Décembre 2025

Évolution de la biodiversité en Europe

analyse [1], [d]

[d] *France*

E-mail: keys.analyse@gmail.com

Abstract: Malgré les incertitudes sur la taille de la biodiversité, une connaissance riche de certains groupes d'espèces et l'utilisation d'indicateurs biologiques permettent de suivre son évolution. Un déclin rapide est observé parmi les espèces évaluées par l'UICN, à un rythme similaire en Europe et dans le monde, pour atteindre le niveau auquel près d'un tiers des espèces évaluées sont menacées d'extinction. L'indicateur des population de papillons de prairies en Europe suit une tendance semblable avec une perte de moitié depuis l'année 1990. À cela s'ajoute les pertes considérables qu'ont subies les populations de papillons en Europe au cours du XXe siècle. Les écosystèmes forestiers connaissent une tendance récente positive mais celle ci ne compensent pas les pertes historiques, les transformations et les fragilités que cause son exploitation par l'homme. De plus une amplification des perturbations auxquels les forêts sont soumises avec le changement climatique est observée. Les facteurs provoquant ce déclin général de la biodiversité sont souvent liés aux pertes d'habitats et aux pratiques d'intensification de la production auxquels s'ajoutent les pressions causés par le changement climatique.

1. corresponding author

Table des matières

Avant-propos **2**

1 Définitions et contexte **3**

2 Évolution de la diversité des espèces **6**

3 Suivi d'un indicateur biologique **9**

4 Évolution des écosystèmes forestiers **12**

Conclusion **17**

Avant-propos

Ce travail n'est pas exhaustif quant à l'état de l'ensemble de la biodiversité en Europe mais il ambitionne, à travers l'analyse de vastes jeux de données étendus dans le temps, de transmettre des clés pour approcher une compréhension de son évolution.

Il se construit en quatre chapitres : 1 les définitions et le contexte issus de [1–7], 2 l'évolution de la diversité des espèces d'après les données de [8], 3 le suivi d'un indicateur biologique reflétant l'état de la biodiversité avec les données de [9, 10] et 4 l'évolution des écosystèmes forestiers étudiée à partir des données de [11–14].

1 Définitions et contexte

Pour aborder la notion de biodiversité, il est nécessaire de définir ce qu'est la vie. Au sens biologique le plus large, une proposition [1] consiste à décrire un organisme vivant comme une structure dissipative capable d'auto-catalyse, d'homéostasie et d'apprentissage.

Une structure est dite dissipative si elle se maintient dans un état ordonné en puisant de l'énergie dans son environnement. L'auto-catalyse, quant à elle, est la capacité de croître et de se reproduire. L'homéostasie permet de maintenir un équilibre interne lors de perturbations extérieures tandis que l'apprentissage est un moyen d'augmenter ses chances de survit grâce au stockage et à l'exploitation d'informations sur son environnement.

Ces critères théoriques s'appliquent à la vie sur terre de la façon suivante : la brique élémentaire est la cellule. Elle contient de l'ADN qui permet le stockage de l'information génétique nécessaire à l'apprentissage, et des protéines responsables de l'ensemble des tâches cellulaires (métabolisme), qui assurent - en consommant de l'énergie - la survie de la cellule, le maintien de l'équilibre interne notamment lors de perturbations extérieures, le développement et la reproduction (division cellulaire).

Un organisme vivant sur terre possède ainsi l'ensemble de ces propriétés. En revanche, à partir d'un même ancêtre commun universel (LUCA), le mécanisme d'évolution biologique, à travers les mutations génétiques, a engendré une diversité génétique qui se manifeste par une diversité morphologique, anatomique et comportementale des organismes vivants. Aujourd'hui les critères de la classification phylogénétique permettent de séparer les individus dans des groupes. Un clade (groupe phylogénétique) contient tous les descendants de leur dernier ancêtre commun. L'unité de base de cette classification est l'espèce qui regroupe

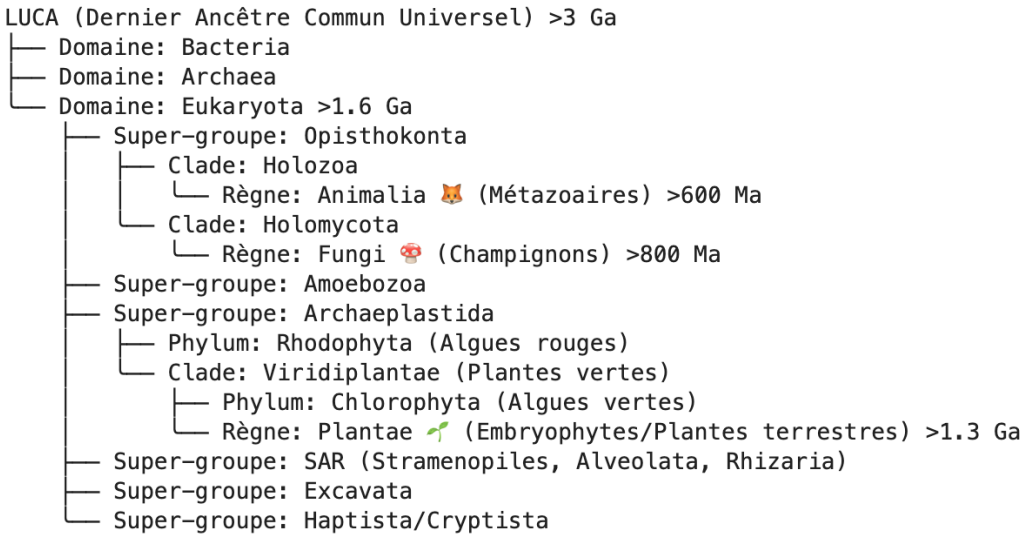
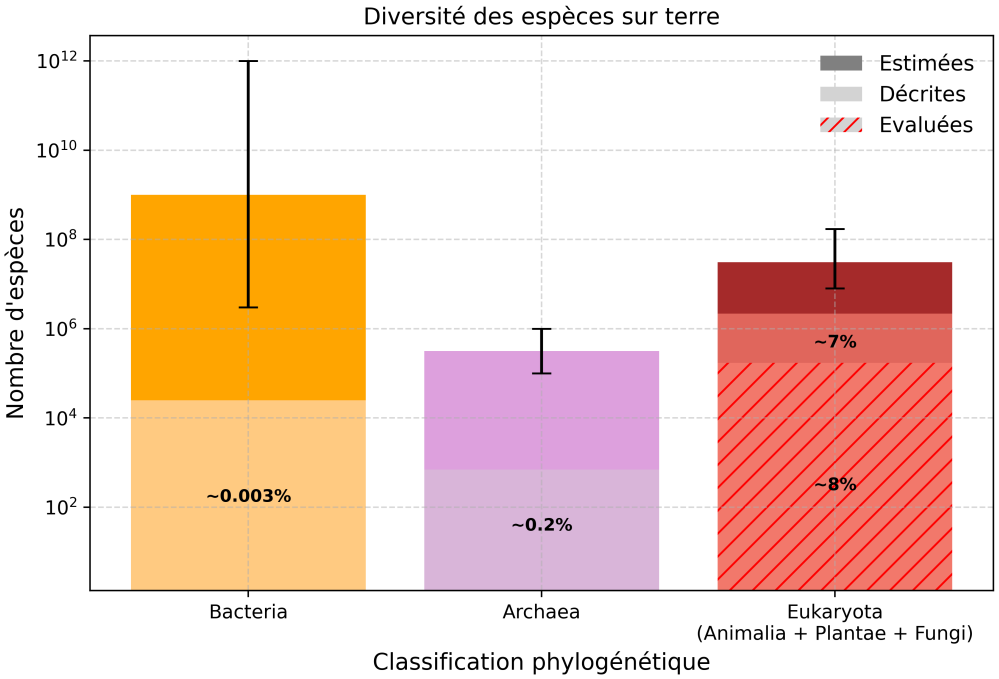


