



HAL
open science

Critères et indicateurs de gestion durable des forêts : la biodiversité

Marc Deconchat, Gérard Balent

► **To cite this version:**

Marc Deconchat, Gérard Balent. Critères et indicateurs de gestion durable des forêts : la biodiversité. Revue forestière française, 2004, 56 (5), pp.419-430. 10.4267/2042/5111 . hal-03449466

HAL Id: hal-03449466

<https://hal.science/hal-03449466>

Submitted on 25 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CRITÈRES ET INDICATEURS DE GESTION DURABLE DES FORÊTS : LA BIODIVERSITÉ

MARC DECONCHAT - GÉRARD BALENT

La question de la conservation, de la gestion, de la préservation de la biodiversité des forêts suscite actuellement de nombreux et intenses débats à différents niveaux de la société (scientifiques, professionnels de la forêt, associations de protection de la nature, usagers, politiques, etc.) (Brédif et Ollagnon, 1997), bien que les forêts en France ne soient pas les milieux naturels les plus rares (leur surface totale augmente), les plus menacés, ni ceux qui supportent le plus d'espèces ou biotopes identifiés comme ayant une valeur patrimoniale. Ces débats ont débouché sur l'émergence du souci de définir des indicateurs permettant de repérer les évolutions nuisibles à l'environnement et de comparer les forêts et les pratiques (Barthod, 1996). Ils se déroulent de surcroît dans un contexte de concurrence commerciale très vive entre pays et entre groupes industriels.

La biodiversité tient une place importante, voire centrale, dans la majorité des approches de la durabilité forestière (Burton *et al.*, 1992). En effet, elle est à la fois un patrimoine qui nécessite toute notre attention compte tenu des menaces qui l'affectent et en même temps une source de produits et services utiles (Sharitz *et al.*, 1992). La définition et la mise en œuvre d'indicateurs pour appréhender ce concept complexe sont en soi un objet de recherche. Ce domaine est en constante évolution et suscite des initiatives nombreuses et variées. L'objectif de l'article est de partir du pôle scientifique de compréhension de la biodiversité, des indicateurs qui sont proposés par les écologistes pour aller jusqu'au pôle des applications concrètes afin de montrer les écarts entre ces extrêmes et au final proposer des perspectives d'évolution.

LA BIODIVERSITÉ

Définitions

Le concept de biodiversité (ou diversité biologique, synonyme de "diversité du vivant") est complexe et a donné lieu à de nombreuses propositions de définition, généralement peu opérationnelles (Gaston, 1996 ; Huston, 1994). Dès lors que l'on s'intéresse au vivant en prenant en compte plusieurs espèces, on peut considérer que l'on travaille sur la biodiversité, même si, à proprement parler, on ne mesure pas d'indice de diversité. La génétique permet d'aborder des niveaux infraspécifiques où la notion de diversité occupe une très grande place. L'écologie du paysage de son côté tente de définir des entités supraspécifiques, incluant êtres vivants et biotopes, pour lesquelles on peut aussi évaluer des diversités, notamment de structures (Forman et Godron, 1986). Ces différents niveaux sont intéressants, surtout dans leur combinaison, pour intégrer plus fortement la dimension hiérarchique des systèmes écologiques (Noss, 1990). Les

fonctions des espèces peuvent également être utilisées dans les mesures de diversité, souvent par le biais des structures de communautés qu'elles induisent. En effet, la diversité du vivant ne se limite pas à la juxtaposition des espèces. Par exemple, pour une même composition spécifique, on peut avoir une diversité de voies de dégradation de la matière organique ou une seule (Martinez, 1996 ; Schulze et Mooney, 1994). Cependant, malgré l'intérêt évident de ces approches fonctionnelles, l'état d'avancement des connaissances dans ce domaine reste assez faible et les points de désaccords entre auteurs nombreux, en partie du fait de la relative nouveauté de ces concepts (Martinez, 1996).

La biodiversité peut être abordée soit comme une conséquence des modifications du milieu qui peuvent provenir des activités humaines, soit comme un facteur affectant les propriétés des systèmes écologiques, dont certaines peuvent être des services utiles aux activités humaines. La biodiversité est un objet scientifique dont on étudie les origines et la sensibilité à des modifications des facteurs du milieu, mais aussi de plus en plus l'impact sur les propriétés des systèmes biologiques en termes de productivité ou de stabilité. Elle peut aussi être employée comme un indicateur biologique pratique et intégrateur de variations du milieu (Burton *et al.*, 1992). C'est ce qui est fait par exemple pour établir les catalogues de stations forestières.

Objectifs

La biodiversité peut être gérée vers des objectifs de conservation. La conservation des espèces, face à un taux d'extinction sans précédent (Holdgate, 1996), est devenue une priorité internationale, pour des raisons éthiques, mais aussi économiques liées à leurs utilisations potentielles. Burton *et al.* (1992) estiment qu'une espèce végétale quelconque représente une valeur potentielle de 203 millions de dollars pour l'industrie pharmaceutique. Cette conservation passe par des inventaires et des mesures particulières appliquées à des espèces et à des espaces. Mais cette approche ne peut concerner qu'une faible partie de la biodiversité. La conservation passe aussi par des actions applicables dans la gestion courante des milieux communs (Saunders *et al.*, 1991). Elle nécessite alors des guides et des indicateurs de gestion plus simples (Cavin et Boitier, 1993 ; Dubourdieu, 1991).

