11; annexe F1). **L'augmentation de l'aire de la Réserve paraît donc avoir eu un effet positif sur le secteur 4.**

Les espèces occupant le plus régulièrement les premiers rangs (Annexe F3) au cours des deux périodes sont *S. scrofa*, *S. porcus*, *P. phycis*, *D. dentex*. Les CPUE de *S. scrofa* sont durant la seconde période plus élevées que celles de la première, à l'exception de 2003 et 2006 (Annexe F2). De même, les CPUE de *P. phycis* sont, durant la seconde période, chaque année plus élevées qu'en 1992 et 1993, et atteignent des niveaux élevés en 2001, 2006 et surtout 2005. Le cas de *E. marginatus* est à noter. Bien que sa CPUE soit très variable d'une année à l'autre, au cours de la période 2000-2006 sa valeur peut, certaines années, être très élevée pour cette espèce qui se classe même au 1^{er} rang en 2006 avec une CPUE de 133 g/p/j/b, soit 13% de la CPUE totale de 2006.

Impact de la pêche de loisir sur les espèces cibles

L'un des objectifs de la présente étude était de mettre en évidence un possible effet positif de l'extension en 1999 de l'aire protégée de la Réserve sur les espèces ciblées par les pêches de loisirs à la ligne et sous-marine au harpon, et, dans cette éventualité, de vérifier si cet effet a profité, pour ces espèces, à la pêche artisanale. Diverses études ont établi que l'établissement d'aires marine protégées bénéficiait à plus ou moins long terme aux poissons ciblés par la pêche de loisirs, mais elles s'appuient dans leur majorité sur des résultats de recensement visuels *in situ* et n'évaluent pas son impact sur la pêche professionnelle. Pour vérifier l'existence d'un tel impact, nous avons donc évalué la CPUE des espèces ciblées par la pêche au harpon (**H**), celle des espèces pêchées à la ligne (**L**) et celles de l'ensemble des espèces visées par les deux types de pêche (**H+L**). Parallèlement, nous avons estimé la CPUE des espèces non ciblées par la pêche récréationnelle capturées par la pêche artisanale (**P-C**).

Les espèces plus particulièrement victimes de la pêche au harpon sont: *Dentex dentex*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Epinephelus marginatus*, *Labrus merula*, *Labrus viridis*, *Sciaena umbra*, *Symphodus tinca*. Celles les plus communément prises à la ligne sont: *Dentex dentex*, *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Pagellus acarne*, *Pagellus erythrinus*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata*, *SpondylIOSOMA cantharus*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*.

Afin d'apprécier l'éventuelle incidence de la protection des espèces cibles de la pêche de loisirs sur la pêche artisanale, nous avons procédé à deux analyses. Dans une première analyse, nous avons calculé, à partir des données de la période 2000-2006, la régression linéaire $CPUE = a \cdot An + b$ (CPUE en g/p/j/b; An en années) pour H, L, H+L et C-P afin de déterminer s'il y avait ou non une tendance à la diminution ou à l'augmentation de la CPUE de chacune de ces catégories d'Ostéichthyens. Dans une seconde analyse, nous avons cherché quelles étaient les espèces cibles sujettes à une hausse ou à une baisse en comparant d'une part leur CPUE entre 2000 et 2006 pour l'ensemble de l'aire protégée et pour le secteur 4, d'autre part les CPUE moyennes de chacune des deux périodes [1992-1993] et [2000-2006] pour ce secteur. Dans cette seconde analyse, nous avons utilisé le "rapport de réponse" (response

ratio) proposé par ROSENBERG *et al.* (1997), modifié afin qu'il soit applicable à des valeurs nulles:

$$\ln R = \ln [(X_{t+T} + 1)/(X_t + 1)] \text{ avec}$$

X_t = CPUE de l'espèce à la période t
 X_{t+T} = CPUE de l'espèce à la période t+T

Une espèce "gagnante" aura un rapport de réponse positif alors qu'il sera négatif pour une espèce "perdante". Le tableau IV montre que la CPUE de H, L, H+L tend à augmenter durant la période 2000-2006 comme le montrent les valeurs du degré de significativité alors qu'il n'y a aucune tendance significative pour P-C.

Tab. IV. Valeurs de la pente (a) et de l'ordonnée à l'origine (b) de la relation $CPUE = aAn + b$ pour la période 2000-2006 (p: degré de significativité, n: nombre de couples de données, H: espèce de poissons ciblées par la pêche au harpon, L: espèces pêchées à la ligne, H+L: espèces pêchées à la ligne et au harpon, P-C: espèces non ciblées par les pêches au harpon et à la ligne, An en année, CPUE en g/p/j/b).

	n	a	b	p
H	745	27	-54622	0,0006
L	745	23	-45301	0,0028
H+L	745	33	-66707	0,0001
P-C	745	11	-22147	0,1688

Ces résultats démontrent l'intérêt de la protection sur la CPUE de la pêche artisanale dans la réserve Naturelle des bouches de Bonifacio. Elle a eu globalement, entre 2000 et 2006, un effet positif sur la CPUE des espèces de poissons visées par la pêche de loisirs sur les captures de la pêche artisanale alors qu'elle est restée, apparemment, sans effet sur les autres espèces d'Ostéichthyens. La figure 12 présente les variations de la contribution de H+L à la CPUE des seuls Ostéichthyens (Fig. 12A), d'une part, et à celle de toutes les espèces capturées par la pêche professionnelle (Fig. 12B), d'autre part. Dans les premier cas, la CPUE relative de H+L augmente d'environ 10% entre 2000 et 2006 et, dans le second cas, de 9%.

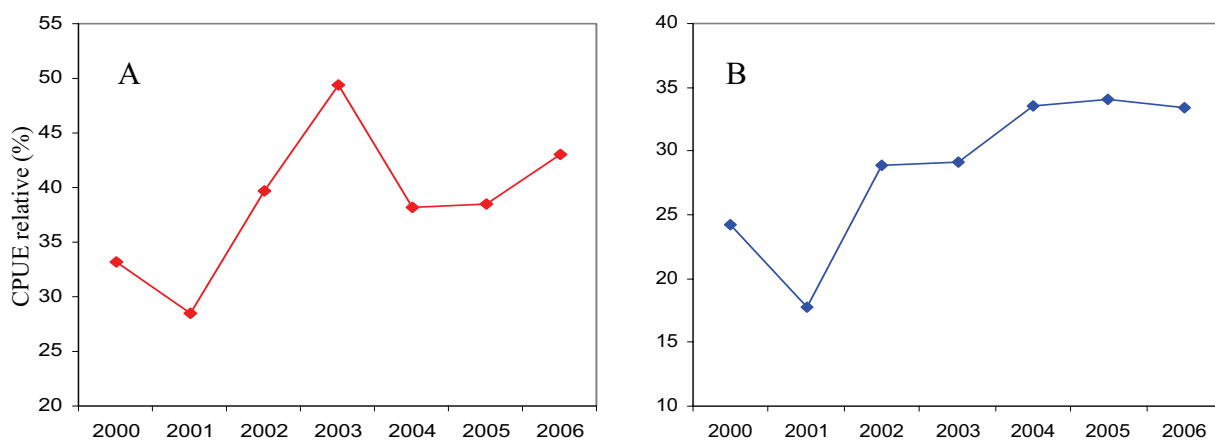


Fig. 12. Variation entre 2000 et 2006 de la CPUE relative (%) des espèces de poissons ciblées par la pêche de loisir par rapport (A) à la CPUE des seuls Ostéichthyens et (B) à la CPUE de toutes les espèces capturées par la pêche artisanale.

Dans l'étude sur les espèces "gagnantes" et "perdantes" (Tab. V), on compte, sur 17 espèces cibles, entre les périodes [1992-1993] et [2000-2006], 9 espèces "gagnantes" et 8 "perdantes" dans le secteur 4. Sur les 8 espèces de la catégorie L, il y a autant d'espèces perdantes que de gagnantes. Pour les 6 espèces de la catégorie H, il y a davantage d'espèces perdantes, soit 4. Sur les 3 espèces communes à la pêche au harpon et à la pêche à la ligne, toutes sont gagnantes. Dans ce secteur, il y a 11 espèces gagnantes en 2006 par rapport à 2000, trois appartiennent à la catégorie L, toutes à la catégorie H et deux à la catégorie H+L. Sur l'ensemble de la Réserve, en 2006 on dénombre 12 espèces gagnantes par rapport à 2000, la moitié des espèces de la catégorie L et toutes les espèces de la catégorie H sont gagnantes, une espèce de la catégorie H+L est perdante.

Tabl. V. Espèces gagnantes et perdantes pêchées à la ligne et au harpon à la période [1992-93] par rapport à celle de [2000-06] dans le secteur 4, et en 2006 par rapport à 2000 tous secteurs confondus (G: gagnante, P: perdante; cf. tab. IV pour la signification des autres sigles).

Espèces	Types de pêche de loisir	2000-2006	2000-2006 Secteur 4	[92-93]-[00-06] Secteur 4
<i>Dentex dentex</i>	H + L	G	G	G
<i>Diplodus annularis</i>	L	P	P	P
<i>Diplodus puntazzo</i>	H	G	G	P
<i>Diplodus sargus</i>	H + L	G	G	G
<i>Diplodus vulgaris</i>	H + L	P	P	G
<i>Epinephelus marginatus</i>	H	G	G	G
<i>Labrus merula</i>	H	G	G	P
<i>Labrus viridis</i>	H	G	G	P
<i>Pagellus acarne</i>	L	G	G	G
<i>Pagellus erythrinus</i>	L	P	P	G
<i>Pagrus pagrus</i>	L	G	G	G
<i>Sciaena umbra</i>	H	G	G	G
<i>Serranus cabrilla</i>	L	P	P	P
<i>Serranus scriba</i>	L	G	P	P
<i>Sparus aurata</i>	L	P	P	P
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	L	G	G	G
<i>Symphodus tinca</i>	H	G	G	P

Le bilan de cette étude sur les espèces d'élection de la pêche de loisirs montre que les mesures de protection ont eu dans l'ensemble des retombées bénéfiques pour les professionnels de la pêche artisanales. Sept espèces sont systématiquement gagnantes (Tab. V): *D. dentex*, *D. sargus*, *E. marginatus*, *P. acarne*, *P. pagrus*, *S. umbra*, *S. cantharus*. Entre 2000 et 2006, toutes les espèces qui ne sont concernées que par la pêche sous-marine au harpon sont gagnantes. Celles touchée uniquement par la pêche à la ligne semblent moins sensibles aux mesures de protection. La raison en est probablement la pression touristique croissante dans le sud de la Corse des amateurs de la pêche à la ligne plus nombreux que les adeptes de la pêche sous-marine et qui, de plus, sont autorisés à pratiquer leur hobby sur des zones plus vastes que celles des pêcheurs au harpon.

Protège-t-on l'originalité biologique ?

Pour cette partie de l'étude, 246 fiches récoltées en 1992-1993 et 182 fiches récoltées en 2000-2003 seront considérées. La CPUE moyenne augmente significativement entre ces deux

périodes de 656.5 g/50 m/24 heures (écart-type=441.7) en 1992-1993 à 823.6 g/50 m/24 heures (écart-type=582.7) en 2000-2003 ($F=11.38$; $ddl=1,426$; $p=0.001$).

Un total de 37 espèces de poissons incluant des Téléostéens et des Elasmobranches sont considérés pour la mesure des 14 traits fonctionnels. Nous avons mesuré sur une moyenne de 8 individus par espèce afin de considérer une moyenne par trait et par espèce. Ainsi les espèces ont pu être classées par ordre d'originalité (Tableau VI). Les espèces les plus originales « fonctionnellement » sont la sériole (*Seriola dumerilii*), la raie (*Raja miraletus*) et le saint-pierre (*Zeus faber*). A l'opposé les espèces les moins originales sont les Labridés (*Labrus merula*, *Labrus viridis* and *Symphodus tinca*) ou les Sparidés (Genus *Diplodus*). Parmi ces 37 espèces 13 espèces sont « gagnantes » avec une augmentation de biomasse de présence entre les deux périodes alors que seulement 3 sont considérées comme perdantes (Tableau VI).

Table VI. Liste des 37 espèces de poisson observées dans les échantillons avec leur code et leur valeur d'originalité. On désigne par W les espèces "gagnantes" à la suite de la mise en place de la réserve alors que les espèces perdantes sont notes L. Le poids dans le calcul de l'indice BOC est 1 pour les espèces gagnantes, -1 pour les perdantes et 0 pour celles qui ne sont ni gagnantes ni perdantes. Le rang est donné en fonction de la valeur d'originalité.

