

# Biodiversité

## des clés pour agir



DOSSIER → P. 22

# Trame noire : restauration la nuit



COMPRENDRE

**RECHERCHE EN COURS •**  
**Le réseau POCOROCH :**  
plonger pour compter  
les poissons  
→ P. 4

CHANGER

**INNOVATION •**  
**Les nudges**  
au secours de  
la biodiversité ?  
→ P. 15

AGIR

**COLLABORER •**  
**Sciences participatives,**  
une puissante  
communauté  
de professionnels → P. 43

SE REPÉRER

**IDÉES REÇUES •**  
**Le lagopède alpin,**  
plus mobile qu'on  
ne le pensait  
→ P. 46



© S. Ruitton/MIO

### → L'herbier de posidonies, la « forêt amazonienne » menacée de la Méditerranée

Uniquement présente en Méditerranée, *Posidonia oceanica* se trouve entre 0 et 40 m de fond et sert d'habitat à de nombreuses espèces animales et végétales. Source formidable d'oxygène, l'herbier de posidonies est aussi un puits de carbone considérable, la matte morte en stockant 10 fois plus que les sols forestiers. S'il a été historiquement détruit par les aménagements côtiers et portuaires, l'ancrage des grands navires est aujourd'hui une des causes principales de sa régression. Depuis 2019, le *Med Posidonia Network* regroupe 10 pays ainsi que des acteurs privés et publics qui partagent l'ambition de protéger 100 % des herbiers d'ici 2030.

[medposidonianetwork.com](http://medposidonianetwork.com)



**BIODIVERSITÉ, DES CLÉS POUR AGIR**  
**N° 2 – 3<sup>e</sup> TRIMESTRE 2022 – PARUTION JUILLET-SEPTEMBRE 2022**  
**LA REVUE TECHNIQUE DE L'OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ**  
Office français de la biodiversité - 12, cours Lumière - 94300 Vincennes

Directeur de la publication : Pierre Dubreuil.

Rédacteur en chef : Richard Rouxel ([richard.rouxel@ofb.gouv.fr](mailto:richard.rouxel@ofb.gouv.fr)).

Comité de rédaction : Christophe Aulert, Magali Brilhac, Mathieu Chanseau, Aurélien Daloz, Xavier Gayte, Philippe Landelle, Roxane Leverrier, Richard Rouxel, Charlie Suas, Anne Vivier.

Comité d'orientation de la rédaction : Christophe Aubel, Cyrille Barnerias, Fabrice Bosca, Charlotte Crépon, Antoine Derieux, Philippe Le Niliot, Marie-Noëlle Poulain, Richard Rouxel, Michel Sommier, Jean-Michel Zammite (OFB) – Sophie Bissuel (CBN alpin), Aude Bouron (FRC Centre-Val de Loire), Valérie Charollais (FNCAUE), Renaud Dupuy de la Grandrive (AMP Côte agathoise), Robin Goffaux (FRB), Christian Hosy (FNE), Gilles Lecuir (ARB Île-de-France), Anne Légile (PN Cévennes), Cédric Marteau (LPO), Thierry Mougey (FPNRF), Hamid Oumoussa (FNPF), Alice Roth (MAB France), François Salmon (FCEN), Fanny Soulard (UNCPIE), Nathalie Sureau-Blanchet (AERMIC).

Journalistes : Laurent Basilio, Marie Lescoart, Christophe Tréhet.

Service abonnement : OFB - Site d'Auffargis - Saint-Benoist - BP 20 - 78612 Le Perray-en-Yvelines Cedex - Tél. : 01 30 46 54 86. [boutique@ofb.gouv.fr](mailto:boutique@ofb.gouv.fr) - [boutique.ofb.fr](http://boutique.ofb.fr)

Conception : Nicolas Taffin ([nicolas@taffin.net](mailto:nicolas@taffin.net)) - Réalisation : Agence PatteBlanche - [www.patte-blanche.com](http://www.patte-blanche.com)

Impression : Dupli-Print, Mayenne. Imprimé sur papier issu de forêts durables gérées et par un imprimeur certifié Imprim'Vert.

