



PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE POUR LA
RECHERCHE FRANÇAISE
SUR LA

biodiversité

2015



RÉDACTEURS ET CONTRIBUTEURS DE LA PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE 2015

La rédaction et l'édition de ce document de prospective scientifique ont été coordonnées par Jean-François Silvain, président du conseil scientifique de 2009 à 2013 et Flora Pelegrin, responsable du pôle stratégie et animation scientifique à la FRB.

Cette prospective a été préparée et discutée collectivement par les membres du conseil scientifique de la FRB 2009–2013, dont la composition était la suivante :

Martine Antona - CIRAD

Raphaël Arlettaz - Institut pour l'écologie et l'évolution, Université de Berne, Suisse

Bernard Bodo - MNHN

Jean-Pierre Boude - ENSAR

Pierre Boudry - IFREMER

Thierry Bourgoïn - MNHN

Catherine Boyen - CNRS

Marie-Christine Cormier-Salem - IRD

Franck Courchamp - CNRS

Denis Couvet - MNHN

Isabelle Doussan - INRA

Jean-Christophe Glaszmann - CIRAD

Sandra Lavorel - CNRS

Paul Leadley - Université Paris XI

François Lefèvre - INRA

Wouter Los - Université Amsterdam, Pays-Bas

Francis Martin - INRA

Serge Morand - CNRS

Jean-François Silvain - IRD

Etienne Verrier - AgroParisTech

Les coordinateurs et rédacteurs principaux de chaque chapitre, ainsi que les contributeurs, sont indiqués en tête des différentes parties.

L'axe « réponses et adaptation » de cette prospective est issu du travail réalisé dans le cadre d'un groupe de travail animé par Ophélie Ronce (CNRS, ISEM), avec l'appui de François Lefèvre (du conseil scientifique).

Les contributions des membres du conseil d'orientation stratégique lors de groupes de travail organisés au premier semestre 2013 ont été intégrées au texte par les rédacteurs de chaque axe. Les participants aux groupes de travail sont listés en annexe à ce document

PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE POUR LA
RECHERCHE FRANÇAISE
SUR LA
biodiversité
2015



AXE 3 : PRESSIONS ET RISQUES

Coordination et rédaction :
Franck Courchamp,
Raphaël Arlettaz
Contributions :
Jean-François Silvain

ENJEUX ET ÉTAT DES LIEUX

La biodiversité change sans cesse, à tout niveau d'échelle, suivant dynamiquement les grands bouleversements environnementaux, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique. Toutefois, avec l'augmentation constante de la pression anthropique sur la biosphère, les trajectoires prises par tous les niveaux d'organisation de la biodiversité (gènes, populations, espèces, communautés, écosystèmes, biomes) montrent un état qui va globalement en se dégradant. Cette tendance résulte essentiellement du produit de l'accroissement sur-exponentiel de la population humaine par l'augmentation du taux de consommation de ressources naturelles *per capita*, ce dernier taux étant également sur-exponentiel (Cohen 2000). Cette pression humaine croissante a, depuis près d'un demi-siècle, été qualifiée de véritable bombe à retardement. Il en résulte que l'humanité vivrait actuellement au-dessus de la capacité de la biosphère à produire de façon durable ces mêmes ressources dont elle a besoin. Notre empreinte écologique équivaldrait actuellement à 1,5 fois ce que la planète Terre est capable de nous fournir.

On estime par ailleurs, qu'actuellement, un quart de la production primaire nette (PPN) globale de la biosphère est monopolisée, directement ou indirectement, par les activités humaines. En ne considérant que les écosystèmes terrestres, cette proportion se monterait même à 50%, voire 55%. Cela signifie que seul le solde – qui va aller en diminuant en raison de notre accroissement, et démographique, et de notre consommation individuelle – est disponible pour le maintien et l'épanouissement de la biodiversité sauvage. Les ressources en eau sont également largement accaparées par l'humanité, qui de plus affecte qualitativement et quantitativement les cycles hydrologiques. Plusieurs études récentes ont tenté d'affiner les risques qu'encourrait notre environnement, et par ricochet la société et l'économie, face aux changements en cours et à venir (horizon scanning, e.g., Sutherland, 2010, 2011, 2012, 2013), ceci dans l'optique d'informer les décideurs politiques sur les grands enjeux futurs afin de tenter d'y parer.

Plus spécifiquement, on distingue deux grands types de pressions sur la biodiversité. Il y a en premier lieu les cinq menaces qui sont à la fois globales, majeures et font l'objet d'un large consensus. On y trouve la destruction des habitats, la surexploitation des ressources biologiques, les invasions biologiques, les changements climatiques, ainsi que la pollution par les contaminants.