La gestion de la biodiversité peut se concevoir de façon qualitative pour augmenter le nombre ou la qualité des services rendus par l'écosystème envers les besoins humains (Folke *et al.*, 1996 ; Kunin et Lawton, 1996), au-delà des fonctions intrinsèques qui assurent son existence même. Il peut s'agir de la productivité forestière (Burton *et al.*, 1992), de la résistance aux ravageurs (Jactel *et al.*, 2002), de la production d'aliment (Holdgate, 1996) ou de raisons esthétiques (Packham et Cohn, 1990). La gestion de la biodiversité en forêt rejoint celle d'autres facteurs comme l'eau ou les nutriments (Sharitz *et al.*, 1992). Il ne s'agit plus uniquement de conserver des éléments rares, mais de chercher à atteindre une certaine diversité qui confère au système des propriétés utiles. Cette gestion doit être abordée dans une perspective dynamique, en fonction des changements résultant de l'évolution naturelle des systèmes.

INDICATEURS DE BIODIVERSITÉ

Mesures

D'un point de vue scientifique, la biodiversité est une grandeur complexe qui a donné lieu au développement de nombreuses méthodes d'analyse. Sans vouloir être exhaustif, on peut en donner ici un aperçu. L'obtention d'une mesure de diversité nécessite de définir quels sont les objets considérés (par exemple : individus pour les animaux et biomasse ou recouvrement pour des végétaux, mais d'autres définitions sont possibles) et les catégories dans lesquelles on les

classe (espèces). Il faut en outre préciser les échelles spatiales (exemple : une forêt) et temporelles (exemple : une année), mais aussi les niveaux d'organisation biologique (exemple : les oiseaux nicheurs), de l'ensemble (échantillon) pour lequel on souhaite évaluer une diversité. Enfin, il faut choisir une mesure de la diversité ou d'autres descripteurs de la composition, de la structure ou des fonctions des entités étudiées.

Les données de biodiversité utilisées en écologie se présentent généralement sous la forme générale d'un tableau. Dans le cas de données au niveau spécifique, les lignes sont les unités d'échantillonnage, les colonnes les espèces et les cellules une mesure de l'abondance (au sens large, il peut s'agir de paramètres structurels comme des classes de diamètre) de l'espèce dans l'unité correspondante. Ce type de représentation permet de nombreuses approches complémentaires qui sont la base de l'écologie des communautés. On peut ainsi définir la **diversité taxonomique** de chaque unité échantillonnée (dite diversité α ou intra), la diversité entre les différentes unités (dite diversité β ou inter) et la diversité totale de l'échantillon (dite diversité γ). Cette matrice espèces x relevés peut être associée à une deuxième matrice ayant les mêmes lignes et des variables descriptives du milieu en colonne. Cela permet en comparant la réponse de chaque espèce aux variations des différents facteurs écologiques considérés de définir la **diversité écologique** de l'échantillon. Enfin, une troisième matrice ayant les mêmes colonnes et des descripteurs des traits de vie des espèces en ligne permet en reliant les traits de vie des espèces aux variations des facteurs écologiques d'en étudier la **diversité fonctionnelle**. Ces trois regards sur la diversité sont complémentaires (Balent *et al.*, 1999).

Cousins (1991) distingue des analyses cardinales et ordinales d'une matrice de biodiversité. Les analyses cardinales résument l'information de la matrice en une seule valeur ne tenant pas compte de la nature des espèces concernées. Il s'agit par exemple de la richesse, de l'équitabilité, ou un des multiples indices testés dans les années 1970 (Huston, 1994). La richesse, et dans une moindre mesure l'équitabilité, sont les indices les plus employés et, malgré leurs biais statistiques, ils présentent de nombreux avantages, dont la facilité de calcul et de "compréhension" par le grand public ne sont pas des moindres. Les analyses ordinales résument l'information de la matrice en tenant compte des différences entre les espèces. Il s'agit principalement des méthodes d'ordination qui, fondamentalement, ne font que réordonner la matrice initiale suivant des axes principaux formant un graphe canonique (Lebart *et al.*, 1995). Prodon et Lebreton (1994) ont montré par exemple le caractère optimal de certaines méthodes d'ordination comme l'Analyse des Correspondances en tant que mesure des diversités α , β et γ . On assiste, depuis une quinzaine d'années, dans le domaine de l'analyse de données des tableaux espèces x relevés, à une multiplication des méthodes, avec de plus en plus de liberté dans la forme et le traitement des données, mais aussi de plus en plus de choix qui sont à justifier par l'utilisateur (Thioulouse *et al.*, 1997).

Indicateurs

Les indicateurs sont des grandeurs mesurables de propriétés plus difficilement accessibles et qui sont d'intérêt pour une question particulière. Les indicateurs doivent :

- être suffisamment sensibles pour détecter rapidement des changements,
- répartis spatialement,
- capables de donner une réponse pour une large gamme de changements,
- peu influencés par l'échantillonnage,
- peu coûteux à obtenir,
- et capables de séparer les processus naturels de ceux induits par les activités humaines.

L'ensemble de ces propriétés étant rarement réuni pour un même indicateur, on utilise souvent des ensembles composites qui permettent d'aborder plusieurs aspects et d'obtenir une complémentarité et une redondance entre indicateurs.

