

La polycrise de la biodiversité : les métamorphoses de la nature et de sa protection

VINCENT DEVICTOR

La progression d'une discipline scientifique, qu'on la considère comme continue ou comme faisant l'objet de révolutions successives, n'est en tout cas pas linéaire. Les sciences semblent connaître des périodes de développements, de crises, de stabilités et d'accélération, tant dans leurs méthodes que dans leurs théories. Les transformations de l'écologie pourraient s'étudier en ce sens à la lumière de ce que l'épistémologie classique propose, notamment en confrontant la notion de « paradigme » ou de « collectif de pensées » proposés par Thomas Kuhn¹ ou Ludwig Fleck². La transformation des disciplines scientifiques peut aussi s'étudier avec différentes temporalités. Une temporalité longue, souvent privilégiée, s'efforce généralement de caractériser les grandes filiations ou les ruptures entre les courants de pensée, l'influence à long terme de certains concepts ou de certaines découvertes techniques. Une temporalité plus courte permet de saisir un moment singulier d'une discipline et d'examiner les justifications apportées à une trajectoire qu'elle adopte. Si plusieurs histoires de l'écologie scientifique sont aujourd'hui disponibles³, l'analyse de ses transformations récentes est moins courante.

L'écologie scientifique dont il est courant de faire remonter l'origine à la fin du XIX^e siècle est souvent qualifiée de science « jeune ». Si l'écologie s'est développée sur la base d'une tradition naturaliste descriptive, ses débuts sont rapidement rythmés par le développement de

[1] T. S. Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques* [1962], Flammarion, 1983.

[2] L. Fleck, *Genèse et développement d'un fait scientifique* [1935], Les Belles Lettres, 2005.

[3] J.-P. Deléage, *Une histoire de l'écologie*, Seuil, 2000 ou J.-M. Drouin, *L'Écologie et son histoire. Réinventer la nature*, Flammarion, 1999.

concepts et de méthodes ayant pour but d'expliquer la répartition et la dynamique des systèmes vivants. La théorie des successions végétales, établie entre autres par Frederic E. Clements (1874-1945), cherchait à expliquer la dynamique des communautés de plantes comme décrivant la trajectoire d'un retour de la communauté vers le climax, un état stable déterminé⁴. Les scientifiques se sont peu à peu préoccupés plus spécifiquement des impacts des activités humaines sur la nature. À cet égard, dans les années 1980⁵, la notion de « crise de la biodiversité » a brusquement précipité une part de l'écologie scientifique vers l'étude d'un nouvel enjeu. Il s'agissait pour certains écologues de comprendre plus spécifiquement les causes et les conséquences de l'érosion de la diversité du vivant affectée par les activités humaines. Ce nouvel enjeu encouragea une accélération de la discipline, la multiplication des études sur le vivant, la prise au sérieux de l'écologie en tant que science et l'affirmation de la « biologie de la conservation » comme nouvelle discipline scientifique. La biologie de la conservation issue de la rencontre de l'écologie scientifique et de préoccupations éthiques se consacre spécifiquement, depuis sa naissance dans la sphère académique à la fin des années 1980, à l'étude scientifique de cette « crise » du vivant et de nos possibilités d'action⁶.

Cette phase d'accélération n'est pas terminée. De nombreuses études en écologie scientifique, appliquées ou théoriques, se justifient par la nécessité d'étudier la crise de la biodiversité et d'élaborer des moyens de l'enrayer sur des bases scientifiques.

Pourtant, des bouleversements récents semblent modifier cet élan historique. Les transformations du sens des mots « nature » et « protection » et la diffusion des termes « biodiversité » et « gestion » sont déjà des marques conséquentes d'un changement de trajectoire⁷. Mais des remises en causes profondes sur ce qu'est la biodiversité, sur la façon de l'étudier et sur les raisons de la protéger semblent aussi caractériser un moment de « crise » de l'écologie scientifique. Ainsi, au-delà de la « crise de la biodiversité », que l'écologie scientifique s'efforce d'étudier, on peut se demander si son étude et sa protection ne sont pas,

[4] F.E. Clements, « Nature and structure of the climax », *The Journal of Ecology*, 24, 1936, 252-284.

[5] E.O. Wilson, *Biodiversity*, National Academies Press, 1988.

[6] M.E. Soulé, « What is conservation biology? », *BioScience*, 35, 1985, 727-734.

