

La recherche scientifique au sein des espaces protégés : le cas du Parc national de Port-Cros (Provence, Méditerranée française)

**Laëtitia FARSAC^{1*}, Charles F. BOUDOURESQUE², Alain BARCELO³
et Aurélien BESNARD¹**

¹*Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (UMR 5175), Ecole Pratique des Hautes Etudes, Biogéographie et Ecologie des Vertébrés, campus CNRS, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier cedex 5, France*

²*Aix-Marseille Université, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), UM 110, Campus universitaire de Luminy, 13288 Marseille cedex 9, France*

³*Parc national de Port-Cros, BP 70220, 83406 Hyères cedex, France*

**Contact : laetitia.farsac@laposte.net*

Résumé. Dans le contexte de la crise de la biodiversité, la création d'espaces protégés a pour objectif principal la conservation à long terme de la nature et des services écosystémiques associés. La recherche joue un rôle déterminant pour atteindre cet objectif. Cette étude vise donc à caractériser la recherche et son évolution au sein d'un espace protégé, en prenant comme modèle le Parc national de Port-Cros, et tente d'apporter un éclairage nouveau sur le lien recherche-gestion. Nous avons réalisé une analyse bibliographique de tous les travaux de recherche produits sur le territoire du Parc depuis sa création, à l'aide d'analyses factorielles de correspondances. Depuis la création du Parc national de Port-Cros, il y a 50 ans, plus de 1 400 références bibliographiques sont recensées, dont 1 220 ont été retenues pour les analyses. Le nombre de références est passé de 10-20 par période de 5 ans dans les années 1960-1970s à plus de 160 à partir des années 1980s. L'importance relative des travaux descriptifs a été maximale au cours des deux premières décennies, celle des travaux portant sur la compréhension des mécanismes écologiques dans les années 1980s, et celle des travaux ayant trait aux problématiques de gestion de la biodiversité depuis les années 2000s. Les problématiques de gestion sont variées : fréquentation et tourisme, usages marins, espèces invasives, pollution, gouvernance environnementale, etc. Les travaux des Sciences de la Vie dominant largement, même pour la période récente, par rapport à ceux des Sciences Humaines et Sociales (principalement l'histoire et l'archéologie). Au sein des Sciences de la Vie, l'accent a été mis d'abord sur les espèces, puis sur les communautés et enfin sur la dynamique des populations et la génétique. Par rapport à la diversité du monde vivant, quelques taxons macroscopiques ont été largement privilégiés (les spermatophytes, l'ensemble polyphylétique constitué par les « algues » pluricellulaires et quelques embranchements de métazoaires) ; en revanche, d'autres taxons macroscopiques (Fungi et de nombreux embranchements de métazoaires) et l'ensemble des taxons microscopiques n'ont fait l'objet d'aucune étude ou d'un nombre d'études insignifiant par rapport à leur place écologique. La plupart des travaux réalisés dans le cadre du Parc national ont fait l'objet de publications dans des revues indexées au niveau

international (9%), dans la revue du Parc national (19%), dans d'autres revues non-indexées (19%), dans des actes de colloques et dans des ouvrages. L'importance relative des travaux effectivement publiés, en particulier dans des revues indexées, est en fait supérieure aux valeurs indiquées ci-dessus, si l'on considère que les données des rapports (littérature grise) sont en général reprises dans une revue non-indexée, puis souvent dans une revue indexée. Au final, il apparaît que le Parc national de Port-Cros a favorisé le développement de recherches fondamentales, se maintenant ainsi à un haut niveau dans le monde de la recherche, tout en veillant à acquérir les connaissances nécessaires à sa gestion, en encourageant la recherche appliquée.

Mots-clés : analyse bibliographique, biodiversité, biologie de la conservation, évolution historique, aire marine protégée, îles d'Hyères.

Abstract. Scientific investigation in the framework of Protected Areas: the case of the Port-Cros National Park (Provence, French Mediterranean Sea).

In the context of the biodiversity crisis, the main aim of the creation of protected areas is the long-term conservation of nature and associated ecosystem services. Research plays an important role in achieving this goal. The aim of this study is to characterize the research and its historical development within a protected area, using Port-Cros National Park as an example, and to attempt to shed new light on the link between research and management. We conducted a literature review of all research results within the territory of the Park since its creation, using canonical analysis. Since the creation of the Port-Cros National Park, 50 years ago, more than 1400 references have been inventoried, including 1220 which were selected for analysis. The number of references has increased from 10-20 per 5-year period in the 1960s-1970s to more than 160 from the 1980s onwards. The relative importance of descriptive work was at a maximum during the first two decades, that of work on the understanding of the ecological mechanisms in the 1980s, and work related to biodiversity management issues since the 2000s. Management issues are varied: frequentation and tourism, marine uses, invasive species, pollution, environmental governance, etc. The works of the Life Sciences dominate even in the recent period, compared to those of the Humanities and Social Sciences (primarily archeology and history). In the Life Sciences, the focus was primarily on species, communities, and then finally on the population dynamics and genetics. Compared to the diversity of the living world, some macroscopic taxa were widely favored (seed plants, the polyphyletic group constituted by multicellular "algae", and some metazoan phyla). In contrast, for other macroscopic taxa (Fungi and many phyla of metazoans) and all microscopic taxa there are no studies or a significant number of studies in relation to their ecological role. Most of the work on the National Park has been published either in journals indexed at international level (9%), in the Park journal (19%), in other non-indexed journals (19%) or in conference proceedings and books. The relative importance of work actually published, in indexed journals in particular, is higher than the values given above, if we consider that the data of unpublished reports (gray literature) are usually included in articles published by non-indexed or indexed journals. Finally, we have shown that the Port-Cros National Park has encouraged basic research and remained at a high level in the world of research, while ensuring the knowledge necessary for its management by promoting applied research.

Keywords: literature review, biodiversity, conservation biology, historical development, marine protected area, Hyères Islands.

Introduction

L'émergence de la protection de la nature

Dans les années 1980s, les premières inquiétudes ont émergé quant au déclin rapide ou à l'extinction de nombreuses espèces. On a alors commencé à parler de la « sixième crise de la biodiversité », équivalente par son ampleur aux « big five », les 5 grandes crises que la diversité biologique a connues au cours des temps géologiques : la crise de la fin de l'Ordovicien (~438 Ma), la crise de la fin du Dévonien (~370 Ma), la crise Permien-Trias (~252 Ma), longtemps considérée comme la plus sévère, la crise de la jonction Trias-Jurassique (~215 Ma), et enfin la crise Crétacé-Tertiaire (~66 Ma), dite K-T (Wilson, 1988 ; Benton, 1994, 1995, 2006 ; Kerr, 2008). Par la suite, on a découvert la première et la plus terrible crise d'extinction : la crise de la terre boule-de-neige (*Snowball Earth Crisis*) ; entre ~800 et 600 Ma, la Terre a été plus ou moins gelée de pôle à pôle ; non seulement la vie n'a pas complètement disparu, mais sa diversification, son « explosion » au sortir de la crise, entre 600 et 500 Ma (Ediacara, Burgess, Cambrien, conquête des continents), pourrait être la réponse évolutive à sa quasi-extinction. En fin de compte, le monde d'aujourd'hui, dont l'Homme est un acteur majeur, pourrait être la conséquence de ces gigantesques glaciations 'fondatrices' (Kerr, 2000 ; Kirschvink, 2002 ; Kennedy *et al.*, 2008). Les « big five » sont donc devenus les « big six », la crise actuelle étant la septième (Boudouresque, 2012). Les six crises antérieures étaient dues à des événements cosmiques, géologiques ou climatiques « naturels » (chute d'astéroïdes géants, éruptions volcaniques, effet de serre) ; la particularité de la septième crise d'extinctions qui se produit actuellement est qu'elle est due à l'action d'une espèce, l'homme, sur son environnement, *via* la fragmentation et la destruction des habitats, la pollution, la surexploitation des ressources et/ou la suppression des barrières écologiques (Novacek et Cleland, 2001), au point que l'on serait entré dans une nouvelle ère géologique, l'*anthropocène*. En outre, le rythme d'extinction semble être 100 à 1 000 fois plus rapide que celui des crises antérieures (Wilson, 1988). La prise de conscience de cette extinction massive d'espèces a mis sur le devant de la scène la nécessité de prendre des mesures pour enrayer les déclin d'espèces et protéger la nature ou la biodiversité, pour des raisons éthiques mais aussi parce que la nature est une ressource nécessaire à l'homme, *via* les services qu'elle lui fournit (Costanza *et al.*, 1997 ; Balmford *et al.*, 2002 ; Blandin, 2009).

La protection des espaces (et des espèces qui y vivent) est une idée relativement récente à l'échelle de l'histoire de l'humanité. Pendant longtemps en effet, l'espace a paru infini. Les changements induits par

l'homme, leur irréversibilité, et les inconvénients qui pouvaient résulter de ces changements, n'étaient pas perçus, ou en tous cas n'étaient perçus que par une minorité. En outre, de nombreux espaces restaient peu accessibles ou inaccessibles, constituant ainsi des « réserves de fait » (Simberloff, 2000 ; Jackson *et al.*, 2001 ; Raffin, 2001 ; Merveilleux du Vignaux, 2003).

Le terme de « Parc national » semble avoir été employé pour la première fois en 1832 par l'américain Georges Catlin, un artiste peintre, fin connaisseur de la culture amérindienne et passionné d'espèces sauvages. Dans un article publié par le New York Times, Georges Catlin propose que les merveilles de la nature soient préservées « *by some great protecting policy of government (...) in a magnificent park (...). A nation's park containing man and beast, in all the wild and freshness of their nature's beauty* » (in Jaffeux, 2010). Cette citation est très importante. En effet, de façon prémonitoire, elle associe l'homme à la protection de la nature, au lieu de l'exclure. Il faudra plus d'un siècle et demi pour que cette nécessité, cette évidence, soit redécouverte, à l'occasion du sommet de Rio, en 1992, sous le nom de « développement durable ».

Le premier parc national a été créé aux Etats-Unis, en 1872. C'est le parc de Yellowstone. Ce parc constitue une véritable trahison pour les idées de Georges Catlin (et pour les idées modernes) : il était basé sur la « mise sous cloche » de la nature et sur l'exclusion de l'homme. Cette exclusion de l'homme s'est traduite à Yellowstone par l'expulsion manu militari des tribus amérindiennes. La mise sous cloche s'est traduite par l'éradication du prédateur, le loup. Cette éradication, de l'homme comme du loup, semble aujourd'hui incroyable, incompréhensible. Elle s'explique par la culture religieuse dominante à l'époque : au paradis terrestre, avant le « pêché originel », le lion était supposé manger de l'herbe et le prédateur était donc un « méchant » (Landry, 2001 ; Bazin, 2010 ; Jaffeux, 2010). Elle s'explique également par l'idée « rousseausiste » qu'il faut protéger la nature pour la nature, pour elle-même, que l'Homme est le mal, et qu'éradiquer le mal, c'était éradiquer l'Homme (Barbier, 2010). Cette écologie religieuse d'avant le pêché originel constituait la norme au milieu du 20^e siècle. On croyait qu'un écosystème « en bonne santé » était stable et en équilibre, alors que l'on sait aujourd'hui qu'il fluctue sans cesse naturellement, et que les perturbations sont nécessaires au fonctionnement 'naturel' d'un écosystème. L'abondance des parasites était perçue comme négative, alors que l'on sait aujourd'hui qu'il s'agit d'un critère de base du bon fonctionnement d'un écosystème (Combes, 1995, 2001 ; Bartoli, 2003 ; Combes, 2006).