ISSN : 2825-5879 - Dépôt légal : septembre 2022.

La reproduction partielle ou totale des articles est subordonnée à l'autorisation du directeur de la publication. Toute reproduction devra mentionner la source « Biodiversité, des clés pour agir – La revue technique de l'OFB ». Le comité de rédaction remercie les auteurs, les photographes et les relecteurs pour leurs contributions.

Crédit photo couverture : Q. Fournet/OFB.



**1 an**  
**4 numéros**

À partir de  
**31€**

→ Retrouvez toutes nos offres à tarif préférentiel sur notre boutique en ligne [boutique.ofb.fr](http://boutique.ofb.fr)

# Éteignons la lumière !



AUTEUR

**Pierre Dubreuil**  
Directeur général de l'OFB  
© M. Monsay/OFB

Prenons un instant la place des espèces animales sauvages, et imaginons que nous nous déplaçons la nuit dans un environnement chaque année plus éclairé par nos villes et nos infrastructures. Comment continuer à s'orienter en utilisant les étoiles, comme le font les oiseaux, alors que celles-ci sont désormais masquées par les halos lumineux de nos villes ? Comment éviter ces lumières attractives qui deviennent de véritables pièges mortels, notamment pour les insectes volants ? Comment les petites tortues venant d'éclorre peuvent-elles retrouver la mer censée scintiller sous la lune ?

Voilà qui illustre le réel problème posé par la pollution lumineuse générée par nos éclairages de nuit. Une pollution bien identifiée maintenant, même si elle est encore moins connue du public que d'autres.

Le défi est de taille pour faire réémerger un réseau écologique nocturne fonctionnel alors que la pollution lumineuse continue de croître chaque année sur notre territoire et que l'obscurité régresse jusque dans les aires protégées. À l'interface avec la nécessaire croissance des économies d'énergie, avec une meilleure appropriation de l'environnement par les citoyens en lien avec leur santé, avec un engagement des élus dans la transition énergétique et avec le recours à l'innovation, la restauration de la trame noire est une formidable opportunité pour décroisonner les disciplines, et in fine agir efficacement en faveur du vivant. Le dossier de ce numéro va vous permettre de comprendre les enjeux en cours et de découvrir des moyens pour contribuer concrètement à régler le problème.

Dans la lignée de ce que nous voulons faire, ce deuxième numéro de la revue technique de l'OFB délivre aussi des clés pour comprendre, se repérer, changer et agir dans les territoires. Et ce, dans tous les domaines : milieux océaniques, rivières, forêts, montagnes, actions citoyennes... et jusque dans les cours d'école !

Je vous souhaite une bonne lecture de ce numéro.

Édito

# Changer

## Comprendre



### RECHERCHE EN COURS

4

Le réseau POCOROCH : plonger pour compter les poissons

Par **Pierre Thiriet**, PatriNat (OFB-CNRS-MNHN)

P. 4

### ÉVALUER

Évaluer l'état de conservation des forêts d'Occitanie

Par **Ingrid Bonhême**, IGN, **Grégoire Gautier**, DDTM Aude

P. 6

### RÉSULTATS

Analyse des causes de mortalité du lynx et du loup en France

Par **Alexia Lena**, IHAP, ENVT, Inrae, OFB, **Mathilde Paul**, IHAP, ENVT, Inrae, **Christophe Duchamp**, **Jean-Michel Vandel**, **Nicolas Jean**, **Lorette Hivert**, OFB, **Mattias Delpont**, IHAP, ENVT, Inrae, **Anouk Decors**, OFB

P. 9

### À LIRE • À VOIR

La sélection de la rédaction

P. 14



→ Documentaire Berges vivantes © Sébastien de Danielli



### INNOVATION

P. 15

Les nudges, de nouveaux outils au secours de la biodiversité ?