[7] P. Blandin, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*, Quae, 2009.

elles-mêmes, « en crise ». *Krisis* veut dire en grec décision, jugement. C'est à l'origine un terme médical qui désigne la phase décisive d'une maladie. C'est donc un moment clef qui n'a pas, en soi, de connotation péjorative et dont l'issue possible est la guérison. C'est l'existence d'un tel « moment épistémologique » que je chercherai ici à analyser, non pas de façon théorique et surplombante, mais au contraire en me basant sur ce qui se fait concrètement dans les laboratoires.

Je proposerai quatre niveaux d'analyse principaux qui seront les parties de ce chapitre. Le premier niveau est celui de *l'objet* de la crise de la biodiversité, le second correspond aux *moyens* mis en œuvre pour son étude et sa conservation, et le troisième niveau est celui des *fins*, autrement dit des justifications normatives et éthiques de l'étude et de la protection de la nature. J'ajouterai en conclusion l'examen de la transformation d'un quatrième niveau, souvent ignoré, qui est celui de *la recherche scientifique elle-même*. On peut en effet se demander si ce moment que semble traverser l'écologie scientifique correspond plus largement à une évolution récente du modèle de la recherche scientifique, quelle que soit la discipline considérée. Cette analyse me permettra de montrer que la crise de la biodiversité est en réalité devenue une polycrise qui dépasse largement la sphère de l'écologie et de la science en général.

1] La métamorphose de l'objet « biodiversité »

Précisons d'emblée que la biodiversité n'est précisément pas un « objet scientifique » comme un autre. Cette notion naît clairement d'une préoccupation, d'un enjeu, qui dépasse la science⁸. Le terme « biodiversité » reçoit néanmoins une définition académique. C'est la diversité du vivant à toutes ses échelles (génétique, spécifique, écosystémique)⁹. Cette définition qui évacue l'aspect problématique de la notion a permis de « quantifier » la biodiversité. Cette quantification a nécessairement entraîné une nouvelle réduction. La plu-

[8] D. Takacs, *The Idea of Biodiversity: Philosophies of Paradise*, Johns Hopkins University Press, 1996.

[9] L'article 2 de la Convention sur la diversité biologique de 1992 définit officiellement la biodiversité comme « la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ».

part des études se sont en effet intéressées à une diversité intuitive, visible, celle du nombre d'espèces présentes en un endroit donné. Les mesures de « diversité » empruntées aux théories de l'information sont venues compléter cette approche, avec des débats techniques poussés et répétés sur le comportement de ces différents indices¹⁰. Ces indices ne tenant pas compte des différences entre espèces (morphologiques, écologiques, comportementales, génétique, etc.), ils peuvent en ce sens être qualifiés de qualitativement « neutres » : ces indices se contentent en effet de refléter le nombre des individus et des espèces d'un assemblage de différentes manières.

Cette manière de concevoir la biodiversité et sa quantification a subi une métamorphose récente. D'autres facettes de la diversité sont en effet venues s'ajouter à ces premières méthodes de quantification en peu de temps. La diversité « phylogénétique » est aujourd'hui devenue une composante importante de la biodiversité. Cette nouvelle dimension tient compte de l'histoire évolutive des espèces et du processus de diversification. Cette facette n'est pas un niveau hiérarchique supplémentaire (comme celui des gènes, des habitats) mais ajoute à la biodiversité une information d'un autre ordre. Deux assemblages d'espèces de même diversité spécifique peuvent regrouper des espèces très différentes sur le plan évolutif et ainsi représenter des diversités phylogénétiques très différentes. La diversité est rendue « historique » par cette nouvelle approche qui se répercute dans les différents champs de l'écologie scientifique¹¹.

Une autre facette est récemment venue compléter cette manière de se représenter la biodiversité. Les espèces ne sont plus considérées comme équivalentes mais comme porteuses de « traits » fonctionnels (leurs différences morphologiques, écologiques, comportementales)¹². Ainsi, quel que soit le nombre d'espèces contenu dans deux assemblages, et quelle que soit la diversité phylogénétique de ces deux assemblages, les espèces peuvent représenter des diversités fonctionnelles faibles (si les espèces possèdent des traits fonctionnels similaires)

[10] S.H. Hurlbert, « The nonconcept of species diversity : a critique and alternative parameters », *Ecology*, 52, 1971, 577-586.