Les premiers parcs avaient donc pour objectif de soustraire des espaces naturels à l'action « néfaste » de l'homme. Ils se sont ainsi construits autour

du concept de préservation de la 'wilderness', un terme difficile à traduire en français car il signifie à la fois « désert » et « jungle », avec une connotation à la fois négative et positive. Dans ces premiers parcs, la nature apparaissait comme un sanctuaire inviolable, et aucune action humaine n'y était tolérée, même la lutte contre les incendies de forêt naturels (Raffin, 2001 ; Merveilleux du Vignaux, 2003 ; Blandin, 2009 ; Giran, 2010). Cette conception de la préservation de la nature était cohérente avec une société humaine en fort développement démographique et économique, qui imposait une exploitation toujours plus importante des ressources. L'action en faveur de la protection de la nature se restreignait donc à la création de sites soustraits à l'emprise anthropique (réserves ou parcs), sites placés « sous cloche », sites d'autant plus isolés que partout ailleurs la transformation des milieux s'accélérait (Aubertin et Rodary, 2008). La mise à l'abri de tout impact humain est bien sûr illusoire si les espaces protégés sont entourés d'habitats dégradés qui limitent les interactions biotiques (dispersions des individus et des flux géniques), modifient les cycles de l'eau et des nutriments, exportent des polluants et des espèces non indigènes et éventuellement modifient le climat régional (McNeely, 1994 ; Simberloff, 2000 ; Boudouresque et Verlaque, 2005 ; Boudouresque *et al.*, 2005).

Les parcs nationaux français et le rôle de la recherche scientifique

En France, c'est à la fin du 19^e siècle et au début du 20^e siècle, peu après la création des premiers parcs nationaux aux Etats-Unis, que les forestiers et les associations de tourisme ou de randonneurs se sont joints aux naturalistes et à des artistes pour devenir les promoteurs de la protection de la nature et contribuer à l'avènement d'une politique nationale (Selmi, 2006 ; Fresko, 2010 ; Jaffeux, 2010 ; Sabatier *et al.*, 2010). Il s'agissait en premier lieu de protéger des espèces menacées d'extinction, des milieux remarquables, des paysages pittoresques, esthétiques, là encore à travers la préservation d'espaces. Toutefois, la promulgation de la loi cadre sur la création des parcs nationaux n'a eu lieu qu'en 1960, suivie en 1963 par la création des deux premiers parcs nationaux français : le Parc national de la Vanoise puis le Parc national de Port-Cros. Mais à la différence des parcs américains, les « parcs à la française » entendaient dès leur création associer développement économique et protection de la nature (Larrère *et al.*, 2009). Chaque parc national s'organise alors en deux zones géographiques aux exigences et objectifs différents : la zone centrale où les objectifs de conservation et de protection sont forts et la réglementation stricte, et la zone périphérique qui doit favoriser le développement socio-économique de la région proche du parc, par le maintien des activités traditionnelles notamment, tout en

assurant une conservation effective de la nature. Les parcs nationaux français, en choisissant de concilier développement socio-économique et conservation de la nature, deux objectifs *a priori* contradictoires, et en s’y confrontant au quotidien, ont donc joué un rôle précurseur dans la prise de conscience de la complexité des problèmes de gestion conservatoire de la nature.

Parallèlement à la mise en place de mesures de protection des espaces naturels, la recherche en écologie était en pleine expansion durant les années 1960s et 1970s. Les concepts associés à la gestion des écosystèmes émergeaient (Grumbine, 1994) et une nouvelle discipline directement intéressée par la protection de la nature a vu le jour : la biologie de la conservation (Soulé, 1985). Avec cette nouvelle discipline, les chercheurs tendent à s’impliquer dans la prise de décision de gestion du milieu naturel et à démontrer l’importance de la recherche scientifique, d’abord en écologie puis en sciences humaines et sociales, pour conduire des actions de gestion. En effet, la recherche produit des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes et des populations à protéger, permettant ainsi de définir des priorités de gestion (Brooks *et al.*, 2006), d’identifier les bras de leviers opérationnels et d’évaluer la pertinence des actions menées (Butchart *et al.*, 2010). Aujourd’hui, l’importance de la recherche scientifique multidisciplinaire pour la conservation efficace des espèces et des espaces est unanimement admise, même si la mise en pratique s’avère plus complexe (Sunderland *et al.*, 2009).

Dans le cas des parcs nationaux français, le travail des scientifiques sur ces territoires, et notamment celui des membres du Conseil scientifique, a été peu reconnu et valorisé par le monde de la recherche académique (Lavagne, 1975 ; Lecarpentier, 2010), alors que les parcs nationaux apparaissent potentiellement comme des territoires de référence et de support de la recherche, et en ont besoin pour répondre à des problèmes complexes de gestion. De plus, force est de constater que la recherche menée sur ces territoires n’est pas toujours suffisante pour une gestion optimale, car ses objectifs ne répondent pas forcément aux besoins des gestionnaires (Gillet, 1996) et les problématiques de gestion restent très nombreuses. Les temps d’action sont également différents entre science, gestion, législation et activités socioprofessionnelles, ce qui rend complexe l’interaction effective entre ces différents domaines qui ont pourtant tous initialement un même objectif : conserver la nature (Larrère *et al.*, 2009). Toutefois, des efforts ont été faits pour développer un lien réciproque entre recherche et gestion. Par exemple, un projet de programme de recherche interdisciplinaire sur les espaces protégés a été lancé en 1995, avec pour objectif affiché de faire le point sur les besoins des parcs nationaux en matière de recherche (Larrère *et al.*, 2009) . De leur

côté, les parcs nationaux doivent définir clairement le rôle du comité scientifique, dont la mise en place est prévue dans le décret de création de chaque parc (art. 34 décret n°63-1235). Même s'ils ne sont pas eux-mêmes des organismes de recherche, les parcs nationaux se doivent ainsi de développer leur lien avec la recherche et ont aussi pour mission de l'accueillir et d'initier des actions innovantes dans le domaine de la gestion du patrimoine (Martinez, 2008).

Le cas du Parc national de Port-Cros

Contrairement à d'autres parcs nationaux français qui sont nés dans des contextes locaux souvent assez hostiles et conflictuels, la création du Parc national de Port-Cros a abouti sans grandes difficultés (Larrère *et al.*, 2009). Les îles d'Hyères, dont fait partie Port-Cros, ont suscité, longtemps avant la création du Parc, la curiosité des naturalistes, notamment du domaine terrestre tels qu'Emile Jahandiez (Médail *et al.*, 2013a) ou Paul Veyret (Ponel, 2013). Du 11 au 13 mai 1962, Port-Cros a accueilli un colloque qui plaidait en faveur de la création d'un parc national (Anonyme, 1963), création qui sera effective le 14 décembre 1963 ; les différentes études présentées à ce colloque font apparaître que Port-Cros offre un champ d'étude très étendu pour les scientifiques institutionnels ou pour les naturalistes (*e.g.* Balachowsky, 1963 ; Heim, 1963 ; Hoffmann et Dorst, 1963 ; Molinier, 1963 ; Pérès et Picard, 1963). Il a été alors souhaité que la constitution du Parc national de Port-Cros soit suivie d'une organisation méthodique de la recherche scientifique dans tous les domaines. Un Conseil scientifique du Parc a été effectivement mis en place dès 1964, Conseil immédiatement très actif et impliqué dans l'aide à la gestion du Parc (Augier *et al.*, 1971 ; Barcelo et Boudouresque, 2011, 2012 ; Boudouresque *et al.*, 2013).

Le lien du Parc national de Port-Cros avec la recherche semble donc s'être développé dans un contexte plutôt favorable. De ce fait, mais aussi parce qu'il est l'un des tout premiers parcs nationaux français, le Parc national de Port-Cros apparaît comme un modèle d'étude pertinent pour explorer le lien entre recherche et gestion dans les espaces protégés. Il est possible notamment qu'il se distingue des autres espaces protégés du fait de son originalité géographique. En effet, le Parc national de Port-Cros est le premier parc marin en Europe, et il est notamment marqué par une forte insularité, une faible superficie et (jusqu'en 2012) par l'absence de zone périphérique (Voizard, 1971). L'analyse de sa relation à la recherche pourrait apporter un éclairage nouveau sur ce que peut-être la recherche scientifique dans un espace protégé, et son lien avec la gestion. De plus, le Parc vient de redéfinir son périmètre, conséquence de la loi d'avril 2006 relative à la refondation des parcs nationaux (Barcelo et Boudouresque, 2012). Il paraît donc utile aujourd'hui de faire le bilan de ce qui a été réalisé en terme de

recherche dans le Parc au cours des 50 dernières années, de savoir ce qu'a pu apporter le Parc à la communauté des scientifiques et des gestionnaires et de mieux cerner le rôle de ce territoire vis-à-vis de la recherche, tant fondamentale qu'appliquée.

La présente étude se propose donc de réaliser un bilan de la recherche scientifique et de son évolution historique au sein du Parc national de Port-Cros, grâce à une analyse bibliographique de tous les travaux scientifiques produits sur le territoire du Parc au cours des 50 années écoulées depuis sa création. Pour ce faire, nous avons ciblé quatre questionnements complémentaires :

- Quels sont les objectifs des recherches menées sur le territoire du Parc ?
- Quels sont les domaines et les thématiques de recherche qu'il accueille ?
- Quelles sont les échelles d'approche des études réalisées sur le territoire du Parc ?
- Quel est le mode de diffusion des travaux réalisés ?

Pour toutes ces questions, nous avons tenté de faire un état des lieux et de retracer l'évolution au cours du temps des pratiques relatives à la recherche scientifique au sein du Parc.

Matériel et méthodes

Présentation du site d'étude

Le Parc national de Port-Cros a été créé en 1963. Situé en Provence, dans le Sud-Est de la France, il s'étendait sur 700 ha terrestres, incluant l'île de Bagaud et les îlots du Rascas et de la Gabinière, et sur 1 288 ha en mer. Sur les bases de la loi du 14 avril 2006, un nouveau périmètre de Parc a vu le jour en mai 2012. Le cœur de Parc correspond désormais à Port-Cros et à Porquerolles, 'l'aire optimale d'adhésion' englobe une dizaine de communes et une aire maritime adjacente a été définie (Barcelo et Boudouresque, 2012).

Collecte des données

Les données que nous avons collectées et analysées sont issues d'une compilation de tous les documents (rapports, thèses, articles scientifiques, etc.) relatifs à des travaux de recherche effectués sur le territoire du Parc national, tous domaines et thématiques confondus depuis sa création. Un premier catalogue bibliographique était disponible au service de la documentation du Parc. Il a servi de base à ce travail. Cependant cette base n'étant pas complète, nous avons consulté la base de données documentaire de l'Atelier Technique des Espaces Naturels (<http://aten.superdoc.com>). Des recherches bibliographiques complémentaires ont aussi été

effectuées sur internet, via les bases de données Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>), Web of Knowledge (<http://portal.isiknowledge.com>) et via le moteur de recherche Google Scholar (<http://scholar.google.fr>). Les mots-clés 'Port-Cros', 'Porquerolles' et 'Iles d'Hyères' ont été utilisés pour ces recherches, parfois combinés à des noms d'espèces emblématiques de Port-Cros. Des chercheurs ayant travaillé à Port-Cros ont aussi été sollicités par courrier électronique afin qu'ils envoient des références dont ils auraient eu connaissance. Enfin, la bibliothèque du GIS Posidonie, du MIO (Mediterranean Institute of Oceanography), et de l'IMBE (Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie) dont les chercheurs travaillent sur le territoire du Parc depuis sa création, a également été consultée. La sélection des travaux pertinents pour notre étude s'est faite selon les critères suivants :

- Seuls les travaux publiés de 1963 (date de la création du Parc) à 2012 ont été pris en compte.
- Une partie au moins des données des études compilées devait avoir été collectée sur l'île de Port-Cros et/ou sur l'île de Porquerolles.
- Les documents techniques relatant des mesures de gestion et les documents de vulgarisation ne comportant pas d'acquisition de connaissances au sens strict ont été exclus.