Nom de l'espèce	code	Originalité (o _i)	Status	Poids (w _i)	Rang (r _i)
<i>Seriola dumerilii</i>	Sdu	0.130		0.00	37
<i>Raja miraletus</i>	Rmi	0.121	W***	1.00	36
<i>Zeus faber</i>	Zfa	0.114	W***	1.00	35
<i>Solea vulgaris</i>	Svu	0.082	W**	1.00	34
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Sca	0.075	W*	1.00	33
<i>Sphyaena sphyraena</i>	Ssp	0.072		0.00	32
<i>Uranoscopus scaber</i>	Usc	0.069		0.00	31
<i>Sarpa salpa</i>	Ssa	0.047		0.00	30
<i>Conger conger</i>	Cco	0.031		0.00	29
<i>Muraena helena</i>	Mhe	0.031	W***	1.00	28
<i>Mullus surmuletus</i>	Msu	0.028	W*	1.00	27
<i>Trigla lucerna</i>	Tlu	0.028		0.00	26
<i>Merluccius merluccius</i>	Mme	0.024		0.00	25
<i>Scorpaena scrofa</i>	Ssco	0.022	W*	1.00	24
<i>Phycis phycis</i>	Pph	0.022	W*	1.00	23
<i>Dentex dentex</i>	Dde	0.012		0.00	22
<i>Sparus aurata</i>	Sau	0.012		0.00	21
<i>Boops boops</i>	Bbo	0.008		0.00	20
<i>Oblada melanura</i>	Ome	0.008		0.00	19
<i>Epinephelus marginatus</i>	Ema	0.007	W*	1.00	18
<i>Sciaena umbra</i>	Sum	0.007		0.00	17
<i>Scorpaena porcus</i>	Spo	0.006		0.00	16
<i>Trachinus draco</i>	Tdr	0.004	W*	1.00	15
<i>Pagellus erythrinus</i>	Per	0.004	W***	1.00	14
<i>Pagellus acarne</i>	Pac	0.004	W***	1.00	13
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Sca	0.004	W***	1.00	12
<i>Spicara maena</i>	Sma	0.004	L**	-1.00	11
<i>Serranus scriba</i>	Ssi	0.004		0.00	10
<i>Serranus cabrilla</i>	Sca	0.004		0.00	9
<i>Pagrus pagrus</i>	Ppa	0.003		0.00	8
<i>Diplodus vulgaris</i>	Dvu	0.003		0.00	7
<i>Diplodus annularis</i>	Dan	0.003		0.00	6
<i>Labrus merula</i>	Lme	0.002	L*	-1.00	5
<i>Diplodus puntazzo</i>	Dpu	0.002		0.00	4
<i>Diplodus sargus</i>	Dsa	0.002		0.00	3
<i>Symphodus tinca</i>	Sti	0.002		0.00	2
<i>Labrus viridis</i>	Lvi	0.002	L***	-1.00	1

Nous avons trouvé un indice BOC de 0,42. En utilisant le test approprié, nous montrons que l'indice de Conservation de l'Originalité Biologique (BOC) observé est significativement supérieur ($p < 0,05$) à ceux obtenus sous les hypothèses nulles. En effet, les espèces les plus originales fonctionnellement tendent à bénéficier de la protection mise en place en 1999 (Tableau VI).

A partir de la matrice de données Trait x Espèces nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales. La figure 13 représente un espace fonctionnel en deux dimensions sur lequel les espèces sont positionnées en fonction de la valeur de leurs traits fonctionnels. Ainsi, les espèces les plus externes sont celles qui présentent les combinaisons de traits les plus originales et qui remplissent donc des fonctions uniques dans l'écosystème aquatique. Par exemple, la saupe (Ssa) est située en haut à droite sur la figure car elle se caractérise par un tube digestif particulièrement long (indice d'un régime herbivore). Au contraire certaines espèces sont fonctionnellement très communes et se retrouvent près du centre du graphique avec de nombreuses espèces assez proches susceptibles de remplir des fonctions redondantes pour le système. A titre d'illustration, la position les espèces dites « gagnantes » et « perdantes » sont représentées sur la figure 13.

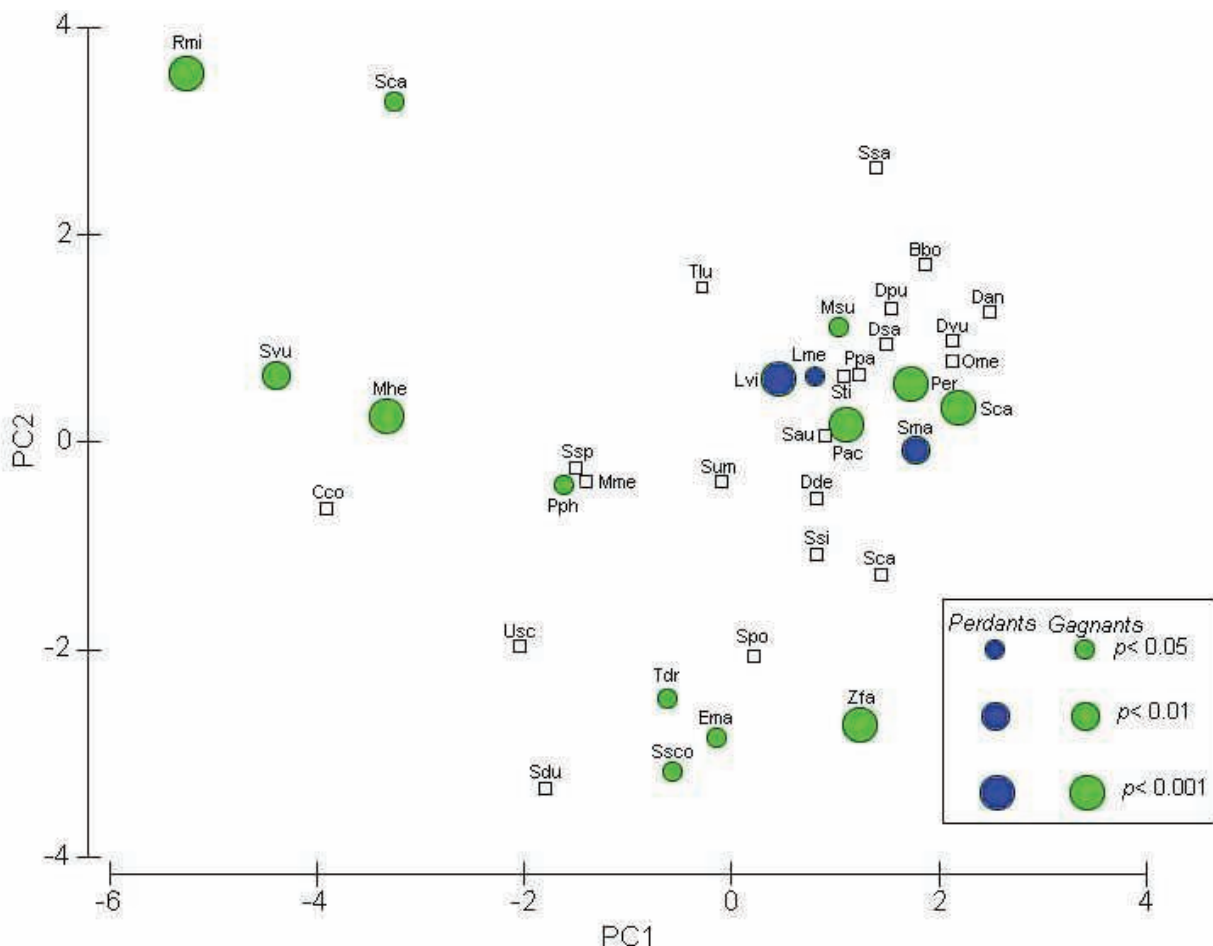


Figure 13. Position des 37 espèces de poissons dans un espace fonctionnel de dimension réduite. Les espèces qui bénéficient de la protection sont en vert alors que les espèces dont l'abondance diminue depuis la mise en place de la protection renforcée en 1999 sont en bleu. La correspondance des codes est fournie au tableau VI.

Le point remarquable est que les espèces les plus originales sont aussi celles qui semblent le plus bénéficier de la protection. En effet les espèces situées à la périphérie du nuage de points formé en figure 13 sont aussi celles dont la densité et la biomasse augmentent. Ainsi la raie (Rmi), la sole (Svu), la murène (Mhel) et le saint-pierre (Zfa) sont des espèces « gagnantes » depuis 1999. Ces espèces présentent des fonctions uniques dans le système car elles présentent des traits particuliers (poissons plats ou très aplatis latéralement) qui leur confèrent des aptitudes uniques (la sole s'enfouit dans le sédiment). Le fait que ces espèces bénéficient de l'effet réserve nous indique que l'ensemble des fonctionnalités assurées par le compartiment « poissons » est préservé.

Deux interprétations de ce résultat peuvent être avancées :

- (1) Les espèces originales exigent souvent un habitat ou des conditions de vies particulières. La mise en place de la réserve permet aussi de préserver les habitats (limitation de l'ancrage par exemple). On pourrait supposer que la protection de la diversité des habitats sur la RNBB profite préférentiellement aux espèces fonctionnellement originales.
- (2) Les espèces originales sont moins en compétition que les espèces plus « communes » car elles présentent souvent des aptitudes uniques dans leur méthode d'acquisition de ressources (la saupe est la seule espèce herbivore). Ainsi, avec l'augmentation de biomasse dans la réserve, on pourrait supposer que la compétition interspécifique s'intensifie et que finalement les espèces les plus originales soient « avantagées » dans ce contexte compétitif pour l'acquisition des ressources.

Etant donné le « bon état écologique » des habitats sur la RNBB nous pensons que la compétition interspécifique est la seule explication recevable.

CONCLUSION

Nous savons que le maintien d'une pêcherie artisanale dépend de deux facteurs principaux : (i) le maintien, voir l'augmentation, du niveau de capture et (ii) le maintien du fonctionnement de l'écosystème. Ces deux aspects peuvent paraître opposés car de nombreux auteurs montrent que l'augmentation des prélèvements par les pêcheries entraîne un dysfonctionnement des écosystèmes qui se traduit par une disparition de certains stocks parfois accompagnée d'une destruction irréversible des habitats (BELLWOOD *et al.*, 2004). Un des challenges du développement durable est donc de réconcilier ces deux aspects : maintenir les revenus des pêcheurs tout en préservant le fonctionnement du système. Nous avons évalué la capacité de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifaci à renforcer ces deux aspects lors de ce programme LITEAU en (i) étudiant l'évolution des Captures par Unités d'Effort des pêcheurs et en (ii) évaluant le maintien des espèces les plus originales dans le système, c'est-à-dire celles ayant un rôle (fonction) unique qui ne pourrait être assuré par une autre espèce.

(i) Nous avons montré que la CPUE moyenne a augmenté de plus de 30 % entre 1992-93 (657 ± 25 g/p/j/b) et 2000-2006 (868 ± 41 g/p/j/b) sur le secteur des Lavezzi. A notre connaissance c'est la première étude qui met en évidence une augmentation directe des captures de la pêche artisanale à l'intérieur du périmètre d'une réserve naturelle. En effet le potentiel des réserves marines à réduire la mortalité, à rétablir les interactions trophiques et à augmenter la densité et la biomasse de poissons est largement admis (POLUNIN et ROBERTS, 1993 ; GUIDETTI,

2006). Par contre, l'utilité des réserves marines en tant qu'outil de gestion des pêcheries dans un contexte de développement durable a été rarement démontrée. Ici nous avons démontré une augmentation de la Capture par Unité d'Effort entre 1992 et 2006 pour la zone des Lavezzi (+ 30 %) ainsi qu'entre 2000 et 2006 pour l'ensemble de la RNBB. L'un des résultats les plus remarquables de cette étude est la tendance contrastée observée entre les espèces ciblées par la pêche de loisir et celles qui ne le sont pas. En effet, depuis la mise en place de la protection en 1999, on constate un accroissement moyen annuel de la CPUE, entre 2000 et 2006, de 33 g/p/j/b pour les espèces ciblées par la pêche de loisir alors que la CPUE des espèces non ciblées par la pêche de loisir ne présentent pas d'augmentation de CPUE. Les restrictions imposées à la pêche de loisir permettent donc aux pêcheurs locaux de bénéficier d'une augmentation des captures qui devrait contribuer à la durabilité de leur activité professionnelle. Ainsi La Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio a démontré qu'au moyen de suivis scientifiques, la gestion de cet espace protégé depuis près de 20 ans a produit un modèle de gestion durable des ressources halieutiques côtières, comme préconisé, entre autre, par la FAO dans l'intérêt général de la conservation de la nature et des activités économiques associées.

(ii) Nous avons montré que les espèces les plus originales fonctionnellement (la saupe est la seule espèce herbivore) ont tendance à augmenter en CPUE. Nous avons proposé un nouvel indicateur de conservation de l'originalité biologique (BOC) applicable pour le suivi de l'originalité biologique dans les milieux naturels. Cet indice augmente significativement depuis la mise en place de la réserve suggérant que le maintien de l'ensemble des fonctions biologiques du système sont assurées. En effet plusieurs auteurs proposent que la gestion des écosystèmes ne soit pas seulement basée sur la protection des espèces nobles, emblématiques ou à haute valeur commerciale. Il s'agit de préserver des espèces assurant des services écosystémiques essentiels.

Nos résultats suggèrent (i) que la régulation de l'activité de pêche plaisancière peut assurer le maintien de la pêche artisanale et (ii) que la fonction écologique des espèces au sein de l'écosystème côtier doit être prise en compte afin de maintenir l'intégrité du fonctionnement du système.

RÉFÉRENCES

- Abella A., A. Belluscio, J. Bertrand, P.L. Carbonara, D. Giordano, M. Sbrana et A. Zamboni, 1999. Use of MEDITS trawl survey data and commercial fleet information for the assessment of some Mediterranean demersal resources. *Aquat. Living Resour.*, **12** (3) : 155-166.
- Badalamenti, F., Ramos, A.A., Voultziadou, E., Sanchez Lizaso, L. J., D'Anna, G., Pipitone, C., Mas, Fernandez, J. A. R., Whitmarsh, D., et Riggio, S. (2000) Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental Conservation* **27** : 110-125.
- Bauchot M.L. et A. Pras, 1980. *Guide des poissons marins d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Lausanne. 427 p.
- Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C., Nystrom, M., 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* **429**, 827-833.
- Boersma, P. D. et Parrish, J. K. (1999) Limiting abuse: marine protected areas, a limited solution. *Ecological Economics* **31** : 287-304.
- Cleveland A., Montgomery W. L. (2003) Gut characteristics and assimilation efficiencies in two species of herbivorous damselfishes (Pomacentridae : *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*). *Marine Biology*, **142**, 35-44.