Figure 1

ainsi l'ensemble des individus pouvant se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde. La figure 1 représente une version simplifiée et tronqué de l'arbre phylogénétique du vivant depuis LUCA jusqu'aux trois règnes Animalia, Plantae et Fungi.

L'arbre commence par se diviser en 3 domaines, les bactéries, les archées et les eucaryotes qui possèdent tous au moins une cellule. Les eucaryotes se distinguent par la présence d'un noyau cellulaire et les archées se distingue des bactéries par leur mécanisme de transcription de l'ADN. Le clade Eukaryota se divise en 6 super-groupes dont Opisthokonta qui regroupe Animalia et Fungi et Archaeplastida qui contient le règne Plantae, les hommes étant ainsi plus proches phylogénétiquement des champignons que des plantes.

La biodiversité désigne la diversité entre et au sein des espèces, celle des écosystèmes et des communautés d'espèces qui y vivent, et celle des interactions entre ces différents éléments. Cette étude repose sur des indicateurs pour évaluer l'évolution de la biodiversité à travers le temps. Le premier est le nombre d'espèces vivantes estimé et celui-ci est sujet à débats parmi les biologistes, le nombre ayant largement évolué depuis l'avènement de la génétique, et varie aujourd'hui entre 10 millions et 1000 milliards [2–7]. Comme présenté dans la figure 2 en échelle logarithmique, l'incertitude sur le nombre de bactéries domine. Parmi les eucaryotes (organismes dont les cellules possèdent un noyau) le nombre varie entre



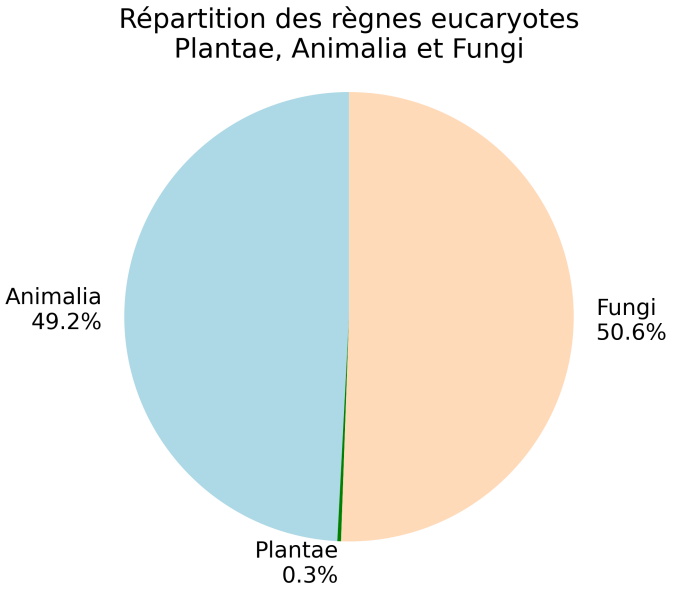
Lecture: Parmi les 31 millions d'espèces eucaryotes estimées (plantes, animaux et champignons) seules 2.15 millions soit 7% sont décrites et 172620 soit 8% des espèces décrites sont évaluées par l'IUCN.
Champ: Terre.
Source: Li X., Wiens J. J., (2023) & Antonelli A., et al. (2024) & IUCN (2025) & LPSN (2025) & Louca S. (2019) & Locey K. J., Lennon J. T. (2016).

Figure 2

8 millions [7] et 170 millions [2]. Une partie des espèces vivantes est décrite et nommée par les taxonomistes et représenterait autour de 2.17 millions d'espèces [8] soit 7% des eucaryotes.

Une étude récente [2] prend en compte dans le calcul les espèces cryptiques (même morphologie mais qui se distingue par la génétique) et les espèces spécifiques à un hôte. Chaque insecte posséderait ainsi en moyenne une espèce unique d'acarien associée, et tous

deux seraient chacun associés à une espèce unique de nématode. Les plantes [3] ne représenteraient qu'une petite partie de la diversité parmi les 3 règnes comme montré dans la figure 3. Les vertébrés - groupe qui contient l'espèce homo sapiens - ne représenterait que



Lecture: Les espèces de plantes repésente 0.3% du nombre d'espèces issues des trois règnes.

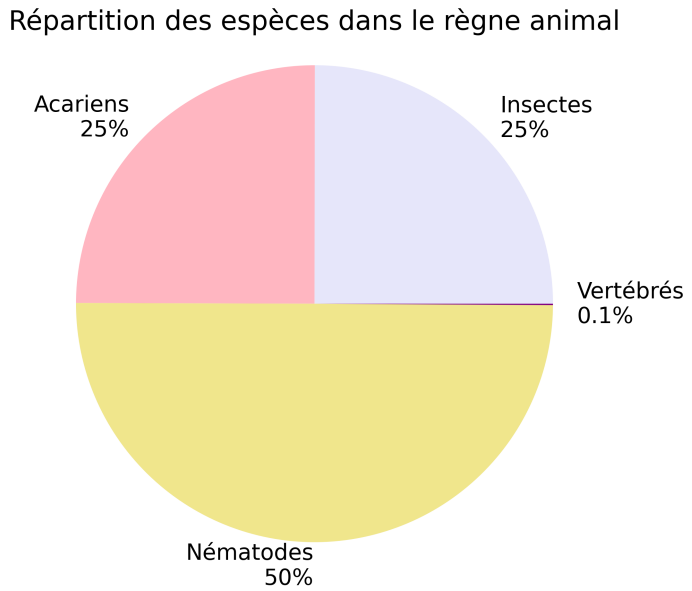
Champ: Terre.

Source: Li X., Wiens J. J. (2023) & Antonelli A., et al. (2024).

Figure 3

0.1% des espèces du règne animal [7] comme montré dans la figure 4.