Par **Auriane Bugnet**, OFB

### RESPIRATION

P. 18

Vers la préservation du patrimoine mondial marin : entretien avec Audrey Azoulay, Directrice générale de l'Unesco

Propos recueillis par **Christophe Tréhet**

### TRANSMETTRE

P. 20

Transition écologique : les cours d'écoles montrent l'exemple

Par **Yves Helbert**, Fédération Nationale des CAUE



### ENCART

POSTER • La pollution lumineuse en France

### POUR ALLER PLUS LOIN

Retrouvez des compléments numériques en ligne avec ce numéro :

[www.ofb.gouv.fr/revue-biodiversite](http://www.ofb.gouv.fr/revue-biodiversite)

## Trame noire : restaurer la nuit

22

Notre ciel étoilé est un espace en voie de disparition. En cause, la multiplication des points lumineux et le suréclairage artificiel, sources de grandes perturbations sur la faune, la flore et la santé humaine...

→ lire la suite en page 22

- Introduction **page 22**
- Pollution lumineuse : une pression croissante sur la biodiversité **page 24**
- Des trames noires pour compléter les réseaux écologiques **page 30**
- Restaurer la trame noire **page 34**

## Agir



40

### RETOUR D'EXPÉRIENCE

P. 40

LIFE rivière Dordogne, un projet pilote pour la restauration des grands cours d'eau

Par **Olivier Guerri et Baptiste Potet**, EPIDOR

### COLLABORER

P. 43

Sciences participatives, une puissante communauté de professionnels

Par **Fanny Soulard et Pierre Boivin**, Union nationale des CPIE



## Se repérer



46

### IDÉES REÇUES

P. 46

Le lagopède alpin, plus mobile qu'on ne le pensait

Par **Bertrand Muffat-Joly, Clément Sabatier, Quentin Fournet, Titouan Vaisy et Guilhem Barneix**, OFB

### CHIFFRES ET DONNÉES

P. 49

Évolution des sites humides emblématiques en France entre 2010 et 2020

### AILLEURS

P. 50

Le projet des Salgado pour « faire revenir la vie » au Brésil

Par **Lola Benoit**, OFB

### MÉMENTO

P. 52

Face à un animal sauvage mort ou blessé : agir selon les règles

Par **Laurent Basilico**

→ Une jeune raie torpille rend visite à un plongeur en recycleur circuit fermé alors qu'il est en train de mettre en oeuvre le protocole transect.  
© P. Thiriet/PatriNat



## Le réseau POCOROCH : plonger pour compter les poissons

**RECHERCHE EN COURS** Le réseau national POCOROCH<sup>1</sup> vise l'inventaire et le suivi des peuplements de poissons dans les milieux marins côtiers rocheux d'Atlantique-Manche. Pour compter les poissons en plongée, un éventail de techniques adaptées est à la disposition des plongeurs professionnels comme amateurs.

**L**es peuplements de poissons côtiers rocheux ne font l'objet d'aucun dispositif de suivi en Atlantique-Manche. Certes, nous avons une bonne idée des espèces les plus courantes, en tout cas dans les zones peu profondes et proches des côtes, faciles d'accès en plongée ou en pêche. Nageant loin du fond, nous verrons des bars, des lieux jaunes, des dorades, des tacauds. Plus proche de la roche, ce seront des labres, des sars, des serrans ; et dans les trous des congres, des gobies, des blennies. Pourtant, bien plus d'espèces sont moins fréquemment observées, car pas si abondantes, camouflées, peureuses, ou juste de passage. Et ces faibles probabilités de les contacter ne sont pas aujourd'hui supplées par un effort d'observation suffisant. Il en résulte que nous n'avons qu'une vision parcellaire de cette diversité de vertébrés potentiellement présents à quelques dizaines de mètres du bord.

Au-delà de l'inventaire des espèces de poissons, le nombre d'individus et leur taille sont d'autres métriques mal connues dans ces habitats. Elles sont pourtant indispensables pour mieux comprendre le cycle de vie de ces espèces. Et qu'en est-il de leur état écologique face aux activités humaines ? Sont-elles soumises à d'importants impacts comme en Méditerranée ou ailleurs ? *Quid* des effets de la pêche, des contaminants, des pertes ou dégradations d'habitats, des espèces invasives, du réchauffement climatique ? En corollaire, nous ne savons pas non plus diagnostiquer l'efficacité des mesures de gestion actuelles (protection de l'habitat, régulation des pêches, diminution des rejets de contaminants), ni en envisager de complémentaires si besoin.