Toutes les références identifiées ont alors été récupérées et consultées. Leur source (titre, revue, éditeur(s), publieur, ville, etc.) a été saisie dans une base de données Access (Access 2007®). Pour chaque document, un certain nombre de caractéristiques ont été relevées et saisies dans la base de données. Ils concernaient : le domaine d'approche (marin, terrestre), la typologie des travaux (article, rapport, thèse, etc.), les domaines de recherche (Sciences de la Vie, Science de la Terre, Sciences Humaines et Sociales) et leurs thématiques, le type de recherche (recherche descriptive, c'est à dire détermination des patrons, recherche sur les mécanismes plus fondamentaux, recherche appliquée), les échelles spatiale et temporelle et l'échelle d'approche écologique (de l'individu à l'écosystème). Pour la distinction entre les revues indexées et non indexées, nous nous sommes basés sur le Journal of Citation Reports (JCR). Nous avons choisi de considérer séparément les articles des Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros (devenus en 1985 '*Scientific Reports of Port-Cros national Park*') de la catégorie 'revues non indexées' pour mieux situer la revue du Parc national par rapport aux publications scientifiques en général. La limite entre recherche fondamentale et appliquée est parfois difficile à appréhender. Chaque fois que des recommandations de gestion étaient faites, ou que le but de recherche pour la gestion du Parc était explicitement énoncé, les travaux ont été classés dans la catégorie 'Recherche appliquée'. A l'inverse, les inventaires, les suivis de type recensements et

la description d'espèces ont été considérés comme de la recherche descriptive.

Analyses des données

Les analyses descriptives se sont basées sur des tableaux de contingence compilant le nombre de travaux correspondant à chaque catégorie d'un champ, et par période de 5 ans de 1963 à 2012. Un premier bilan quantitatif a été fait à l'aide de diagrammes circulaires et de courbes. Pour l'étude de l'évolution temporelle des différents champs, nous avons utilisé une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). L'AFC se base sur des tableaux de contingence, et vise à produire une image synthétique de ceux-ci (Balladur, 1970) en analysant plusieurs variables d'un même objet simultanément. L'AFC est utilisée dans de nombreux domaines tels que l'écologie (Zuur *et al.*, 2007) et la sociologie (Lejeune, 2007). Ici, elle nous permet d'examiner l'association des catégories d'un champ de la base avec une période particulière et ainsi de détecter une éventuelle évolution historique des pratiques. Une Classification Hiérarchique sur Composantes Principales (HCPC) a également été réalisée pour chaque AFC, afin de faciliter l'interprétation des résultats. Sur les dendrogrammes qui en résultent, la barre noire représente un niveau optimal de division en clusters, calculé par la fonction HCPC, qui minimise la variance résiduelle ou intra-classe non expliquée par le modèle. Cependant, le nombre de clusters peut être choisi par l'observateur en fonction du niveau d'analyse qu'il souhaite avoir et de l'allure du dendrogramme (Husson *et al.*, 2010). Toutes les analyses ont été conduites avec le logiciel R, version 2.14.1 (R Development Core Team, 2011). Certaines périodes ont été exclues des analyses car le nombre de données était insuffisant pour être pertinent.

Résultats

Evolution quantitative de la production scientifique

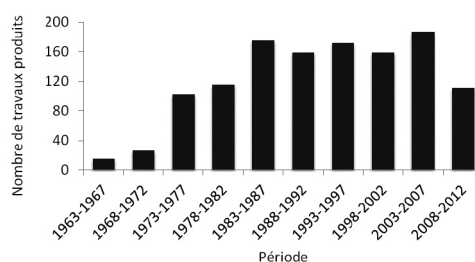


Figure 1. Evolution du nombre de travaux produits (travaux publiés et littérature grise) par la recherche menée sur le territoire du Parc national de Port-Cros. La période 2008-2012 est incomplète.

Sur les 1 425 références recensées, 1 220 remplissaient les différents critères énoncés plus haut et ont donc été retenues pour les analyses. Un premier examen quantitatif montre que le nombre de travaux produits a augmenté fortement entre les années 1960s et les années 1980s, passant de 10-20 à plus de 160 par période de 5 ans. Ce nombre a ensuite été stable, avec une petite baisse pour la dernière période 2008-2012, qui était toutefois encore en cours au moment de l'analyse (Fig. 1).

Objectifs de la recherche dans le Parc national de Port-Cros

Les études visant à la description du patrimoine naturel et culturel du Parc national, telles que les inventaires, les cartographies et les suivis, sont majoritaires et totalisent 42% des travaux répertoriés. La recherche fondamentale impliquant la compréhension des mécanismes écologiques représente 33% des travaux tandis que la recherche appliquée, c'est-à-dire la recherche qui a pour vocation d'aider à la prise de décisions concernant la gestion ou la conservation d'espèces ou d'habitats, concerne 22% des travaux (Tabl. I). Les objectifs de la recherche ont évolué au cours du temps. Ainsi, au fil des années, la recherche appliquée s'est progressivement renforcée, tandis que la recherche fondamentale a connu un pic de production dans les années 1980s et semble avoir décliné depuis (Fig. 2).

Tableau I. Nombre de travaux produits (et pourcentage), par périodes de 5 ans, pour les trois objectifs de la recherche dans le Parc national de Port-Cros. La période 2008-2012 est incomplète. En caractères gras, le pourcentage maximal pour chaque objectif.

Période	Description des patrons	Proportion	Compréhension des mécanismes	Proportion	Recherche appliquée	Proportion
1963-1967	12	80%	3	20%	0	0%
1968-1972	18	67%	7	26%	2	7%
1973-1977	59	58%	31	31%	11	11%
1978-1982	49	42%	54	47%	13	11%
1983-1987	43	24%	101	58%	31	18%
1988-1992	62	38%	72	45%	27	17%
1993-1997	80	47%	51	30%	39	23%
1998-2002	65	41%	43	28%	49	31%
2003-2007	75	40%	52	28%	60	32%
2008-2012	51	46%	29	26%	31	28%
Total	514	42%	443	36%	263	22%

Evolution des thématiques de recherche

Grands domaines d'étude

76% des publications produites par la recherche menée sur le territoire du Parc national concernent les Sciences de la Vie (SV). Les Sciences Humaines et Sociales (SHS) représentent 19% des travaux tandis que les 5% restant relèvent des Sciences de la Terre (ST) (Tabl. II). L'AFC et la HCPC montrent que les travaux des SHS n'émergent vraiment qu'à partir du milieu des années 1980s, tandis que la proportion prise par les Sciences de la Terre est plus importante durant les premières décennies d'existence du Parc (Fig. 3).

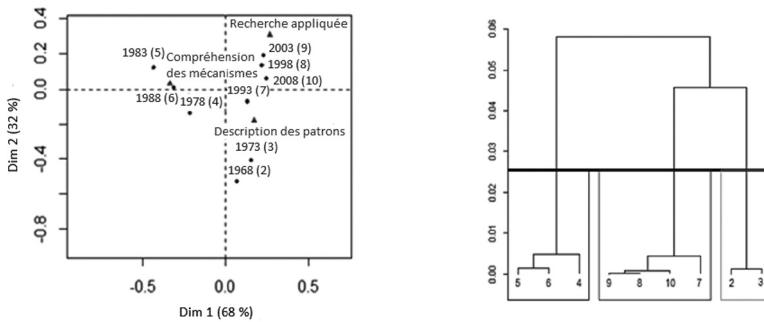


Figure 2. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour les objectifs de la recherche sur le territoire du Parc national de Port-Cros (n = 1 205). Les dates correspondent au début de chaque période de 5 ans. En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel.

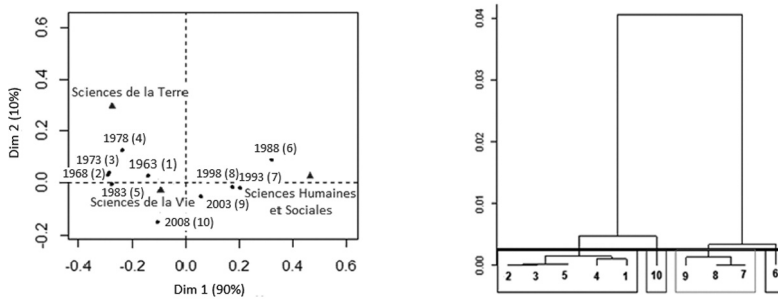


Figure 3. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour les domaines d'étude de la recherche sur le territoire du Parc national de Port-Cros (n = 1 220). Les dates correspondent au début de chaque période de 5 ans. En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel.

Tableau II. Nombre de travaux produits (et pourcentage) par périodes de 5 ans dans les trois grands domaines de la recherche dans le Parc national de Port-Cros. La période 2008-2012 est incomplète. En caractères gras, le pourcentage maximal pour chaque domaine.

Période	Sciences de la Vie	Proportion	Sciences de la Terre	Proportion	Sciences Humaines et Sociales	Proportion
1963-1967	12	80%	1	7%	2	13%
1968-1972	22	84%	2	8%	2	8%
1973-1977	86	84%	8	8%	8	8%
1978-1982	92	80%	11	10%	12	10%
1983-1987	149	85%	12	7%	14	8%
1988-1992	101	64%	8	5%	50	31%
1993-1997	121	71%	6	3%	45	26%
1998-2002	113	71%	6	4%	40	25%
2003-2007	142	76%	7	4%	38	20%
2008-2012	93	84%	3	3%	15	13%
Total	931	76%	64	5%	226	19%

La production de travaux en SHS est largement inférieure à la production en Sciences de la Vie. On peut toutefois constater que la production en SHS augmente vraiment à partir de la fin des années 1980s (Tabl. II). Les disciplines les plus représentées sont l'histoire et l'archéologie, qui concernent 54% des travaux produits en SHS, ainsi que la sociologie (15%) (Fig. 4).

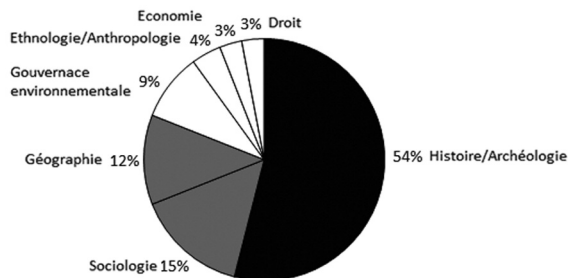


Figure 4. Répartition des thématiques de recherche en Sciences Humaines et Sociales, sur le territoire du Parc national de Port-Cros, de 1963 à 2012.

Taxons étudiés par les Sciences de la Vie

Au sein des métazoaires (Fig. 5), les taxons les plus étudiés sont les vertébrés (62% des travaux produits), dont les téléostéens (22%), les oiseaux (20%) et les mammifères (18%). L'étude des taxons de métazoaires a évolué clairement au cours du temps (Fig. 6). Les années 1970s sont majoritairement consacrées à l'étude de taxons terrestres, tels que les oiseaux ou l'ensemble « chéloniens-lézards-serpents », tandis que l'étude des taxons marins prédomine à partir des années 1980s. En prenant en compte les taxons autres que les métazoaires, on peut constater que les taxons marins ont été beaucoup plus étudiés (64%) que les taxons terrestres.

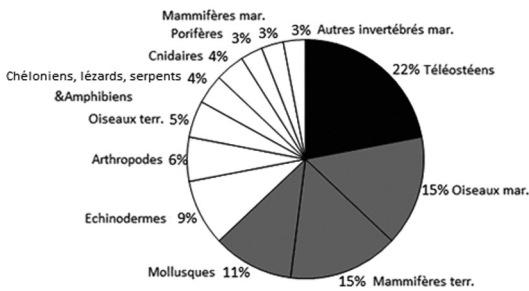


Figure 5. Répartition des thématiques de recherche en Sciences de la Vie : taxons de métazoaires. mar. = marins, terr. = terrestres.

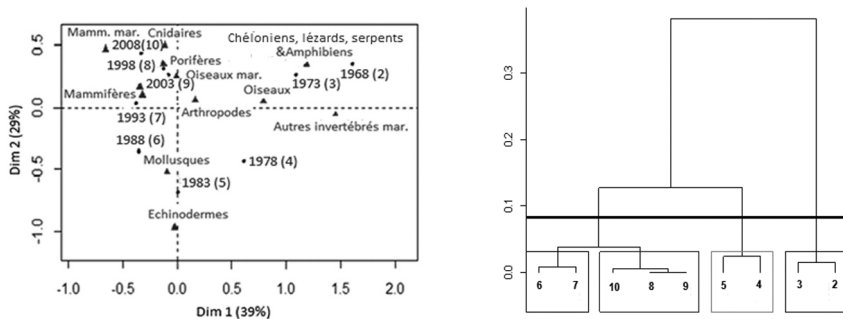


Figure 6. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour les taxons de métazoaires étudiés sur le territoire du Parc national de Port-Cros (n = 969). Les dates correspondent au début de chaque période de 5 ans. En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel.