- Culioli J.M., 1994. *La pêche professionnelle dans la Réserve Naturelle des Iles Lavezzi (Corse). Effort et productions*. Diplôme d'Etudes Supérieures d'Université, Univ. Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier. 183 p
- Dabat M.H. et M. d'Artigues, 1994. *La prise en compte du point de vue des professionnels : application à des mesures de régulation du secteur halieutique en Méditerranée française*. Septièmes consultations techniques pour l'évaluation des stocks dans la division statistique des Baléares et du golfe du Lion, IFREMER, Sète. 18 p.
- Dufrêne, M. & Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* **67**: 345-366.
- Dumay O., Tari P. S., Tomasini J. A., Mouillot D. (2004) Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. *Journal of Fish Biology*, **64**, 1-14.
- Elliot J. P., Bellwood D. R. (2003) Alimentary tract morphology and diet in three coral reef fish families. *Journal of Fish Biology*, **63**, 1958-1609.
- Gatz A. J. (1979) Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, **21**, 91-124.
- Gomez S., Lloret J., Demestre M. et Riera V., 2006. The decline of the artisanal fisheries in Mediterranean coastal areas: The case of Cap de Creus (Cape Creus). *Coastal Management* **34**: 217-232.
- Greenwood J. J. D., Gregory R. D., Harris S., Morris P. A., Yalden, D. W. (1996) Relations between abundance, body size and species number in British birds and mammals. *Philosophical Transactions of the royal Society of London Serie B*, **351**, 265-278.
- Guidetti, P. 2006. Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecological Applications* **16**:963-976.
- Helfman G.S., Colette B.B., Facey D.E. (1997) *The diversity of fishes*. Oxon: Blackwell Science, 528 p.
- Juanes, F. (2001) Mediterranean marine protected areas. *Trends in Ecology and Evolution* **16** : 169-170
- Layman G. A., Winemiller K. O. (2004) Size-based responses of prey to piscivore exclusion in a species-rich neotropical river. *Ecology*, **85**, 1311-1320.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998) *Numerical Ecology*. - Elsevier.
- Mangel, M. (2000) Irreducible uncertainties, sustainable fisheries and marine reserves. *Evolutionary Ecology Research*. **2** : 547-557.
- Miniconi R., 1994. *Les poissons et la pêche en Méditerranée - la corse*. Tomes 1 et 2, Editions Alain Piazzola & La Marge, Ajaccio. 505 p.
- Moyle P.B., Cech J.J. (1982) *Fishes. An introduction to ichthyology*. Englewood: Cliffs: Prentice-Hall., 593 p.
- Pavoine S., Ollier S. et Dufour A. B., 2005. Is the originality of a species measurable? *Ecology Letters* **8**: 579-586.
- Polunin, N. V. C., and C. M. Roberts. 1993. Greater biomass and value of target coral reef fishes in two small Caribbean marine reserves. *Marine Ecology Progress Series* **100**:167-176.
- Roberts C. M. et N. V.C. Polunin, 1991. Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **1** : 65-91.
- Rosenberg M. S., Adams D. C. et Gurevitch J., 1997. *MetaWin: statistical software for meta-analysis with resampling tests*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Sibbing F. A., Nagelkerke L. A. J. (2001) Ressource partitioning by Lake Tana barbs predicted from fish morphometrics and prey characteristics. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **10**, 393-437.
- Winemiller K. O. (1991) Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, **61**, 343-365.
- Zar, J. H. (1984). *Biostatistical analysis*. - Prentice-Hall International Editions.

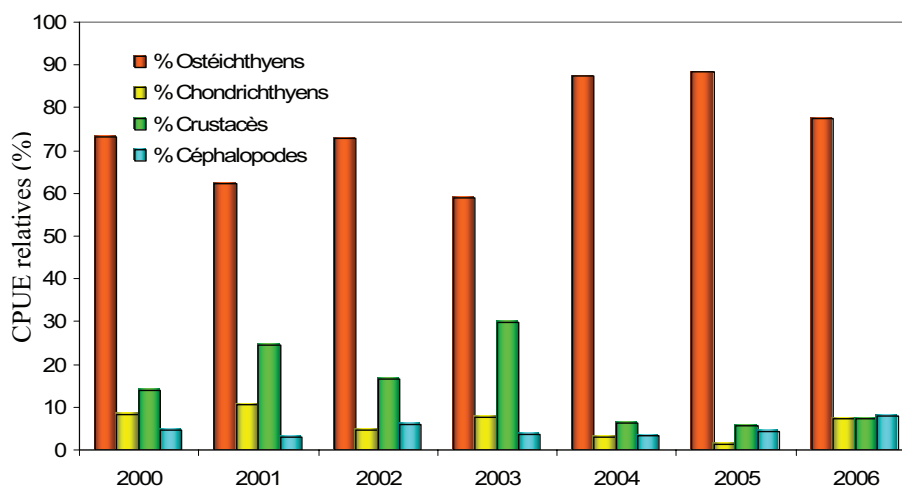
ANNEXES

Années	Total	Ostéichthyens	Chondrichthyens	Crustacés	Céphalopodes
2000	812 ± 42	595 ± 36	66 ± 9	113 ± 10	38 ± 4
2001	1102 ± 55	686 ± 42	115 ± 18	269 ± 29	31 ± 4
2002	566 ± 45	413 ± 40	25 ± 7	94 ± 14	34 ± 9
2003	932 ± 121	548 ± 92	71 ± 19	277 ± 53	35 ± 7
2004	802 ± 61	702 ± 60	24 ± 8	51 ± 11	25 ± 6
2005	1227 ± 118	1087 ± 124	18 ± 5	69 ± 18	54 ± 11
2006	1178 ± 95	912 ± 90	86 ± 20	85 ± 16	94 ± 16

Annexe A. Valeurs des CPUE annuelles moyennes (g/p/j/b) toutes espèces confondues et par catégories (moyenne ± erreur types).

Années	Ostéichthyens	Chondrichthyens	Crustacés	Céphalopodes	Total
2000	73,3	8,1	13,9	4,7	100
2001	62,3	10,4	24,4	2,9	100
2002	73,0	4,5	16,6	5,9	100
2003	58,8	7,6	29,8	3,8	100
2004	87,5	3,0	6,4	3,2	100
2005	88,6	1,4	5,6	4,4	100
2006	77,5	7,3	7,2	8,0	100

Annexe B1. CPUE relatives (%) des Ostéichthyens, Chondrichthyens, Crustacés et Céphalopodes.



Annexe B2. CPUE relatives annuelles (%) des Ostéichthyens, Chondrichthyens, Crustacés et Céphalopodes.

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Boops boops</i>	0,35	1,18	0,43	0,18	0,05	22,50	1,89
<i>Conger conger</i>	4,71	1,80	1,01	12,93	5,66	8,68	1,99
<i>Dentex dentex</i>	20,29	36,86	60,85	137,17	49,98	33,64	108,59
<i>Diplodus annularis</i>	3,49	5,31	3,78	2,46	1,42	0,71	1,89
<i>Diplodus puntazzo</i>	2,72	2,15	1,93	3,97	2,02	31,67	3,73
<i>Diplodus sargus</i>	2,26	3,43	4,58	3,10	0,97	36,95	3,07
<i>Diplodus vulgaris</i>	10,65	13,14	3,87	8,74	18,04	34,38	10,40
<i>Epinephelus marginatus</i>	8,24	10,93	15,35	23,39	4,14	15,80	33,42
<i>Labrus bimaculatus</i>	6,07	4,86	6,36	1,22	1,49	3,78	11,11
<i>Labrus merula</i>	7,08	9,41	10,01	4,22	12,16	27,15	24,45
<i>Labrus viridis</i>	1,36	2,51	3,74	4,92	2,43	3,78	4,56
<i>Lophius piscatorius</i>	12,54	57,97	0,33	58,27	5,26		20,15
<i>Merluccius merluccius</i>	8,70	1,76		0,04	0,03	2,14	26,72
<i>Mullus surmuletus</i>	61,14	38,23	20,84	17,27	40,30	68,21	62,83
<i>Muraena helena</i>	3,62	6,25	2,64	7,04		9,07	6,64
<i>Oblada melanura</i>	0,24	0,30	1,06	0,26	0,28	0,63	0,10
<i>Pagellus acarne</i>	0,49	3,76	0,07	1,67	18,11	0,48	11,98
<i>Pagellus erythrinus</i>	75,76	37,92	24,37	33,52	93,30	111,75	68,30
<i>Pagrus pagrus</i>	7,56	12,79	4,74	17,58	24,74	30,01	30,14
<i>Phycis phycis</i>	75,47	81,42	44,53	46,18	63,59	185,51	122,56
<i>Pleuronectiformes</i>	1,93	0,88	0,70	0,64	1,87	0,51	0,37
<i>Sarda sarda</i>	4,41	13,09		2,49	3,90	7,85	4,66
<i>Sarpa salpa</i>	3,25	4,98	2,58	1,89	18,34	32,60	2,88
<i>Sciaena umbra</i>	15,66	14,99	14,71	9,18	9,82	47,59	38,28
<i>Scomber sp.</i>	3,45	4,00	1,04	0,69	6,72	4,71	5,28
<i>Scorpaena notata</i>	1,56	2,37	0,70	1,04	1,98	1,95	2,45
<i>Scorpaena porcus</i>	38,40	40,22	37,65	20,23	46,61	57,87	46,64
<i>Scorpaena scrofa</i>	118,16	150,96	112,02	77,35	172,30	194,16	142,31
<i>Seriola dumerilii</i>	3,43	31,10	0,15	2,60	5,42	8,96	16,88
<i>Serranus cabrilla</i>	16,69	9,28	0,48	6,79	1,07	3,48	5,92
<i>Serranus scriba</i>	3,25	5,24	2,79	1,28	3,61	2,69	4,70
<i>Sparus aurata</i>	1,64		2,43	0,18	0,65	0,71	
<i>Sphyaena sphyraena</i>	2,82	5,82	1,86	2,54	18,12	22,43	6,26
<i>Spicara maena</i>	2,14	0,93	1,35	3,82	3,77	2,09	8,16
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	14,03	15,82	5,38	9,38	22,25	26,58	22,68
<i>Symphodus sp.</i>	0,07	0,11		0,23	0,04	0,34	0,11
<i>Symphodus tinca</i>	6,04	12,24	4,68	3,33	3,77	11,17	20,77
<i>Synodus saurus</i>	0,31	0,21	0,04	0,04	0,99	0,22	0,02
<i>Trachinus sp.</i>	17,05	14,90	2,02	6,33	17,09	9,34	3,92
<i>Trachurus Sp</i>	1,81	1,60	1,12	0,60	2,52	3,41	0,83
<i>Trigla lucerna</i>	2,44	0,85	1,18	1,25	1,65	0,98	5,30
<i>Trisopterus minutus</i>	2,41	0,49	0,14				
<i>Uranoscopus scaber</i>	14,32	6,92	3,97	3,63	8,58	16,18	8,98
<i>Zeus faber</i>	6,97	17,17	5,76	7,99	6,60	3,89	10,59
<i>Raja sp</i>	47,21	95,77	21,32	56,71			60,79
<i>Scyllorhinus canicula</i>	15,21	11,12	1,55	12,60	14,06	7,91	16,90
<i>Scyllorhinus stellaris</i>	0,49	4,24	2,53	1,28	3,95	3,32	1,68
<i>Torpedo marmorata</i>	3,23	3,80		0,51	5,69	6,40	6,89
<i>Homarus gamarus</i>	8,52	47,16	19,44	73,96	19,00	9,85	9,96
<i>Maja squinado</i>	24,53	54,67	16,70	24,13	14,18	47,29	57,55
<i>Maja crispata</i>	2,25	1,23	0,36	0,74	0,66	0,84	0,33
<i>Palinurus elephas</i>	77,46	165,94	57,71	178,60	17,18	10,97	17,25
<i>Octopus vulgaris</i>	9,71	4,05	2,64	4,81	9,85	14,60	29,72
<i>Sepia sp.</i>	28,45	27,39	30,93	30,65	15,62	39,18	64,27

Annexe C1. Valeurs des CPUE (g/p/j/b) par espèce de 2000 à 2006.