### Les objectifs du réseau

Pour combler ces lacunes, il est nécessaire de se coordonner en

réseaux d'observateurs. Il s'agit d'être suffisamment nombreux pour inventorier les poissons en plongée, dans un grand nombre de sites bien répartis à l'échelle de la façade Atlantique-Manche et présentant des conditions environnementales contrastées, allant des zones les plus anthropisées aux plus protégées.

Depuis 2016, PatriNat travaille au développement d'un tel réseau de suivis en plongée, en partenariat avec des structures scientifiques (universités et stations marines) et des Aires marines protégées (AMP). Le réseau POCOROCH vise ainsi à fédérer les organismes de recherche et les organismes de gestion autour d'un double objectif :

- à l'échelle « locale », les données collectées doivent permettre aux membres du réseau de répondre à leurs besoins/objectifs spécifiques d'acquisition de connaissances, d'observatoire, de conservation, de gestion durable des ressources et espaces naturels. Cela inclut



et tailles individuelles précises. Par ailleurs, l'unité d'échantillonnage n'est plus définie par une durée, mais par une surface : un transect de 30 m de longueur x 1 m de largeur pour les poissons posés, et de 30 m de longueur x 4 m de largeur pour les poissons nageant. La longueur est mesurée avec un triple décimètre de chantier durant le comptage. La largeur est quant à elle estimée visuellement ; l'observateur juge à l'œil nu si le poisson est à l'intérieur du couloir ou non. Ce dernier protocole est donc réservé à un public averti, qui doit s'entraîner et se recycler régulièrement afin de conserver ses compétences d'estimation visuelle.

En plus du protocole, chaque participant à POCOROCH peut choisir comme système respiratoire, soit le circuit ouvert (la bouteille de plongée classique qui fait des bulles), soit le recycleur circuit fermé. Ce dernier, en plein essor, est d'ailleurs à privilégier pour les comptages de poissons tels que POCOROCH, car il présente trois avantages :

- très peu de bulles relâchées (discrétion) ;
- une très grande autonomie en gaz et une réduction de la durée des paliers de décompression (plongées possiblement plus longues et plus profondes) ;
- des quantités de gaz à remplir d'une plongée à l'autre très réduites, et un gonflage possible *via* une lyre avec des bouteilles tampons facilement transportables.

À noter qu'aujourd'hui, POCOROCH ne propose des protocoles qu'aux plongeurs en scaphandre autonome (en circuit ouvert ou recycleur circuit fermé). Mais des réflexions sont en cours en vue d'une adaptation pour les apnéistes et chasseurs sous-marins, pour la tranche 0-10 m de profondeur.

## Perspectives

Des réflexions sont en cours avec les partenaires historiques et

potentiellement nouveaux – autres stations marines, délégations de façade maritime de l'OFB et gestionnaires d'AMP – en vue de pérenniser et d'étendre progressivement le réseau sur l'ensemble de la façade Atlantique-Manche-mer du Nord. Nous étudions pour la mise en œuvre des suivis trois options complémentaires :

**1. une équipe professionnelle** par façade qui couvre un ensemble de sites en utilisant le protocole transect en recycleur. Cela apporte les données les plus précises. Cependant, la fréquence d'échantillonnage de chaque site ne pourra raisonnablement n'être que d'une fois tous les 2 ou 3 ans ;

**2. les partenaires professionnels « locaux »** tels que les gestionnaires d'AMP et les stations marines pourront mettre en œuvre dans leur territoire le protocole qui correspondra le mieux à leurs moyens. La fréquence pourrait alors certainement être pluriannuelle ;