Les taxons autres que métazoaires concernent en grande partie le « domaine végétal » (Fig. 7). Nous pouvons constater une répartition équilibrée entre les études relatives aux spermatophytes terrestres, aux spermatophytes marins et à l'ensemble polyphylétique des 'algues' pluricellulaires (chlorobiontes, rhodobiontes et phéophycées). En revanche, les Fungi et les bryophytes sont très peu étudiés, avec moins de 10% des études. La végétation marine représente 60% des études dont 29% concernent les spermatophytes marins, en particulier *Posidonia oceanica* (Fig. 7). Le groupe des spermatophytes terrestres concerne quant à lui des groupes taxonomiques plus variés. L'analyse factorielle des correspondances nous montre que la végétation marine de Port-Cros a été étudiée dès les années 1960s. Les études de la végétation terrestre dominent plus tardivement, à partir de la fin des années 1990s (Fig. 8).

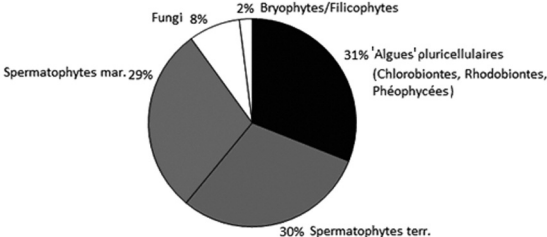


Figure 7. Répartition des thématiques de recherche en Sciences de la Vie (taxons autres que métazoaires). mar. = marins, terr. = terrestres.

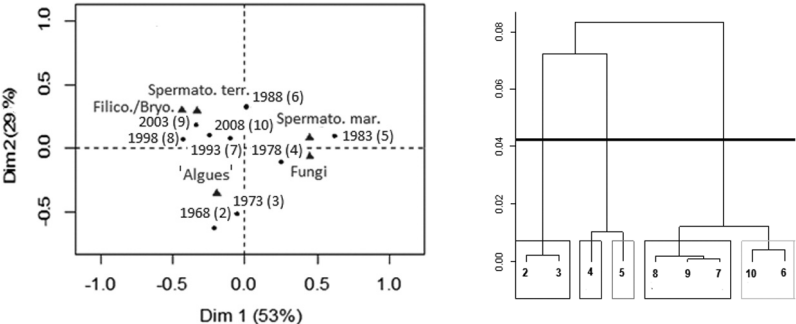


Figure 8. Résultats de l'AFC (à gauche) et de l'HCPC (à droite) pour les taxons autres que métazoaires étudiés sur le territoire du Parc national de Port-Cros (n = 434). Les dates correspondent au début de chaque période de 5 ans. En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel. Filico. = Filicophytes. Bryo. = Bryophytes.

Problématiques liées à la gestion

L'AFC qui traite des problématiques de gestion présente un nuage beaucoup plus dispersé que les AFC précédentes, et ne correspond pas tout à fait à une succession chronologique (Fig. 9 et 10). Néanmoins, cette analyse nous éclaire sur les préoccupations de la recherche à Port-Cros, liées à sa gestion. Ainsi, les questions de pollution et d'aménagement et de gestion des ressources (notamment l'eau) se sont-elles présentées dans les premières décennies d'existence du Parc national, alors que récemment, c'est la problématique des changements globaux, à laquelle on rattache celle des espèces invasives, qui émerge (Fig. 10).

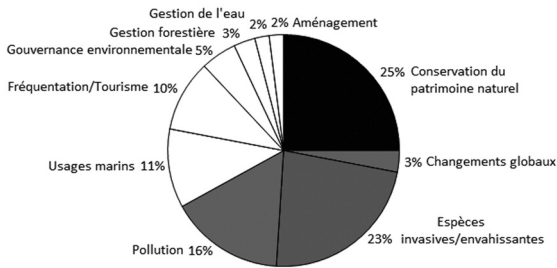


Figure 9. Répartition des thématiques de recherche liées aux problématiques de gestion du Parc national de Port-Cros.

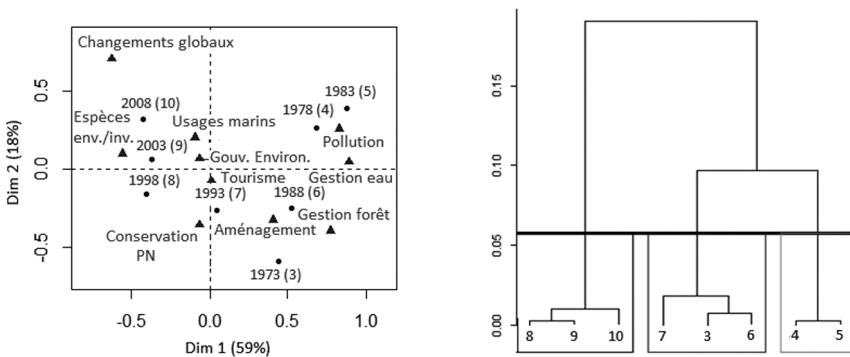


Figure 10. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour les thématiques de recherche liées aux problématiques de gestion du Parc national de Port-Cros (n = 509). En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel. Env. = Envahissantes. Inv. = Invasives. Gov. = Gouvernance. PN = Patrimoine Naturel.

Echelles d'approche

31% des travaux se situent à l'échelle **des populations**, tandis que 23% ont porté sur la description ou l'inventaire **d'espèces**. L'écologie des communautés est bien représentée avec 20% des travaux produits. Les études concernant un **écosystème** particulier représentent 14% des travaux. Les 12% restants sont répartis sur des échelles d'approche plus petites (gène, cellule, individu) (Fig. 11). Les résultats de l'AFC montrent une certaine évolution historique. On remarque que les catégories 'Cellule/Molécule', qui se réfère surtout à la génétique, et 'Population' sont étroitement associées dans le temps, de même que les catégories 'Communauté' et 'Ecosystème' (Fig. 12). Les inventaires et la description des espèces ont surtout été réalisés durant les années 1968-1977. Par la suite, la description des associations d'espèces ('communautés') a pris de l'ampleur, notamment dans les années 1980s. Enfin, les recherches menées durant les deux dernières décennies se sont plus consacrées à l'étude de la dynamique des populations, et à la génétique.

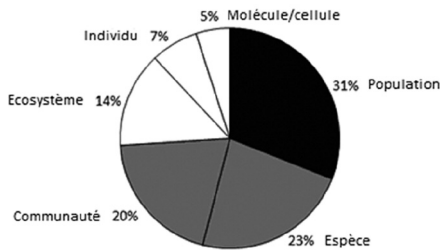


Figure 11. Répartition des différentes échelles d'approche du vivant dans les recherches menées dans le cadre du Parc national de Port-Cros.

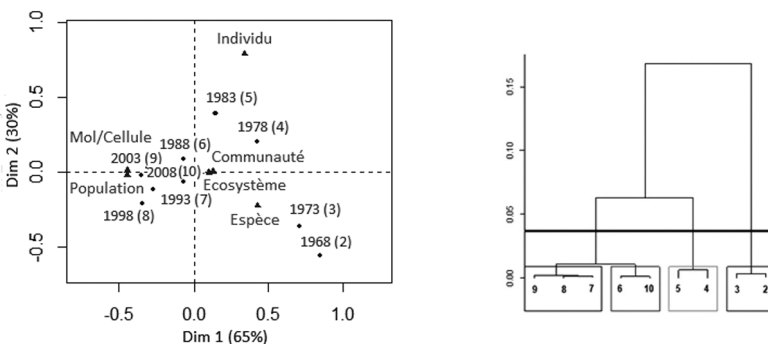


Figure 12. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour les différentes approches du vivant par la recherche dans le cadre du Parc national de Port-Cros (n = 1 015). En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel. Mol. = Molécule.

Le site de Port-Cros est intégré dans des études à diverses **échelles géographiques**. Sur la figure 13, l'échelle locale correspond aux études faites exclusivement sur une partie d'une île, Port-Cros ou Porquerolles ; c'est l'échelle du Parc. Les études à échelle régionale sont celles qui considèrent la Provence et le territoire français, jusqu'au pourtour de la Méditerranée nord-occidentale. Enfin, l'échelle globale intègre les études sur la Méditerranée dans son ensemble et d'autres régions du monde. Les résultats montrent que ce sont les études à l'échelle du Parc qui prédominent largement, avec 64% des travaux recensés (Fig. 13). L'AFC montre que le site de Port-Cros a peu à peu été intégré à des études de plus grande envergure, jusqu'à une échelle méditerranéenne, voire mondiale, très récemment (Fig. 14).

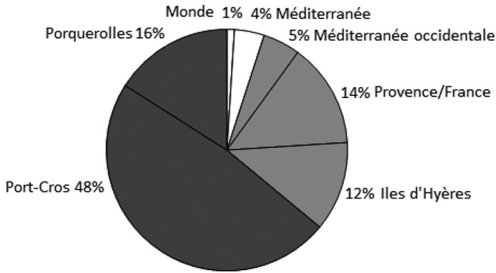


Figure 13. Répartition des échelles d'approche spatiale dans les recherches menées dans le cadre du Parc national de Port-Cros.

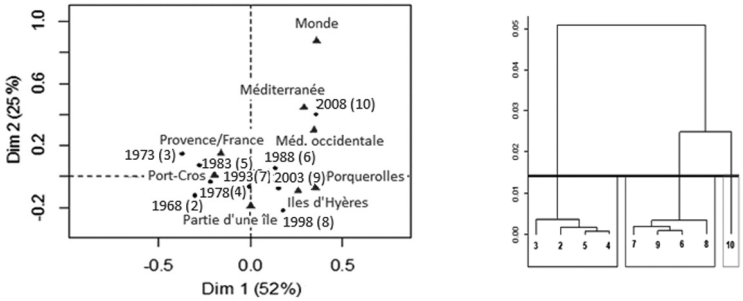


Figure 14. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour les échelles d'approche spatiale par la recherche, dans le cadre du Parc national de Port-Cros (n = 1 211). En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel. Méd. = Méditerranée.

Evolution du mode de diffusion des travaux

L'étude de la typologie des travaux scientifiques fournit un indice sur le mode de diffusion des résultats et leur possible exploitation par la communauté des scientifiques et des gestionnaires. On remarque que 45% des études correspondent à de la 'littérature grise', sous forme principalement de rapports scientifiques non effectivement publiés. 38% des études sont publiées sous forme d'articles dans des revues non indexées, contre 9% dans des revues indexées, de rang international. La revue du Parc national (*Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros, devenue Scientific Reports of Port-Cros National Park*), que nous avons distinguée des autres revues non indexées, puisque directement liée à la politique scientifique du Parc, réunit 19% des travaux produits (Fig. 15). L'AFC et la classification hiérarchique montrent une évolution historique du mode de diffusion des travaux (Fig. 16). On peut remarquer, pour la période 1978-1982, une prépondérance des travaux publiés dans la revue du Parc (lancée en 1975), ainsi que l'émergence des publications dans des revues internationales ces dernières années (période 2008-2012).

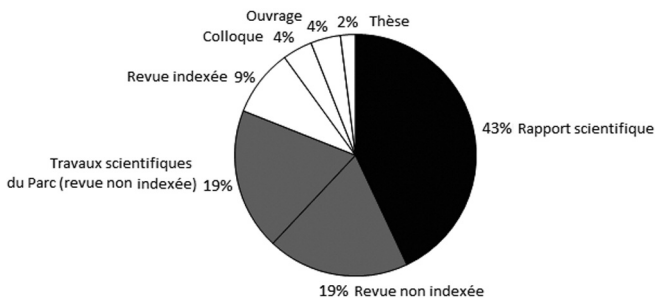


Figure 15. Répartition des travaux en fonction de leur typologie, dans les travaux publiés dans le cadre du Parc national de Port-Cros.

