

‘Les indicateurs de Biodiversité’

Denis Couvet, Frédéric Jiguet, Romain Julliard & Harold Levrel,
UMR 5173 MNHN-CNRS ‘Biologie de la Conservation’.

In Barbault, R. et Chevassus-au-Louis, B. 2005. Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche, adpf-Ministère des Affaires Etrangères, 241p

Un indicateur est un résumé d’une information complexe qui permet à différents acteurs de dialoguer. C’est donc avant tout un **outil de communication** doté d’une forme facilement interprétable pour les acteurs. Le rôle du scientifique est d’assurer la **robustesse** de l’indicateur, c’est-à-dire que les variations de celui-ci reflètent effectivement les variations de l’ensemble qu’il est sensé représenter, et qu’il réduise mais ne déforme pas la complexité de la réalité. La construction d’un indicateur doit être **transparente et réfutable**, ce qui doit lui offrir, *in fine*, une certaine **légitimité** aux yeux des utilisateurs potentiels. La construction d’un indicateur suppose ainsi de faire un compromis entre trois tensions fondamentales : ses dimensions contextuelle et universelle, scientifique et politique, arbitraire et pragmatique. Ces tensions nécessitent des arbitrages qui vont représenter les bases scientifiques et politiques de l’indicateur. Ainsi, les bons indicateurs n’existent pas d’emblée, mais résultent d’un processus d’apprentissage grâce auquel les techniques, les connaissances et les représentations co-évoluent. Il doit permettre d’intégrer les contraintes de **faisabilité** – notamment en termes de coûts. Enfin, un indicateur se construit par rapport à un **objectif**, étroitement relié à la manière dont les acteurs concernés vont l’utiliser.

I. Quelques généralités sur les indicateurs de biodiversité

La fonction générale d’un indicateur de biodiversité est d’évaluer l’état de santé de la biodiversité (sa viabilité, sa durabilité, sa résilience, sa productivité, etc.), afin de permettre aux utilisateurs de prendre des décisions et d’en évaluer les conséquences. Un indicateur de biodiversité se construit à partir de données qui ne sont elles-mêmes qu’un échantillon de la biodiversité représentée. Il faut donc distinguer la question de la représentativité des données, qui dépend du plan d’échantillonnage mis en œuvre, de la question de la construction de l’indicateur proprement dit à partir de ces données.

Rareté des indicateurs de biodiversité

Lorsque l’on consulte le rapport de l’IFEN ‘Etat de l’environnement en France 2002’, on ne peut que constater la rareté des indicateurs de biodiversité. Cette rareté contraste avec la profusion des indicateurs environnementaux, notamment physico-chimiques (qualité de l’eau, de l’air...) ou d’occupation des sols, et souligne la nécessité de disposer d’indicateurs de biodiversité.

Bio-indicateurs, espèces indicatrices, indicateurs pluri-spécifiques

La notion d’indicateur de biodiversité est souvent réduite à celle d’espèce(s) indicatrice(s) (aussi appelée bio-indicateur). La présence de ces espèces est utilisée pour caractériser la « qualité » d’un milieu qui n’est pas forcément fonction de la biodiversité. Si on peut parler d’indicateur à leur propos, la notion d’espèce indicatrice ne couvre qu’une petite part des fonctions attendues d’un indicateur de biodiversité. En particulier, la complexité des dynamiques qui animent la biodiversité n’est pas ou est mal prise en compte par les données de présence-absence d’espèces indicatrices : l’inverse supposerait l’hypothèse difficilement défendable que la dynamique d’une espèce indicatrice reflète la dynamique de la biodiversité dans l’habitat considéré.

Identifier une dynamique particulière à un habitat nécessite d’une part la prise en compte d’une large gamme d’espèces inféodées à cet habitat de manière à dépasser le cas d’espèce et à restituer la complexité du système étudié, et d’autre part la comparaison avec

des indicateurs dans d'autres habitats pour bien mettre en évidence le caractère particulier de la dynamique de l'indicateur dans l'habitat considéré.

Groupes fonctionnels

Dans un tel indicateur pluri-spécifique, il ne s'agira pas nécessairement d'additionner les données d'un maximum d'espèces mais de les sélectionner et de les regrouper en leur donnant un poids particulier en fonction des objectifs de l'indicateur. L'idée est qu'une espèce peut être remplacée par une autre du même groupe, sans que ce remplacement soit significatif en termes de dynamique de la biodiversité, le groupe gardant ses propriétés fonctionnelles (contrôle des herbivores par les carnivores par exemple). Le regroupement se doit d'être pertinent à la lumière du fonctionnement des écosystèmes si l'on veut bénéficier de l'outil conceptuel apporté par la biologie des populations et l'écologie des communautés. Dans cette perspective, l'agrégation des espèces selon leur niveau trophique pourrait s'imposer.