Ce travail réunit des données prises dans plusieurs types d'écosystèmes européens dont les forêts et les prairies, mais l'Europe est composée de nombreux autres types d'écosystèmes comme les landes et les tourbières, entre autres. Pour étudier l'évolution de la biodiversité une première étape consiste à porter un regard sur la diversité des espèces connues.



Lecture: Les vertébrés représente 0.1% du nombre d'espèces d'animaux estimés, incluant les espèces spécifiques à un hôte.

Champ: Terre.

Source: Li X., Wiens J. J. (2023) & Mora C. et al (2011).

Figure 4

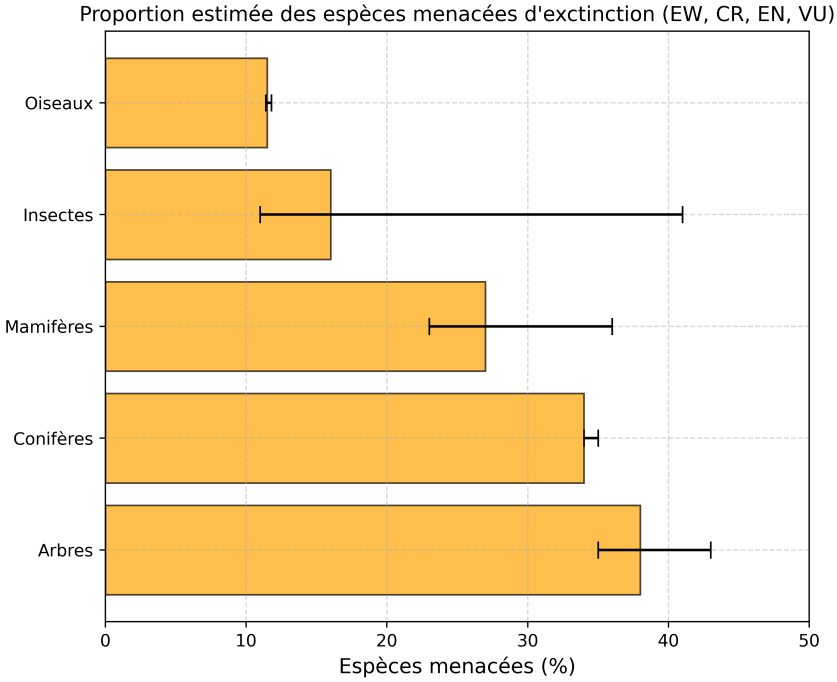
2 Évolution de la diversité des espèces

Pour mesurer l'évolution de la diversité des espèces l'UICN [8] évalue une partie (autour de 8% comme montré figure 2) des espèces décrites en suivant l'évolution de leur population. Elle attribue à chaque espèce évaluée un niveau de risque d'extinction qui s'étend de **Éteint à l'état sauvage** (EW - score : 5), **En danger critique** (CR - score : 4), **En danger** (EN - score : 3), **Vulnérable** (VU - score : 2), **Quasi menacé** (NT - score : 1), **Données insuffisantes** (DD) à **Préoccupation mineure** (LC - score : 0). Ce niveau de risque est basé sur des critères incluant l'évolution de la répartition géographique, de la taille de la population, et l'estimation de la probabilité d'extinction. Les mesures présentées dans la figure 5 indiquent la part d'espèces menacées (classées dans CR, EN, VU) ou éteintes (EW) avec l'incertitude associée parmi les espèces évaluées dans une même famille d'espèces dans le monde. Cette mesure permet de donner un aperçu du niveau de risque d'extinction actualisé des espèces dans le monde.

Pour mesurer l'évolution de ce risque l'UICN construit le Red List Index (RLI) défini comme

$$\mathrm{RLI} = 1 - \frac{\sum \mathrm{S}}{\mathrm{N} * \mathrm{S}_{\mathrm{EW}}} \tag{2.1}$$

avec S le score de l'espèce, N le nombre d'espèces évaluées et S_{EW} le score maximum (S_{EW}=5). Plus l'indice est proche de 1 plus la probabilité de survie des espèces est grande. La figure 6 illustre l'évolution du RLI en Europe et l'incertitude à 95% associée. L'intervalle



Lecture: Parmi les espèces d'abres évaluées par l'UICN, 38^{+5}_{-3} % sont menacées.

Champ: Terre.

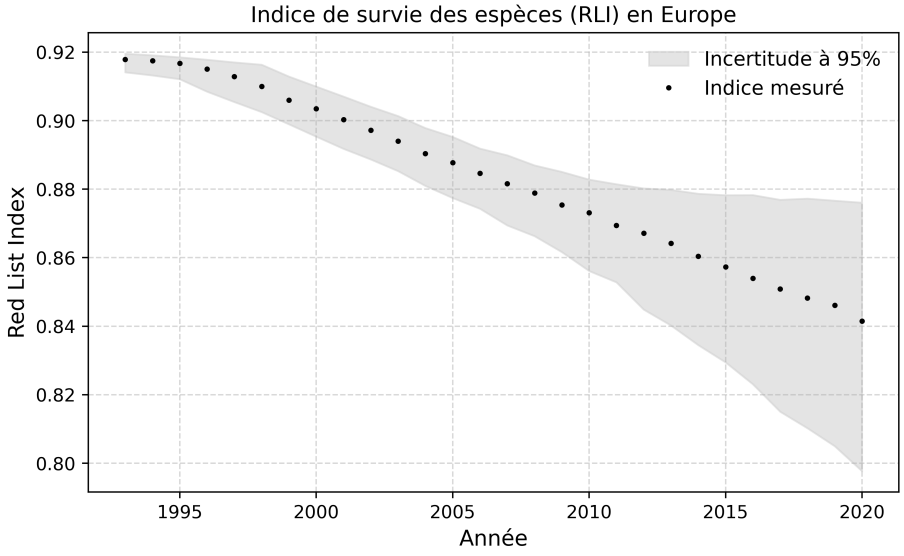
Source: Red List Index, IUCN (2025).

Figure 5

d'incertitude à 95% correspond à l'intervalle dans lequel on s'attend à trouver la vrai valeur avec une probabilité de 95%. Tandis que la figure 7 montre l'évolution du RLI dans le Monde en comparaison.

L'indice de conservation des espèces décroît et la tendance s'est accélérée depuis la fin du XXe siècle. En 2025 près d'un tiers des espèces dans le monde sont menacées. Un meilleur indice de survie des espèces en Europe que dans le monde est observé. En revanche, une même dynamique de déclin est observée depuis les années 1998 pour atteindre 0.84 en Europe et 0.73 dans le monde en 2020.

Un changement d'échelle permet de vérifier cette tendance à travers l'étude d'un groupe d'espèces dont certaines de leurs propriétés en font un indicateur biologique clé : les papillons.