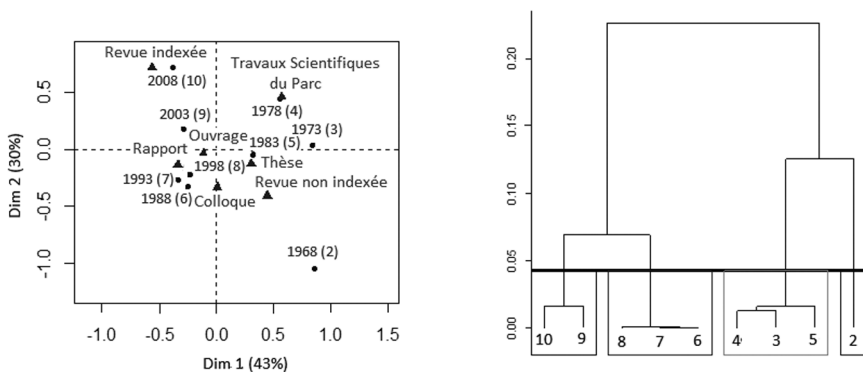


Figure 16. Résultats de l'AFC (à gauche) et de la HCPC (à droite) pour le mode de diffusion des travaux produits sur le territoire du Parc national de Port-Cros (n = 1 220). En abscisse de l'HCPC, les dates sont remplacées par leur numéro séquentiel.

Discussion

Evolution générale de la production scientifique sur le territoire du Parc national de Port-Cros

La présente étude établit le premier bilan complet, à notre connaissance, de la recherche scientifique sur le territoire d'un espace protégé de France, en relation avec sa gestion. Un examen purement quantitatif montre que la production scientifique du Parc national de Port-Cros se caractérise par une augmentation conséquente des publications au cours du temps, dans les années 1980s notamment et se stabilise ensuite à son maximum, avec une trentaine d'études par an en moyenne.

Plusieurs éléments peuvent expliquer cette évolution du nombre de travaux scientifiques produits. Les débuts de la recherche dans le Parc apparaissent timides, malgré un Conseil scientifique mis en place dès 1964. Cette recherche semble grandement freinée par des problèmes d'hébergement des scientifiques sur le terrain. De plus, le Parc n'étant pas un organisme de recherche, il ne peut consacrer qu'une petite partie de son budget à cette activité. Dans les années 1980s, cette situation semble se débloquer car une part croissante du budget du Parc va être allouée à la recherche - Port-Cros étant d'ailleurs le Parc national qui octroie le plus de moyens à la recherche (Collectif, 1980). Ce budget demeure cependant insuffisant pour financer des recherches de plus en plus coûteuses et les membres du Conseil scientifique ont dû trouver des co-financements extérieurs et de nouveaux partenaires. La collaboration inter-parcs et avec les grands organismes de recherche institutionnelle est encouragée et de grands programmes coordonnés de recherche sont lancés (Letourneux, 1986). Port-Cros fera figure d'exemple dans la conduite de tels programmes et la mise en place d'une recherche coordonnée (PNPC, 1983). De nouvelles disciplines sont aussi peu à peu intégrées au Conseil scientifique, notamment les Sciences Humaines et Sociales (SHS) dans le milieu des années 1980s. La recherche au Parc se diversifie progressivement et prend de nouvelles orientations, notamment en passant d'une recherche assez fondamentale à une recherche appliquée aux problèmes de gestion, comme nous le verrons par la suite. Enfin, le lancement en 1975 de la revue du Parc 'Travaux Scientifiques du Parc national de Port-Cros' a également joué un rôle de tremplin pour la recherche. La période des années 1980s semble donc avoir été charnière en ce qui concerne le lien entre le Parc et le monde de la recherche, académique ou non. Depuis cette période, la production scientifique s'est maintenue à un rythme élevé sur le territoire du Parc.

Objectifs de la recherche à Port-Cros et évolution des concepts de la protection de la nature et de l'écologie

Dans le détail, la présente étude met clairement en évidence une évolution

historique de la recherche sur le territoire du Parc national de Port-Cros et cela sur les différents axes explorés, tels que l'évolution des objectifs de la recherche, des thématiques et des échelles d'approche.

La première grande évolution est classique, dans la recherche en écologie notamment : l'objectif des recherches passe progressivement de la description à la compréhension des mécanismes, puis à l'action (Chevassus-au-Louis *et al.*, 2004). La recherche sur le territoire du Parc national a en effet commencé par la description de son patrimoine naturel à travers de nombreux inventaires et un important travail de cartographie des habitats. Par la suite, Le Parc national de Port-Cros, ayant été pendant longtemps le seul parc insulaire et marin en Europe, a beaucoup attiré la recherche fondamentale en écologie, qui s'attache à comprendre les mécanismes qui régulent les populations ou génèrent les patrons observés, notamment dans le domaine de l'écologie marine qui s'est beaucoup développée dans les années 1980s. Enfin, la recherche appliquée, avec des objectifs clairement identifiés d'actions de gestion, a vraiment émergé à la fin des années 1990s, bien que le questionnement sur la priorité à donner à la recherche fondamentale ou à la recherche appliquée au sein des parcs nationaux soit déjà posé dès la fin des années 1970s (Pillet, 1981).

Aujourd'hui toutefois, les différents objectifs de la recherche sont étroitement imbriqués. La recherche a su passer outre le clivage entre recherche fondamentale et recherche appliquée, à l'origine de nombreux débats au sein des Conseils scientifiques des parcs nationaux (Pillet, 1981). La recherche au sein du Parc s'efforce ainsi de tendre vers une vision plus systémique (Chevassus-au-Louis *et al.*, 2004), nécessaire à une gestion intégrée du territoire dans lequel s'inscrit le Parc national. Comme le soulignent nos résultats, cette volonté se traduit, d'une part, par des études multi-échelles au niveau écologique et par la prise en compte croissante des aspects dynamiques des populations, et d'autre part, par la prise de conscience de l'importance de la concertation entre les différents acteurs des espaces protégés pour une gestion optimale du territoire. Ainsi, on assiste à une prise en compte des réalités économiques et sociales sur le territoire du Parc, avec l'accroissement des études en Sciences Humaines et Sociales et par l'engagement d'une réflexion sur une 'bonne' gouvernance environnementale (e.g. Olivier, 1987a, b).

L'évolution de la recherche sur le Parc semble donc bien épouser les évolutions de la recherche en écologie et en biologie de la conservation, en passant du descriptif des patrons à l'étude des mécanismes, et en parallèle du fondamental à l'appliqué tout en présentant une évolution des niveaux d'approches. Plus généralement, on peut dire que la recherche dans les parcs nationaux est liée à l'évolution des concepts de la protection de la nature : les notions de protection et de nature vont progressivement être remplacées par

la notion, en France, de gestion du patrimoine naturel puis de la biodiversité. Au Parc national de Port-Cros, on retrouve bien cette évolution des concepts : les inventaires permettaient de ‘connaître pour protéger’, puis le lancement d’études plus poussées sur certaines espèces telles que le rat noir *Rattus rattus* avaient comme objectif de ‘connaître pour gérer’. Aujourd'hui, le Parc national de Port-Cros est principalement demandeur de travaux de recherche appliquée, qui peuvent fournir des résultats permettant une meilleure gestion de son territoire. Cependant, du fait de son ancienneté et de ses particularités au sein des espaces protégés, il est également très attractif pour la recherche fondamentale. En effet, le Parc est l'une des premières aires marines protégées de Méditerranée (Francour, 2002) et représente ainsi une zone de référence pour les chercheurs. De plus, après près de 50 ans d'existence, le Parc peut offrir aux chercheurs des séries longues de données scientifiques solides. Il peut aussi offrir des facilités opérationnelles. Le Parc apparaît donc comme une zone d'étude exceptionnelle, par ses spécificités autant que par ses ressemblances avec d'autres sites (Barcelo et Boudouresque, 2011, 2012). Ainsi, la recherche fondamentale est aujourd'hui tout aussi active sur le territoire du Parc que la recherche appliquée.

Diversité des thématiques de recherche et structuration de la recherche au sein du Parc national de Port-Cros

Le Parc national de Port-Cros accueille une grande diversité de recherches. La recherche menée sur son territoire couvre en effet les trois grands domaines que sont les Sciences de la Vie, les Sciences Humaines et Sociales (SHS) et les Sciences de la Terre, bien qu'en proportions variables.

Logiquement, pour un espace naturel protégé, les Sciences de la Vie tiennent une place largement prépondérante dans le paysage de la recherche. Les SHS n'ont été intégrées qu'assez tardivement dans les disciplines représentées au Conseil scientifique, la première étant l'archéologie marine en 1981, qui constitue, avec l'archéologie terrestre et l'histoire militaire, une thématique privilégiée au sein du Parc. Pourtant, les préoccupations concernant la fréquentation humaine du Parc et ses impacts sur le milieu naturel ont émergé dès les années 1970s (e.g. Fischesser, 1971 ; Moreteau, 1981 ; Moreteau et Dutrieux, 1983). Des études sociologiques et géographiques sont alors impulsées par le Parc qui apparaît rapidement à la pointe de la réflexion sur la fréquentation et sa gestion dans les espaces protégés (Giran, 2003). Le problème de la pêche est également abordé à travers plusieurs études ethnologiques (e.g. Dufour, 1985) et un suivi régulier de la pêche professionnelle. L'intérêt pour les Sciences Humaines est fort et de nombreuses discussions ont lieu, au sein du Conseil scientifique notamment, même si elles ne se matérialisent pas forcément sous forme de publications ou de rapports. D'autres disciplines importantes pour la gestion du Parc et la concertation entre

les différents acteurs ont émergé, telles que le droit et l'économie, mais elles restent assez marginales dans la mosaïque des thématiques de recherches.

Au sein des Sciences de la Vie, les thématiques et les taxons étudiés sont relativement diversifiés, mais semblent être abordés successivement, et sont souvent cantonnés à une seule discipline. En effet, les études se concentrent souvent sur un taxon particulier pendant une période donnée, taxon qui tombe par la suite en désuétude en ce qui concerne la recherche menée sur le territoire du Parc. Ainsi, les débuts de la recherche à Port-Cros semblent quelque peu désorganisés. Malgré la présence d'un Conseil scientifique, il semble que chaque spécialiste du Conseil scientifique ait eu tendance à proposer ou conduire ses recherches sans réelle concertation avec les autres membres.

Le manque de cohérence des recherches et de coordination entre les équipes de chercheurs a été cependant rapidement identifié. Dans un premier temps, le Conseil scientifique est divisé en trois groupes de travail - le groupe Terre, le groupe Mer et plus tard le groupe SHS, ce qui doit permettre une recherche plus efficace ainsi qu'une mise en commun des moyens et des objectifs. Cette organisation des membres du Conseil scientifique est originale et ne se retrouve pas dans les autres parcs nationaux. Lors du Conseil scientifique de 1976, le président du Conseil demande à chaque groupe d'identifier et de proposer des axes de recherche pluriannuels pertinents pour le Parc. Cette idée d'une 'gestion' de la recherche passant par la programmation s'impose peu à peu à tous les parcs nationaux dans les années 1980s (Larrère *et al.*, 2009) et apparaît comme essentielle pour l'atteinte des objectifs des parcs nationaux (Letourneux, 1992). Par ailleurs, la nécessité d'établir un plan de gestion du Parc, qui intervient au début des années 1980s, va aussi imposer de mieux structurer la recherche sur le territoire du Parc pour alimenter les réflexions concernant la gestion. Ainsi, l'Établissement 'attend' du Comité scientifique non seulement un travail scientifique et de chercheurs, mais aussi une collaboration et une aide efficace dans la gestion du patrimoine naturel' (PNPC, 1981).