La destruction des habitats, parfois pudiquement appelée « changement d'utilisation des sols ou des terres », est considérée comme la principale menace pour la biodiversité terrestre. Incarnée par la destruction continue de parts croissantes d'écosystèmes forestiers et steppiques, cette menace affecte également de manière importante de nombreux autres types d'écosystèmes semi-aquatiques tels que les mangroves ou les milieux humides, sans oublier certains écosystèmes marins comme les récifs coralliens.

La surexploitation affecte plusieurs écosystèmes, en particulier les ressources halieutiques marines : une majorité des grandes zones de pêche abrite actuellement des stocks fortement réduits, incompatibles avec le taux d'extraction qui prévaut. Les invasions biologiques sont parfois considérées comme la seconde cause de perte de biodiversité, avant la surexploitation, mais ceci ne semble pas appuyé sur des études quantitatives concrètes.

Les invasions concernent toutefois tous les écosystèmes et affectent significativement la plupart des groupes taxonomiques et fonctionnels. En plus d'une perte de biodiversité, ils sont responsables de son homogénéisation croissante à l'échelle globale.

Les travaux sur l'impact des changements climatiques sur la biodiversité sont actuellement en plein essor, avec un effort particulier de quantification. Cependant, les modélisations restent encore entachées d'une trop forte variabilité, faute de standardisation, pour permettre des projections fines ou d'en appréhender concrètement les effets.

Les pollutions et contaminations ont parfois joué un rôle majeur dans la dégradation des chaînes alimentaires, modifiant fondamentalement la composition de certaines communautés écologiques (p. ex. les pesticides organochlorés dans les années 1950–1970). De nouvelles molécules et substances synthétiques sont régulièrement mises sur le marché, ce qui pose, de l'avis des scientifiques, la question de l'évaluation de leur incidence à long terme sur la biodiversité, même si les procédures d'évaluation des risques associés à ces molécules ont été améliorées au cours des dernières années. Des travaux récents conduisent notamment à s'interroger sur les risques que peuvent faire courir à la biodiversité des insectes, et en particulier à celle des pollinisateurs (abeilles, boudons), les insecticides néonicotinoïdes qui appartiennent à une nouvelle classe de molécules développée au cours des 30 dernières années et qui sont utilisés à grande échelle. De telles études peuvent

faire l'objet de polémiques entre certains scientifiques et industriels, mais il est important qu'elles puissent être menées pour améliorer les conditions d'emploi de ces insecticides et en réduire l'incidence sur la biodiversité non cible. Les travaux sur les effets de la pollution ont récemment changé de problématique et d'approches, avec notamment la mise en exergue de certaines contaminations à dose faibles, mais sur des durées importantes, de molécules rémanentes ou à très longue durée de vie ou bien de l'effet cocktail de certaines combinaisons de contaminants.

Outre ces cinq grands types de pressions, il en existe un deuxième type, qui regroupe des pressions plus spécifiques, bien que leurs effets puissent aussi avoir des répercussions globales. Ces pressions, dont la littérature scientifique se fait largement moins l'écho, parce qu'elles sont naissantes ou qu'elles sont sous-estimées du point de vue de leur impact, incluent par exemple les acquisitions internationales massives de

territoires – notamment à des fins de production agricole ou énergétique – l'accroissement du déni de perte de biodiversité ou encore les maladies émergentes.

Les risques associés à ces pressions sont en premier lieu une perte irrémédiable d'une partie de la biodiversité. Cette perte peut se mesurer en termes directs, par la disparition ou la dégradation de certains écosystèmes, l'extinction de certaines espèces ou la disparition immédiate de certaines populations et de leurs gènes spécifiques, ce qui grève le potentiel adaptatif de l'espèce dans son ensemble face aux changements environnementaux. Cette perte se mesure également indirectement, via le lien entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes d'une part, et entre biodiversité et services écosystémiques d'autre part. Ces liens peuvent d'ailleurs être la cause, par effet de cascade, de pertes supplémentaires de diversité biologique.

PROSPECTIVE

> DOCUMENTER

Priorité 3.1 : Mieux documenter la biodiversité

Il semble en premier lieu essentiel de mieux documenter la biodiversité elle-même. En effet, mis à part pour quelques groupes taxonomiques comme les vertébrés supérieurs terrestres, celle-ci demeure encore largement inconnue (en particulier, mais pas seulement, sur les planchers et dans les fosses océaniques). Toutefois, la tâche est immense étant donné que l'on a décrit moins de 2 millions d'espèces parmi les 15 à 100 millions qui existeraient sur terre. La description du vivant a récemment changé d'échelle en matière de capacité d'exploration et d'identification de la biodiversité, notamment via des techniques particulièrement efficaces (ex. barcoding, génomique environnementale via le séquençage haut débit, analyse des pollens aéroportés). Ce besoin de description ne doit pas pour autant servir d'argumentation pour retarder l'action de conservation de cette biodiversité, car les espèces disparaissent actuellement plus rapidement que l'on ne peut les identifier. C'est la raison pour laquelle la définition d'indicateurs peu nombreux, mais fiables, ainsi que le recours aux concepts d'espèce parapluie ou clef de voûte sont cruciaux.