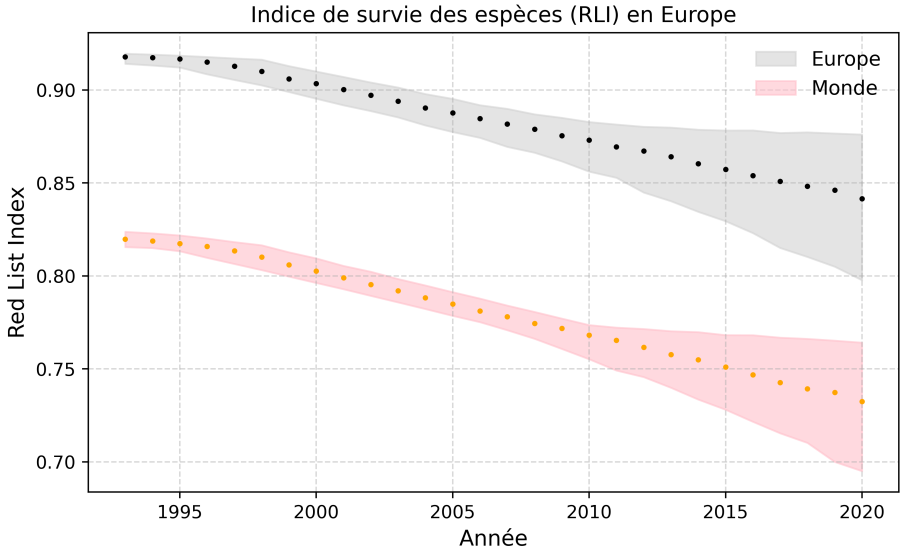


Lecture: L'indice RLI qui mesure la probabilité de survie moyenne des espèces évaluées valait 0.84 en Europe en 2020.

Champ: Europe (ONU – M49).

Source: UICN & PNUE (2025).

FIGURE 6



Lecture: L'indice RLI qui mesure la probabilité de survie moyenne des espèces évaluées valait 0.84 en Europe en 2020.

Champ: Europe & Monde.

Source: UICN & PNUE (2025).

FIGURE 7

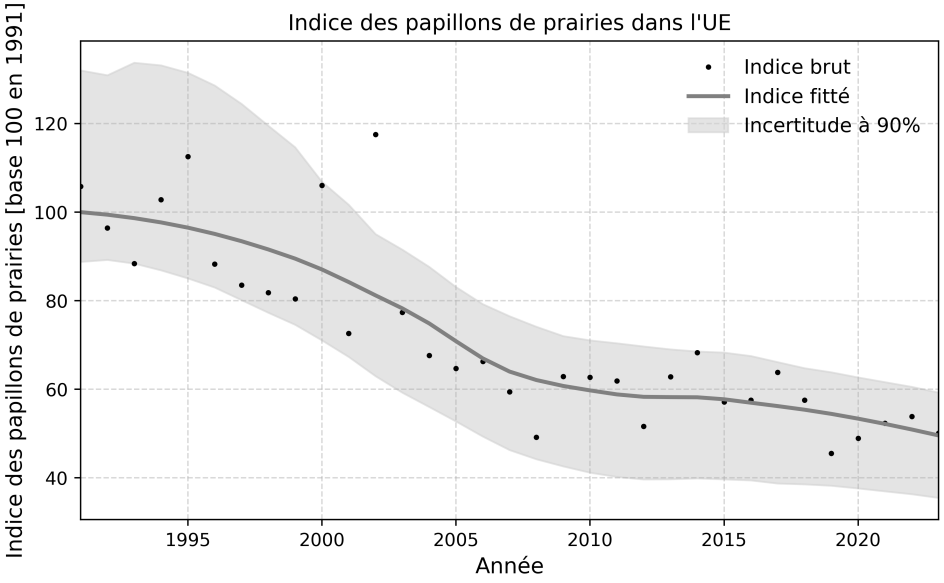
3 Suivi d'un indicateur biologique

Plus de la moitié des espèces décrites sont des insectes [8]. Ils contribuent de manière significative à la biodiversité dans le monde et rendent de nombreux services écosystémiques qui permettent de la préserver, comme la pollinisation.

De nombreux indicateurs de l'Union Européenne (UE) sont liés à la diversité des gênes ou des espèces mais ne permettent pas d'appréhender directement la biodiversité.

Certaines caractéristiques des papillons en font un indicateur biologique clé. Ils ont une vie courte et fragile donc sont fortement et rapidement sensibles aux changements de l'environnement. Leur vaste palette de couleurs et leur forme les rend populaires et plus facilement identifiables que d'autres espèces d'insectes. Enfin ils représentent une large diversité d'espèces d'insectes. Pour ces raisons entre autres, les papillons ont bénéficié d'une riche documentation issue des nombreux travaux d'observations. Avec les oiseaux et les chauves-souris, ce sont les seules groupes pour lesquels des données harmonisées sont disponibles dans toute l'Europe.

Des campagnes de prises de mesures depuis 1991 permettent d'obtenir des données standardisées [9] en suivant le protocole suivant : l'observateur suit un chemin (transect) de 0.2 à 3 km à vitesse constante, tandis qu'il compte et identifie les papillons présents dans un couloir de 5 mètres de large autour de lui. L'indice des papillons de prairies (GBI) est construit à partir des observations de 17 espèces de papillons communs dans les 27 pays membres de l'UE [9]. La figure 8 illustre l'évolution du GBI entre 1991 et 2023 et l'incertitude associée.



Lecture: En 2023 l'indice des papillons de prairies de 17 espèces de papillons caractéristique des prairies dans l'UE vaut 49.6 (+9.7 -14.1 à 90%).

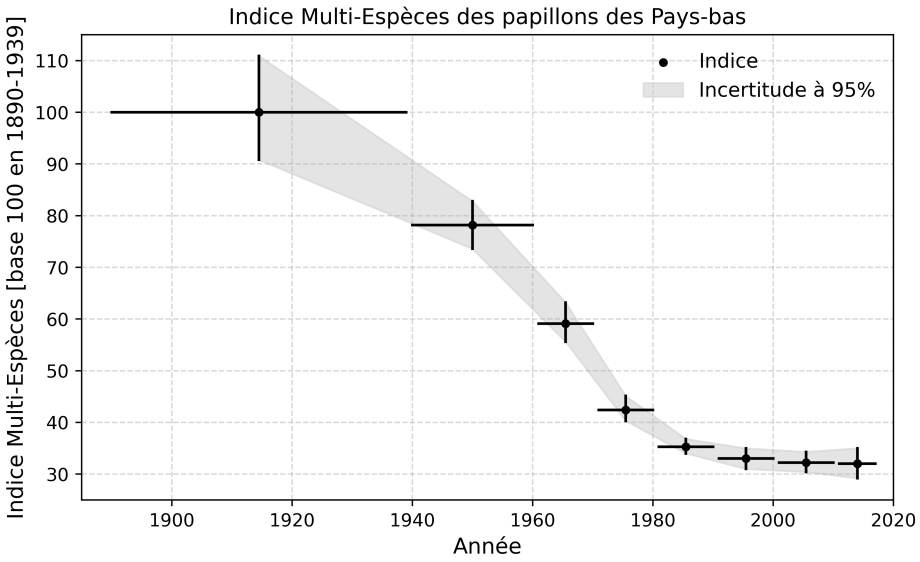
Champ: UE 27.