**3. les plongeurs bénévoles** pourraient également être impliqués à travers le développement d'un programme de sciences participatives qui, considérant l'aspect protocolé de POCOROCH, devrait nécessairement reposer sur un réseau d'animateurs et de formateurs territoriaux. Une étude de faisabilité sera menée courant 2022 en vue d'évaluer le pool de participants potentiels. ■

notamment les AMP dont les sites Natura 2000 ;

• **à l'échelle des façades maritimes (et au-delà)**, la mutualisation des données collectées doit permettre de répondre aux objectifs de surveillance et d'évaluation DCSMM<sup>2</sup> et DHFF<sup>3</sup>, et contribuer à d'autres sujets de recherche ou de gestion plus globaux, tels que les effets du changement climatique sur la distribution des espèces et communautés.

## Participer selon son niveau

Afin de permettre au plus grand nombre de participer aux suivis, plusieurs protocoles de comptages visuels de complexité croissante ont été développés. Ils restent néanmoins interoperables et reposent tous sur un travail en binôme : un plongeur compte les poissons nageant dans la colonne d'eau et l'autre compte ceux posés au fond. Le protocole le plus simple consiste à cocher la présence ou l'absence des espèces durant des parcours de 5 minutes. Un protocole intermédiaire consiste à estimer semi-quantitativement les abondances par espèces et classes de taille, toujours durant des parcours de 5 minutes. Le troisième protocole se complexifie à deux niveaux : il s'agit d'estimer pour chaque espèce les abondances

### AUTEUR

**Pierre Thiriet**, PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel – Dinard

### CONTACT

[pierre.thiriet@mnhn.fr](mailto:pierre.thiriet@mnhn.fr)

### POUR ALLER PLUS LOIN

<https://youtu.be/aqbrBXDp7d4>

Agir



Pour rejoindre le réseau POCOROCH :

[pocoroch@mnhn.fr](mailto:pocoroch@mnhn.fr)

[inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/392923](http://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/392923)

1 • Poissons et Céphalopodes cOtiers des milieux ROcheux et des Herbiers de la façade Atlantique-Manche.

2 • Directive cadre stratégie pour le milieu marin.

3 • Directive habitats-faune-flore.

# Évaluer l'état de conservation des forêts d'Occitanie

**ÉVALUER** En 2020, la DRAAF<sup>1</sup> Occitanie a confié à l'IGN<sup>2</sup> la réalisation d'une étude afin de définir et de renseigner un indicateur d'évaluation de l'état de conservation des forêts régionales à partir des données de l'inventaire forestier national. Une méthode originale a été construite, et des premiers résultats sont maintenant disponibles.

→ Chênaie pubescente supra-méditerranéenne calcicole à buis (fond de vallon, Lot) : habitat forestier qui n'est pas d'intérêt communautaire, mais qui fait dorénavant l'objet d'une évaluation de son état de conservation.

© I. Bonhême/IGN



**L**a politique forestière de l'État s'appuie sur des plans régionaux. En Occitanie, le plan régional forêt-bois dispose d'un tableau de bord constitué de douze indicateurs assortis de douze objectifs ciblés. L'un d'eux est consacré à la biodiversité. Dans une recherche de synthèse et d'efficacité, cet indicateur devait répondre aux points suivants :

- caractériser la biodiversité de l'ensemble des espaces forestiers, en évitant de se concentrer uniquement sur les espèces ou espaces emblématiques ;

- pouvoir être actualisé régulièrement, si possible à partir des dispositifs de suivi existants ;
- être reconnu par les gestionnaires forestiers et par les gestionnaires d'espaces naturels spécialisés dans la biodiversité.

Le choix s'est vite porté sur le suivi de l'état de conservation des habitats forestiers de la région. La DRAAF Occitanie a confié à l'IGN la réalisation d'une étude pour définir et renseigner cet indicateur, à partir des données de l'inventaire forestier national (voir le focus).

## Une méthode innovante pour l'Occitanie

Les options proposées pour l'indicateur d'Occitanie reposent sur de multiples enjeux : fournir une évaluation globale de l'état de conservation des habitats forestiers de l'ensemble de la région, assurer une transparence sur les données de base utilisées et permettre des évolutions méthodologiques futures.