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Boops boops</i>	0,04	0,11	0,08	0,02	0,01	1,83	0,16
<i>Conger conger</i>	0,58	0,16	0,18	1,39	0,71	0,71	0,17
<i>Dentex dentex</i>	2,50	3,35	10,74	14,72	6,23	2,74	9,22
<i>Diplodus annularis</i>	0,43	0,48	0,67	0,26	0,18	0,06	0,16
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,34	0,19	0,34	0,43	0,25	2,58	0,32
<i>Diplodus sargus</i>	0,28	0,31	0,81	0,33	0,12	3,01	0,26
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,31	1,19	0,68	0,94	2,25	2,80	0,88
<i>Epinephelus marginatus</i>	1,02	0,99	2,71	2,51	0,52	1,29	2,84
<i>Labrus bimaculatus</i>	0,75	0,44	1,12	0,13	0,19	0,31	0,94
<i>Labrus merula</i>	0,87	0,85	1,77	0,45	1,52	2,21	2,08
<i>Labrus viridis</i>	0,17	0,23	0,66	0,53	0,30	0,31	0,39
<i>Lophius piscatorius</i>	1,54	5,26	0,06	6,25	0,66	0,00	1,71
<i>Merluccius merluccius</i>	1,07	0,16	0,00	0,00	0,00	0,17	2,27
<i>Mullus surmuletus</i>	7,53	3,47	3,68	1,85	5,03	5,56	5,33
<i>Muraena helena</i>	0,45	0,57	0,47	0,76	0,00	0,74	0,56
<i>Oblada melanura</i>	0,03	0,03	0,19	0,03	0,04	0,05	0,01
<i>Pagellus acarne</i>	0,06	0,34	0,01	0,18	2,26	0,04	1,02
<i>Pagellus erythrinus</i>	9,33	3,44	4,30	3,60	11,64	9,11	5,80
<i>Pagrus pagrus</i>	0,93	1,16	0,84	1,89	3,09	2,45	2,56
<i>Phycis phycis</i>	9,29	7,39	7,86	4,96	7,93	15,12	10,41
<i>Pleuronectiformes</i>	0,24	0,08	0,12	0,07	0,23	0,04	0,03
<i>Sarda sarda</i>	0,54	1,19	0,00	0,27	0,49	0,64	0,40
<i>Sarpa salpa</i>	0,40	0,45	0,46	0,20	2,29	2,66	0,24
<i>Sciaena umbra</i>	1,93	1,36	2,60	0,99	1,23	3,88	3,25
<i>Scomber sp.</i>	0,42	0,36	0,18	0,07	0,84	0,38	0,45
<i>Scorpaena notata</i>	0,19	0,21	0,12	0,11	0,25	0,16	0,21
<i>Scorpaena porcus</i>	4,73	3,65	6,65	2,17	5,81	4,72	3,96
<i>Scorpaena scrofa</i>	14,55	13,71	19,78	8,30	21,49	15,82	12,08
<i>Seriola dumerilii</i>	0,42	2,82	0,03	0,28	0,68	0,73	1,43
<i>Serranus cabrilla</i>	2,06	0,84	0,08	0,73	0,13	0,28	0,50
<i>Serranus scriba</i>	0,40	0,48	0,49	0,14	0,45	0,22	0,40
<i>Sparus aurata</i>	0,20	0,00	0,43	0,02	0,08	0,06	0,00
<i>Sphyaena sphyraena</i>	0,35	0,53	0,33	0,27	2,26	1,83	0,53
<i>Spicara maena</i>	0,26	0,08	0,24	0,41	0,47	0,17	0,69
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	1,73	1,44	0,95	1,01	2,78	2,17	1,93
<i>Symphodus sp.</i>	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,01
<i>Symphodus tinca</i>	0,74	1,11	0,83	0,36	0,47	0,91	1,76
<i>Synodus saurus</i>	0,04	0,02	0,01	0,00	0,12	0,02	0,00
<i>Trachinus sp.</i>	2,10	1,35	0,36	0,68	2,13	0,76	0,33
<i>Trachurus Sp</i>	0,22	0,15	0,20	0,06	0,31	0,28	0,07
<i>Trigla lucerna</i>	0,30	0,08	0,21	0,13	0,21	0,08	0,45
<i>Trisopterus minutus</i>	0,30	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Uranoscopus scaber</i>	1,76	0,63	0,70	0,39	1,07	1,32	0,76
<i>Zeus faber</i>	0,86	1,56	1,02	0,86	0,82	0,32	0,90
<i>Raja sp</i>	5,81	8,69	3,76	6,09	0,00	0,00	5,16
<i>Scylliorhinus canicula</i>	1,87	1,01	0,27	1,35	1,75	0,64	1,44
<i>Scyllorhinus stellaris</i>	0,06	0,38	0,45	0,14	0,49	0,27	0,14
<i>Torpedo marmorata</i>	0,40	0,35	0,00	0,05	0,71	0,52	0,59
<i>Homarus gamarus</i>	1,05	4,28	3,43	7,94	2,37	0,80	0,85
<i>Maja squinado</i>	3,02	4,96	2,95	2,59	1,77	3,85	4,89
<i>Maja crispata</i>	0,28	0,11	0,06	0,08	0,08	0,07	0,03
<i>Palinurus elephas</i>	9,54	15,07	10,19	19,17	2,14	0,89	1,46
<i>Octopus vulgaris</i>	1,20	0,37	0,47	0,52	1,23	1,19	2,52
<i>Sepia sp.</i>	3,50	2,49	5,46	3,29	1,95	3,19	5,46

Annexe C2. CPUE relatives (%) par espèce de 2000 à 2006.

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Boops boops</i>	51	46	44	50	49	17	45
<i>Conger conger</i>	28	42	40	15	26	28	43
<i>Dentex dentex</i>	10	11	2	2	4	11	3
<i>Diplodus annularis</i>	31	29	23	35	42	46	44
<i>Diplodus puntazzo</i>	38	41	32	27	37	13	39
<i>Diplodus sargus</i>	41	38	20	31	45	9	40
<i>Diplodus vulgaris</i>	18	18	22	19	13	10	25
<i>Epinephelus marginatus</i>	22	23	12	11	29	20	11
<i>Labrus bimaculatus</i>	26	32	15	41	41	35	23
<i>Labrus merula</i>	24	24	14	26	19	15	15
<i>Labrus viridis</i>	48	39	24	24	36	34	37
<i>Lophius piscatorius</i>	17	5	46	5	28		18
<i>Merluccius merluccius</i>	20	43		52	51	40	14
<i>Mullus surmuletus</i>	5	9	9	14	6	4	6
<i>Muraena helena</i>	30	27	26	21		26	30
<i>Oblada melanura</i>	53	51	38	48	48	47	51
<i>Pagellus acarne</i>	49	37	49	37	12	49	22
<i>Pagellus erythrinus</i>	3	10	7	8	2	3	4
<i>Pagrus pagrus</i>	23	20	18	13	7	14	12
<i>Phycis phycis</i>	4	4	4	7	3	2	2
<i>Pleuronectiformes</i>	44	48	41	45	39	48	48
<i>Sarda sarda</i>	29	19		34	31	30	36
<i>Sarpa salpa</i>	34	31	28	36	10	12	41
<i>Sciaena umbra</i>	13	16	13	18	21	6	10
<i>Scomber sp.</i>	32	35	39	44	23	32	34
<i>Scorpaena notata</i>	47	40	42	42	38	42	42
<i>Scorpaena porcus</i>	7	8	5	12	5	5	9
<i>Scorpaena scrofa</i>	1	2	1	3	1	1	1
<i>Seriola dumerilii</i>	33	12	47	32	27	27	21
<i>Serranus cabrilla</i>	12	25	43	22	43	36	32
<i>Serranus scriba</i>	35	30	25	39	34	39	35
<i>Sparus aurata</i>	46		30	51	47	45	
<i>Sphyaena sphyraena</i>	37	28	33	33	11	18	31
<i>Spicara maena</i>	43	47	35	28	33	41	28
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	16	15	17	17	8	16	16
<i>Symphodus sp.</i>	54	53		49	50	50	50
<i>Symphodus tinca</i>	27	21	19	30	32	22	17
<i>Synodus saurus</i>	52	52	50	53	44	51	52
<i>Trachinus sp.</i>	11	17	31	23	15	25	38
<i>Trachurus Sp</i>	45	44	37	46	35	37	47
<i>Trigla lucerna</i>	39	49	36	40	40	43	33
<i>Trisopterus minutus</i>	40	50	48				
<i>Uranoscopus scaber</i>	15	26	21	29	22	19	27
<i>Zeus faber</i>	25	14	16	20	24	33	24
<i>Raja sp</i>	6	3	8	6			7
<i>Scyliorhinus canicula</i>	14	22	34	16	18	29	20
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	50	33	29	38	30	38	46
<i>Torpedo marmorata</i>	36	36		47	25	31	29
<i>Homarus gamarus</i>	21	7	10	4	9	24	26
<i>Maja squinado</i>	9	6	11	10	17	7	8
<i>Maja crispata</i>	42	45	45	43	46	44	49
<i>Palinurus elephas</i>	2	1	3	1	14	23	19
<i>Octopus vulgaris</i>	19	34	27	25	20	21	13
<i>Sepia sp.</i>	8	13	6	9	16	8	5

Annexe C3. Rangs des espèces pêchées selon leur CPUE de 2000 à 2006.

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
24,09	28,77	30,52	33,90	33,12	30,94	22,49
33,42	37,46	40,71	42,20	41,06	40,05	31,71
42,71	44,86	48,58	50,14	47,29	45,61	37,51
50,24	50,12	55,22	56,39	53,10	50,33	42,96
56,06	55,08	60,69	62,48	58,13	54,21	48,30
60,79	59,36	64,99	67,44	61,21	58,06	53,46
64,29	63,02	68,75	71,03	63,99	61,26	58,34
67,31	66,49	72,43	74,32	66,36	64,27	62,30
69,81	69,93	75,86	76,91	68,65	67,07	65,55
71,91	73,27	78,81	79,43	70,90	69,81	68,39
73,96	76,10	81,52	81,60	73,16	72,47	70,95
75,89	78,59	84,12	83,48	75,41	75,05	73,47
77,77	80,14	85,89	85,34	77,56	77,50	75,74
79,53	81,58	87,01	86,73	79,69	79,71	77,82
81,26	82,94	88,02	88,08	81,64	81,88	79,74
82,80	84,29	88,98	89,08	83,40	83,71	81,51
84,11	85,49	89,81	90,07	85,16	85,54	83,22
85,31	86,68	90,64	91,01	86,67	86,86	84,68
86,38	87,84	91,45	91,87	87,90	88,14	86,12
87,43	88,95	92,15	92,62	89,13	89,33	87,55
88,45	89,96	92,83	93,35	90,20	90,24	88,57
89,38	90,95	93,50	94,03	91,03	91,14	89,51
90,25	91,80	94,16	94,56	91,86	91,94	90,41
91,11	92,65	94,65	95,07	92,57	92,70	91,29
91,85	93,27	95,11	95,53	93,27	93,44	92,14
92,60	93,84	95,58	95,95	93,95	94,17	92,90
93,18	94,37	96,03	96,36	94,60	94,88	93,59
93,72	94,85	96,48	96,75	95,12	95,52	94,18
94,17	95,33	96,91	97,11	95,61	96,16	94,74
94,60	95,78	97,27	97,44	96,10	96,69	95,27
95,02	96,22	97,61	97,72	96,57	97,07	95,77
95,44	96,61	97,94	97,99	97,04	97,39	96,22
95,84	96,97	98,21	98,26	97,49	97,69	96,67
96,24	97,34	98,45	98,53	97,80	98,00	97,07
96,64	97,68	98,66	98,73	98,11	98,29	97,47
96,99	98,02	98,85	98,91	98,36	98,56	97,85
97,32	98,33	99,04	99,05	98,61	98,84	98,19
97,62	98,56	99,22	99,18	98,84	99,05	98,50
97,92	98,78	99,40	99,32	99,05	99,23	98,76
98,20	98,97	99,53	99,45	99,23	99,40	99,01
98,48	99,14	99,65	99,56	99,41	99,56	99,22
98,74	99,30	99,73	99,64	99,54	99,64	99,39
98,98	99,44	99,81	99,71	99,67	99,71	99,55
99,20	99,55	99,87	99,78	99,79	99,76	99,71
99,40	99,66	99,93	99,85	99,87	99,82	99,85
99,59	99,74	99,96	99,90	99,95	99,87	99,92
99,76	99,82	99,98	99,93	99,99	99,91	99,95
99,82	99,90	99,99	99,95	99,99	99,95	99,98
99,88	99,94	100	99,97	100	99,98	99,99
99,92	99,97		99,99		100	100
99,96	99,99		100			
99,99	100					
100						

Annexes C4. CPUE relatives (%) cumulées de toutes les espèces pêchées (Ostéichthyens, Chondrichthyens, Crustacés, Céphalopodes).

Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Boops boops</i>	0,06	0,17	0,10	0,03	0,01	2,07	0,21
<i>Conger conger</i>	0,79	0,26	0,24	2,36	0,81	0,80	0,22
<i>Dentex dentex</i>	3,41	5,37	14,73	25,05	7,12	3,10	11,90
<i>Diplodus annularis</i>	0,59	0,77	0,91	0,45	0,20	0,06	0,21
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,46	0,31	0,47	0,73	0,29	2,91	0,41
<i>Diplodus sargus</i>	0,38	0,50	1,11	0,57	0,14	3,40	0,34
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,79	1,92	0,94	1,60	2,57	3,16	1,14
<i>Epinephelus marginatus</i>	1,39	1,59	3,71	4,27	0,59	1,45	3,66
<i>Labrus bimaculatus</i>	1,02	0,71	1,54	0,22	0,21	0,35	1,22
<i>Labrus merula</i>	1,19	1,37	2,42	0,77	1,73	2,50	2,68
<i>Labrus viridis</i>	0,23	0,37	0,90	0,90	0,35	0,35	0,50
<i>Lophius piscatorius</i>	2,11	8,45	0,08	10,64	0,75	0,00	2,21
<i>Merluccius merluccius</i>	1,46	0,26	0,00	0,01	0,00	0,20	2,93
<i>Mullus surmuletus</i>	10,28	5,57	5,04	3,15	5,74	6,28	6,89
<i>Muraena helena</i>	0,61	0,91	0,64	1,29	0,00	0,84	0,73
<i>Oblada melanura</i>	0,04	0,04	0,26	0,05	0,04	0,06	0,01
<i>Pagellus acarne</i>	0,08	0,55	0,02	0,31	2,58	0,04	1,31
<i>Pagellus erythrinus</i>	12,73	5,53	5,90	6,12	13,30	10,28	7,48
<i>Pagrus pagrus</i>	1,27	1,86	1,15	3,21	3,53	2,76	3,30
<i>Phycis phycis</i>	12,68	11,87	10,78	8,43	9,06	17,07	13,43
<i>Pleuronectiformes</i>	0,32	0,13	0,17	0,12	0,27	0,05	0,04
<i>Sarda sarda</i>	0,74	1,91	0,00	0,45	0,56	0,72	0,51
<i>Sarpa salpa</i>	0,55	0,73	0,62	0,35	2,61	3,00	0,32
<i>Sciaena umbra</i>	2,63	2,18	3,56	1,68	1,40	4,38	4,19
<i>Scomber sp.</i>	0,58	0,58	0,25	0,13	0,96	0,43	0,58
<i>Scorpaena notata</i>	0,26	0,34	0,17	0,19	0,28	0,18	0,27
<i>Scorpaena porcus</i>	6,45	5,86	9,11	3,69	6,64	5,33	5,11
<i>Scorpaena scrofa</i>	19,86	22,00	27,11	14,12	24,56	17,87	15,60
<i>Seriola dumerilii</i>	0,58	4,53	0,04	0,47	0,77	0,82	1,85
<i>Serranus cabrilla</i>	2,81	1,35	0,12	1,24	0,15	0,32	0,65
<i>Serranus scriba</i>	0,55	0,76	0,67	0,23	0,51	0,25	0,52
<i>Sparus aurata</i>	0,28	0,00	0,59	0,03	0,09	0,07	0,00
<i>Sphyræna sphyræna</i>	0,47	0,85	0,45	0,46	2,58	2,06	0,69
<i>Spicara maena</i>	0,36	0,14	0,33	0,70	0,54	0,19	0,89
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2,36	2,31	1,30	1,71	3,17	2,45	2,49
<i>Symphodus sp.</i>	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	0,03	0,01
<i>Symphodus tinca</i>	1,01	1,78	1,13	0,61	0,54	1,03	2,28
<i>Synodus saurus</i>	0,05	0,03	0,01	0,01	0,14	0,02	0,00
<i>Trachinus sp.</i>	2,87	2,17	0,49	1,16	2,44	0,86	0,43
<i>Trachurus Sp</i>	0,30	0,23	0,27	0,11	0,36	0,31	0,09
<i>Trigla lucerna</i>	0,41	0,12	0,28	0,23	0,24	0,09	0,58
<i>Trisopterus minutus</i>	0,40	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Uranoscopus scaber</i>	2,41	1,01	0,96	0,66	1,22	1,49	0,98
<i>Zeus faber</i>	1,17	2,50	1,39	1,46	0,94	0,36	1,16

Annexe D1. CPUE relatives (%) des Ostéichthyens de 2000 à 2006.

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

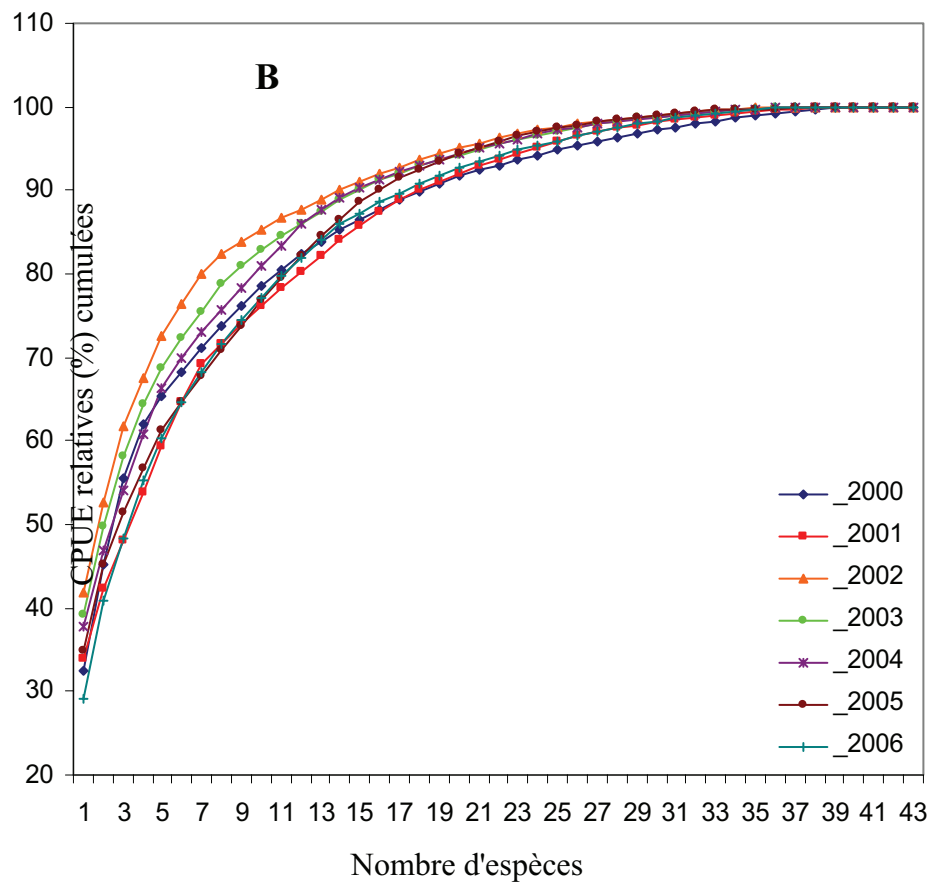
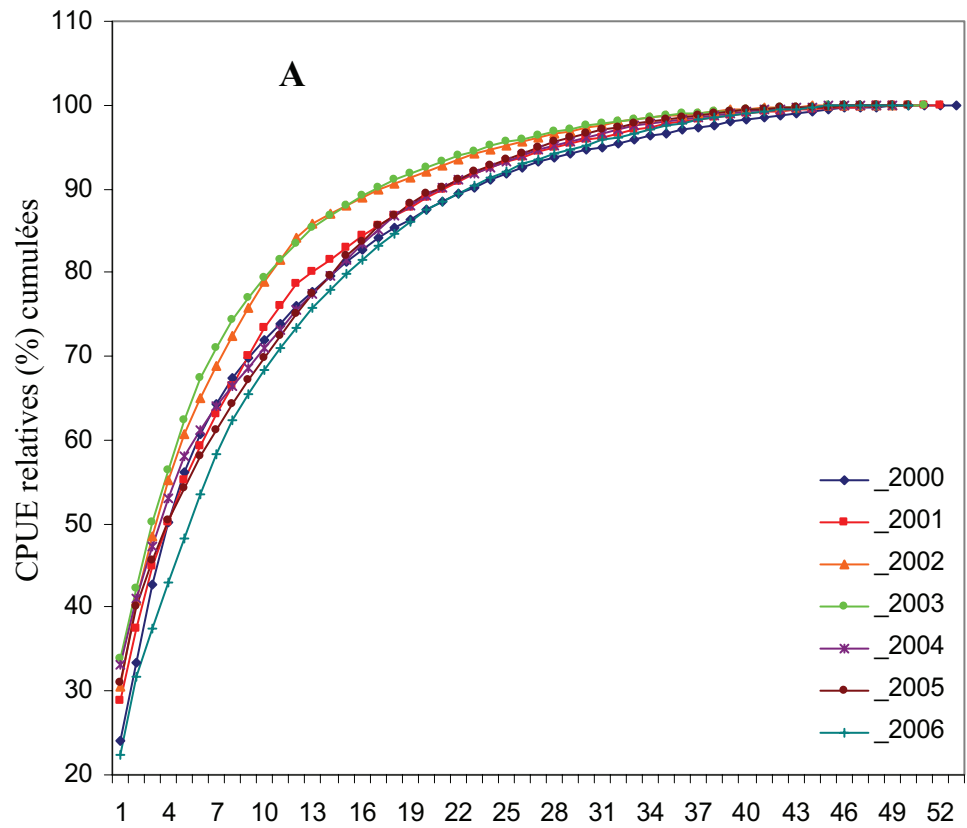
Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Boops boops</i>	41	36	36	40	40	15	37
<i>Conger conger</i>	21	33	32	10	19	23	35
<i>Dentex dentex</i>	6	7	2	1	4	9	3
<i>Diplodus annularis</i>	24	23	18	28	34	37	36
<i>Diplodus puntazzo</i>	30	32	25	20	29	11	31
<i>Diplodus sargus</i>	33	29	15	24	37	7	32
<i>Diplodus vulgaris</i>	13	13	17	13	12	8	19
<i>Epinephelus marginatus</i>	15	17	7	6	22	18	8
<i>Labrus bimaculatus</i>	19	26	10	33	33	28	17
<i>Labrus merula</i>	17	18	9	19	14	13	11
<i>Labrus viridis</i>	39	30	19	18	28	27	29
<i>Lophius piscatorius</i>	12	3	37	3	21		14
<i>Merluccius merluccius</i>	14	34		42	42	32	10
<i>Mullus surmuletus</i>	4	5	6	9	6	4	5
<i>Muraena helena</i>	23	21	21	15		21	22
<i>Oblada melanura</i>	43	41	30	38	39	38	41
<i>Pagellus acarne</i>	40	28	40	30	11	40	16
<i>Pagellus erythrinus</i>	2	6	5	5	2	3	4
<i>Pagrus pagrus</i>	16	15	13	8	7	12	9
<i>Phycis phycis</i>	3	2	3	4	3	2	2
<i>Pleuronectiformes</i>	35	38	33	36	31	39	39
<i>Sarda sarda</i>	22	14		27	23	24	28
<i>Sarpa salpa</i>	27	25	22	29	9	10	33
<i>Sciaena umbra</i>	9	11	8	12	15	6	7
<i>Scomber sp.</i>	25	27	31	35	17	25	26
<i>Scorpaena notata</i>	38	31	34	34	30	34	34
<i>Scorpaena porcus</i>	5	4	4	7	5	5	6
<i>Scorpaena scrofa</i>	1	1	1	2	1	1	1
<i>Seriola dumerilii</i>	26	8	38	25	20	22	15
<i>Serranus cabrilla</i>	8	19	35	16	35	29	24
<i>Serranus scriba</i>	28	24	20	31	26	31	27
<i>Sparus aurata</i>	37		23	41	38	36	
<i>Sphyraena sphyraena</i>	29	22	26	26	10	16	23
<i>Spicara maena</i>	34	37	27	21	25	33	21
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	11	10	12	11	8	14	12
<i>Symphodus sp.</i>	44	43		39	41	41	40
<i>Symphodus tinca</i>	20	16	14	23	24	19	13
<i>Synodus saurus</i>	42	42	41	43	36	42	42
<i>Trachinus sp.</i>	7	12	24	17	13	20	30
<i>Trachurus Sp</i>	36	35	29	37	27	30	38
<i>Trigla lucerna</i>	31	39	28	32	32	35	25
<i>Trisopterus minutus</i>	32	40	39				
<i>Uranoscopus scaber</i>	10	20	16	22	16	17	20
<i>Zeus faber</i>	18	9	11	14	18	26	18

Annexe D2. Rangs des Ostéichthyens selon leur CPUE de 2000 à 2006.

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
32,59	33,87	41,84	39,17	37,85	34,94	29,03
45,28	42,32	52,62	49,81	46,92	45,23	40,93
55,55	48,18	61,73	58,25	54,04	51,50	48,41
62,01	53,75	67,63	64,37	60,68	56,83	55,30
65,42	59,28	72,67	68,64	66,43	61,21	60,41
68,28	64,65	76,38	72,33	69,95	64,61	64,60
71,09	69,18	79,94	75,54	73,13	67,78	68,27
73,72	71,69	82,37	78,70	75,74	70,87	71,57
76,13	73,99	83,91	81,06	78,32	73,87	74,50
78,49	76,17	85,30	82,77	80,90	76,79	77,18
80,59	78,35	86,60	84,45	83,47	79,55	79,66
82,39	80,26	87,75	86,04	85,91	82,05	81,94
83,85	82,17	88,88	87,50	87,64	84,49	84,15
85,23	84,03	89,99	88,79	89,04	86,56	86,00
86,50	85,82	90,95	90,03	90,27	88,63	87,31
87,69	87,41	91,88	91,18	91,22	90,12	88,53
88,87	88,78	92,80	92,08	92,16	91,57	89,69
89,89	90,13	93,70	92,85	92,97	92,60	90,83
90,90	91,14	94,38	93,58	93,74	93,46	91,81
91,69	92,05	95,02	94,27	94,49	94,29	92,70
92,43	92,90	95,64	94,94	95,08	95,12	93,43
93,04	93,68	96,23	95,55	95,64	95,92	94,12
93,63	94,44	96,72	96,11	96,17	96,64	94,77
94,21	95,17	97,19	96,59	96,71	97,07	95,35
94,78	95,87	97,64	97,05	97,23	97,43	95,93
95,33	96,46	97,96	97,50	97,58	97,78	96,44
95,87	97,01	98,25	97,95	97,93	98,13	96,95
96,35	97,51	98,52	98,30	98,22	98,45	97,45
96,81	97,87	98,77	98,60	98,50	98,76	97,88
97,22	98,22	99,02	98,84	98,77	99,01	98,29
97,62	98,53	99,27	99,07	99,00	99,21	98,63
98,00	98,79	99,44	99,29	99,21	99,40	98,94
98,36	99,05	99,61	99,48	99,42	99,58	99,21
98,68	99,28	99,72	99,61	99,57	99,67	99,43
98,99	99,45	99,83	99,72	99,71	99,73	99,64
99,26	99,59	99,91	99,83	99,85	99,80	99,84
99,53	99,72	99,94	99,88	99,94	99,86	99,93
99,75	99,84	99,98	99,92	99,98	99,90	99,98
99,84	99,91	99,99	99,95	99,99	99,95	99,99
99,90	99,95	100	99,99	100	99,98	100
99,95	99,98		99,99		100	
99,99	100		100			
100						

Annexes D3. CPUE relatives (%) cumulées des Ostéichthyens.