Source: eBMS, 2025.

Figure 8

L'indicateur quantifie l'abondance des espèces de papillons. Il démarre à 100% lors de la première année de mesure et termine à 50% en 2023, révélant ainsi une baisse de moitié des populations de papillons de prairies dans l'ensemble de l'UE depuis 1991. Cela se traduit par un déclin rapide de la biodiversité sur la même période dans les écosystèmes des prairies d'Europe.

Au Pays-Bas, un pays avant-gardiste dans l'observation des papillons, des données [10] ont été recueillies depuis 1890 dans les trois types d'habitats principaux : les prairies, les forêts et les landes. La figure 9 illustre le déclin de l'indice multi-espèces des papillons aux pays-bas depuis 1890. Une baisse de 68% dans la distribution des papillons entre 1890 et



Lecture: Entre 2011 et 2017 l'indice valait 32.0 signifiant une baisse de 68% (plus ou moins 3%) depuis 1890 en moyenne dans la distribution des 71 espèces de papillons observées grâce aux données de présence/absence sur des sites de 25 km^2.

Champ: Pays-bas.

Source: van Strien, A. J., et al., 2019.

Figure 9

2017 est observée aux pays-bas. Tous les types d'habitats sont concernés par cette baisse.

Le syndrome du changement de référence (shifting baseline syndrome) consiste à penser que l'état d'équilibre d'un système est celui qui a été mesuré en premier. Le risque étant de biaiser, comme dans cet exemple, la notion des pertes historiques de biodiversité en se concentrant sur l'évolution récente, et en supposant que l'état de référence du système correspond à la première mesure de l'étude.

Par conséquent, si les papillons de l'UE ont suivi une tendance proche des Pays-bas au $XX^{ème}$ siècle, la baisse totale dans l'abondance des papillons de prairies de l'UE depuis 1890 jusqu'en 2023 atteindrait plus de 80%.

La perte des habitats pour les papillons de prairies provient principalement de l'intensification des prairies agricoles qui consiste à utiliser des engrais, des pesticides et des monocultures pour maximiser artificiellement la production et des dépôts d'azote - utilisées pour fertiliser les sols - qui contaminent et transforment les écosystèmes [9]. Une série

d'étés plus chauds et secs dus au changement climatique provoque un déclin additionnel. La protection des prairies semi-naturelles restantes et l'inversion de la tendance de fragmentation de l'habitat peut contribuer à restaurer la biodiversité des prairies et permettre de bénéficier de ses services écosystémiques.

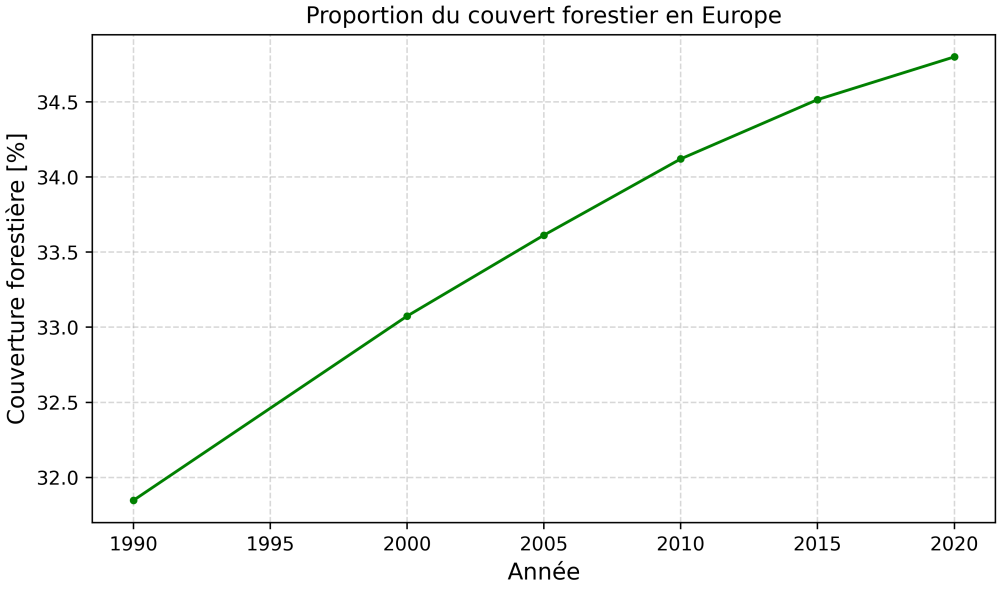
En Europe un autre écosystème couvre une large partie du territoire, et a largement évolué au cours de l'holocène - période inter-glaciaire actuelle qui commence il y a environ 12 000 ans - avec un climat propice à son développement : l'écosystème forestier.

4 Évolution des écosystèmes forestiers

Un écosystème forestier est un système composé d'un milieu physique avec des arbres, de communautés d'espèces végétales, animales, fongiques et microbiennes, et de toutes les interactions entre ces organismes et avec leur environnement. Les forêts rendent de nombreux service écosystémiques, comme la production de matière renouvelable, le stockage du CO_2, la protection des sols et le développement de la biodiversité entre autres. Ces services pouvant entrer en compétition, une compréhension de l'équilibre de l'ensemble de l'écosystème est nécessaire pour permettre une gestion durable.

Dans ce travail, l'étude de l'évolution des écosystèmes forestiers en Europe, commence avec l'observation de l'évolution de la couverture forestière récente [11] à partir de mesures de terrains prises lors des campagnes d'inventaires forestiers nationaux (IFN) qui quadrille la surface des pays de l'UE pour mesurer la taille, les espèces, l'âge et le volume entre autres des arbres. La figure 10 illustre son augmentation en Europe depuis 1990 pour atteindre 227 millions d'hectares soit 34.8% de la surface de l'Europe en 2020 [11]. La vitesse d'expansion de la surface forestière diminue passant de +0.3% par an sur la période 1990-2020 à +0.2% pour 2010-2020.