- *Indicateurs de biodiversité*

La biodiversité étant quasiment impossible à mesurer exhaustivement sur une portion de territoire, il est généralement admis que l'on peut employer des indicateurs de son état, ou tout au moins de l'état de certaines de ses composantes. Les espèces indicatrices sont largement employées pour rendre compte de la biodiversité par la dynamique de leurs populations. Il s'agit généralement d'espèces considérées comme écologiquement, économiquement ou sociologiquement importantes.

TABEAU I **Utilisation des espèces indicatrices de biodiversité** (inspiré de Noss, 1999)

Caractéristique	Description	Exemple
Espèce limitée par la surface	Espèce qui nécessite des grandes surfaces d'habitat pour avoir des populations viables	Grands mammifères carnivores (Ours brun)
Espèce limitée par la dispersion	Espèce qui ne peut pas circuler facilement entre des portions de son habitat	Batraciens, petits mammifères, plantes barochores
Espèce limitée par les ressources	Espèce qui nécessite des ressources peu fréquentes ou peu abondantes ou transitoires	Chauve-souris nécessitant des cavités comme abris
Espèce limitée par des processus	Espèce liée à un processus particulier comme les inondations, les incendies, les symbioses	Plantes pyrophiles
Espèce clef de voûte	Espèce qui influence le reste de la communauté d'espèces disproportionnellement à son abondance	Castor (création de milieu), pollinisateur
Espèce endémique	Espèce répartie sur une faible surface (< 50 000 km ²)	Nombreux exemples de plantes
Espèce porte-drapeau	Espèce bien connue et appréciée du public	Grand Tétrás
Espèce parapluie	Espèce ayant de si grandes exigences que sa présence implique celle d'autres espèces moins exigeantes	Ours brun

Des critères de sélection de ces espèces ont été proposés par Noss (1999) (tableau I, ci-dessus). Certaines espèces appartiennent simultanément à différents groupes et constituent des "monuments" écologiques dont la nécessité de préservation dépasse souvent leur intérêt en tant qu'indicateur. De plus, beaucoup de ces espèces sont rares, difficilement observables et limitées à certaines portions du territoire, ce qui est en partie contradictoire avec les caractéristiques demandées à un indicateur.

Pour pallier certaines limites des indicateurs de biodiversité basés seulement sur quelques espèces, l'écologie des communautés permet d'associer les caractéristiques de la diversité de certains groupes d'espèces à celui de l'ensemble de la biodiversité. Ainsi, la flore, les oiseaux, certains groupes d'insectes, comme les carabes ou les insectes saproxyliques sont fréquemment recensés afin d'évaluer leur diversité considérée comme indicatrice de la diversité globale des systèmes écologiques étudiés, même si les liens fonctionnels supposés exister entre une communauté animale ou végétale et les caractéristiques fonctionnelles d'un système écologique ne sont pas toujours clairement établis.

Critères et indicateurs de gestion durable des forêts : où en est-on ?

Lorsque certaines caractéristiques du milieu sont connues pour être favorables à certaines espèces ou à une grande diversité d'espèces, parfois difficiles à inventorier, elles sont utilisables comme indicateurs de biodiversité, en faisant l'hypothèse que leur présence implique la présence des espèces qui en dépendent. C'est par exemple le cas du bois mort dont la quantité est considérée comme un indicateur de diversité des espèces saproxyliques, très nombreuses et difficilement repérables. Ces indicateurs ont l'avantage d'être généralement plus faciles à recenser que les espèces associées mais, en contrepartie, ils ne donnent aucune indication sur la présence effective de ces espèces (tableau II, ci-dessous).

TABLEAU II Exemples d'éléments remarquables considérés comme indicateurs d'une biodiversité particulière (inspiré de Deconchat, 1999)

Éléments remarquables en forêt	Exemples de groupes d'espèces concernés
Mare	Batraciens, reptiles, insectes aquatiques, flore
Clairière	Lépidoptères
Grotte	Chiroptères
Éboulis	Reptiles, flore
Bois mort (différentes formes)	Faune saproxylique, champignons
Arbres à trou	Oiseaux, chiroptères, insectes
Terriers	Mammifères, faune des terriers
Arbres très âgés	Insectes

Pour aborder les autres dimensions et composantes de la biodiversité, il existe d'autres indicateurs qui forment un cadre général plus large que l'approche orientée vers les espèces présentée précédemment. Noss (1990) a proposé un classement pour les différentes mesures qui ont pu être, à un moment ou à un autre, avancées comme étant des indicateurs de la biodiversité (tableau III, ci-dessous).

TABLEAU III Indicateurs de biodiversité proposés par Noss (1990) pour les 3 composantes de la biodiversité et à ses différents niveaux d'organisation

Biodiversité / Niveau	Composition	Structure	Fonction	Exemple d'outil de mesure
Régional-Paysage	Nature des taches dans le paysage	Hétérogénéité, connectivité	Régime de perturbation, flux hydrochimiques, changement global, changement d'utilisation du territoire	Photographie aérienne, satellite, SIG
Communauté écosystème	Diversités des communautés, types biologiques	Stratification, répartition spatiale, présence de micro-habitats	Biomasse, stabilité, dispersion	Catalogue de stations, inventaires, dendrométrie
Population	Abondance	Sex-ratio, densité	Démographie, dispersion, phénologie	Radio-tracking, modèle d'habitat
Génétique	Diversité allélique	Polymorphisme, héritabilité	Intensité de sélection, flux de gènes	Méthodes génétiques