Aujourd'hui, le Parc répond à ses besoins d'études spécifiques par le biais d'appels à partenariats scientifiques, appels s'inscrivant dans les thématiques de recherche identifiées comme prioritaires pour le Parc et sa gestion. Ces appels à partenariats sont établis par concertation entre les gestionnaires du Parc et les chercheurs du Conseil scientifique (Barcelo et Boudouresque, 2011, 2012). Cette approche constitue sans doute l'un des moteurs de l'évolution des pratiques de la recherche, du fondamental vers l'appliqué, observée sur le territoire du Parc au cours des deux dernières décennies. Pour compléter ce dispositif, une véritable stratégie scientifique définissant les objectifs et les orientations de la recherche dans le Parc au cours des 10 ans à venir vient d'être validée (PNPC, 2013).

La recherche menée sur le territoire du Parc semble donc répondre à des objectifs clairs, définis grâce à une concertation entre gestionnaires et chercheurs. Cependant, cette concertation est en partie illusoire. En effet, malgré une politique très proactive du Parc national de Port-Cros en ce qui concerne la recherche, les très faibles moyens dont dispose un parc national pour financer des études scientifiques font que de nombreuses études sont menées en fonction des opportunités offertes par les partenaires scientifiques (financements universitaires et européens), plutôt qu'en fonction des besoins réels de gestion du Parc national. De ce fait, la recherche menée sur le territoire du Parc est largement pilotée par les besoins des chercheurs et des laboratoires qu'il accueille.

Bien que la recherche sur le territoire du Parc national de Port-Cros soit très diversifiée, l'étude des thématiques de recherche en écologie fait ressortir certaines lacunes notamment en ce qui concerne la couverture taxonomique. En effet, si l'on considère la diversité phylétique du monde vivant, c'est-à-dire les taxons de niveau taxonomique élevé (domaines, règnes, phylums, classes), telle qu'elle est aujourd'hui appréhendée (Lecointre et Le Guyader, 2006 ; Boudouresque, 2011 ; Boudouresque *et al.*, 2011), seulement une toute petite partie des taxons probablement présents sur le territoire du Parc a fait l'objet d'études. Par exemple, deux des trois domaines du monde vivant (les bactéries et les archées) n'ont fait l'objet d'aucune étude. Au sein du troisième domaine, les eucaryotes, la plupart des règnes n'ont pas été étudiés, *e.g.* les Rhizaria (Radiolaires, Foraminifères, Phytomyxea, etc.), les alvéolés (apicomplexes, ciliés, dinobiontes), les discicristates (euglénobiontes, kinétoplastides, etc.), les excavates, les haptobiontes, les amoebobiontes (Fig. 17). Même dans les règnes qui ont été étudiés (Archaeplastida, Straménopiles et Opisthochontes), la majorité des sous-règnes, phylums et classes n'ont fait l'objet d'aucune étude, aussi bien en milieu marin que dans le milieu terrestre. C'est le cas par exemple des opisthochontes, dont font partie les métazoaires, mentionnés plus haut : la plupart des phylums et des classes de métazoaires n'ont jamais été étudiés sur le territoire du Parc national de Port-Cros.

La plupart des taxons qui n'ont jamais fait l'objet d'études au sein du Parc national de Port-Cros, qu'il s'agisse des bactéries, des archées ou d'eucaryotes (Fig. 17), sont constitués d'organismes unicellulaires (microbes). Ces organismes 'invisibles' sont méconnus du grand public et souvent des gestionnaires. On leur préfère souvent les espèces visibles et emblématiques, susceptibles de capter l'intérêt du grand public. Ces dernières représentent la grande majorité des espèces protégées en France et dans le monde. A Port-Cros, 36% des taxons étudiés sont des vertébrés (règne des opisthochontes, eumétazoaires) et 24% des magnoliophytes (règne des Archaeplastida, embryophytes ; sous le nom de 'végétaux vasculaires supérieurs' ; Fig. 17). Il en va de même dans les autres espaces protégés (en

particulier les parcs nationaux) de France. Pourtant, les écologistes modernes savent que la ‘machinerie’ des écosystèmes repose sur des taxons ‘invisibles’ : unicellulaires (microbes) et/ou parasites. De plus, même chez les groupes dont les inventaires sont bien connus comme les « végétaux vasculaires supérieurs », les études diachroniques demeurent très rares et les tendances dynamiques des écosystèmes, populations ou espèces restent délicates à établir (Médail *et al.*, 2013b). Il est clair que la gestion du Parc national de Port-Cros ne repose pas seulement sur les espèces visibles et emblématiques, mais aussi sur la connaissance des taxons ‘invisibles’. Cette connaissance de la machinerie cachée, ‘invisible’, des écosystèmes du Parc national devrait représenter l’un des enjeux de sa stratégie scientifique pour les années qui viennent.

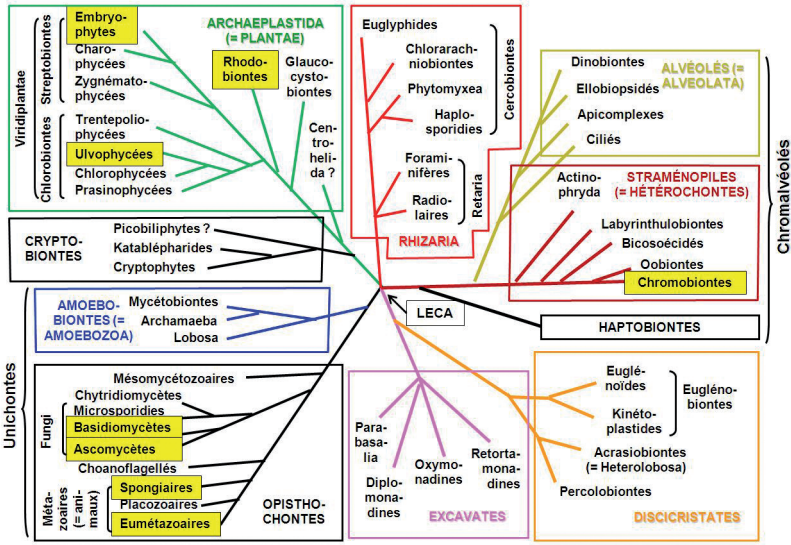


Figure 17. Arbre phylogénétique des eucaryotes (d'après Baldauf, 2008 ; Boudouresque, 2011 ; simplifié et mis à jour). Au centre, l'ancêtre commun des eucaryotes (LECA, Last Eucaryote Common Ancestor). Chacun des 10 règnes apparaît dans un cadre. Les ensembles coutumiers tels que 'règne végétal', 'règne animal', 'algues', 'champignons' et 'protozoaires', largement polyphylétiques et dispersés dans la plupart des règnes au sens actuel, ne sont pas représentés. Les taxons qui ont fait l'objet d'études, dans le cadre du Parc national de Port-Cros, apparaissent en jaune.

Le rayonnement scientifique du Parc : diffusion des résultats et apports à la gestion des espaces protégés

Dans le cadre de la présente étude, il est également intéressant d'examiner comment sont diffusés les travaux de recherche menés sur le territoire du Parc national afin de déterminer quelle peut être la contribution du Parc à l'évolution des connaissances d'une manière plus large. Ainsi, les travaux menés sur le territoire du Parc se caractérisent par une montée en puissance, relativement

récente, de leur publication dans des revues internationales indexées. Ces revues, de par leur vaste diffusion, offrent donc une grande visibilité aux travaux menés sur le Parc et contribuent de fait à une diffusion accrue des connaissances acquises. De son côté, le Parc mène depuis les années 1970s une politique active et pérenne de publication à travers sa revue '*Scientific Reports of Port-Cros national Park - Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros*' éditée quasiment chaque année depuis 1975. Ainsi, un grand nombre de rapports et de résultats ont été valorisés et diffusés grâce à ce support indispensable. Bien que non indexée, cette revue est largement reconnue dans le monde de la recherche, notamment dans le milieu de l'écologie marine. De plus, cette revue ne fixe pas de limites quant au nombre de pages pour les articles. Elle autorise donc des réflexions libres autour d'une thématique qui peuvent faire émerger des recherches plus poussées. Elle permet aussi la communication de données brutes qui ne seraient jamais publiées autrement, malgré leur intérêt.

L'augmentation du nombre d'articles publiés dans des revues indexées et la pérennité de la revue scientifique du Parc constituent des points positifs de la politique scientifique du Parc. Toutefois, le fait que 45% des travaux compilés dans le cadre de la présente étude appartiennent à ce que l'on appelle de la 'littérature grise', c'est-à-dire des rapports, généralement peu diffusés, difficilement accessibles et périssables sur le long terme, peut (et doit) interpeler. D'une part, la production de rapports constitue une obligation contractuelle dans tous les programmes de recherche. D'autre part, l'importance de la littérature grise constitue en partie un artéfact dû au mode de compilation des travaux. En effet, un résultat donné fait d'abord l'objet d'un rapport (littérature grise), puis en général d'une publication dans la revue du Parc national. Par la suite, ce résultat, éventuellement agrégé à d'autres résultats, peut faire l'objet d'une publication dans une revue indexée. Il en résulte que le poids des revues indexées est biaisé (minimisé), par le fait qu'un même résultat apparaît trois fois dans notre base de données : revue indexée, revue du Parc national et rapport. Par ailleurs, l'importance des revues indexées, dont le facteur d'impact (*Impact Factor*, IF) est mesuré par le JCR, dans l'évaluation de la diffusion de l'information scientifique, tend aujourd'hui à diminuer. En effet, l'Impact Factor concerne la revue en général et non un article particulier ; en outre, il est calculé sur les deux années qui suivent la parution, alors qu'un article peut être cité pendant des décennies, parfois même être 'découvert' par la communauté scientifique des années après sa parution. L'avènement de *Google Scholar*, qui permet de compter le nombre réel de citations de chaque article, modifie cet indicateur. Google Scholar révèle que des articles publiés dans des revues à fort IF n'ont presque jamais été cités, alors que des articles publiés dans des revues non indexées ont été souvent cités, et ont donc eu un impact véritable. De nombreux articles publiés dans la revue du Parc national, revue non indexée,

ont effectivement été l'objet d'un nombre de citations très honorable, parfois même impressionnant, surtout lorsqu'ils sont rédigés en anglais. Le pourcentage de littérature grise ne constitue donc pas un bon indicateur de l'efficacité de la diffusion des travaux réalisés dans le cadre du Parc national. Le bon indicateur serait : 'Existe-t-il des résultats qui n'ont pas été exploités dans des revues nationales et/ou indexées ?' La réponse à cette question est difficile, car elle suppose une expertise approfondie et critique de l'ensemble des résultats de la recherche, ce qui n'était pas l'objectif de la présente étude. A dire d'expert, et en se basant sur les domaines que connaissent les auteurs de la présente étude, il semble que la plupart des travaux réalisés dans le cadre du Parc national se retrouvent (à court, moyen ou long terme) dans des publications accessibles au niveau international. Toutefois, l'accessibilité au niveau international ne signifie pas que la revue soit 'indexée', c'est-à-dire qu'elle bénéficie du statut prestigieux déterminé par l'*Impact Factor* (IF).

La diffusion des travaux réalisés dans le cadre du Parc national est également basée sur la langue dans laquelle ils sont écrits. En France, où l'anglais est encore mal maîtrisé par une large part de la population, en particulier par les politiques et par les gestionnaires, il est plus efficace d'écrire en français qu'en anglais. Au niveau international, la compréhension du français décline, même autour de la Méditerranée, une région où la langue française a longtemps bénéficié d'un statut dominant. Pour diffuser les travaux réalisés à Port-Cros au niveau international, il est donc préférable de les écrire en anglais. Les directeurs du Parc national de Port-Cros et les présidents de son Conseil scientifique ont pris conscience de ce problème. Ils ont d'abord anglicisé le nom de la revue (devenue '*Scientific Reports of Port-Cros national Park*'), imposé un *abstract* pour chaque article, puis encouragé l'usage de l'anglais, afin de favoriser la visibilité internationale de la revue. Aujourd'hui, environ 10% des articles de la revue du Parc national sont écrits en anglais.