[11] N. Mouquet *et al.*, « Ecophylogenetics : advances and perspectives », *Biological Reviews*, 87, 2012, 769-785.

[12] B.J. McGill *et al.*, « Rebuilding community ecology from functional traits », *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 2006, 178-185.

ou fortes (lorsque les espèces portent des traits très différents). Ces indices ajoutent, là encore, une facette d'une nouvelle nature. Cet aspect de la diversité est censé être plus directement lié au fonctionnement des écosystèmes et à la façon dont les espèces sont filtrées par les changements environnementaux. En somme, la «biodiversité», après avoir été rendue «historique» est en quelque sorte «dénéutralisée» par les approches fonctionnelles.

Enfin, plutôt que d'étudier la diversité des groupes de façon isolée (les oiseaux, les plantes, les insectes) c'est l'étude des réseaux d'interactions entre les espèces qui s'impose progressivement comme nécessaire à la compréhension de la dynamique de la biodiversité. Par exemple, il ne s'agit plus d'étudier les impacts du changement climatique sur la diversité «en elle-même» ni sur ses nouvelles composantes, mais sur les *interactions* qui lient les espèces les unes aux autres. La quantification de la biodiversité devenue «historique», «dénéutralisée», est progressivement «mise en réseau»¹³.

La métamorphose de l'objet biodiversité considéré par l'écologie théorique est donc celle de sa complexification et de sa diversification en plusieurs facettes. D'autres aspects que ceux évoqués pourraient compléter ce diagnostic (la prise en compte de la diversité intraspécifique, voire intrapopulationnelle notamment). Mais on peut considérer que la biodiversité change en somme de nature avec ces nouvelles approches.

Au-delà de la diversification des facettes de la diversité qui sont étudiées, c'est aussi l'étude de sa dynamique spatiale et temporelle qui est également renouvelée depuis peu. Les systèmes vivants étudiés sont depuis peu envisagés non plus comme des systèmes clos «à l'équilibre» mais comme des systèmes connectés par des événements de dispersion et des flux de matières (métapopulations, métacommunautés, métaréseaux, méta-écosystèmes) et dans des dynamiques transitoires «hors équilibre» souvent gouvernées par des comportements chaotiques et difficiles à prévoir¹⁴.

Cette représentation dynamique et ouverte des systèmes vivants bouleverse enfin le cloisonnement des échelles spatiales. La prise en compte des dynamiques locales et régionales se pense désormais

[13] L.A. Burkle, J.C. Marlin & T.M. Knight, «Plant-Pollinator Interactions over 120 Years: Loss of Species, Co-occurrence and Function», *Science*, 339, 2013, 1611-1615.

[14] A. Hastings *et al.*, «Chaos in Ecology: Is Mother Nature a Strange Attractor?», *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24, 1993, 1-33.

comme toutes deux nécessaires à la compréhension de la structuration de la biodiversité¹⁵. Ces changements ont eux aussi des conséquences fortes sur la notion de biodiversité et sa protection. La biodiversité observée est désormais pensée comme une partie seulement de la diversité potentielle (notion de «*dark diversity*»¹⁶) et comme une partie seulement de la diversité capable de se maintenir dans le long terme (notion de dette d'extinction¹⁷).

Pour résumer, cette première métamorphose, la biodiversité d'abord quantifiée comme un simple chiffrage de la diversité du vivant, se double d'une dimension active et complexe. Notons que cette métamorphose résulte probablement d'une tendance lourde de la prise en compte croissante de la complexité propre aux systèmes vivants, mais aussi à celle étudiée dans d'autres disciplines. On assiste à ce titre à un transfert récent des mathématiques et de la physique des systèmes complexes à l'étude et à la protection de la biodiversité¹⁸.

Cette métamorphose qui peut paraître anecdotique et seulement relever d'une amélioration méthodologique entraîne des changements qualitatifs majeurs. Le premier vient de la nécessité de redécouvrir ce que l'on croyait connu. Les «*indicateurs*» jusqu'ici utilisés nécessitent d'être complétés. Il devient par exemple nécessaire d'abandonner l'idée qu'une de ces composantes soit privilégiée. Si on connaît la répartition spatiale de la diversité mesurée par le nombre d'espèces, on ignore la dynamique de la diversité fonctionnelle ou évolutive dans le contexte de changement global.