- *La biodiversité comme indicateur*

La biodiversité dépend en partie des caractéristiques et du fonctionnement de l'écosystème qui l'abrite, et réciproquement. De ce fait, l'état de la biodiversité peut être vu comme un indicateur d'autres propriétés plus difficilement accessibles. Par exemple, la faune des collemboles du sol est souvent présentée comme un indicateur du fonctionnement du compartiment pédologique, même si leur rôle propre est moins important que celui d'autres groupes comme les acariens ou les champignons, plus difficilement recensables (Lauga-Reyrel et Deconchat, 1999). En fait, l'existence de relation entre une diversité élevée et un certain nombre de propriétés majeures des systèmes écologiques comme une grande stabilité, une forte résistance aux perturbations, une capacité importante d'évolution ou encore une productivité élevée ont fait et font encore l'objet de discussions acharnées entre les écologues. Exemples et contre-exemples sur la nature positive, négative ou neutre de ces relations abondent dans la littérature anglo-saxonne depuis de nombreuses années (Allcock et Hik, 2003). Au long de ces débats, de nombreuses causes potentielles des divergences de vue ont été identifiées : échelles d'étude différentes (ce qui est vrai à une échelle donnée peut être faux à une autre), approches expérimentales toutes choses égales par ailleurs *versus* approches comparatives *in situ* impliquant de multiples interactions entre les variables considérées, les types de diversité considérés (taxonomique, écologique ou fonctionnelle)...

UTILISATIONS DES INDICATEURS

État des recherches en Europe

En novembre 2003, à l'initiative de l'IUFRO et avec le concours de divers organismes européens comme l'EFI et l'Agence européenne de l'Environnement, s'est tenu à Florence un colloque européen ayant pour thème « *le suivi et les indicateurs de biodiversité forestière en Europe* » avec la volonté d'aller des idées à l'opérationnalité (« *Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe – From ideas to operationality* »). Ce colloque, auquel les auteurs ont participé, a été une occasion de faire le point sur l'état actuel d'avancement des réflexions sur les indicateurs de biodiversité.

La conférence a permis de constater qu'il existe effectivement un souci collectif et général de mieux évaluer et suivre la biodiversité forestière dans les pays européens, et aussi dans d'autres parties du monde représentées à la conférence, mais qu'il existe également une immense diversité des approches conduites dans les différents pays et selon les aspects de la biodiversité considérés. L'enjeu de la conférence était d'identifier dans cette diversité des axes communs qui permettraient de proposer des méthodes au niveau européen. Trois grands types d'approches en développement en Europe peuvent être distingués :

- **Une approche de type "inventaire forestier"** : il s'agit de généraliser les outils des inventaires forestiers, fondés généralement sur un échantillon variable ou permanent de points d'observation des forêts à une large échelle (pays, région). Ces inventaires existent déjà pour évaluer les ressources forestières. On peut utiliser, adapter et compléter le dispositif de mesure pour prendre en compte des indicateurs de biodiversité facilement mesurables (diversité botanique, diversité de structure). Cette approche permet un suivi de l'évolution des forêts et de leur biodiversité avec des mesures standardisées comparables dans le temps et l'espace. Cependant, ces mesures ne sont pas nécessairement adaptées pour détecter précocement des variations de la biodiversité dont les origines peuvent être diverses, multiples et imprévisibles. Les capacités d'adaptation du système de suivi sont réduites et l'ensemble est lourd à maintenir. Les indicateurs produits concernent généralement une grande étendue (région au minimum).

- **Une approche par site de référence** : il s'agit de focaliser les mesures, l'étude et le suivi sur quelques sites permanents, observés sur le long terme et avec une investigation approfondie, mettant en œuvre différentes méthodes, pour étudier des dynamiques d'espèces, des processus écologiques. L'analyse détaillée de l'évolution de ces sites dans un cadre scientifique apporte des informations sur les évolutions générales et permet d'identifier des aspects critiques qui peuvent ensuite être recensés de façon plus rapide sur un échantillon élargi. Cette approche est celle développée pour les sites ateliers et les observatoires régionaux de l'environnement (ORE) en France. Elle a été peu abordée durant la conférence mais semble se développer. Elle offre en effet l'avantage d'être très fine, apte à identifier des variations subtiles et des signes avant-coureurs de modifications plus importantes du fait des moyens d'investigation. Cette approche permet en outre d'intégrer l'influence de multiples facteurs, ce qui nécessite généralement une approche interdisciplinaire. À son désavantage, cette approche est très contingente des sites choisis qui peuvent ne pas être représentatifs de la variabilité des situations forestières.

- **Une approche pour les gestionnaires** : il s'agit de fournir aux gestionnaires forestiers des outils leur permettant d'identifier et de recenser les composantes de la biodiversité sur les surfaces qui les concernent. Ces informations peuvent être ensuite collectées et synthétisées à différents niveaux. Il peut s'agir d'outils réglementaires (documents de gestion) ou d'aides à la gestion comme des cartographies numériques. On peut inclure dans cette approche les nombreux travaux qui consistent à identifier des espèces indicatrices (lichens, plantes), des caractéristiques du milieu (bois mort, structure arborée) et des processus clefs (incendie, régime de perturbation) identifiables par les gestionnaires et pouvant constituer un signal les incitant à modifier leur gestion pour favoriser une certaine biodiversité. La difficulté de cette approche est la nécessité de la diffuser vers les utilisateurs finaux et de la traduire en outils opérationnels. Mais, réciproquement, cet effort vers les gestionnaires permet de rendre plus rapidement opérationnelles les recommandations qui résultent de l'observation des indicateurs. En étant partie prenante du processus d'évaluation, les utilisateurs deviennent responsables de la biodiversité localement. Ces approches sont à relier avec le développement des démarches d'écocertification qui définissent des indicateurs, des objectifs et les moyens de les atteindre. Notons que, dans ces démarches, certains indicateurs résultent souvent de l'utilisation de données de type "inventaire forestier", même si elles mettent en avant la nécessité d'en développer de nouvelles.