Grâce aux données de consommation en bois, d'estimation de la croissance des forêts et de la structure des âges des forêts, une reconstruction de l'exploitation forestière depuis 1600 a été réalisée [12]. Une augmentation de la couverture forestière est observée à partir de 1850 comme illustré dans la figure 11. Cette augmentation provient majoritairement de

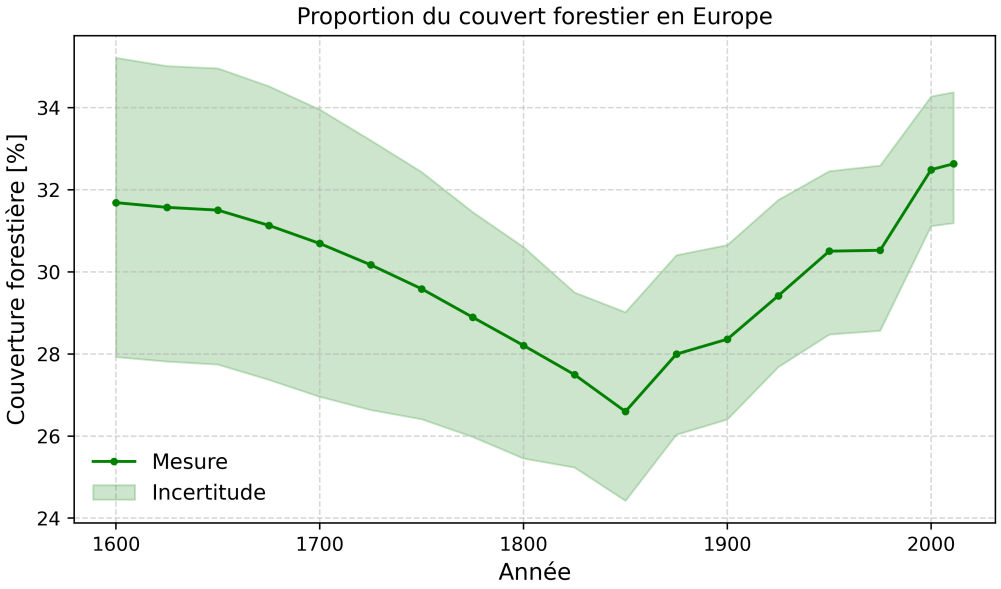


Lecture: La couverture forestière du continent européen valait 34.8% en 2020.

Champ: Europe.

Source: SoEF (2020).

Figure 10



Lecture: La couverture forestière du continent européen valait 32.5% en 2000.

Champ: Europe.

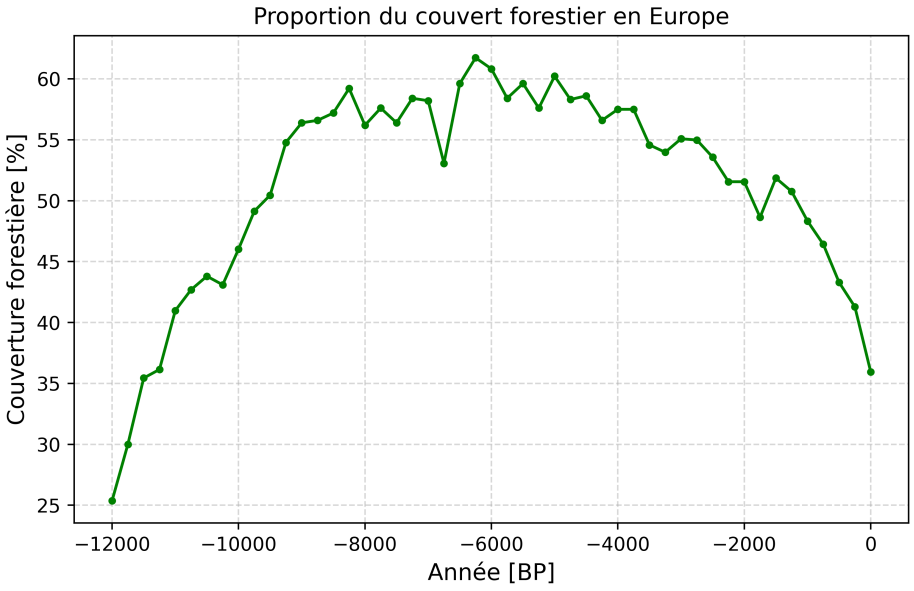
Source: McGrath, M. J., et al. (2015).

Figure 11

l'introduction de conifères qui sont passés d'une proportion de 29% à 56% de la surface forestière depuis 1600 [12]. En revanche un déclin de la couverture forestière est observé entre 1600 et 1850. Celui-ci se retrouve dans l'évolution de la surface des forêts non-exploité - qui décroît majoritairement dans les pays scandinaves - pour passer de 30% à 17% de la surface forestière européenne [12].

Pour éviter le syndrome du changement de référence, il peut être utile de prendre un recul supplémentaire sur l'évolution de la couverture forestière en Europe. C'est possible grâce à la palynologie i.e. l'étude des fossiles contenant des grains de pollens. Une étude [13] se base sur l'idée que des échantillons de pollens ayant des compositions proches ont un environnement naturel semblable. Ainsi en associant les échantillons fossiles avec les échantillons modernes les plus proches - dont on connaît certains paramètres environnementaux - il est possible de de mesurer l'évolution de la couverture forestière. Cette évolution est illustré dans la figure 12 basée sur les données de [13].

L'augmentation significative de la couverture forestière observée au début de l'holocène - période interglaciaire s'étendant sur les 12 000 dernières années - est attribuée à la transition vers un climat post-glaciaire avec une hausse des température et de l'humidité [13]. Ces nouveaux paramètres ont provoqué des transformations dans les forêts qui se sont densifiées et des bois épars ont remplacées les toundras - formations végétales dans les zones climatiques froides. La couverture forestière a atteint un plateau situé entre -8500 et -6000 BP coïncidant avec le maximum de développement des forêts tempérées décidues - dont les feuilles sont caduques i.e. tombent en hiver - mixtes. Deux phases de déclin ont suivi cette



Lecture: La couverture forestière du continent européen valait 35.9% en 1950 (0 de l'axe x).

Champ: Europe.

Source: Zanon, M., et al (2018).