Annexe E. Courbes des CPUE relatives (%) cumulées pour la totalité des espèces pêchées (A) et pour les Ostéichthyens (B).

Développement durable de la pêche artisanale sur le site de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio

Espèces	1992	1993	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Boops boops</i>	43	43	42	34	35		30	31	34
<i>Pleuronectiformes</i>	30	39	30	38	34	30	22	38	36
<i>Conger conger</i>	28	23	27	44	32		26	40	31
<i>Dentex dentex</i>	7	3	11	5	4	1	7	7	10
<i>Diplodus annularis</i>	31	20	21	26	21	36	28	37	35
<i>Diplodus puntazzo</i>	20	27	22	33	19	21		20	16
<i>Diplodus sargus</i>	29	26	38	25	20	18	19	21	26
<i>Diplodus vulgaris</i>	10	11	12	11	17	12	8	13	15
<i>Epinephelus marginatus</i>	15	9	10	13	3	3		8	1
<i>Labrus bimaculatus</i>			20	29	10	34	16	25	29
<i>Labrus merula</i>	8	8	13	19	7	22	13	11	13
<i>Labrus viridis</i>	18	15	36	28	14	17		23	20
<i>Lophius piscatorius</i>	18	15	28	46	40				
<i>Merluccius merluccius</i>		29	34	32				22	27
<i>Mullus surmuletus</i>	2	7	4	8	15	10	6	6	6
<i>Muraena helena</i>		28	16	15	27	15		18	18
<i>Oblada melanura</i>	41	44	47	42	23	35	24	43	
<i>Pagellus acarne</i>	40	45	46	37		33		41	38
<i>Pagellus erythrinus</i>	13	22	5	12	12	8	5	5	12
<i>Pagrus pagrus</i>	23	14	18	22	13	4		12	7
<i>Phycis phycis</i>	3	5	2	2	2	6	4	1	3
<i>Sarda sarda</i>			43	20				32	30
<i>Sarpa salpa</i>	14	21	35	17	26	25	25	29	
<i>Sciaena umbra</i>	5	6	9	9	6	11		4	5
<i>Scomber sp.</i>	39	41	40	39	39			26	
<i>Scorpaena porcus</i>	4	4	3	6	5	13	3	3	4
<i>Scorpaena scrofa</i>	1	1	1	1	1	5	1	2	2
<i>Seriola dumerilii</i>	22	10	17	7				17	
<i>Serranus cabrilla</i>	25	38	29	35	33	29		36	32
<i>Serranus scriba</i>	16	18	19	23	18	32	18	30	17
<i>Sparus aurata</i>	34	42	32						
<i>Sphyræna sphyræna</i>	6	13	24	24	28	26	21	14	24
<i>Spicara maena</i>	24	25	33	41	25	24	17	28	23
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	11	19	8	10	11	7	2	9	11
<i>Symphodus tinca</i>	9	12	14	16	16	14	20	16	14
<i>Synodus saurus</i>	33	33	44	43	38	31	29	39	40
<i>Trachinus sp</i>	21	35	23	18	31	23	10	19	21
<i>Trachurus Sp</i>	35	40	45	40	36	28	27		37
<i>Trigla lucerna</i>	37	36	41	45		37	31	33	
<i>Uranoscopus scaber</i>	12	17	15	21	24	20	15	15	19
<i>Zeus faber</i>	27	34	31	14	22	16	11	42	22
<i>Raja sp</i>	32	32	7	3	8	9			8
<i>Scylorhinus canicula</i>	36	37	37	31	30			34	28
<i>Scylorhinus stelleris</i>	42	31	39	27	29	27	14	24	33
<i>Torpedo marmorata</i>	17	24	26	30			12	27	25
<i>Maja crispata</i>	38	30	25	36	37	19	23	35	39
<i>Maja squinado</i>	26	2	6	4	9	2	9	10	9

Annexe F3. Rangs des espèces dans le secteur 4 de la Réserve.

Secteurs	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	885	1169	553	1612	965	842	1347
2&3	702	1041	492	750	937	1417	1062
4	862	1248	682	877	704	1332	1111
5	822	748	541	120	555	974	1128

Annexe G. CPUE (g/p/j/b) par an et par secteur.

Ans	S1	S2&3	S4	S5
2000	0,754	0,764	0,759	0,796
2001	0,738	0,774	0,774	0,663
2002	0,714	0,668	0,769	0,730
2003	0,685	0,708	0,751	0,556
2004	0,781	0,735	0,674	0,765
2005	0,781	0,800	0,716	0,762
2006	0,793	0,801	0,779	0,766

Annexe H. Valeurs de la régularité (indice de Pielou) par an et par secteur.

Année	Rangs	S1	S2&3	S4	S5
2000	1	<i>P. elephas</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>S. scrofa</i>
	2	<i>P. phycis</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>P. phycis</i>	<i>S. porcus</i>
	3	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. elephas</i>	<i>S. porcus</i>	<i>M. surmuletus</i>
	4	<i>S. scrofa</i>	<i>Raja sp</i>	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. erythrinus</i>
	5	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. phycis</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>D. dentex</i>
2001	1	<i>P. elephas</i>	<i>P. elephas</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>Sepia sp.</i>
	2	<i>L. piscatorius</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>S. dumerilii</i>
	3	<i>S. scrofa</i>	<i>P. phycis</i>	<i>Raja sp</i>	<i>S. canicula</i>
	4	<i>Raja sp</i>	<i>Raja sp</i>	<i>P. elephas</i>	<i>M. helena</i>
	5	<i>M. squinado</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>H. gamarus</i>	<i>T. minutus</i>
2002	1	<i>S. scrofa</i>	<i>D. dentex</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>S. scrofa</i>
	2	<i>P. elephas</i>	<i>P. elephas</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>D. dentex</i>
	3	<i>Raja sp</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>E. marginatus</i>	<i>S. porcus</i>
	4	<i>P. Phycis</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>D. dentex</i>	<i>Sepia sp.</i>
	5	<i>S. porcus</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>P. elephas</i>
2003	1	<i>P. elephas</i>	<i>D. dentex</i>	<i>D. dentex</i>	<i>D. dentex</i>
	2	<i>H. gamarus</i>	<i>P. elephas</i>	<i>M. squinado</i>	<i>P. Phycis</i>
	3	<i>S. scrofa</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>E. marginatus</i>	<i>Sepia sp.</i>
	4	<i>L. piscatorius</i>	<i>Sepia sp.</i>	<i>P. pagrus</i>	<i>D. annularis</i>
	5	<i>Raja sp</i>	<i>H. gamarus</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>D. vulgaris</i>
2004	1	<i>S. scrofa</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>S. scrofa</i>
	2	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>S. cantharus</i>	<i>P. Phycis</i>
	3	<i>P. Phycis</i>	<i>D. dentex</i>	<i>S. porcus</i>	<i>S. porcus</i>
	4	<i>D. dentex</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>P. erythrinus</i>
	5	<i>S. porcus</i>	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>M. surmuletus</i>
2005	1	<i>S. scrofa</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>S. scrofa</i>
	2	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>P. phycis</i>
	3	<i>P. phycis.</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>S. porcus</i>	<i>M. surmuletus</i>
	4	<i>D. dentex</i>	<i>D. sargus</i>	<i>S. umbra</i>	<i>P. erythrinus</i>
	5	<i>S. porcus</i>	<i>Sarpa salpa</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>M. squinado</i>
2006	1	<i>D. dentex</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>E. marginatus</i>	<i>S. scrofa</i>
	2	<i>P. Phycis</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>S. scrofa</i>	<i>D. dentex</i>
	3	<i>S. scrofa</i>	<i>M. surmuletus</i>	<i>P. Phycis</i>	<i>Sepia sp.</i>
	4	<i>P. erythrinus</i>	<i>P. erythrinus</i>	<i>S. porcus</i>	<i>S. porcus</i>
	5	<i>M. squinado</i>	<i>Raja sp</i>	<i>S. umbra</i>	<i>M. squinado</i>

Annexe I. Espèces classées aux cinq premiers rangs par an et par secteur.

Annexe J. Décret de création de la RNBB

Chapitre Ier Création et délimitation de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio

Art. 1er. - 1.1. Définition du périmètre de la réserve naturelle :

Sont classées en réserve naturelle, sous la dénomination « réserve naturelle des Bouches de Bonifacio » (département de la Corse-du-Sud, communes de Porto-Vecchio, Bonifacio, Figari, Pianottoli-Caldareello et Monacia-d'Aullène), les parties du domaine terrestre, des eaux territoriales et du domaine public maritime situé en deçà de la laisse de haute mer, à l'intérieur de limites correspondant soit aux parcelles cadastrales citées ci-dessous, soit à la laisse de haute mer, soit à des lignes droites reliant les points ci-après définis, conformément aux cartes et plans annexés :

- point A : latitude 41° 35' 56", 4 N, longitude 9° 22' 10" E ;
- point B : latitude 41° 35' 56", 4 N, longitude 9° 27' 03" E ;
- point C : latitude 41° 24' 27" N, longitude 9° 27' 03" E ;
- point D : latitude 41° 20' 13", 8 N, longitude 9° 19' 03" E ;
- point E : latitude 41° 17' 34" N, longitude 9° 16' 15" E ;
- point F : latitude 41° 19' 04" N, longitude 9° 08' 09" E ;
- point G : latitude 41° 18' 43" N, longitude 9° 06' 00" E ;
- point H : latitude 41° 20' 40" N, longitude 9° 06' 00" E ;
- point I : latitude 41° 20' 40" N, longitude 9° 00' 00" E ;
- point J : latitude 41° 17' 34" N, longitude 9° 00' 00" E ;
- point K : latitude 41° 23' 46" N, longitude 8° 49' 12" E ;
- point L : latitude 41° 29' 29" N, longitude 8° 56' 29" E ;
- point M : latitude 41° 28' 10", 56 N, longitude 9° 03' 49", 32 E ;
- point N : latitude 41° 28' 02", 3 N, longitude 9° 04' 09" E ;
- point O : latitude 41° 23' 18" N, longitude 9° 08' 44" E ;
- point P : latitude 41° 23' 11" N, longitude 9° 09' 00" E ;
- point Q : latitude 41° 24' 40" N, longitude 9° 13' 49" E ;
- point R : latitude 41° 24' 52" N, longitude 9° 13' 10" E ;
- point S : latitude 41° 31' 26" N, longitude 9° 16' 48", 36 E ;
- point T : latitude 41° 31' 48" N, longitude 9° 17' 00", 60 E ;

soit une superficie totale de 79 460 hectares.

Le territoire délimité ci-dessus comprend les parcelles cadastrales suivantes :

Plateau des Lavezzi :

Commune de Bonifacio, section Q, feuille no 1 :

Parcelle no 1, île de Piana : 5 hectares 6 ares 40 centiares ;

Parcelle no 2, îles de Ratini : 3 hectares 25 ares 20 centiares ;

Parcelles nos 3 et 4, île de Poraggia : 1 hectare 17 ares 20 centiares ;

Parcelles nos 5 et 6, île de Perduto : 68 ares 80 centiares ;

Commune de Bonifacio, section Q, feuille no 2 :

Parcelles nos 18 à 42, île Lavezzi : 68 hectares 5 ares 12 centiares,

soit une superficie totale de 79 hectares 5 ares 12 centiares.

Iles de Fazzio :

Commune de Bonifacio, section G, feuille no 3 :

Parcelle no 598 : 1 hectare 39 ares 68 centiares ;

Parcelle no 599 : 36 ares 18 centiares.

Iles de la Tonnara :

Commune de Bonifacio, section F, feuille no 1 :

Parcelle no 9 : 1 hectare 2 ares 40 centiares ;
Parcelle no 113 : 25 ares 60 centiares ;
Parcelle no 114 : 32 ares.

Etang de Ventilègne et ses abords :
Commune de Bonifacio, section C, feuille no 1 :
Parcelle no 1 : 3 hectares 39 ares 13 centiares ;
Parcelle no 16 : 2 hectares 62 ares 74 centiares ;
Parcelle no 17 : 14 hectares 56 ares ;
Parcelle no 439 : 2 hectares 26 ares 70 centiares ;
Parcelle no 440 : 43 ares 20 centiares ;
Parcelle no 441 : 16 ares.

Parcelle no 2 pour partie, suivant le plan annexé, soit la partie ouest jusqu'à la limite formée par l'alignement des premiers confluent des ruisseaux de Ventilègne et de Scanza (points X et X') : 20 hectares 93 ares.