Métrique utilisée : Abondance versus diversité spécifique

Idéalement, l'indicateur devrait refléter la viabilité de la partie de la biodiversité considérée. En pratique, la viabilité d'un groupe fonctionnel, et *a fortiori* d'une communauté ou d'un écosystème, demande une connaissance trop exhaustive du système. Ainsi, on se contente de caractéristiques plus directement mesurables de l'état du système. Deux paramètres apparaissent pour caractériser l'état d'un groupe fonctionnel : l'abondance, en nombre d'individus, et la diversité spécifique. Il n'est pas toujours évident de décider lequel est le plus pertinent. Ainsi, le service rendu par les pollinisateurs dépendrait préférentiellement, selon les conditions, de l'une de ces deux quantités.

Trois arguments plaident en faveur d'un suivi de la biodiversité basé sur une estimation des variations d'abondance : 1) outil conceptuel solide, la biologie des populations permet d'interpréter les variations d'abondance des espèces en intégrant les différents mécanismes régissant leur devenir ; 2) ces variations sont plus rapides et plus continues que les variations de diversité spécifique ; 3) on peut en dériver les variations de diversité spécifique, mais l'inverse n'est pas vrai.

A partir de ces variations d'abondance, on peut tirer un indice d'état de l'écosystème en calculant un indice global pondéré selon le niveau trophique (Pauly et al. 1998). On peut aussi aller plus loin en distinguant les individus (selon leur âge, taille)..., ou en estimant des paramètres démographiques (survie, succès de la reproduction) ou génétiques (consanguinité), ce qui permet d'affiner le diagnostic sur le devenir de ces populations. Ainsi, on constate juste avant l'effondrement des stocks de morue à Terre Neuve, que les individus sont de plus en plus petits et précoces sexuellement, et cette évolution accélérée aurait pu être un indicateur de l'état de santé de ces stocks (Olsen et al. 2004).

Le rôle des réseaux naturalistes

Pour développer ces suivis pluri-spécifiques, les réseaux naturalistes, ornithologues, herpétologistes, entomologistes, botanistes, sont des partenaires essentiels, car la biodiversité est dispersée dans l'espace. Dès lors les réseaux naturalistes offrent l'opportunité de réduire considérablement le temps et les coûts liés à la collecte d'informations du fait de leurs connaissances spécifiques sur la biodiversité. Pour cela, il est nécessaire de développer des protocoles simples aux ambitions clairement affichées, de centraliser les informations recueillies, et de produire des synthèses à destination du plus grand nombre. Un tel observatoire peut s'organiser spontanément autour d'une coordination nationale et d'un réseau de coordinateurs locaux, dès lors que les avantages d'y participer sont effectifs : mise en perspective des observations locales par rapport aux observations à plus larges échelles spatiales, mise à disposition de la base de données nationale ainsi constituée pour produire des indicateurs nationaux, diffusion des résultats...

Un tel observatoire mis en place, ce sont alors les réseaux d'espaces particuliers intéressés par le devenir de la biodiversité (espaces naturels protégés, espaces dédiés à la

production dans le contexte de mesures agro-environnementales ou de développement durable, espaces verts récréatifs) qui instaureront des suivis comparables, participant de fait à l'observatoire national sur le même principe d'échange de services.

Indicateurs et suivis d'abondance pluri-spécifique : mode d'emploi

Le suivi de l'abondance d'un nombre suffisant d'espèces dans un grand nombre d'habitats ressemble à un couteau suisse, dont les lames sont notamment les indicateurs. Si le protocole est rigoureux, notamment lorsque le plan d'échantillonnage est bien fait, les résultats permettent de dériver toute une série d'indicateurs, que l'on peut classer selon trois objectifs :

1. Décrire la dynamique de la biodiversité (érosion, état stable...), selon différents habitats (agricoles, forestiers, Natura 2000...), différents groupes d'espèces (selon leur statut conservatoire, niveau trophique, aire d'origine...), mais aussi selon différents services écologiques (en regroupant les espèces fournissant chacun de ces services – stockage du carbone, fertilité des sols, pollinisation, contrôle des perturbations...).
2. Quantifier les pressions pesant sur la biodiversité et l'efficacité des réponses apportées (modèle PER, voir OCDE 1994). En comparant la dynamique des groupes fonctionnels selon les habitats, on peut tenter d'estimer l'impact de différentes pressions (homogénéisation des paysages agricoles, urbanisation, effet de différentes pratiques agraires ou modes de gestion des forêts, réchauffement climatique...), et identifier les réponses les plus pertinentes (Natura 2000, mesures agri-environnementales, différents niveaux de protection des espaces ...).
3. Mesurer la proximité de différents objectifs (arrêter l'érosion de la biodiversité en 2010, maintenir les espèces de l'annexe 1 de la directive 'oiseaux'...)