Le problème de la perte ou de la non-diffusion de l'information acquise, ainsi que la difficulté de la communication entre les acteurs, notamment l'échange entre les chercheurs et les gestionnaires pour la définition de stratégies de conservation et de gestion optimales, ne concernent pas seulement le Parc national de Port-Cros (Sunderland *et al.*, 2009). Bien que ces paramètres soient difficiles à quantifier et donc à comparer, les auteurs de la présente étude ont le sentiment ('dire d'expert') que le Parc national de Port-Cros a été plutôt meilleur que les autres espaces protégés de France (et d'autres régions, en Europe et ailleurs). Il le doit à la continuité et à la cohérence de la politique scientifique de ses directeurs successifs (Henri Boissin, René Ravetta, André Manche, Emmanuel Lopez, Jean-Pierre Nicol ; aujourd'hui Guillaume Sellier), de ses présidents du Conseil scientifique (René Molinier, Roger Molinier ; aujourd'hui, l'un des auteurs du présent article Charles-François Boudouresque) et des responsables du Service scientifique du Parc

national (Jean-Claude Barrois, Jannick Lemaire - devenue Jannick Olivier -, Philippe Robert ; aujourd'hui l'un des auteurs du présent article, Alain Barcelo).

L'ouverture du Parc national vers l'extérieur et son attractivité pour la recherche scientifique, tant fondamentale qu'appliquée, est également perceptible à travers notre analyse concernant l'approche géographique. Dans la grande majorité des cas, le recueil de données scientifiques sur le territoire du Parc se fait dans le cadre d'études concernant l'île de Port-Cros. Cependant, des études ponctuelles faites dans les îles voisines et sur le continent, puis en d'autres points de la Méditerranée nord-occidentale, ont par la suite permis de mieux d'évaluer les spécificités du territoire du Parc et de certaines mesures de gestion, par comparaison avec les espaces non protégés des alentours. C'est le cas par exemple, de la démonstration de l'effet réserve sur les communautés ichtyologiques (Boudouresque *et al.*, 2005 ; Dufour *et al.*, 2007). L'ouverture vers l'extérieur de la recherche au sein du Parc, notamment avec des études à l'échelle de la Méditerranée, est récente et semble aller de pair avec l'accentuation des préoccupations concernant les changements globaux (dont fait partie la problématique des espèces invasives), dont l'étude passe par le suivi d'espèces indicatrices (Linares et Doak, 2010). Le site de Port-Cros, par le nombre de telles espèces, et par l'ancienneté des populations qu'il abrite, représente donc un point de référence pour l'étude de phénomènes globaux. De la même manière, en tant que l'une des plus anciennes Aires Marines Protégées, le Parc national de Port-Cros est à même de fournir des données précieuses pour l'évaluation de l'efficacité de ces espaces (Boudouresque *et al.*, 2005 ; Garcia-Charton *et al.*, 2008), en disposant d'un recul temporel suffisant pour tirer des enseignements pertinents en matière de gestion des espaces protégés.

Conclusion

La recherche sur le territoire du Parc national de Port-Cros est guidée par deux forces complémentaires : (i) la perméabilité à l'évolution générale des concepts scientifiques, y compris dans le domaine de la biologie de la conservation, et (ii) le développement d'une stratégie spécifique au Parc et à sa gestion.

La perméabilité à l'évolution de la recherche se traduit par une évolution des pratiques, des questions et des domaines concomitants à l'évolution de la recherche en écologie et en biologie de la conservation. Cette perméabilité est à la fois induite par un accueil opportuniste de la recherche mais aussi par la présence d'un Conseil scientifique constitué de chercheurs à la pointe de leur domaine, notamment dans l'écologie marine. Cette perméabilité n'est donc rendue possible que par l'engagement du Parc d'un côté, qui facilite au maximum le déroulement

des recherches sur le terrain en mettant à disposition assistance logistique, appuis humains et hébergements, et par l'implication passionnée des chercheurs d'un autre côté, notamment des membres du Conseil scientifique, qui font montre d'une grande disponibilité et participent activement à la vie de l'Etablissement. Cette stratégie permet au Parc national d'accueillir des recherches toujours à la pointe de la science et de gagner en visibilité et en reconnaissance comme territoire d'accueil de la recherche.

A cette perméabilité s'ajoute le développement d'une stratégie scientifique spécifique au Parc national, par la définition d'objectifs et d'orientations dont il a un besoin évident pour sa gestion. Si la première force est formalisée dans le décret de création des Parcs nationaux, qui ont pour mission d'accueillir la recherche, la deuxième, basée sur l'idée qu'une gestion efficace n'est possible qu'en lien avec le monde de la recherche, semble plus originale dans le monde de la gestion des espaces protégés en France. En effet, le Parc national de Port-Cros a soutenu très tôt la recherche et a constitué un réseau de partenaires scientifiques pour mener à bien ses projets de gestion de la biodiversité. Cette attitude est loin d'être effective dans tous les autres espaces protégés, où le manque de moyens pour la recherche et la faiblesse des données scientifiques ont souvent été pointés du doigt (e.g. Lecarpentier, 2010).

Avec cette double approche, le Parc national de Port-Cros apparaît ainsi comme une référence scientifique au niveau international et un territoire d'expérimentation et d'innovation, où la recherche scientifique est parfaitement reconnue comme un outil du développement durable du territoire.

Remerciements. Nous tenons à remercier chaleureusement Michèle Perret-Boudouresque et Frédéric Médail pour leur accueil au sein des bibliothèques de l'Institut Méditerranéen d'Océanologie et de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie, ainsi que tous les scientifiques nous ayant envoyé leurs travaux concernant le Parc national de Port-Cros ou ayant répondu à nos sollicitations (G. Boetto, L. Brigand, G. & M. Cheylan, M. Delaugerre, V. Devictor, B. Fady, R. Fons, J.G. Harmelin, A. Jeudy de Grissac, A. Joyeux, B. Kalaora, A. Lavagne, L. Le Direach, G. J. Martin, A. Meinesz, D. Moulis, P. Noël, M. Pascal, T. Perez, G. Pergent, J. Piazzola, P. Poneil, I. Taupier-Letage, T. Thibaut, J. Vacelet, R. Verlaque, N. Vicente). Un grand merci également à Christel Gérardin du Service Documentation du Parc national de Port-Cros dont le travail bibliographique nous a été d'une grande aide, et à Rose-Abèle Viviani, Assistante du Service Scientifique, pour le suivi attentif de la publication de cet article et sa participation à la collecte des données.

Références

- ANONYME, 1963. - Résolution. Le colloque de Port-Cros. *Terre Vie*, 110 (4) : 499.
- AUBERTIN C., RODARY E., 2008. - *Aires protégées, espaces durables ?* IRD Editions, Marseille : 1-260.

- AUGIER H., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN J.G., VACELET J., 1971. - Baigné par la mer ... La zone maritime du Parc. *Rev. forest. fr.*, 23 : 190-195.
- BALACHOWSKI A.S., 1963. - Caractère et structure biocoenotique de la faune entomologique de l'île de Port-Cros. *Terre Vie*, 110 (4) : 474-484.
- BALDAUF S.L., 2008. - An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *J. System. Evol.*, 46 (3) : 263-273.
- BALLADUR J.P., 1970. - Analyse factorielle des correspondances. *Ann. INSEE*, 4 : 47-79.
- BALMFORD A., BRUNER A., COOPER P., COSTANZA R., FARBER S., GREEN R.E., JENKINS M., JEFFERISS P., JESSAMY V., MADDEN J., MUNRO K., MYERS N., NAEEM S., PAAVOLA J., RAYMENT M., ROSENDO S., ROUGHGARDEN J., TRUMPER K., TURNER R.K., 2002. - Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297 : 950-953.
- BARBIER C., 2010. - Les parcs naturels, vecteurs d'intégration pour les pays de l'Union Européenne. Actes du colloque '*Les parcs naturels et l'Union pour la Méditerranée*', La Garde, 10-11 Juin 2010. Parcs Nationaux de France publ., Montpellier : 46-50.
- BARCELO A., BOUDOURESQUE C.F., 2011. - Un Parc national : par la recherche et pour la recherche. 50 ans de recherche au Parc national de Port-Cros. In : FRANCOUR P., BODILIS P., ARCEO H. (éds.), *Actes du congrès 2011 de la Société Zoologique de France*, septembre 2011, Université de Nice publ, Nice : 13-16.
- BARCELO A., BOUDOURESQUE C.F., 2012. - Rôle de la recherche dans un parc national : 50 ans de recherche dans le Parc national de Port-Cros. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 137 (1-4) : 7-20.
- BARTOLI P., 2003. Les parasites, ces mal aimés. *A la découverte de Scandula et du Fangu*, Association Cunniscenza di Scandula è di u Fangu (éd.), Albania publ., Ajaccio : 85-99.
- BAZIN M.S., 2010. - Parcs nationaux du Monde. En 1872 naquit Yellowstone ... *Terre Sauvage*, 262 : 6-7.
- BENTON M.J., 1994. - Palaeontological data and identifying mass extinctions. *Trends Ecol. Evol.*, 9 (5) : 181-185.
- BENTON M.J., 1995. - Diversification and extinction in the history of life. *Science*, 268 : 52-58.
- BENTON M., 2006. A Palaeozoic whodunnit. *Nature*, 441 : 27.
- BLANDIN P., 2009. - *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*. Quae Editions, Paris : 1-124.
- BOUDOURESQUE C.F., 2011. - Taxonomie et phylogénie des Eucaryotes unicellulaires. In : *Ecologie microbienne. Microbiologie des milieux naturels et anthropisés*. BERTRAND J.C., CAUMETTE P., LEBARON P., MATHERON R., NORMAND P. (éds.), Presses Universitaires de Pau et des Pays de l'Adour (PUPPA) publ., Pau : 203-260.
- BOUDOURESQUE C.F., 2012. - Protection, restauration et développement durable en milieu marin. Biodiversité. www.com.univ-mrs.fr/~boudouresque, Diapositives 1-170. Consulté le 26 Décembre 2012.
- BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M., 2005. - Nature conservation, Marine Protected Areas, sustainable development and the flow of invasive species to the Mediterranean Sea. *Sci. Rep. Port-Cros nation. Park*, 21 : 29-54.
- BOUDOURESQUE C.F., BERTRAND J.C., CAUMETTE P., NORMAND P., 2011. -Systématique et évolution des micro-organismes : concepts généraux. In : *Ecologie microbienne. Microbiologie des milieux naturels et anthropisés*. BERTRAND J.C., CAUMETTE P., LEBARON P., MATHERON R., NORMAND P. (éds.), Presses Universitaires de Pau et des Pays de l'Adour (PUPPA) publ., Pau : 119-157.
- BOUDOURESQUE C.F., CADIOU G., LE DIRÉAC'H L., 2005. - Marine protected areas : a tool for coastal areas management. in : *Strategic management of marine ecosystems*, LEVNER E., LINKOV I., PROTH J.M. (éds.), Springer publ., Dordrecht : 29-52.
- BOUDOURESQUE C.F., BARCELO A., HARMELIN J.G., MARTIN G.J., MAURER C., MÉDAIL F., SELLIER G., VIVIANI R.A., 2013. - The Scientific Council of a national park, the Port-Cros National Park: 50 years of conservation culture *Sci. Rep. Port-Cros nation. Park*, 27 : 297-317.