Etang de Testarella et ses abords :
Commune de Bonifacio, section E, feuille no 1 :
Parcelle no 32 : 1 hectare 18 ares 6 centiares ;
Parcelle no 33 : 3 hectares 95 ares 44 centiares ;
Parcelle no 26 pour partie, suivant le plan annexé : 5 hectares 11 ares ;
Parcelle no 34 pour partie, suivant le plan annexé : 5 hectares 66 ares 80 centiares ;
Parcelle no 65 pour partie, suivant le plan annexé : 11 hectares 23 ares.

Etang de Pisciu Cane et ses abords :
Commune de Bonifacio, section E, feuille no 1 :
Parcelle no 35 : 5 hectares 35 ares 32 centiares ;
Parcelle no 34 pour partie, suivant le plan annexé : 5 hectares 47 ares 70 centiares ;
Parcelle no 36 pour partie, suivant le plan annexé : 2 hectares 52 ares 30 centiares ;
Parcelle no 37 pour partie, suivant le plan annexé : 81 ares 52 centiares.

Plateau des Bruzzi-Moines :
Commune de Pianotolli-Caldarello, section D, feuille no 3 :
Parcelle no 343 : 58 hectares 44 ares 14 centiares ;
Parcelle no 574 : 14 hectares 15 ares 5 centiares ;
Parcelle no 575 : 9 hectares 45 ares ;
Parcelle no 523 pour partie, suivant le plan annexé : 6 hectares 27 ares ;
Parcelle no 524 pour partie, suivant le plan annexé : 1 hectare 21 ares 45 centiares.

Ne sont pas visés par ce classement en réserve naturelle le domaine terrestre de l'île de Cavallo, de l'îlot avoisinant de San Baïnsò et des îles Cerbicale.

Art. 1er. - 1.2. Définition des périmètres de protection renforcée :

Il est compris dans cette réserve huit périmètres dits de protection renforcée dont les limites relient les points ci-dessous, conformément aux plans et cartes annexés :

Pour le plateau des Cerbicale :

- point F : latitude 41° 35' 56" N, longitude 9° 22' 10" E ;
- point G : latitude 41° 33' 10" N, longitude 9° 24' 54" E ;
- point H : latitude 41° 30' 20" N, longitude 9° 24' 05" E ;
- point I : latitude 41° 30' 15" N, longitude 9° 22' 15" E ;
- point J : latitude 41° 33' 31" N, longitude 9° 20' 15" E,

soit une superficie de 3 965 hectares, à l'exclusion du domaine terrestre des îles Cerbicale.

Pour le plateau des Lavezzi :

- point G : latitude 41° 25' 46" N, longitude 9° 15' 58" E ;
- point H : latitude 41° 22' 53" N, longitude 9° 17' 04" E ;
- point I : latitude 41° 22' 53" N, longitude 9° 18' 43" E ;
- point J : latitude 41° 21' 30" N, longitude 9° 19' 46" E ;
- point K : latitude 41° 18' 25" N, longitude 9° 15' 45" E ;
- point L : latitude 41° 18' 25" N, longitude 9° 15' 03" E ;
- point F : latitude 41° 22' 03" N, longitude 9° 13' 16" E,

soit une superficie de 5 904 hectares, à l'exclusion du domaine terrestre de l'île de Cavallo et de l'îlot de San Baïno.

Sont visées sur le domaine terrestre les parcelles cadastrales suivantes :

Commune de Bonifacio, section Q, feuille no 1 :

Parcelle no 1, île de Piana ;

Parcelle no 2, îles de Ratini ;

Parcelles no 3 et 4, île de Poraggia ;

Parcelles nos 5 et 6, île de Perduto ;

Commune de Bonifacio, section Q, feuille no 2 :

Parcelles nos 18 à 42, île Lavezzi.

Pour la côte ouest de Bonifacio :

- point A : latitude 41° 23' 32" N, longitude 9° 06' 00" E ;

- point B : latitude 41° 23' 18" N, longitude 9° 08' 42" E ;

- point C : latitude 41° 23' 11" N, longitude 9° 09' 00" E ;

- point D : latitude 41° 21' 57" N, longitude 9° 10' 50", 3 E ;

- point E : latitude 41° 21' 50" N, longitude 9° 10' 50" E ;

- point F : latitude 41° 23' 00" N, longitude 9° 06' 00" E,

soit une superficie de 1 216 hectares.

Sont visées sur le domaine terrestre les parcelles cadastrales suivantes :

Commune de Bonifacio, section G, feuille no 3 :

Parcelles nos 598 et 599, îles de Fazzio.

Pour les îles de la Tonnara :

Commune de Bonifacio, section F, feuille no 1 :

Parcelles nos 9, 113 et 114.

Pour l'étang de Ventilègne et ses abords :

Commune de Bonifacio, section C, feuille no 1 :

Parcelles nos 1, 16, 17, 439, 440 et 441 ;

Parcelle no 2 pour partie, suivant le plan annexé, soit la partie ouest jusqu'à la limite formée par l'alignement des premiers confluent des ruisseaux de Ventilègne et de Scanza (points X et X'),

soit une superficie de 51 hectares.

Pour l'étang de Testarella et ses abords :

Commune de Bonifacio, section E, feuille no 1 :

Parcelles nos 32 et 33 ;

Parcelles nos 26, 34 et 65 pour partie, suivant le plan annexé,

soit une superficie de 27 hectares.

Pour l'étang de Pisciu Cane et ses abords :

Commune de Bonifacio, section E, feuille no 1 :

Parcelle no 35 ;

Parcelles nos 34, 36 et 37 pour partie, suivant le plan annexé,

soit une superficie de 14 hectares.

Pour le plateau des Bruzzi-Moines :

- point A : latitude 41° 28' 13" N, longitude 8° 54' 56" E ;

- point B : latitude 41° 28' 05" N, longitude 8° 55' 48" E ;

- point E : latitude 41° 27' 48",6 N, longitude 8° 57' 42",7 E ;

- point F : latitude 41° 28' 28" N, longitude 9° 01' 02" E ;

- point G : latitude 41° 27' 45" N, longitude 9° 01' 35" E ;

- point I : latitude 41° 27' 45" N, longitude 9° 01' 38" E ;

- point H : latitude 41° 27' 15" N, longitude 9° 01' 30" E ;

- point C : latitude 41° 26' 37" N, longitude 8° 54' 03" E ;

- point D : latitude 41° 26' 38" N, longitude 8° 52' 58" E,

soit une superficie de 2 278 hectares.

Sont visées sur le domaine terrestre les parcelles cadastrales suivantes :
Commune de Pianotolli-Caldarello, section D, feuille no 3 :
Parcelles nos 343, 523 pour partie, 524 pour partie, 574 et 575.

Art. 1er. - 1.2. Définition des zones de non-prélèvement :

Sont créées, à l'intérieur des périmètres de protection renforcée, six zones de non-prélèvement dont les limites relient les points ci-dessous, conformément aux plans et cartes annexés :

Pour le plateau des Cerbicale :

- point A : latitude 41° 34' 03",8 N, longitude 9° 21' 04",4 E ;
 - point B : latitude 41° 33' 37" N, longitude 9° 21' 55", 4 E ;
 - point C : latitude 41° 33' 36" N, longitude 9° 21' 52" E ;
 - point D : latitude 41° 33' 19",8 N, longitude 9° 21' 47", 7 E ;
 - point E : latitude 41° 33' 34" N, longitude 9° 20' 35" E,
- soit une superficie de 126 hectares.

Pour le plateau des Lavezzi :

- point A : latitude 41° 20' 29" N, longitude 9° 14' 53" E ;
 - point B : latitude 41° 20' 24" N, longitude 9° 15' 05" E ;
 - point C : latitude 41° 20' 17" N, longitude 9° 15' 00" E ;
 - point D : latitude 41° 19' 44" N, longitude 9° 15' 08" E ;
 - point E : latitude 41° 20' 00" N, longitude 9° 14' 19" E,
- soit une superficie de 84 hectares.

Pour la côte ouest de Bonifacio, les périmètres délimités par la ligne de côte et les droites reliant les points suivants :

Zone I :

- point A : latitude 41° 23' 32" N, longitude 9° 06' 00" E ;
 - point B : latitude 41° 23' 18" N, longitude 9° 08' 42" E,
- soit une superficie de 230 hectares.

Zone II :

- point C : latitude 41° 23' 11" N, longitude 9° 09' 00" E ;
 - point D : latitude 41° 21' 57" N, longitude 9° 10' 50", 3 E,
- soit une superficie de 209 hectares.

Pour le plateau des Moines

- point A : latitude 41° 28' 13" N, longitude 8° 54' 56" E ;
 - point B : latitude 41° 28' 05" N, longitude 8° 55' 48" E,
 - point C : latitude 41° 26' 37" N, longitude 8° 54' 03" E ;
 - point D : latitude 41° 26' 38" N, longitude 8° 52' 58" E,
- soit une superficie de 416 hectares.

Pour la presqu'île des Bruzzi

- point K : latitude 41° 27' 52" N, longitude 9° 01' 22" E ;
 - point G : latitude 41° 27' 45" N, longitude 9° 01' 35" E,
 - point I : latitude 41° 27' 45" N, longitude 9° 01' 38" E ;
 - point H : latitude 41° 27' 15" N, longitude 9° 01' 30" E,
 - point J : latitude 41° 27' 40" N, longitude 9° 00' 50" E,
- soit une superficie de 65 hectares.

Le périmètre de la réserve naturelle et les parcelles et emprises mentionnées ci-dessus figurent sur le plan de situation au 1/150 000, la carte IGN au 1/100 000, les cartes SHOM et sur les plans cadastraux annexés au présent décret, qui peuvent être consultés à la préfecture de la Corse-du-Sud.

Chapitre II

Gestion de la réserve naturelle

Art. 2. - Le préfet de Corse, préfet de la Corse-du-Sud, ci-après dénommé « le préfet », est responsable de la mise en oeuvre des dispositions prévues au présent décret, en relation avec le préfet maritime de la Méditerranée, ci-après « le préfet maritime », dans son domaine de compétences.

Art. 3. - Il est créé un comité consultatif de la réserve présidé par le préfet ou son représentant, la vice-présidence étant assurée par le préfet maritime ou son représentant.

La composition de ce comité est fixée par arrêté préfectoral.

Il comprend, de manière équilibrée :

1o Des représentants des collectivités territoriales intéressées, de propriétaires et d'usagers ;

2o Des représentants d'administrations et d'établissements publics concernés ;

3o Des personnalités scientifiques qualifiées, notamment des membres du conseil scientifique prévue à l'article 7, des représentants d'associations de protection de la nature et deux personnes, proposées par le ministre chargé de la protection de la nature, après avis du Conseil national de la protection de la nature.

Les membres du comité sont nommés pour une durée de trois ans. Leur mandat peut être renouvelé. Les membres du comité décédés ou démissionnaires et ceux qui, en cours de mandat, cessent d'exercer les fonctions en raison desquelles ils ont été désignés doivent être remplacés.

Dans ce cas, le mandat des nouveaux membres expire à la date à laquelle aurait normalement pris fin celui de leurs prédécesseurs.

Le comité se réunit au moins une fois par an sur convocation de son président ou sur demande d'un tiers de ses membres.

Art. 4. - Le comité consultatif donne son avis sur le fonctionnement de la réserve, sur sa gestion et sur les conditions d'application des mesures prévues au présent décret.

Il se prononce sur le plan de gestion et d'aménagement de la réserve proposé par le gestionnaire de la réserve naturelle.

Il peut faire toute proposition et recueillir tous avis en vue d'assurer la conservation, la protection ou l'amélioration du milieu naturel de la réserve.

Art. 5. - Le préfet, après avoir demandé l'avis des communes de Porto-Vecchio, Bonifacio, Figari, Pianottoli-Caldarello et Monacia-d'Aullène, ainsi que l'avis du comité consultatif, confie par voie de convention la gestion de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio à une fondation, une collectivité locale, une association régie par la loi du 1er juillet 1901, ou un établissement public.

Art. 6. - Pour assurer la conservation du patrimoine naturel et de la biodiversité de la réserve, le gestionnaire conçoit et met en oeuvre un plan de gestion écologique de la réserve, qui s'appuie sur une évaluation scientifique du patrimoine naturel de la réserve et de son évolution.

Les plans de gestion successifs sont soumis par le préfet, après avis du conseil scientifique prévu à l'article 7 et du comité consultatif, au ministre chargé de la protection de la nature qui consulte le Conseil national de la protection de la nature. Le préfet approuve les plans et veille à leur mise en oeuvre par le gestionnaire.

Art. 7. - Il est créé un conseil scientifique de la réserve, dont la composition et le fonctionnement sont arrêtés par le préfet.

Il se réunit au moins une fois par an.

Son avis est requis sur le plan de gestion de la réserve et peut être sollicité sur toute question à caractère scientifique touchant la réserve naturelle.

Chapitre III

Réglementation applicable à l'ensemble de la réserve naturelle sauf dispositions particulières aux périmètres de protection renforcée et aux zones de non-prélèvement prévues aux chapitres IV et V

Art. 8. - Il est interdit :

1o D'introduire à l'intérieur de la réserve des animaux d'espèce non domestique quel que soit leur état de développement, sauf autorisation délivrée par le préfet, après avis du Conseil national de la protection de la nature ;

2o De porter atteinte aux animaux d'espèce non domestique ainsi qu'à leurs oeufs, couvées, portées ou nids, ou de les emporter hors de la réserve, sous réserve de l'exercice de la pêche et de la chasse, et sauf autorisation délivrée par le préfet à des fins scientifiques ou de gestion de la réserve, après avis du comité consultatif ;

3o De troubler ou de déranger les animaux non domestiques, sous réserve de l'exercice de la pêche ainsi que des dispositions prévues aux articles 10, 14 et 15, et sauf autorisation délivrée par le préfet à des fins scientifiques ou

de gestion de la réserve, après avis du comité consultatif.