II. Deux types d'indicateurs de la biodiversité

Indicateurs liés aux espèces menacées

Les données documentant de tels indicateurs existent à profusion (liste rouge de l'UICN, suivis Natura 2000 et espaces protégés, plans de gestion d'espèces menacées...), et il serait dommage de ne pas les utiliser ! Ces indicateurs sont incontournables pour juger de l'atteinte des objectifs définis par rapport aux espèces menacées.

Indicateurs liés aux espèces communes

Si l'on veut aller plus loin dans la compréhension des mécanismes, les indicateurs associés aux espèces communes semblent importants à développer. Ces espèces présentent certains atouts méthodologiques :

- Elles ont une large distribution, ce qui permet d'échantillonner une grande diversité d'habitats, et de séparer les effets des habitats et des mesures de protection, en échantillonnant à la fois espaces protégés et non protégés.
- Les variations de leurs effectifs, par définition élevés, sont plus facilement interprétables que celles des espèces rares, sujettes à des variations aléatoires.
- Surtout, le devenir de ces espèces est importante en soit, car elles sont indispensables au bon fonctionnement de tout écosystème, donc à la fourniture de nombreux services écologiques.

Intégration des indicateurs espèces communes et espèces menacées : Porter un diagnostic sur les politiques de conservation de la nature

Le devenir des espèces communes fournit un état de référence, permettant de juger, par comparaison, de l'efficacité des politiques de conservation de la nature, notamment de la gestion d'espaces protégés (ou d'espèces menacées) – à travers une comparaison intra et extra espaces protégés (ou avec des espèces communes d'écologie comparable). Ceci sera très utile par exemple lors de l'évaluation de la qualité du réseau Natura 2000, en identifiant les sites où la gestion pourrait être améliorée, et les espèces pour lesquelles le dispositif n'est pas adéquat.

Cette comparaison permet surtout de préciser les objectifs en cas de discordance : s'agit-il par exemple de maintenir des métapopulations viables d'espèces menacées, même dans un contexte de déclin d'espèces communes qui les entourent ? La réponse semble évidente. La présence d'espèces ponctuelles peut être trompeuse : en cas de dégradation de l'écosystème, une amélioration temporaire de l'état de telle espèce peut résulter du déclin de ses compétiteurs, ou de ses prédateurs. En revanche, le déclin d'un groupe d'espèces communes reflète nécessairement une gestion non durable de la biodiversité.

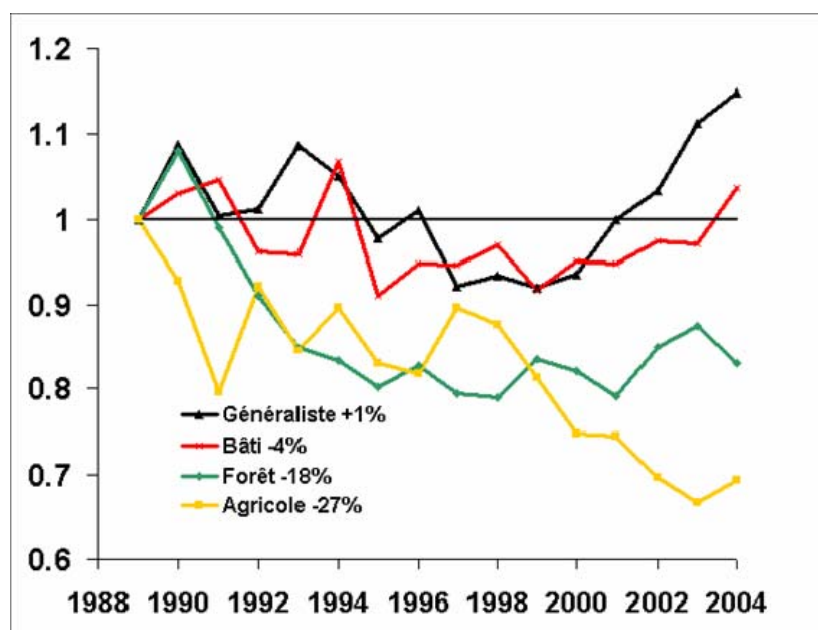
La prise en compte du devenir des espèces en interaction, dont certaines sont communes, semble donc nécessaire si l'on veut porter un diagnostic raisonné.