Priorité 3.2: Documenter et quantifier les différentes pressions et en hiérarchiser les effets

Il semble ensuite essentiel de quantifier et donc de hiérarchiser l'effet des grands types de pression sur la biodiversité. Pourtant primordiales, les lacunes au niveau de cette hiérarchisation sont surprenantes lorsque l'on pense aux enjeux : seule une telle hiérarchisation peut en effet guider efficacement l'action politique. Dans une phase ultérieure, il serait également essentiel de mieux caractériser les effets des différents types de pression sur chaque niveau écologique, de

la génétique et la physiologie des individus, au fonctionnement des populations, des communautés et des écosystèmes. Pour ce faire, il est nécessaire d'établir au préalable quels sont les types de biodiversité qui sont atteints par les différents facteurs de pression incriminés (spécifique, intraspécifique, fonctionnelle, écosystémique, etc.) et comment ceux-ci s'articulent. Un aspect essentiel de ce point de vue est la prise en compte des interactions entre les différents facteurs de perte de la biodiversité. Ici, les approches descriptives demeurent souvent insuffisantes et seules l'expérimentation et la modélisation peuvent permettre de progresser, ce qui implique des lourdeurs certaines. Ceci explique qu'il y ait si peu d'études dans ce domaine, avec une impossibilité en l'état d'articuler des généralisations. On pourra illustrer ce point en remarquant que le dogme d'une synergie entre changements climatiques et invasions biologiques (il a été prédit que les espèces invasives bénéficieront des changements climatiques et que les invasions vont donc s'intensifier dans les prochaines décennies) n'a jamais été démontré, et que quelques études récentes suggèrent même le contraire.

L'analyse et la quantification des grands types de pressions déjà décrites doit être complétée par l'étude d'autres pressions et risques encore peu décrits, tels que :

- des risques nouvellement identifiés, notamment à des échelles spatiales et temporelles plus réduites ou encore des pressions liées à de nouveaux usages possibles,
- l'étude des pollutions (chimiques, sonores, lumineuses), de leurs effets cumulés et des effets d'expositions longues à de faibles doses.

Priorité 3.3: Évaluer la pertinence et les limites de métriques permettant la comparaison de quantifications d'impacts

La quantification de l'effet individuel ou synergique des différentes pressions sur la biodiversité doit s'accompagner d'une quantification des impacts directs ou indirects de ces pressions sur les activités socio-économiques. Cette quantification concerne d'une part les atteintes aux services que les sociétés humaines retirent de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes et d'autre part, le coût des opérations de protection, mitigation, compensation, réhabilitations qui sont menées pour répondre à ces atteintes.

Il serait de ce point de vue capital de réfléchir aux possibilités de mises au point d'un système de

standardisation des quantifications d'impacts; en d'autres termes il convient d'évaluer la pertinence et les limites des métriques permettant la comparaison de quantifications d'impacts. Parallèlement, la notion de risque, qui correspond à la fois au produit d'un aléa par son coût et au produit de la probabilité d'occurrence d'un événement par l'ampleur de l'impact de cet événement, doit être explicitée car elle est essentielle tant pour les citoyens que pour les décideurs. Il faut en effet construire un cadre d'action qui permette aux chercheurs, gestionnaires et décisionnaires de 1) caractériser plus clairement et plus objectivement; 2) comparer et prioriser (localement ou globalement); et 3) communiquer et convaincre. Ceci implique tout d'abord de bien comprendre les mécanismes à l'œuvre.

> COMPRENDRE

Priorité 3.4: Mieux comprendre le fonctionnement de la biodiversité pour mieux évaluer l'incidence des différentes pressions

En premier lieu, il semble essentiel de bien appréhender comment la biodiversité est affectée par ces différentes pressions. S'il semble trivial de souligner qu'une meilleure compréhension de la biodiversité, du fonctionnement de ses composantes jusqu'à ses « productions » (ressources, services...) est un préalable nécessaire, on peut également considérer que l'étude du dysfonctionnement d'un système est généralement décisif pour la compréhension de son fonctionnement. En cela, la compréhension des pressions qui s'exercent sur la biodiversité et des risques qu'encourent la biodiversité, les écosystèmes et les sociétés humaines peut être vue comme une contribution à la compréhension de la biodiversité et du fonctionnement des éléments qui la constituent. Ce point se rapproche de la notion de diagnostic, qui reste centrale mais encore trop peu systématisée en biologie de la conservation.