Art. 9. - Il est interdit :

1o D'introduire dans la réserve tous végétaux vivants, quel que soit leur état de développement, sauf autorisation délivrée par le préfet, après avis du Conseil national de la protection de la nature ;

2o De porter atteinte aux végétaux non cultivés, sauf à des fins d'entretien de la réserve, ou de les emporter en dehors de la réserve, sous réserve des dispositions prévues à l'article 10 et des autorisations délivrées par le préfet à des fins scientifiques ou de gestion de la réserve, après avis du comité consultatif.

Art. 10. - Le préfet peut prendre, après avis ou sur proposition du comité consultatif, toutes mesures en vue d'assurer la conservation d'espèces animales ou végétales ou la limitation d'animaux ou de végétaux surabondants dans la réserve.

Art. 11. - Il est interdit :

1o D'abandonner, de laisser écouler ou de jeter tout produit ou organisme de nature à nuire à la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou du site ou à l'intégrité de la faune et de la flore, à l'exception des rejets déjà autorisés et conformes aux normes en vigueur ;

2o De déposer ou de jeter en dehors des lieux spécialement prévus à cet effet des détritiques de quelque nature que ce soit ;

3o De troubler la tranquillité des lieux par toute perturbation sonore, sauf si elle est due à l'exercice d'activités autorisées par le présent décret ou motivée par la nécessité d'assurer la sécurité de la navigation ;

4o De porter atteinte au milieu naturel en utilisant du feu ou en faisant des inscriptions autres que celles réalisées par le gestionnaire et nécessaires à l'information du public ou aux délimitations foncières.

Art. 12. - L'exercice de la chasse est interdit sur le domaine public maritime de l'étang et du golfe de Ventilègne, la limite au large étant matérialisée par la droite reliant Punta di Ventilègne à Capo di Feno.

Art. 13. - L'accès des pêcheurs professionnels est ouvert aux navires titulaires d'une autorisation administrative nécessaire pour pratiquer la pêche dans les eaux autour de la Corse délivrée par le préfet de Corse sur proposition des organisations professionnelles concernées, notamment de la prud'homie des pêcheurs de Bonifacio, et du comité consultatif.

L'usage des engins, matériels et techniques de pêche ainsi que la récolte des produits de la mer s'exercent conformément à la réglementation en vigueur.

Il est interdit :

1o D'utiliser des engins traînants entre les isobathes 0 et 50 mètres ;

2o D'utiliser les sennes tournantes, le gangui ou des filets similaires, ainsi que les filets et chaluts pélagiques ;

3o De détenir à bord de toute embarcation et d'exercer des activités de pêche avec un ou plusieurs filets maillants dérivants dont la longueur individuelle ou cumulée est supérieure à 2,5 kilomètres ;

4o D'utiliser des maillages de filets supérieurs à 9 (maillage à l'ampan) ;

5o De détenir à bord de toute embarcation et d'utiliser pour la pêche des explosifs, des substances toxiques, soporifiques ou corrosives ainsi que des appareils générateurs de décharges électriques ;

6o D'utiliser la croix de Saint-André ou d'autres engins similaires pour la récolte des coraux ;

7o De pêcher les crustacés du 1er octobre au 1er mars exclu ;

8o De pêcher les oursins du 1er avril au 1er décembre exclu.

Dans l'intérêt de la réserve, toute modification des conditions d'exercice de la pêche professionnelle pourra être apportée par le préfet, après avis du comité consultatif et de la prud'homie des pêcheurs de Bonifacio.

Art. 14. - La pêche de loisir s'exerce conformément à la réglementation en vigueur. Toutefois, le ramassage des grandes nacres (*Pinna nobilis*), patelles géantes (*Patella ferruginea*) et dattes de mer (*Lithophaga lithophaga*) est interdit.

La pêche aux oursins est interdite du 1er avril au 30 novembre inclus et limitée, durant la période autorisée, à trois douzaines par personne et par jour.

Art. 15. - La pêche sous-marine de loisir est soumise à autorisation. Elle ne peut cependant s'exercer qu'avec l'usage exclusif du fusil harpon et sans autre artifice tels que locos de surface, locos plongeurs, filets, cordes. En action de pêche sous-marine, il est interdit de prélever toutes espèces de mérous et de crustacés. Les modalités d'obtention des autorisations individuelles sont définies par arrêté préfectoral, après avis du comité consultatif.

Dans l'attente de la parution de cet arrêté préfectoral, la pêche sous-marine est soumise à déclaration selon les dispositions de l'arrêté interministériel du 1er décembre 1960.

Art. 16. - Dans l'intérêt de la réserve et après avis ou proposition du comité consultatif, le préfet maritime peut arrêter toute disposition relative à l'exercice de la navigation.

Art. 17. - Les travaux publics ou privés modifiant l'état ou l'aspect de la réserve sont soumis à autorisation individuelle attribuée en application des dispositions des articles L. 242-9 et R. 242-19 à 21 du code rural. En particulier, tout nouveau rejet et toute altération des caractéristiques des rejets existants sont soumis à une telle autorisation.

Les travaux publics ou privés nécessités par l'entretien de la réserve, par la sécurité de la navigation ou par les opérations de défense et de sécurité, ainsi que les installations saisonnières liées à l'activité de baignade, sont autorisés par le préfet et, dans son domaine de compétences, le préfet maritime, après avis du comité consultatif, en conformité avec le plan de gestion de la réserve.

Ces dispositions ne font pas obstacle à l'application de l'article R. 242-22 du code rural.

Art. 18. - La collecte de minéraux et de fossiles est interdite, sauf autorisation délivrée par le préfet à des fins scientifiques, après avis du comité consultatif.

Art. 19. - Toute activité industrielle ou commerciale est interdite dans la réserve.

Seules sont autorisées les activités commerciales liées à l'exercice de la pêche professionnelle, de la navigation professionnelle, de la plongée sous-marine, de la baignade ou de la plaisance ainsi qu'à la visite et à la découverte de la réserve naturelle.

Dans l'intérêt de la réserve naturelle, le préfet et le préfet maritime peuvent réglementer ces activités après avis du comité consultatif.

Art. 20. - Sur les eaux maritimes, les activités sportives et touristiques organisées dans la réserve relèvent de la réglementation de droit commun des manifestations nautiques. Elles peuvent être réglementées par le préfet maritime après avis du comité consultatif, en conformité avec le plan de gestion. Elles sont interdites sur le domaine terrestre de la réserve.

Art. 21. - Le balisage de la réserve et l'information nautique correspondante seront effectués conformément à la réglementation en vigueur.

Chapitre IV

Réglementation particulière aux périmètres de protection renforcée définis à l'article 1er (1.2) sauf dispositions particulières aux zones de non-prélèvement prévues au chapitre V

Art. 22. - L'exercice de la chasse est interdit dans les périmètres de protection renforcée, sous réserve des dispositions de l'article 10.

La pêche sous-marine est interdite dans les périmètres de protection renforcée.

Toute arme de chasse terrestre ou de pêche sous-marine ne peut être introduite dans les périmètres de protection renforcée que déchargée et placée sous étui ou dans un coffre fermé.

Art. 23. - La pêche de loisir est limitée à l'utilisation de la palangrotte, de la traîne et du lancer depuis une embarcation, ou depuis le rivage, à l'exception de celui des îles et îlots.

Art. 24. - L'exercice de la plongée sous-marine est libre dans les périmètres de protection renforcée, dans le respect des dispositions prévues aux articles 8 et 9.
Toutefois, dans l'intérêt de la réserve et après avis du comité consultatif, le préfet maritime peut arrêter toute disposition relative à l'exercice de la plongée.

Art. 25. - Sur la partie terrestre, le débarquement, la circulation et le stationnement des véhicules à moteur sont interdits dans les périmètres de protection renforcée, à l'exception des zones et équipements réservés à cet effet existant à la date de signature du présent décret.

Toutefois, cette interdiction n'est pas applicable :

- 1o Aux véhicules utilisés pour l'entretien et la surveillance de la réserve ;
- 2o A ceux des services publics dans l'exercice de leurs fonctions ;
- 3o A ceux utilisés lors des opérations de police, de secours ou de sauvetage.

Sur la partie maritime, l'accès, la circulation, l'accostage et le mouillage des navires sont réglementés par voie d'arrêté du préfet maritime, après avis du comité consultatif.

Ces dispositions ne sont toutefois pas applicables :

- 1o Aux embarcations destinées à l'exercice de la pêche professionnelle et enregistrées à cet effet ;
- 2o Aux embarcations et bâtiments de l'Etat ;
- 3o A ceux utilisés pour l'entretien et la surveillance de la réserve ;
- 4o A ceux des services publics dans l'exercice de leurs fonctions ;
- 5o A ceux utilisés lors des opérations de police, de secours ou de sauvetage.

Art. 26. - Le débarquement et la circulation des personnes sont interdits dans les périmètres de protection renforcée.

Toutefois cette disposition ne s'applique pas sur l'île Lavezzi, l'îlot de la Pyramide, l'île de Piana, ainsi que sur les étangs de Ventilègne, de Testarella et de Pisciu Cane et leurs abords, où le débarquement, la circulation et le stationnement des personnes sont autorisés, uniquement sur les plages et les sentiers balisés.

Cette disposition ne s'applique pas non plus sur la presqu'île des Bruzzi où la circulation et le stationnement des personnes sont autorisés, uniquement sur les plages et les sentiers balisés.

Par ailleurs, cette disposition ne s'applique pas :

- 1o Aux gardiens du phare des Lavezzi et aux personnes chargées des travaux organisés pour la gestion de la réserve et la signalisation maritime ;
- 2o Aux passagers des embarcations en avaries, en difficultés ou en détresse ;
- 3o Aux personnels des bâtiments de l'Etat exerçant des missions de service public ou aux personnes mandatées pour ces missions ;
- 4o Aux agents du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres en mission sur les sites propriété de l'établissement.

Art. 27. - Il est interdit d'introduire des animaux domestiques dans les périmètres de protection renforcée.

Cette disposition ne s'applique pas :

- 1o Aux chiens qui participent à des missions de police, de recherche ou de sauvetage, ou à la mise en oeuvre des dispositions de l'article 10 ;
- 2o Aux animaux d'élevage et aux chiens, dans le cadre d'activités pastorales autorisées par le préfet après avis du comité consultatif, en conformité avec le plan de gestion.

Art. 28. - Le campement sous une tente ou dans tout autre abri ainsi que le bivouac sont interdits dans les périmètres de protection renforcée.

Cette disposition ne s'applique pas :

- 1o Aux personnes chargées des travaux organisés pour la gestion de la réserve ;
- 2o Aux personnes exerçant des missions de police, de recherche, de sauvetage et de lutte antipollution.

Art. 29. - Les opérateurs aériens publics et privés, dans le cadre d'activités particulières nécessitant des vols à une altitude inférieure à 150 mètres, devront obtenir une dérogation délivrée par le préfet, après avis du directeur régional de l'environnement et du chef du district aéronautique de la Corse.

Cette disposition n'est pas applicable aux aéronefs d'Etat en nécessité de service, aux opérations de police, de douane, de recherche, de sauvetage et de lutte antipollution ou de gestion de la réserve naturelle, ainsi qu'aux

usagers de l'aéroport de Figari et aux aéronefs à destination ou en provenance de Cavallo durant les opérations de décollage et d'atterrissage.

Chapitre V

Réglementation particulière aux zones
de non-prélèvement définies à l'article 1er (1.3)

Art. 30. - Toutes formes de pêche et de prélèvements sont interdites dans les zones de non-prélèvement, sous réserve d'autorisations individuelles délivrées par le préfet à des fins scientifiques ou de gestion de la réserve, après avis du comité consultatif.

Toutefois, eu égard à l'importance du rôle social de la pêche au calmar (*Loligo vulgaris*) à la turlutte et à la faiblesse des prélèvements, des dérogations pourront être accordées selon les modalités définies par le préfet, du 15 septembre au 15 avril, dans la zone comprise entre le cap Saint-Antoine et l'entrée du goulet de Bonifacio, après avis du comité consultatif.

Toute arme de chasse terrestre ou sous-marine ne peut être introduite dans les zones de non-prélèvement que déchargée et placée sous étui ou dans un coffre fermé.

Art. 31. - L'exercice de la plongée sous-marine est soumis à autorisation individuelle. Les modalités d'obtention des autorisations sont définies par arrêté du préfet maritime, après avis du comité consultatif.

Chapitre VI

Dispositions finales

Art. 32. - Le décret no 82-7 du 6 janvier 1982 portant classement de la réserve naturelle des îles Lavezzi est abrogé.

Art. 33. - La ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement est chargée de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 23 septembre 1999.

Lionel Jospin

Par le Premier ministre :

La ministre de l'aménagement du territoire

et de l'environnement,

Dominique Voynet

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PREVUES

L'échantillonnage des données étant terminé depuis septembre 2006, les publications sont en cours de rédaction.

Elles auront pour titre :

A new index for measuring the ability of protected areas to maintain biological originality: Application to the Bonifacio Strait Natural Reserve

Sustainable development of a Mediterranean artisanal fishery through the limitation of recreational activities