Concernant la protection de la biodiversité, les zones que l'on considère comme réservoir de biodiversité lorsque celle-ci est quantifiée d'une certaine manière peuvent s'avérer pauvres en diversité lorsque la biodiversité est envisagée d'une autre façon¹⁹. Dans le temps, deux

[15] R.E. Ricklefs, «Community diversity: relative roles of local and regional processes», *Science*, 235, 1987, 167-171.

[16] M. Pärtel, R. Szava-Kovats, M. Zobel, «Dark diversity: shedding light on absent species», *Trends in Ecology & Evolution*, 26, 2011, 124-128.

[17] M. Kuussaari *et al.*, «Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation», *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 2009, 564-571.

[18] J.L. Green *et al.*, «Complexity in ecology and conservation: mathematical, statistical, and computational challenges», *BioScience*, 55, 2005, 501-510.

[19] V. Devictor *et al.*, «Spatial mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity: the need for integrative conservation strategies in a changing world», *Ecology Letters*, 13, 2010, 1030-1040.

indicateurs différents peuvent avoir des dynamiques différentes, rendant difficile l'interprétation de la dynamique de la biodiversité et de sa réponse aux perturbations.

Cette transformation de l'«objet» biodiversité invite donc à revisiter les grands résultats de la biogéographie et de la conservation. Les conséquences de ces changements deviennent encore plus manifestes lorsqu'on s'intéresse aux conséquences du changement climatique sur la biodiversité au sens large : différents groupes en interaction ne réagissent pas de la même façon à cette perturbation, entraînant une modification probable des interactions entre espèces avec des conséquences aux niveaux fonctionnel et évolutif inconnues²⁰.

2] La métamorphose des moyens pour étudier et protéger la biodiversité

C'est peut-être lorsqu'on s'intéresse aux «moyens» que les bouleversements récents ayant transformé l'écologie scientifique et la conservation sont les plus révélateurs. On peut en effet clairement identifier ce que j'appelle une «technologisation» récente de l'étude de la biodiversité, ce qui a des conséquences majeures sur sa représentation.

Dans le domaine microscopique, le séquençage à haut débit permet depuis peu d'étudier rapidement de nouveaux aspects de la diversité, jusqu'ici inexploités. Un échantillon de sol peut par exemple dévoiler des traces d'ADN témoignant de la présence passée de divers groupes d'organismes. Cette nouvelle perspective d'échantillonnage de la biodiversité bouleverse notre façon de la caractériser en ouvrant des perspectives d'analyses inédites²¹. Ces techniques nouvelles permettent notamment de travailler sur une biodiversité invisible et passée, jusque-là ignorée.

Dans le domaine macroscopique, la révolution de l'acquisition des données sur la biodiversité est tout aussi spectaculaire. Les données satellites et les photos aériennes de l'ensemble du globe, multipliées, standardisées et disponibles gratuitement à haute résolution changent notre façon d'aborder la biodiversité à larges échelles²².

[20] V. Devictor *et al.*, «Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale», *Nature Climate Change*, 2, 2012, 121-124.

[21] A. Valentini, F. Pompanon, P. Taberlet, «DNA barcoding for ecologists», *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 2009, 110-117.

[22] W. Turner *et al.*, «Remote sensing for biodiversity science and conservation», *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 2003, 306-314.

Dans les échelles intermédiaires, le succès de la récolte de données multiples par les programmes de type sciences participatives ou citoyennes, centralisées et mutualisées grâce à internet, a permis l'acquisition de données de très haute qualité sur des échelles spatiales et temporelles très variables. Là encore, certaines analyses récentes ne sont devenues possibles que par l'acquisition de ces nouvelles données²³.

Soulignons que cette technologisation des moyens d'étudier la biodiversité n'est pas le seul fait d'une amélioration des techniques. La récolte des données est progressivement devenue un enjeu politique. Cet enjeu s'est notamment concrétisé en France en 2006 par l'appel de Paris²⁴ et la création du GBIF²⁵, projet international ayant pour but de mettre à disposition toute l'information connue sur la biodiversité.