Priorité 3.5: Mieux comprendre les réponses de la biodiversité aux pressions

Au nombre des éléments essentiels à cette compréhension se situe un certain nombre de questions clés. Quelle part de la biodiversité va s'adapter et quelle part va disparaître selon des grands types de pression ? Quel est le potentiel des changements évolutifs (p. ex. sélection, plasticité phénotypique) dans les différents groupes taxonomiques et fonctionnels ? Quelles sont

les conséquences des changements de distribution ou de dynamique des populations (p. ex. déclin, extinction) sur la structure et le fonctionnement des communautés ? Notamment, quelle peut être la part des extinctions en chaîne dans l'appauvrissement de la biodiversité ? Quels processus biologiques et écologiques sont susceptibles de mitiger ou au contraire d'exacerber les atteintes à la biodiversité ? Quelles sont les attentes sociales sur les questions de responsabilité environnementale, de préjudice écologique et de mesures de compensation ?

Plusieurs de ces questions ont été abordées dans le cadre du groupe de travail « Réponses et adaptation » du conseil scientifique de la FRB et on pourra se reporter à l'axe 5 « Réponses et adaptation » pour en lire la synthèse.

Priorité 3.6: Développer les recherches en sciences sociales pour appréhender, entre autres, le risque constitué par le déni de perte de biodiversité

La caractère indirect et différé de l'incidence des pertes de biodiversité sur la vie quotidienne d'une large fraction des citoyens de la planète favorise l'existence d'un déni de perte de biodiversité, un phénomène déjà observé avec le changement climatique et qui devrait s'accroître à mesure que les données scientifiques seront de plus en plus nombreuses pour étayer ces pertes. Un tel déni ne peut que freiner la mise en place de mesures visant à freiner les pertes de biodiversité.

> MODÉLISER ET SCÉNARISER

Priorité 3.7: Modéliser les conséquences des pressions au niveau écologique

La documentation et la compréhension des niveaux et types de pressions sur la biodiversité devraient permettre d'en modéliser les conséquences au niveau écologique et d'en scénariser les différents risques potentiels, en tout premier lieu concernant les pertes pour la biodiversité.

Priorité 3.8: Modéliser l'impact des pertes de biodiversité sur différents aspects du fonctionnement des communautés et des écosystèmes (et par extension l'impact sur les services)

Il est essentiel de modéliser l'impact des pertes de biodiversité sur différents aspects du fonctionnement des communautés et des écosystèmes (interactions pluri-spécifiques, production primaire, cycle des éléments nutritifs, décomposition, etc.). La modélisation devra également porter sur les services écosystémiques – qui sont des fonctionnalités ayant des implications directes pour la société et l'économie (purification de l'eau, pollinisation, régulation du climat, protection contre les maladies et les ravageurs, etc.), notamment en regard des limites biosphériques, aucune des ressources procurées par la planète n'étant inépuisable. Les aspects liés à la limitation de ces ressources ne devraient de surcroît pas être considérés seulement dans leur dimension globale, mais également dans leur dimension régionale sinon locale (facteur d'échelle). Si la modélisation devra nécessairement se focaliser en priorité sur les aspects mécanistiques, elle gagnerait

cependant à intégrer des aspects quantitatifs, notamment pour la dynamique, car ceci ouvrirait la porte à des recommandations de gestion circonstanciées, avec définition de valeurs seuils. Les nouveaux défis de prédictions de la dynamique de la biodiversité imposés par les changements globaux, et en particulier les changements climatiques, sont à cet égard une bonne illustration.

Priorité 3.9: Modéliser et scénariser les effets des politiques publiques, des programmes de conservation et des mesures de gestion de la biodiversité

Les approches de modélisation permettront à terme de scénariser non seulement les impacts du déclin de la biodiversité, mais également de mesurer les effets des opérations de mitigation, des programmes de conservation et de restauration afin d'en affiner les stratégies pour une meilleure gestion environnementale dans le futur. De manière similaire, il apparaît nécessaire de pouvoir scénariser les risques associés à une orientation inadaptée des politiques publiques et à une évaluation insuffisante de leurs impacts (effets non intentionnels).

La modélisation devra distinguer clairement entre facteurs proximaux (réaction de cause à effet dans une chaîne proche) et facteurs distaux (ou ultimes ; soit les macro-phénomènes situés à l'extrême amont qui induisent ces changements), car ici aussi l'enjeu est l'efficacité de la gestion des problèmes environnementaux.