III. Exemple : indicateurs basés sur les oiseaux communs

Le suivi des populations d'oiseaux communs à l'échelle de la France permet de déterminer pour une centaine d'espèces nicheuses en France, la tendance au déclin, à la stabilité ou à la croissance sur le long terme des populations. Jusqu'à maintenant, ces données ont permis de construire deux types d'indicateurs :

- un indicateur générique, qui fait simplement la moyenne de l'ensemble des données disponibles. Compte-tenu du nombre et de la diversité des espèces d'oiseaux concernés, cet indicateur est censé représenter l'ensemble de la biodiversité des habitats fréquentés par les oiseaux. Ainsi, de 1989 à 2003, l'indicateur oiseaux communs a diminué de 10%.
- des indicateurs par habitats. L'indicateur est censé mesurer dans ce cas l'évolution de la biodiversité soumise à des pressions spécifiques à l'habitat concerné. La pertinence de tels indicateurs dépend étroitement de la manière dont sont sélectionnées les espèces qui les forment. Nous faisons l'hypothèse que les espèces qui sont le plus sous la dépendance de pressions spécifiques à un habitat, sont celles qui sont le plus caractéristiques de cet habitat. Ce niveau de spécialisation peut se mesurer objectivement par l'abondance des différentes espèces dans les différents habitats. *Nous avons retenu comme espèces spécialistes à un habitat donné, toute espèce dont l'abondance est au moins deux fois supérieure à son abondance moyenne dans les autres habitats.* Comme point de comparaison, nous proposons de définir les espèces généralistes comme celles dont l'abondance varie peu d'un habitat à l'autre. Cette procédure est mise en pratique pour 3 habitats très généraux que sont les milieux agricoles, les milieux forestiers, et les milieux bâtis.

Les premiers résultats des indicateurs 'oiseaux'



On constate un fort déclin dans les espaces agricoles. Le réchauffement climatique aurait un rôle majeur quant à la différence entre espèces, de même que la fragmentation des espaces, ainsi que le révèle le devenir préoccupant des espèces septentrionales et des espèces spécialistes (Julliard et al. 2004).

Perspectives d'analyse et d'expertise

Grâce aux nombreux points d'observation, il sera possible d'analyser les variations selon différents milieux, en étudiant les différences selon les régions, selon les types d'agriculture, - prairies versus plaines céréalières.-, le type de gestion forestière, ou encore selon le type d'espaces protégés (parcs nationaux, PNR, RN...).

Dans un deuxième temps, il s'agira de déterminer les causes de ces variations, notamment en les comparant entre centres et marges des aires de distribution, et en différenciant espèces généralistes et espèces spécialistes.

Ces travaux devraient déboucher sur des scénarios, servant d'aide à la décision, en couplant les résultats liés à ces indicateurs à des modèles de modification d'occupation des sols. Ceci permettra par exemple d'examiner les variations de l'impact de différentes mesures agri-environnementales selon leur distribution dans l'espace.

IV. Perspectives : Indicateurs et Biologie de la Conservation Evolutive

Parce que les modifications anthropogéniques s'accroissent et se propagent sur l'ensemble de la biosphère, toute gestion de la biodiversité doit analyser la dynamique de la biodiversité à des échelles spatiales de plus en plus larges, où processus écologiques et évolutifs sont imbriqués, affectant aussi bien les espèces communes dans les espaces anthropisés que et/ou les espèces menacées dans les espaces protégés.

Il est alors nécessaire d'avoir une approche intégrative de gestion des espèces tenant compte des relations inter-spécifiques et des processus évolutifs. Il s'agit d'identifier des stratégies de gestion assurant la pérennité du processus adaptatif des systèmes naturels dans un contexte de modifications environnementales accélérées, ce qui pourrait être l'objet d'une 'Biologie de la Conservation Evolutive'.

L'information apportée par les indicateurs de biodiversité, considérant à la fois les espèces communes dans les espaces anthropisés et/ou les espèces menacées dans les espaces protégés, pourraient permettre à la fois :

- la description de ces dynamiques aux différentes échelles, de la population à la méta-communauté,
- l'analyse des mécanismes intervenant à ces différentes échelles.

Par conséquent, au-delà d'une évaluation de l'état de santé de la biodiversité, les indicateurs liés aux variations d'abondance des espèces communes pourraient permettre d'avancer dans l'analyse des mécanismes de déclin et de réponse des espèces. En cela, ces indicateurs pourraient constituer un outil privilégié pour identifier ces stratégies de gestion de la biodiversité à moyen terme.

Bibliographie

- Ferrière, R., Diekmann, U., and Couvet, D. 2004. *Evolutionary Conservation Biology*. Cambridge University Press, 445 pp.
- Julliard, R., Jiguet, F. et Couvet, D. 2004. « Common birds facing global changes: what makes a species at risk? » in *Global Change Biology*, n°10, 148-154.
- OCDE, 1994. *Indicateurs d'environnement : Corps central de l'OCDE*. Paris, OCDE.
- Olsen, E.M., Heino, M., Lilly, G.R., Morgan, M.J., Brattery, J. Ernande, B. and Dieckmann, U. 2004. "Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod". *Nature* 428, 932-936
- Pauly D., Chistensen, V., Dalsgaard, J., Froese R. and Torres F. 1998. "Fishing down marine food webs ». *Science* 279, 860-862