1 • Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt.

2 • Institut national de l'information géographique et forestière.

3 • Le cycle sylvigénétique est la dynamique cyclique d'une forêt ou d'un peuplement forestier naturel, subnaturel ou en évolution libre (Bastien & Gauberville, 2011).



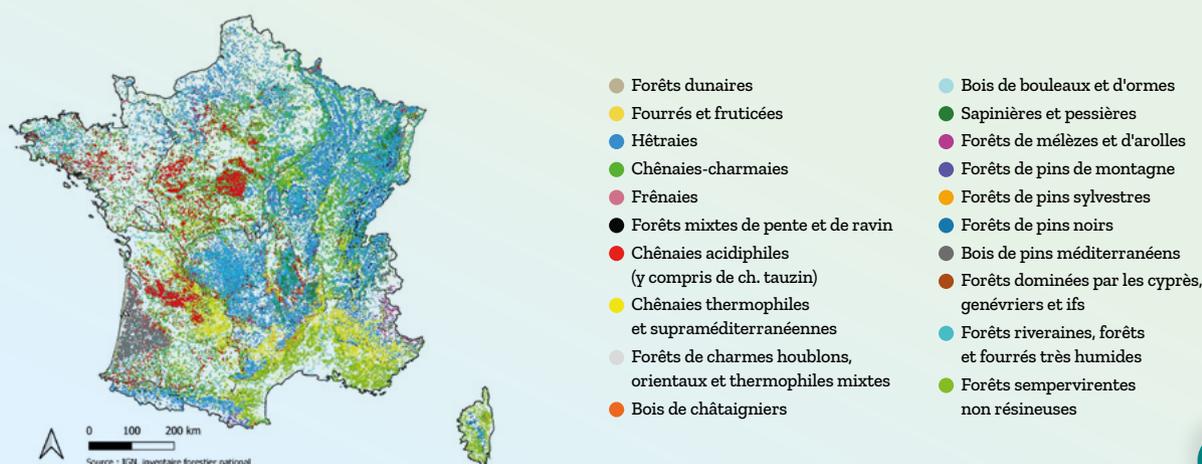
## Focus

### L'inventaire forestier national

Depuis 2011, l'inventaire forestier national de l'IGN, lors de son passage sur des placettes d'inventaire, décrit le type d'habitat naturel potentiel, en s'appuyant sur la classification en association végétale des végétations. L'habitat potentiel est la végétation qui serait naturellement présente en fin de cycle sylvigénétique<sup>3</sup> ; c'est-à-dire qu'il est volontairement fait abstraction de certaines espèces d'arbres si elles ont été introduites artificiellement ou si elles représentent une phase initiale de colonisation forestière (Bonhême, 2021).

En croisant l'information de végétation potentielle avec les autres données relevées (données dendrométriques, écologiques et floristiques), il est possible de calculer des statistiques sur les habitats forestiers. Actuellement, le nombre de points d'inventaire disposant d'une information sur le type d'habitat est de plus de 70 000. Cet ensemble de données permet également de réaliser des cartes de répartition des habitats sur l'ensemble du territoire métropolitain (figure 1).

FIGURE 1 Types regroupés des végétations forestières potentielles de métropole. Source : IGN, inventaire forestier national.



#### Définir des critères écologiques de conservation des habitats forestiers

Pour répondre à ces enjeux, il est apparu souhaitable de s'appuyer sur une liste stable de 5 critères écologiques fondamentaux de la conservation des habitats forestiers, déclinés en 9 indicateurs (tableau p. 8). Chaque critère dispose du même poids, à l'exception du critère superficie qui est évalué à part, son importance étant prépondérante. Les indicateurs sont pondérés en fonction de leur importance au sein du critère. Cette approche permet d'avoir plusieurs indicateurs sur un même sujet, sans que ce dernier ne prenne plus de poids dans l'évaluation.