Les conséquences de l'émergence de ce nouveau « monde de la donnée » sont multiples et ne sont pas toutes encore visibles. Énonçons simplement quelques pistes. Premièrement, la méthode scientifique en est profondément transformée. L'écologie scientifique n'est plus une science expérimentale classique mais compose ses recherches avec des données virtuelles. Les technologies associées au traitement des grands jeux de données de biodiversité (notamment la puissance de calcul et d'analyse et les outils de modélisation) permettent de simuler des espèces ou des écosystèmes virtuels. Ainsi, le laboratoire virtuel BioVel²⁶ propose une façon rapide et efficace d'obtenir des cartes de distribution d'espèces à partir de données écologiques variées, mais aussi de générer des modèles de simulation de fonctionnement et de gestion des écosystèmes.

Les conséquences de ce qu'on peut appeler une « virtualisation » de la biodiversité (qui résulte en réalité de plusieurs étapes de quantification, numérisation, interprétation, délocalisation) sont nombreuses. La temporalité nécessaire à l'acquisition de ces nouvelles images est sans commune mesure avec celle nécessaire à l'établissement d'atlas ou de relevés de terrains traditionnellement utilisés en écologie scientifique. Cette facilitation dans l'acquisition de données

[23] V. Devictor, R.J. Whittaker, C. Beltrame, « Beyond scarcity : citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography », *Diversity and Distributions*, 16, 2010, 354-362.

[24] Loreau *et al.*, « Diversity without representation », *Nature*, 442, 2006, 245-246.

[25] Global Biodiversity Information Facility, www.gbif.org.

[26] Biodiversity Virtual e-Laboratory, www.biovel.eu.

nouvelles entraîne une avalanche de cartes qui concernent de plus en plus des échelles globales. Une partie croissante de ces données est publiée et téléchargeable sur internet gratuitement, facilitant la production rapide de statistiques sur la biodiversité.

La spatialité est également modifiée en profondeur. Si les relevés ambitieux des premiers écologues scientifiques accordaient une importance toute particulière à l'espace « endogène », compris comme un produit des interactions entre les organismes et *leur* environnement, cette virtualisation projette les données de biodiversité dans un espace exogène, compatible avec un environnement humain et nos technologies numériques²⁷.

L'accès à un résultat scientifique n'est plus le seul fait d'une démarche hypothético-déductive traditionnelle mais repose sur des hybridations entre modèles, analyses de données et expérimentations qui sont elles-mêmes dépendantes des nouvelles technologies. Cette métamorphose dans les moyens entraîne dans certains cas un renversement épistémologique intéressant : ce sont les données, les machines, ou la puissance de calcul qui deviennent le facteur limitant de la progression de certains domaines de l'écologie scientifique et non le corpus théorique lui-même.

Concernant les moyens utilisés pour la protection de la biodiversité, on note aussi des bouleversements récents, qui résultent de la rencontre entre la métamorphose de l'objet biodiversité et de sa technologisation évoquée précédemment. Historiquement, l'approche par « *hotspot* » s'est imposée rapidement comme une façon simple d'identifier les zones à enjeux forts de protection²⁸. Ces zones étaient délimitées sur la base de la rareté, du nombre des espèces et du caractère exceptionnel de la biodiversité qu'elles contenaient (notamment en considérant le taux d'endémisme, c'est-à-dire la capacité d'une zone à retenir des espèces absentes en dehors de ces zones). Cette approche s'est récemment diversifiée car la notion de « biodiversité » n'est plus réservée à des zones naturelles jugées « exceptionnelles » mais est désormais jugée nécessaire et intéressante dans différents espaces

[27] A. Shavit & J. Griesemer, « Transforming objects into data : how minute technicalities of recording "species location" trench a basic challenge for biodiversity », in M. Carrier & A. Nordmann (eds.), *Science in the context of application*, 2011, 169-193.

[28] N. Myers *et al.*, « Biodiversity hotspots for conservation priorities », *Nature*, 403, 2000, 853-858.

humains, qu'ils soient physiques (la biodiversité est partout, dans les campagnes anthropisées mais aussi dans les villes) ou professionnels (la protection de la biodiversité n'est plus l'apanage des écologues ; les agronomes, les chasseurs, les aménageurs revendiquent leur part d'identité de protecteur ou de gestionnaires de la biodiversité).

Sur le plan académique, cette transformation d'une biodiversité «humanisée» se manifeste par une reconnaissance croissante au sein de la communauté scientifique, de l'importance du pôle sociologique de la conservation de la biodiversité dans des projets concrets. L'expert scientifique ne peut plus s'ériger en conseiller détaché du monde réel concernant les problèmes de biodiversité. Il doit rendre compte de la légitimité et du réalisme des moyens qu'il propose dans des applications bien réelles. Pour résumer cette transformation en cours, complexe, et seulement esquissée ici, disons qu'on assiste à une complexification récente des *moyens* d'étudier et de protéger la biodiversité qui s'ajoute à la complexification tout aussi récente de *l'objet* biodiversité lui-même.