Exemples d'utilisation des indicateurs de biodiversité

La recherche sur les indicateurs de biodiversité est en cours et montre la complexité de ce sujet et les implications des différentes options. Cependant, les indicateurs de biodiversité sont mis en œuvre dans des réalisations concrètes. Nous présentons ici deux exemples où des indicateurs de biodiversité ont été élaborés et mis en œuvre, l'un lors de l'écocertification PEFC (Pan European Forest Certification) dans la région Midi-Pyrénées, l'autre dans un système de gestion environnementale d'une entreprise d'exploitation forestière du Sud-Ouest.

- **PEFC**

Lors de la phase d'élaboration de l'état des lieux de la forêt de Midi-Pyrénées, les participants se sont attachés à définir ce que sont les indicateurs utilisés, leurs origines et leurs portées spatiale et temporelle. Leurs choix étaient en outre contraints par la nécessité d'obtenir des indicateurs qui soient compatibles avec les orientations et les propositions d'indicateurs définies par PEFC aux niveaux national et européen. L'accessibilité (disponibilité de données à faible coût) et l'acceptabilité (reconnaissance par d'autres instances et entre participants régionaux) des indicateurs étaient des critères importants de leurs choix, alors que dans les discussions émergeaient des besoins d'indicateurs spécifiques mais non disponibles ou sujets à discussion, comme par exemple l'état sanitaire des forêts.

Concernant la biodiversité, 3 groupes de recommandations déterminant 5 indicateurs lui sont explicitement consacrés, alors que d'autres ont des liens moins directs (tableau IV, ci-dessous). Le premier groupe (P) concerne « *Des milieux et des espèces remarquables bien inventoriés et bien connus* », c'est-à-dire la biodiversité à valeur patrimoniale. Les indicateurs portant sur les habitats protégés sont plus détaillés et précis que ceux portant sur les espèces (une seule espèce prise en considération). Par définition, les habitats et espèces concernés sont rares et ne concernent pas la majorité des forêts. Seulement 0,67 % des forêts bénéficient d'une mesure de protection, même si le développement de nouvelles mesures, comme les sites Natura 2000, pourraient accroître fortement ces surfaces. Le second groupe (Q) porte sur « *Des milieux et des espèces remarquables bien gérés* ». Aucun indicateur quantitatif n'a été retenu pour ce groupe bien que son importance ait été reconnue. Le 3^e groupe (R) porte sur « *Une gestion attentive à la biodiversité* » et concerne tous les types de forêts. Les indicateurs quantitatifs se rapportent à des caractéristiques des milieux forestiers qui sont considérées comme importantes pour la biodiversité : âge des peuplements, diversité des essences et quantité de bois mort. D'autres indicateurs concernent les surfaces forestières, les catalogues de stations forestières, le choix des essences et l'utilisation des intrants, ils peuvent avoir des relations avec l'état de la biodiversité mais elles ne sont pas explicitées dans le document d'état des lieux.

TABEAU IV Indicateurs liés directement à la biodiversité dans la certification PEFC de Midi-Pyrénées

Indicateur	Évaluation
P1 : Surfaces forestières protégées	Évaluation quantitative des surfaces forestières concernées par des mesures réglementaires de protection
P3 : Espèces forestières rares ou menacées	Évolution du Grand Tétrás dans le massif pyrénéen
R5 : Importance des peuplements très âgés	Évaluation quantitative à partir des données de l'Inventaire forestier national des surfaces ayant dépassé leur âge limite d'exploitabilité
R6 : Proportion de peuplements mélangés	Idem pour les peuplements mélangés
R7 : Volume de bois mort en forêt	Idem pour le bois mort sur pied de moins de 5 ans

Les indicateurs retenus sont finalement peu nombreux et paradoxalement ne mettent pas en avant des diversités de différents groupes spécifiques ou de génomes ou de paysages, mais quantifient des valeurs de caractéristiques qui sont censées accroître la biodiversité, sans que les objectifs concernant celle-ci soient précisés. Il semble néanmoins que la dimension patrimoniale de la biodiversité domine largement les considérations. Par rapport aux types d'indicateurs présentés précédemment, les indicateurs choisis concernent surtout l'échelle parcellaire et quasiment pas l'échelle paysagère. La diversité fonctionnelle n'est pas abordée. Les indicateurs font surtout référence à des éléments et des structures considérés comme indicateurs de biodiversité, et très peu à des espèces ou groupe d'espèces indicatrices. Les valeurs des indicateurs sont alimentées par des données de type inventaire, mais certains indicateurs peuvent être déclinés au niveau des gestionnaires (bois mort, mélange d'essence).