Par ailleurs, si les indicateurs venaient à changer (nombre ou définition), il serait possible de rétro-calculer les valeurs d'état de conservation avec les nouveaux

indicateurs ou les nouvelles règles d'importance de l'indicateur dans le critère, puisque les valeurs absolues des indicateurs restent disponibles.

#### Choisir des seuils par indicateur et convertir les états de conservation en notation

Pour chaque indicateur, une note sur 100 est attribuée en fonction de la valeur de l'indicateur par rapport à des seuils d'état de conservation (Maciejewski, 2016 et 2018 ; IGN, 2022).

#### Agréger les résultats par critère, habitat ou pour la région entière

Une fois les notes sur 100 attribuées à chaque valeur d'indicateur par habitat, il devient possible d'agréger les résultats de différentes manières pour offrir des niveaux de lecture variés : par indicateur pour l'ensemble des habitats, par habitat pour l'ensemble

des indicateurs, par critère pour chaque habitat ou pour l'ensemble des habitats ou pour la région entière. À l'échelle de l'indicateur, du critère ou de la région, les notes moyennes sont pondérées par la surface de chaque habitat. Il a été décidé arbitrairement qu'une note moyenne comprise entre 0 et 30 reflétait un mauvais état, entre 70 et 100 un bon état, alors qu'une note entre 30 et 70 représentait un état de conservation intermédiaire.

#### Des résultats lisibles et permettant un pilotage

La moyenne obtenue à l'échelle de la région est de 49 pour la première édition (campagnes 2012 à 2015), et de 50 pour la seconde édition (2015, 2017, 2018, 2019, 2020). Cette note est jugée stable. Le critère « Conservation des arbres habitats » est le moins bon avec un état jugé mauvais (note de 20) alors que les « Perturbations actuelles de l'habitat » sont estimées faibles (note

**TABLEAU** Critères écologiques et indicateurs associés (avec leur importance relative) dans la notation du critère d'évaluation de l'état de conservation des forêts d'Occitanie.

Critère écologique	N° indicateur	Variable	Unité	Importance dans le critère
Conservation de la superficie occupée par l'habitat	1	Surface occupée par l'habitat	1000 ha	100 %
Conservation de la composition en espèces de la strate arborée	2	Part des essences allochtones dans la surface terrière à l'hectare	%	75 %
	3	Part de la surface occupée par l'habitat sans aucune essence allochtone	%	25 %
	4	Nombre moyen d'arbres morts sur pied de plus de 30 cm par ha	Nb/ha	50 %
Conservation des arbres habitats (bois morts et très gros bois)	5	Part des très gros bois dans la surface terrière totale	%	25 %
	6	Part de la surface de l'habitat avec au moins un très gros bois	%	25 %
Conservation du cycle de la matière	7	Taux de mortalité : mortalité/accroissement brut	%	100 %
Perturbations actuelles de l'habitat	8	Part de la surface ayant subi une perturbation	%	50 %
	9	Part de la surface de l'habitat avec au moins une espèce exotique envahissante (> 1)	%	50 %

de 75). Les critères « Conservation de la composition en espèces de la strate arborée » et « Conservation du cycle de la matière » expriment quant à eux un état de conservation intermédiaire (notes de 44 et de 60 respectivement).

Tous les habitats de la région sont dans un état de conservation intermédiaire (notes allant de 41 à 67 dans la seconde édition). La meilleure note est attribuée aux habitats résineux, en lien avec de faibles taux de mortalité et peu d'essences allochtones, et la moins bonne aux habitats liés à l'eau (forêts alluviales...), en lien avec une forte présence d'espèces invasives et allochtones, et peu de bois morts sur pied. Il est à noter la

situation particulière des châtaigneraies, qui ont un très mauvais état de conservation du point de vue de la conservation du cycle de la matière, en lien avec le fort taux de mortalité subi. Enfin, les hêtraies d'intérêt communautaire sont les moins bien conservées du point de vue de la composition en espèces de la strate arborée, avec une importance marquée des essences allochtones (figure 2).