3] La métamorphose des fins pour justifier l'étude et la protection de la biodiversité

La question des justifications éthiques de la protection de la biodiversité est une question récurrente en écologie²⁹. Cette question est à la fois fascinante parce qu'elle permet d'aborder les motifs et les mobiles de la conservation de la biodiversité, mais aussi souvent jugée encombrante par la communauté scientifique. Cette question que les écologues réservent à l'éthique environnementale qui traverse pourtant l'écologie scientifique et la conservation depuis ses débuts a permis d'identifier un pluralisme de positionnements éthiques. Ce pluralisme fait coexister des positions souvent grossièrement catégorisées en biocentristes, anthropocentristes et écocentristes, elles-mêmes déclinables en variantes et hybridations plus ou moins subtiles³⁰.

Ce pluralisme demeure et se complexifie probablement lui aussi depuis peu³¹. Néanmoins, à contre-courant de ce pluralisme on peut

[29] E. Marris, «Conservation priorities: what to let go?», *Nature*, 450, 2007, 152-155.

[30] C. Larrère, *Les Philosophes de l'environnement*, PUF, 1997.

[31] Voir le livre de Léo Coutellec, *De la démocratie dans les sciences. Épistémologie, éthique et pluralisme*, Éditions Matériologiques, 2013. (Ndé.)

aisément montrer qu'on assiste à une certaine radicalisation et simplification de ce paysage éthique vers des positions utilitaristes, étrangement plébiscités par les scientifiques eux-mêmes. Soulignons qu'on aurait tort de penser que l'approche utilitariste est nouvelle. Ce fut toujours une justification, parmi d'autres, de la nécessité de protéger la nature (la querelle qui opposa, à la naissance du mouvement environnementaliste américain, Gifford Pinchot, partisan d'une protection et d'une gestion de la nature « utile », à John Muir, prônant l'importance de la « valeur intrinsèque », est à cet égard souvent prise pour exemple).

La métamorphose est ailleurs. Elle réside dans la phagocytose du concept de « service écosystémique » par les scientifiques. Ce concept, qui se cristallise dans les années 1990 dans la sphère scientifique, consiste à considérer la nature comme un réservoir de « services » dont bénéficient les sociétés humaines. La typologie de ces services a changé au cours du temps mais s'est stabilisée en 2005 dans le cadre du Millenium Ecosystem Assessment (MEA). Le MEA définit ces services comme représentant « les bienfaits, directs et indirects, que retire l'homme de la nature ». Ces services sont les services de support, d'approvisionnement, de régulation et les services culturels. Ce point de vue s'ancre donc dans une vision utilitariste et anthropocentriste explicite concernant l'ensemble du vivant. Chacune des parties de la biodiversité est désormais classable dans un de ces « services » (de la pollinisation des plantes à la contemplation d'un paysage en passant par le stockage du carbone). Cette nouvelle formulation d'une position normative ancienne, prônée par les scientifiques eux-mêmes, entraîne un découplage de l'étude des services et de leur quantification d'une réflexion sur ce que cette quantification implique sur le plan éthique.

Ce découplage a permis d'inscrire le raisonnement sur les services de la biodiversité et leur gestion dans une logique économiciste débouchant sur la création de « marchés de biodiversité »³². Ce découplage signe une transformation éthique notable : alors que les motivations éthiques se complexifient et demeurent pluralistes dans les faits (et sont probablement non majoritairement utilitaristes chez la plupart des scientifiques et des protecteurs de la nature), le monde académique

[32] E. Gomez-Baggethun *et al.*, «The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes», *Ecol. Econ.*, 69, 2010, 1209-1218.

semble avoir privilégié et généralisé les justifications utilitaristes de façon quasi dogmatique³³ sans s'inquiéter de ce mouvement.