- *Indicateurs de biodiversité pour la gestion environnementale*

La Société d'Exploitation des Bois du Sud-Ouest alimente l'usine de pâte à papier de Saint-Gaudens. Elle a mis en place en 2000 un système de gestion environnemental certifié ISO 14000 qui comporte des aspects concernant la biodiversité (Deconchat, 1999). Dans le cas d'une entre-

prise d'exploitation forestière, les indicateurs de biodiversité doivent servir à alerter le plus rapidement possible les opérateurs et cadres en charge des opérations des risques encourus par certaines composantes de la biodiversité du fait de l'exploitation. Ce dispositif d'alerte a été organisé en plusieurs niveaux. Au premier niveau, les indicateurs sont l'existence de mesures réglementaires de protection des forêts. Pour évaluer cet indicateur, l'entreprise s'est dotée d'un système informatique gérant les cartes des mesures réglementaires sur la région. Chaque coupe est localisée sur ce système pour informer les opérateurs s'ils se trouvent dans une forêt protégée et prendre alors les dispositions nécessaires. Le second niveau est l'utilisation d'une liste d'éléments remarquables que les agents de l'entreprise ont appris à reconnaître lors de formations (tableau II, p. 423). La présence de ces éléments conduit à une modification de leurs pratiques, au moins par une attention plus particulière. Il peut s'agir par exemple d'éviter de circuler sur des zones humides ou près des aires de rapaces. Enfin, le 3^e niveau d'indicateurs concerne la mise en œuvre de bonnes pratiques d'exploitation définies en interne et sur lesquelles les agents se sont engagés. Des audits réguliers permettent d'évaluer leur application.

Dans cette approche, les indicateurs employés sont de natures différentes et sont organisés en un système hiérarchique d'analyse qui permet de mettre en évidence les éléments les plus importants le plus rapidement possible dans le processus d'exploitation, afin d'intervenir rapidement et ainsi d'éviter les coûts de remédiation *a posteriori*. Les indicateurs ne concernent que l'échelle d'intervention directe de l'exploitant, c'est-à-dire la parcelle, ils n'intègrent pas de niveaux paysagers, alors que c'est le cas pour d'autres thèmes environnementaux comme l'esthétique du paysage.

PERSPECTIVES

Les exemples présentés ici montrent qu'il reste bien souvent un fossé énorme entre ce que les recherches scientifiques sur le fonctionnement des systèmes écologiques et la mise au point d'indicateurs de biodiversité proposent comme cadre d'analyse et ce qui est effectivement mis en œuvre. Bien souvent, les échelles spatio-temporelles, les différents niveaux de biodiversité, les différents indicateurs, et la perturbation des systèmes ne sont pas pris en compte, ou alors de façon très partielle dépendant plus des données disponibles que d'un raisonnement maîtrisé. Cependant, ces insuffisances ne doivent pas masquer que la valeur principale d'un indicateur est son acceptation par ses différents utilisateurs. Les indicateurs doivent renvoyer à une perception commune des processus en cours et des facteurs clefs qui nécessitent d'être mesurés. De ce point de vue, la standardisation des indicateurs écologiques pour la biodiversité devrait se développer dans les années à venir afin de faciliter les comparaisons et les suivis.

Les suivis de l'évolution des écosystèmes forestiers sont souvent confondus avec l'utilisation des indicateurs car la mesure des premiers est utilisée parfois comme indicateurs, comme on l'a vu avec l'exemple PEFC. Cependant, ces deux démarches (suivi et indicateur) nécessitent à notre sens d'être distinguées. En effet, le suivi implique une continuité de mesure permettant de reconstituer une trajectoire temporelle d'évolution. Les paramètres mesurés sont choisis pour apporter le maximum d'information sur le système étudié et sa dynamique au cours du temps. La question principale est ici celle du changement dans la structure et le fonctionnement du système écologique étudié. Dans ce cadre, la question de l'état de référence servant à mesurer les changements est rarement abordée. Doit-on se baser sur l'état au début des observations ? Sur les écarts à l'état moyen observé ? Doit-on construire un modèle de référence en préalable au suivi ? L'approche par suivi permet d'appréhender les changements graduels. Dans le cas d'une approche par indicateur, l'objectif est différent puisqu'il s'agit d'effectuer le minimum de mesures permettant d'identifier le plus rapidement possible une modification significative de

l'état du système en rapport avec un objectif. Il s'agit alors souvent plutôt de modifications discontinues, parfois incompatibles avec des dispositifs de suivi. Par définition, l'indicateur n'est pas nécessairement lié fonctionnellement avec les processus qu'il caractérise, à la condition qu'il soit sensible et accessible. Par exemple, les données satellitaires sont de plus en plus utilisées pour définir des indicateurs sans une analyse préalable des processus écologiques.

La plupart des indicateurs proposés et utilisés ont pour objectif de représenter l'état de la biodiversité d'une portion de forêt, avec toutes les limites que comporte un tel objectif. Une autre approche envisageable est de centrer les indicateurs sur les processus susceptibles d'affecter la biodiversité. Cette démarche consisterait à identifier des processus naturels et d'origine anthropique (exploitation, sylviculture, fréquentation, chasse, etc.), à analyser leurs conséquences sur la biodiversité à travers la constitution de modèles de référence, pour repérer quelles sont les composantes qui sont susceptibles d'être affectées le plus fortement et ainsi d'en déduire des indicateurs adaptés pour évaluer ces conséquences attendues. Par exemple, la faune du sol sera un indicateur adapté pour évaluer l'influence de perturbations du sol alors que ce groupe ne sera généralement pas inclus dans des indicateurs de biodiversité généraux.