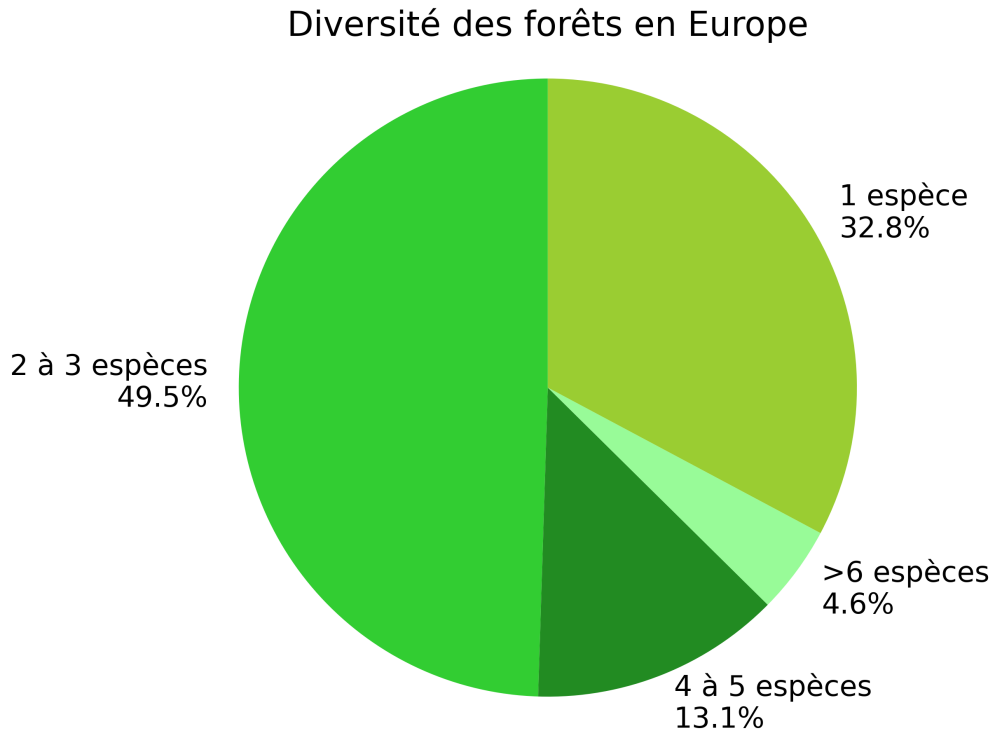
Figure 12

période toutes deux attribuées aux pressions humaines, la première à partir de -6000 coïncide avec une estimation du début de la période néolithique dans les îles britanniques [13], caractérisée par la sédentarisation et le développement de l'agriculture. Une accélération de la baisse est observée à partir de -1500 particulièrement visible en Europe de l'est.

Selon la période, une évolution en déclin ou en essor a été observée pour la couverture forestière. Pourtant, seule, celle-ci est insuffisante pour rendre compte de l'évolution des écosystèmes forestiers.

La résilience des forêts va de paire avec la diversité des espèces d'arbres. Cette dernière peut être étudiée grâce aux données récoltées par les IFNs qui permettent de reconstruire son évolution [11]. Cette fois seules les données récentes, à partir de 2005 et jusqu'en 2015, sont disponibles pour l'Europe. Celles-ci permettent d'illustrer une baisse de 1% sur cette période de la proportion de forêts qui ne sont formées que par une seule espèce d'arbre. La proportion de forêts ayant entre 2 et 5 espèces a elle augmentée de plus de 1%, tandis que celle des forets avec plus de 6 espèces est restée stable en comparaison. En 2015 la diversité des espèces d'arbres en Europe est illustrée dans la figure 13. Malgré une légère amélioration dans la diversité des espèces d'arbres, autour de 5% des espèces d'arbres continue d'être sous le statut menacé.

L'introduction massive dans les siècles passés de nouvelles espèces et la plantation d'espèces conifères au détriment des forêts de feuillus ont changé la composition des forêts européennes. Plus de la moitié du volume de bois sur pied - volume total d'arbres vivant - en 2020 est composé d'épicéa ou de pins. Cette large augmentation de la part des conifères



Lecture: La proportion des forêts formées d'une seule espèce d'arbre valait 32.8% en 2015.

Champ: Europe.

Source: SoEF (2020).

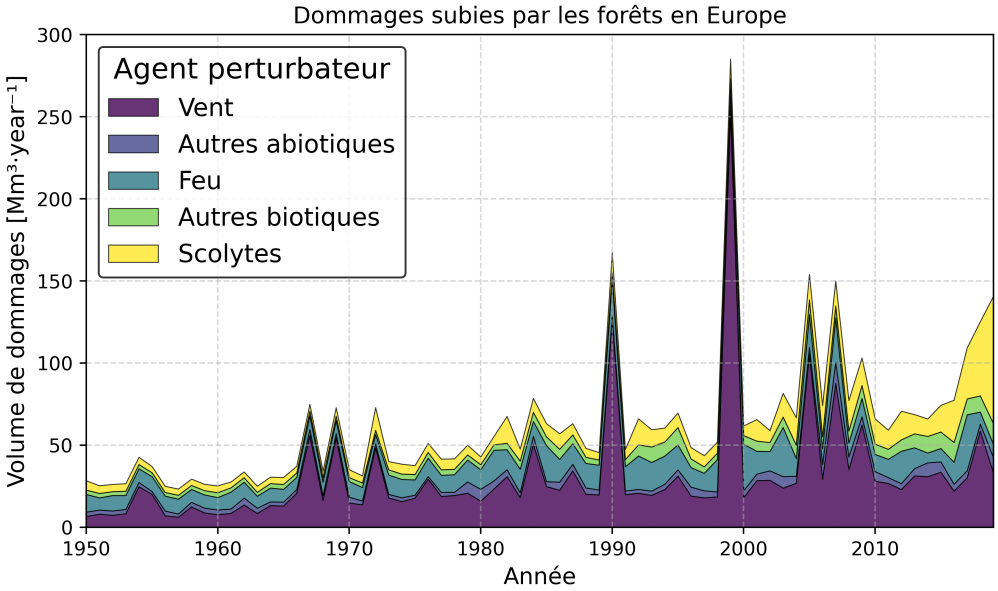
Figure 13

dans les forêts en Europe est principalement attribué à l'intérêt pour leur croissance rapide, et donc la productivité du bois à court terme. Une croissance annuelle sur les 30 dernières années du volume sur pied des feuillus de +1.6% contre +1.2% pour les conifères a été observée, illustrant ainsi le meilleur rendement à long terme des forêts de feuillus ou forêts mixtes.

D'autre part l'indicateur des population d'oiseaux des forêts est stable depuis 1980, avec une légère hausse observée depuis 2010, reflétant l'état des populations d'oiseaux généralistes des forêts mais aussi de la viabilité de l'écosystème.

Alors que la surface forestière augmente en Europe, et que certains indicateurs sur la biodiversité des forêts sont stable, la croissance du volume sur pied, elle, ralentit chaque année [11]. En effet, il apparaît que les dommages - principalement dus au vent, aux scolytes et au feu - subis par les forêts en Europe ont augmenté de manière significative depuis 1950 [14] comme illustré dans la figure 14.

Le volume annuel de dommages équivaut à 0.23% du volume sur pied sur la période 1950-2000 contre 0.27% sur la période 2001-2019, une augmentation de 17%. Tandis que



Lecture: Les dommages subies par les forêts en Europe représentent 140.7 millions de m³ en 2019.

Champ: Europe.

Source: Patacca M., et al (2022).

Figure 14

les dommages sur toute la période d'étude représentent 16% du bois récolté. Les choix d'exploitation des forêts passés avec le développement des monocultures entre autres et le changement climatique renforcent les perturbations observées dans les forêts européennes.