4] Conclusions

La notion de métamorphose est une métaphore intéressante que j'ai utilisée pour penser les changements récents et rapides de l'écologie scientifique en ce qui concerne son objet, ses moyens et ses fins. J'ai tenté de montrer que l'écologie scientifique est transformée, réorganisée. Mais s'agit-il précisément, pour l'écologie scientifique, de prendre son « envol » à l'image d'une chenille qui se métamorphose en papillon adulte ? Si oui, lequel ? Pour aller où ? Les transformations évoquées ne sont-elles pas plus simplement le résultat d'une augmentation quantitative du nombre d'études sur la biodiversité et des informations qui la concernent ? En définitive, je pense que les réponses à ces questions sont d'une importance secondaire. Car il est plus intéressant de savoir si les transformations évoquées ont des répercussions sur notre façon de cohabiter dans – et avec – ce que devient la « nature », individuellement et collectivement, au quotidien, dans des situations bien réelles.

En ce sens, la notion de métamorphose est aussi une métaphore utilisée par certains philosophes actuels pour décrire la nécessaire mutation dont la société a besoin³⁴. Au-delà de grands bouleversements techniques, c'est aussi la recherche d'un sens dont il est question pour l'écologie scientifique d'aujourd'hui³⁵. Or la métamorphose ne se passe pas toujours comme prévu, à l'image de ce qui se produit dans le roman de Kafka. Le personnage prend soudainement la forme d'un insecte et devient subitement étranger à son propre corps. Sa position physique et existentielle se fige dans une condition qui n'a plus de sens. Certaines évolutions de l'écologie scientifique peuvent avoir un destin similaire : il y a des transformations qui posent plus de difficultés qu'elles n'en résolvent et qui débouchent sur des impasses. Ainsi, concernant l'apparent développement hégémonique des justifications utilitaristes et la mise en marché de la biodiversité, on peut

[33] S. Wynne-Jones, « Negotiating neoliberalism : Conservationists' role in the development of payments for ecosystem services », *Geoforum*, 43, 2012, 1035-1044.

[34] E. Morin, « La voie », in C. Dartiguepeyrou (dir.), *Prospective d'un monde en mutation*, L'Harmattan, 2010, 21-39.

[35] V. Devictor, « Écologie et crise de la biodiversité : la quête d'un nouveau sens », in C. Dartiguepeyrou (dir.), *Les Voies de la résilience*, L'Harmattan, 2012.

se demander si la métamorphose de l'écologie scientifique et de la conservation de la biodiversité ne devient pas, sous certains aspects, étrangère à ses objectifs et à ses valeurs.

L'analyse épistémologique des transformations récentes de l'écologie scientifique montre aussi que certaines pistes peuvent être le creuset de nouvelles visions et de nouvelles pratiques plus stimulantes. La complexification de l'objet biodiversité et la prise en compte des dépendances entre les échelles d'étude sont en ce sens une aubaine. Cette transformation (re)met en évidence la nécessité de penser la nature comme un tout, comme un tissu de relations dynamiques et qui se comprend mal lorsqu'on la divise en compartiments de diversité ou en services, indépendants les uns des autres.

Enfin, en examinant ce qui est devenu une « polycrise » de la biodiversité, une perspective de recherche intéressante consisterait à s'interroger toujours de façon concrète et avec une temporalité courte aux évolutions récentes du modèle de recherche scientifique lui-même. On peut en effet se demander ce qui est propre à l'écologie scientifique et ce qui relève d'une évolution plus générale touchant les sciences dans leur ensemble. Des analyses épistémologiques récentes ont mis en évidence certaines tendances fortes de ce qu'on peut appeler le régime « technoscience »³⁶. Ce régime caractérise une science qui n'a plus rien à voir avec la science moderne du début de l'écologie scientifique. L'écologie scientifique et la conservation, en plus d'être devenues très technologiques, sont devenues très médiatisées et politisées, invitant à penser la biodiversité autrement que par le seul biais de la science³⁷.

Pour conclure, un grand chantier s'ouvre consistant à prendre le temps de questionner les projets concrets menés aujourd'hui en écologie scientifique par le biais de ce que j'appelle une « épistémologie intégrée ». Autrement dit, il est temps de ne pas regarder les implications des transformations récentes de l'écologie pour elles-mêmes mais pour comprendre leurs significations, leurs limites et leurs avantages, de l'intérieur, dans, et avec, les laboratoires scientifiques.

[36] B. Bensaude-Vincent, *Les Vertiges de la technoscience. Sciences et société*, Éditions La Découverte, 2009.

[37] C. Lévêque, *L'Écologie est-elle encore scientifique ?*, Quae éditions, 2013.