Vers des indicateurs adaptables

Les connaissances sur la biodiversité, les attentes de la société et les objectifs de gestion évoluent rapidement. Ainsi, l'importance du bois mort ne s'est imposée que depuis peu comme un élément clef de la biodiversité forestière. Nul doute que d'autres évolutions similaires surviendront encore. Face à ces changements du regard porté sur les écosystèmes forestiers, la plupart des indicateurs proposés sont figés et peu à même de s'adapter. Ils relèvent plus d'un suivi de la biodiversité que d'une fonction d'alerte et d'indication de situations critiques. Pour obtenir des indicateurs plus performants et adaptables aux nouvelles données environnementales, il nous semble qu'il faudrait développer d'une part les approches centrées sur les processus qui commandent la biodiversité plutôt que sur la biodiversité elle-même, et d'autre part réévaluer régulièrement la pertinence des indicateurs en fonction des changements observés et de l'évolution des connaissances sur les processus concernés.

Enfin, la question des critères et indicateurs apparaît aujourd'hui comme une démarche principalement descendante. Par des études appropriées, les chercheurs sont à même de comprendre et modéliser les relations entre facteurs écologiques et différentes composantes de la biodiversité. Ces travaux permettent de définir des états repères dans la structure des peuplements forestiers, des espèces clefs qui reflètent tel ou tel type de fonctionnement. La question de la pertinence de ces indicateurs pour la gestion n'est pas posée, elle semble aller de soi, à tort. La question de leur appropriation n'est pas non plus posée. En ce sens, il nous semble que le monde forestier gagnerait à analyser l'évolution des démarches qui a pu se produire au cours des dernières décennies dans d'autres domaines de l'agriculture (gestion de l'eau, gestion des prairies, extensification des grandes cultures) où cette démarche d'expertise descendante a progressivement évolué vers la co-construction d'indicateurs et d'objectifs environnementaux entre le monde des scientifiques et des gestionnaires.

En fait, une forêt est un système écologique qui fonctionne et qui continuera à fonctionner, différemment peut-être, si les facteurs qui conditionnent son fonctionnement changent. Le problème se complique quand les acteurs concernés par son fonctionnement veulent savoir si la forêt fonctionnera mieux ou moins bien, de façon durable ou non. Cette question de la qualité est sous-jacente à la mise au point et à l'utilisation d'indicateurs. Il y a bientôt 20 ans, Blandin (1986) l'avait soulevée à travers une formule provocante, « *la qualité écologique est-elle un concept vide ?* », prônant ainsi, dans une démarche de diagnostic, la nécessaire confrontation de l'état

d'un système écologique et des outils de diagnostic associés aux objectifs de gestion assignés à ce système et aux outils d'évaluation associés. C'est ce même défi que doit relever aujourd'hui le monde forestier.

Marc DECONCHAT – Gérard BALENT
UMR 1201 DYNAFOR, INRA-INPT/ENSAT
Fédération de Recherche en Écologie de Toulouse (FR 2576)
Centre INRA de Toulouse
Chemin de Borde Rouge, BP 27
F-31326 CASTANET-TOLOSAN CEDEX
(deconchat@toulouse.inra.fr)
(balent@toulouse.inra.fr)

BIBLIOGRAPHIE

- ALLCOCK (K.G.), HIK (D.S.). — What determines disturbance-productivity-diversity relationships ? The effect of scale, species and environment on richness patterns in an Australian woodland. — *Oikos*, vol. 102, 2003, pp. 173-185.
- BALENT (G.), ALARD (D.), BLANFORT (V.), POUDEVIGNE (I.). — Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies. — *Fourrages*, 160, 1999, pp. 385-402.
- BARTHOD (C.). — La Gestion durable des forêts tempérées : aux racines du débat international actuel. — *Revue forestière française*, vol. XLVIII, n° spécial "La Gestion durable des forêts tempérées", 1996, pp. 13-22.
- BLANDIN (P.). — Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. — *Bulletin d'Écologie*, vol. 17, n° 4, 1986, pp. 215-307.
- BRÉDIF (H.), OLLAGNON (H.). — Gestion durable des forêts. La France à l'heure des choix. — AFOCEL, 1997. — 85 p.
- BURTON (P.J.), BALISKY (A.C.), COWARD (L.P.), CUMMING (S.G.), KNEESHAW (D.D.). — The value of managing for biodiversity. — *Forestry Chronicle*, vol. 68, n° 2, 1992, pp. 225-237.
- CAVIN (M.), BOITIER (T.). — Prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière. — Fontainebleau : ONF, 1993. — 32 p. (Guide).
- COUSINS (S.H.). — Species diversity measurement : Choosing the right index. — *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 6, n° 6, 1991, pp. 190-192.
- DECONCHAT (M.). — Exploitation forestière et biodiversité. Exemples dans les forêts fragmentées des coteaux de Gascogne : principaux résultats des travaux de recherche. — Toulouse : INRA-SEBSO, 1999. — 32 p.
- DUBOURDIEU (J.). — Directives en vue d'une gestion conservatoire des patrimoines forestiers dans les forêts bénéficiant du régime forestier. — *Revue forestière française*, vol. XLIII, n° spécial "Patrimoines naturels forestiers", 1991, pp. 149-151.
- FOLKE (C.), HOLLING (C.S.), PERRINGS (C.). — Biological diversity, ecosystems, and the human scale. — *Ecological Applications*, vol. 6, 1996, pp. 1018-1024.
- FORMAN (R.T.T.), GODRON (M.). — Landscape Ecology. — New York (USA) : John Wiley & Sons, 1986. — 610 p.
- GASTON (K.J.), Ed. . — Biodiversity. A biology of numbers and difference. — Oxford (UK) : Blackwell Science, 1996. — 396 p.
- HOLDGATE (M.). — The ecological significance of biological diversity. — *Ambio*, vol. 25, 1996, pp. 409-416.
- HUSTON (M.A.). — Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes. — Cambridge (UK) : Cambridge University Press, 1994. — 681 p.
- JACTEL (H.), GOULARD (M.), MENASSIEU (P.), GOUJON (G.). — Habitat diversity in forest plantations reduces infestations of the pine stem borer *Dioryctria sylvestrella*. — *Journal of Applied Ecology*, vol. 39, n° 4, 2002, pp. 618-628.