Ces facteurs en augmentant la mortalité des arbres, réduisent la durée de stockage du carbone dans la biomasse vivante et dans les sols. Ces perturbations vont ainsi à l'encontre des efforts de gestion pour augmenter la capacité des forêts à remplir des services écosystémiques comme l'absorption et le stockage du CO_2 - équivalent à 10% des émissions de l'UE - qui permettent d'atténuer le changement climatique [14].

D'autres indicateurs témoignent des fragilités des forêts européennes telles que la défoliation - perte des feuilles - qui augmente pour 4/5 des arbres, la structure d'âge des arbres avec 3/4 des forêts considérées équiennes - appartenant à une même classe d'âge.

Le changement climatique en provoquant des sécheresses et l'assèchement des sols, contribue à davantage fragiliser les arbres. Une compréhension et un suivi des perturbations des écosystèmes forestiers faciliteraient la gestion des forêts dans le futur.

Conclusion

L'étendue de la biodiversité est encore inconnue et s'agrandit à mesure qu'elle est étudiée. Malgré cela, une connaissance riche pour certains groupes d'espèces comme les vertébrés ou les plantes permet de suivre leur évolution. La génétique a permis de refondre l'arbre du vivant, qui porte la classification des espèces. Parmi les espèces décrites et évaluées près d'un tiers sont menacées d'extinction. En effet un rapide déclin dans l'indice de conservation des espèces est observé, se traduisant en une menace pour la diversité des espèces en Europe, et dans le monde.

L'exemple des écosystèmes de type prairie en Europe est utilisé pour vérifier cette observation. Les populations de papillons peuvent être utilisés comme un indicateur biologique grâce à leur propriétés qui les rendent sensibles aux variations de leur environnement. A travers l'indice, un déclin des populations de papillons de prairies de moitié est observé entre 1990 et 2023. Une étude sur les papillons aux Pays-Bas donne un ordre de grandeur des pertes qu'ont vraisemblablement connues les populations de papillons en Europe au XXe siècle, portant le déclin total des papillons de prairies en Europe à un niveau au dessus de 80%.

Une tendance positive est observée dans l'évolution de la surface forestière récente, toutefois la perspective de son évolution depuis le début de l'holocène change le regard porté sur l'influence de l'homme sur les écosystèmes forestiers. En effet au pic de leur étendue, avant que l'effet des pressions humaines ne prennent le dessus, les forêts dépassaient 60% de la superficie de l'Europe tandis qu'elles représentent autour d'un tiers aujourd'hui.

L'évolution récente des forêts témoigne d'une diversité relativement stable, en revanche au cours des derniers siècles une forte augmentation de la part de conifères est observée, pour atteindre plus de la moitié du volume sur pied. Cela s'est fait, souvent, à travers la plantation de monocultures qui ont transformé durablement les écosystèmes forestiers en Europe. Ces transformations ont affecté la résilience et la croissance en volume des forêts, étant moins diverses - un tiers des forêts sont composés d'une seule espèce - en espèces d'arbres et peu diversifiées en âge. Les services écosystémiques rendus par les forêts - comme le stockage de CO_2 - ont aussi été amoindris. Les forêts fragilisées sont confrontés à des perturbations plus violentes causées par les vents, les sécheresses, les scolytes entre autres et exacerbées par le changement climatique.

Les signaux observés concordent avec un déclin général de la biodiversité en Europe. Les facteurs provoquant ce déclin sont souvent liés aux pertes d'habitats et aux pratiques d'intensification de la production auxquels s'ajoutent les pressions causées par le changement climatique. Plus récemment des signaux positifs sont observés sur l'évolution des écosystèmes forestiers en Europe dont la diversité et la surface augmente lentement. Malgré cela, un tiers des forêts européennes sont encore composées d'une seule espèce.

Références

[1] Stuart Bartlett and David Louapre. Provenance of life : Chemical autonomous agents surviving through associative learning. *Physical Review E*, 106 :034401, 2022. doi:10.1103/PhysRevE.106.034401.

[2] Xin Li and John J. Wiens. Estimating global biodiversity : The role of cryptic insect species. *Systematic Biology*, 72 :391–403, 2023. doi:10.1093/sysbio/syac069.

[3] Royal Botanic Gardens, Kew. *State of the World's Plants and Fungi 2024*. Royal Botanic Gardens, Kew, Kew, UK, 2024.

[4] LPSN. List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature. https://lpsn.dsmz.de/, 2025. Consulté 11/2025].

[5] Stelios Louca and Michael Doebeli. The number of species on earth and the global rate of speciation. *Ecology Letters*, 22 :1819–1828, 2019. doi:10.1111/ele.13388.

[6] Kenneth J. Locey and Jay T. Lennon. Scaling laws predict global microbial diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 113 :5970–5975, 2016. doi:10.1073/pnas.1521291113.

[7] Camilo Mora, Derek P. Tittensor, Sina Adl, Alastair G. B. Simpson, and Boris Worm. How many species are there on earth and in the ocean ? *PLoS Biology*, 9 :e1001127, 2011. doi:10.1371/journal.pbio.1001127.

[8] International Union for Conservation of Nature (IUCN). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-2. Summary Statistics (Figure 2). https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics, 2025. Consulté 11/2025.

[9] Chris van Swaay et al. EU grassland butterfly index 1991-2023 technical report, September 2025. doi:10.5281/zenodo.17174718.

[10] Arco Van Strien et al. Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the netherlands. *Biological Conservation*, 234 :116–122, July 2019. doi:10.1016/j.biocon.2019.03.023.

[11] FOREST EUROPE. *State of Europe's Forests 2020 (SoEF 2020)*. Liaison Unit, Bratislava, Bratislava, 2020. Rapport préparé pour la Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe. doi:10.13140/RG.2.2.12881.76643.

[12] M. J. McGrath, S. Luyssaert, P. Meyfroidt, J. O. Kaplan, M. Bürgi, Y. Chen, K. Erb, U. Gimmi, D. McInerney, K. Naudts, J. Otto, F. Pasztor, J. Ryder, M.-J. Schelhaas, and A. Valade. Reconstructing european forest management from 1600 to 2010. *Biogeosciences*, 12 :4291–4316, 2015. doi:10.5194/bg-12-4291-2015.

[13] M. Zanon, B. A. S. Davis, L. Marquer, S. Brewer, and J. O. Kaplan. European forest cover during the past 12,000 years : A palynological reconstruction based on modern analogs and remote sensing. *Frontiers in Plant Science (Front Plant Sci)*, 9 :253, Mar 2018. doi:10.3389/fpls.2018.00253.

[14] Marco Patacca et al. Significant increase in natural disturbance impacts on european forests since 1950. *Global Change Biology*, 29 :1359–1376, 12 2022. doi:10.1111/gcb.16531.