- BROOKS T.M., MITTERMEIER R.A., FONSECA (DA) G.A.B., GERLACH J., HOFFMAN M., LAMOREUX J.F., MITTERMEIER C.G., PILGRIM J.D., RODRIGUES A.S.L., 2006. - Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313: 58-61.
- BUTCHART S.H.M., WALPOLEL M., COLLEN B., STRIEN (VAN) A., SCHARLEMANN J.P.W., ALMOND R.E.A., BAILLIE J.E.M., BOMHARD B., BROWN C., BRUNO J., CARPENTER K.E., CARR G.M., CHANSON J., CHENERY A.M., CSIRKE J., DAVIDSON N.C., DENTENER F., FFOSTER M., GALLI A., GGALLOWAY J.N., GENOVESI P., GREGORY R.D., HOCKINGS M., KAPOS V., LAMARQUE J.F., LEVERINGTON F., LOH J., McGEEOCH M.A., McRAE L., MINASYAN A., HERNANDEZ MORCILLO M., OLDFIELD T.E.E., PAULY D., QUADER S., REVENGA C., SAUER J.R., SKOLNIK B., SPEAR D., STANWELL-SMITH D., STUART S.N., SYMES A., TIERNEY M., TYRRELL T.D., VIÉ J.C., WATSON R., 2010. - Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 328 : 1164-1168.
- CHEVASSUS-AU-LOUIS B., BARBAULT R., BLANDIN P., 2004. - Que décider ? Comment ? Vers une stratégie nationale de recherche sur la biodiversité pour un développement durable. In : *Biodiversité et changements globaux : enjeux de société et défis pour la recherche*. BARBAULT R., CHEVASSUS-AU-LOUIS B., TEYSSEDE A. (éds), Association pour la diffusion de la pensée française, Ministère des affaires étrangères, Paris : 192-223.
- COLLECTIF, 1980. - *Rapport sur les parcs nationaux et la recherche scientifique*. Compte-rendu des débats, journée du 22 mars 1979 : 1-6.
- COMBES C., 1995. - *Les interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme*. Masson publ., Paris : i-xix + 1-524.
- COMBES C., 2001. - *Les associations du vivant. L'art d'être parasite*. Flammarion publ., Paris : 1-348.
- COMBES C., 2006. - *Darwin, dessine-moi les hommes*. Le Pommier publ., Paris : 1-528.
- COSTANZA R., D'ARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B., LIMBURG K., NAEEM S., O'NEILL R.V., PARUELO J., RASKIN R.G., SUTTON P., VAN DER BELT M., 1997. - The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387 : 253-260.
- DUFOUR A.H., 1985. - *La pêche aux Salins d'Hyères*. Parc national de Port-Cros publ., Hyères : 1-145.
- DUFOUR F., GUIDETTI P., FRANCOUR P., 2007. - Comparaison des inventaires de poissons dans les aires marines protégées de Méditerranée : influence de la surface et de l'ancienneté. *Cybium*, 31 (1) : 19-31.
- FISCHESSER B., 1971. - Port-Cros et ses visiteurs. *Rev. forest. Fr.*, 23 : 178-183.
- FRANCOUR P., 2002. - Les aires marines protégées : vers la mise en place d'un véritable outil de gestion du milieu littoral. Actes du Colloque «*Les Aires marines protégées en Méditerranée* », 09-11 Novembre 2001 - Porticcio (France-Corse). Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Office de l'Environnement de la Corse publ., Ajaccio : 131-137.
- FRESKO J.J., 2010. - Lettre à Camille Corot. *Terre Sauvage*, 262 : 3.
- GARCÍA-CHARTON J.A., PÉREZ-RUZAF A., MARCOS C., CLAUDET J., BADALAMENTI F., BENEDETTI-CECCHI L., FALCÓN J.M., MILAZZO M., SCHEMBRI P.J., STOBART B., VANDEPERRE F., BRITO A., CHEMELLO R., DIMECH M., DOMENICI P., GUALA I., LE DIRÉACH L., MAGGI E., PLANES S., 2008. - Effectiveness of European-Atlanto-Mediterranean MPAs: do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems ? *J. Nat. Conserv.*, 16 (4) : 193-221.
- GILLET F., 1996. - Acteurs de terrain et chercheurs en dialogue. *Rev. Géogr. alpine*, 84 (4) : 62-65.
- GIRAN J.P., 2003. - *Les parcs nationaux : une référence pour la France, une chance pour ses territoires*. Rapport au Premier ministre, Ministère de l'écologie et de l'environnement durable, Paris : 1-89.
- GIRAN J.P., 2010. - Conclusions. Actes du colloque '*Les parcs naturels et l'Union pour la Méditerranée*', La Garde, 10-11 Juin 2010. Parcs nationaux de France publ., Montpellier : 85-87.

- GRUMBINE R.E., 1994. - What is ecosystem management ? *Conserv. Biol.*, 8 (1) : 27-38.
- HEIM R., 1963. - Coup d'oeil sur les champignons de Port-Cros. *Terre Vie*, 110 (4) : 460-470.
- HOFFMANN L., DORST J., 1963. - Importance ornithologique de l'île de Port-Cros. *Terre Vie*, 110 (4) : 490-493.
- HUSSON F., JOSSE J., PAGÈS J., 2010. - *Principal component methods – hierarchical clustering – partitional clustering : why would we need to choose for visualizing data ?* Agrocampus Ouest, Rennes : 1-16.
- JACKSON J.B.C., KIRBY M.X., BERGER W.H., BJORN DAL K.A., BOSTFORD L.W., BOURQUE B.J., BRAD-BURY R.H., COOKE R., ERLANDSON J., ESTES J.A., HUGHES T.P., KIDWELL S., LANGE C.B., LENIHAN H.S., PANDOLFI J.M., PETERSON C.H., STENECK R.S., TEGNER M.J., WARNER R.R., 2001. - Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293 : 629-638.
- JAFFEUX H., 2010. - La longue et passionnante histoire des parcs nationaux français. *Pour Mémoire*, 9 : 138-163.
- KENNEDY M., MROFKA D., VON DER BORCH C., 2008. - Snowball Earth termination by destabilization of equatorial permafrost methane clathrate. *Nature*, 453: 642-645.
- KERR R.A., 2000. - A refuge for life on snowball Earth. *Science*, 288: 1316.
- KERR R.A., 2008. - Two geological clocks finally keeping the same time. *Science*, 320: 434-435.
- KIRSCHVINK J.L., 2002. - Quand tous les océans étaient gelés. *La Recherche*, 355 : 26-30.
- LANDRY J.M., - 2001. Le loup. Delachaux et Niestlé publ., Paris : 1-240.
- LARRÈRE R., LIZET B., BERLAN-DARQUE M., 2009. - Histoire des parcs nationaux. Comment prendre soin de la nature ? Quae Editions, Paris : 1-236.
- LAVAGNE A., 1975. - Le rôle du scientifique dans la procédure de création et dans la gestion des parcs nationaux français. *Bull. Ecol.*, 6 : 423-431.
- LECARPENTIER M., 2010. - *Pour une expertise scientifique dans la gestion des espaces protégés.* Conseil Economique et Social-PACA publ., Marseille : 1-12.
- LECOINTRE G., LE GUYADER H., 2006. - Classification phylogénétique du vivant. Belin publ., Paris : 1-559 + pl. h.t.
- LEJEUNE C., 2007. - Petite histoire des ressources logicielles au service de la sociologie qualitative. In : *Humanités numériques*. 1, BROSSAUD C., REBER B. (éds.), Hermès Science, Londres : 197-214.
- LETOURNEUX F., 1986. – Lettre du directeur de la Protection de la Nature aux directeurs des parcs nationaux, 15 mai 1986.
- LETOURNEUX F., 1992. – Lettre du directeur de la Protection de la Nature aux directeurs des parcs nationaux, 31 mars 1992.
- LINARES C., DOAK D.F., 2010. - Forecasting the combined effects of disparate disturbances on the persistence of long-lived gorgonians: a case study of *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 402: 59-68.
- MARTINEZ C., 2008. - *Les espaces protégés français : une diversité d'outils au service de la protection de la nature.* Comité français de l'UICN, Paris : 1-68.
- McNEELY J.A., 1994. Protected areas for the twenty-first century : working to provide benefits for Society. *Unasylva* 176, 45 : 3-7.
- MÉDAIL F., ABOUCAYA A., MICHAUD H., 2013a. - Emile Jahandiez (1876-1938) et la découverte naturaliste des îles d'Hyères (Var). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 27 : 75-82.
- MÉDAIL F., CHEYLAN G., PONEL P., 2013b. - Dynamique des paysages et de la biodiversité terrestres du Parc national de Port-Cros (Var, France) : enseignements de cinquante années de gestion conservatoire. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 27 : 171-262.
- MERVEILLEUX DU VIGNAUX P., 2003. - L'aventure des Parcs nationaux. GIP ATEN publ., Montpellier : 1-224.
- MIÈGE J., 1976. - Le Parc national des îles d'Hyères. *Rev. Géogr. Lyon*, 51 (2) : 151-161.

- MOLINIER R., 1963. - La flore et la végétation de l'île de Port-Cros. *Terre Vie*, 110 (4) : 449-454.
- MORETEAU J.C., 1981. - La navigation de plaisance dans le Parc national de Port-Cros. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, 7 : 11-24.
- MORETEAU J.C., DUTRIEUX E., 1983. - Navigation de plaisance et loisirs nautiques dans le Parc national de Port-Cros. Contrat Parc national de Port-Cros et Université Paris Sud : 1-29 + annexes.
- NOVACEK M.J., CLELAND E.E., 2001. - The current biodiversity extinction event : scenarios for mitigation and recovery. *PNAS*, 98 (10) : 5466-5470.
- OLIVIER J., 1987a. - Gestion d'un espace protégé en Méditerranée : exemple du Parc national de Port-Cros. *Contrat Parc Natl. Port-Cros & GIS Posidonie*. GIS Posidonie publ., Marseille : 1-26 + ann.
- OLIVIER J., 1987b. - La gestion d'un espace protégé en Méditerranée. Exemple du Parc national de Port-Cros (Var, France). PNUE publ., Athènes : 1-27.
- PÉRÈS J.M., PICARD J., 1963. - Aperçu sommaire sur les peuplements marins benthiques entourant l'île de Port-Cros. *Terre Vie*, 110 (4) : 436-448.
- PILLET P., 1981. - La recherche scientifique dans les parcs nationaux français. *Rev. Géogr. Lyon*, 56 (3) : 313-328.
- PNPC, 1981. - *Procès verbal de la réunion du Comité scientifique. Séance du 23/02/1981*. Compte-rendu du Conseil scientifique du Parc national de Port-Cros : 1-8.
- PNPC, 1983. - *Procès verbal de la réunion du Comité scientifique du 20 janvier 1983*. Compte-rendu du Conseil scientifique du Parc national de Port-Cros, Hyères : 1-20
- PONEL P., 2013. - Paul Veyret (1892-1973), un entomologiste varois méconnu. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 27 : 95-103.
- PARC NATIONAL DE PORT-CROS, 2013. - *Stratégie scientifique du Parc national de Port-Cros*. Parc national de Port-Cros publ., Hyères : 1-65
- RAFFIN J.P., 2001. De la « mise à part » au « vivre avec » : approche d'une histoire des concepts de protection de la nature. *La Jaune et la Rouge*, Fr., 566 : 45-47.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011. - *R : A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- SABATIER M., MERVEILLEUX DU VIGNAUX P., JAFFEUX H., 2010. - *Pionniers, aux origines des Parcs nationaux : un album de famille*. Parcs nationaux de France publ., Montpellier : 1-42.
- SELMI A., 2006. - Administrer la nature. Le Parc national de la Vanoise. Maison des Science de l'Homme/Quae Editions, Paris : 1-487.
- SIMBERLOFF D., 2000. No reserve is an island : marine reserves and nonindigenous species. *Bull. mar. Sci.*, 66 (3) : 567-580.
- SOULÉ M.E., 1985. - What is conservation biology ? *BioScience*, 35 (11) : 727-734.
- SUNDERLAND T., SUNDERLAND-GROVES J., SHANLEY P., CAMPBELL B., 2009. - Bridging the gap : how can information access and exchange between conservation biologists and field practitioners be improved for better conservation outcomes ? *Biotropica*, 41 (5) : 549-554.
- VOIZARD P., 1971. - Un parc en forme d'île. *Rev. forest. fr.*, 23 : 170-172.
- WILSON E.O., 1988. - The current state of biological diversity. In: *Biodiversity*. WILSON E.O. (éd), Nat. Acad. Press, Washington D.C. : 3-7.
- ZUUR A.F., IENO E.N., SMITH G.M., 2007. - *Analysing ecological data*. Springer, New York : 1-672.