- KUNIN (W.E.), LAWTON (J.H.). — Does biodiversity matter ? Evaluating the case for conserving species. *In* : Biodiversity. A biology of numbers and difference / K.J. Gaston Ed. . — Oxford (UK) : Blackwell Science, 1996. — pp. 283-308.
- LAUGA-REYREL (F.), DECONCHAT (M.). — Diversity within the collembola community in fragmented coppice forests in southwestern France. — *European Journal Soil Biology*, vol. 35, n° 4, 1999, pp. 177-187.
- LEBART (L.), MORINEAU (A.), PIRON (M.). — Statistique exploratoire multidimensionnelle. — Paris : Dunod, 1995. — 439 p.
- MARTINEZ (N.D.). — Defining and measuring functional aspects of biodiversity. *In* : Biodiversity. A biology of numbers and difference / K.J. Gaston Ed. . — Oxford (UK) : Blackwell Science, 1996. — pp. 114-148.
- NOSS (R.F.). — Assessing and monitoring forest biodiversity : a suggested framework and indicators. — *Forest Ecology and Management*, vol. 115, 1999, pp. 135-146.
- NOSS (R.F.). — Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach. — *Conservation Biology*, vol. 4, n° 4, 1990, pp. 355-364.
- PACKHAM (J.R.), COHN (E.V.J.). — Ecology of the woodland field layer. — *Arboriculture Journal*, vol. 14, n° 4, 1990, pp. 357-371.
- PRODON (R.), LEBRETON (J.-D.). — Analyses multivariées des relations espèces-milieu : structure et interprétation écologique. — *Vie et Milieu*, vol. 44, 1994, pp. 69-91.
- SAUNDERS (D.A.), HOBBS (R.J.), MARGULES (C.R.). — Biological consequences of ecosystem fragmentation : A review. — *Conservation Biology*, vol. 5, n° 1, 1991, pp. 18-32.
- SCHULZE (E.D.), MOONEY (H.A.), Eds. — Biodiversity and ecosystem function. — Berlin : Springer Verlag, 1994. — 525 p.
- SHARITZ (R.R.), BORING (L.R.), VANLEAR (D.H.), PINDER III (J.E.). — Integrating ecological concepts with natural resource management of southern forests. — *Ecological Applications*, vol. 2, n° 3, 1992, pp. 226-237.
- THIOULOUSE (J.), CHESSEL (D.), DOLÉDEC (S.), OLIVIER (J.M.). — ADE-4 : a multivariate analysis and graphical display software. — *Statistics and Computing*, vol. 7, 1997, pp. 75-83.

CRITÈRES ET INDICATEURS DE GESTION DURABLE DES FORÊTS : LA BIODIVERSITÉ (Résumé)

Avec le développement du concept de gestion durable des forêts, une batterie de critères et d'indicateurs de l'état des forêts a été établie. De nombreux critères et indicateurs concernent la capacité des habitats forestiers à abriter et maintenir une diversité biologique importante, d'autres concernent directement la présence d'espèces ou de groupes d'espèces. Ces derniers ont stimulé la réflexion sur la signification de la biodiversité vis-à-vis de la durabilité des forêts faisant largement écho aux réflexions théoriques menées en écologie. Existe-t-il des espèces clés, des espèces parapluie qui garantissent la durabilité de l'ensemble d'un écosystème forestier ? Doit-on viser la biodiversité maximale ? À quel état doit-on se référer pour apprécier la durabilité écologique d'une forêt ? Comment définir la durabilité écologique ? Dans cet article, nous présentons les principaux indicateurs qui concernent la biodiversité des espèces animales et végétales. Nous en discutons la pertinence en matière de signification écologique et d'opérationnalité pour la gestion.

CRITERIA AND INDICATORS FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT – BIODIVERSITY (Abstract)

As the notion of sustainable forest management has developed, a broad range of criteria and indicators for assessing the status of forests has been established. Many of these criteria and indicators relate to the capacity of forest habitats to accommodate and maintain considerable biodiversity while others relate directly to the presence of species or groups of species. As a result of the work done on the latter, there has been growing interest in the significance of biodiversity for forest sustainability, largely echoing the theoretical developments in ecology. Are there key species, umbrella species that guarantee the sustainability of the overall forest ecosystem ? Is maximum biodiversity the appropriate goal ? What state should be used as a baseline to assess the ecological sustainability of a forest ? How is ecological sustainability defined ? This article presents the major indicators relating to the biodiversity of plant and animal species. We discuss their ecological significance and operativity for management purposes.