Il est également possible de présenter les valeurs absolues prises par les indicateurs pour être plus proche des réalités de terrain. Cela permet de situer les habitats les uns par rapport aux autres pour chacun des indicateurs, afin d'orienter les gestionnaires dans leurs actions.

En conclusion, la méthode développée en Occitanie a permis :

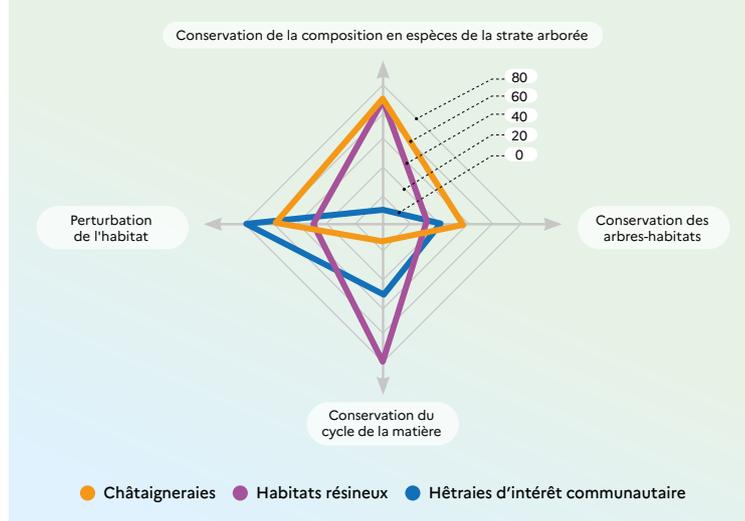
- d'identifier les différences entre habitats, les points forts et faibles de chacun, tout en produisant une note synthétique à l'échelle régionale ;
- de cartographier les habitats forestiers sur l'ensemble de la région ;
- de calculer leurs superficies respectives.

### Et après ?

La méthode développée en Occitanie a également été utilisée en Bourgogne-Franche-Comté. En prenant 10 campagnes d'inventaires, les résultats ont pu être détaillés pour des groupes d'habitats plus finement découpés, répondant ainsi aux besoins exprimés par les acteurs locaux. Par ailleurs, ce travail a permis d'initier une réflexion sur la méthode d'évaluation nationale pour le rapportage à l'Union européenne prévu tous les six ans par la directive habitats faune-flore (Conseil de l'Europe, 1992). Cependant, la méthode européenne impose une évaluation des superficies en bon et en mauvais état de conservation alors que la méthode déployée en Occitanie et en Bourgogne-Franche-Comté est basée sur un état de conservation moyen par habitat. Un groupe de travail est actuellement à l'ouvrage sur ce sujet ; il devrait rendre ses résultats d'ici fin 2022. ■

**FIGURE 2** État de conservation par critère écologique pour les habitats de châtaigneraies, les habitats résineux et les hêtraies d'intérêt communautaire en Occitanie.

Source : IGN, inventaire forestier national, campagnes 2015, 2017, 2018, 2019, 2020.



**AUTEURS**

**Ingrid Bonhême,**  
IGN, Pôle national en  
écologie forestière

**Grégoire Gautier,**  
DDTM Aude,  
anciennement  
Service régional  
forêt-bois DRAAF  
Occitanie

**POUR ALLER PLUS LOIN**

[inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique261](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique261)

**BIBLIOGRAPHIE EN LIGNE**

[bit.ly/revue-biodiversite2](http://bit.ly/revue-biodiversite2)



© P. Massit/OFB



© OFB/Sd 04

# Analyse des causes de mortalité du lynx et du loup en France

**RÉSULTATS** Le lynx boréal et le loup gris sont revenus en France respectivement dans les années 1970 et en 1992. Deux réseaux œuvrent ensemble pour étudier les causes de mortalité et/ou de maladies potentielles de ces deux espèces protégées : le réseau Loup-Lynx et le réseau SAGIR. La mortalité peut être en effet un indicateur clé pour évaluer la qualité des milieux d'accueil et détecter précocement un problème sanitaire. Bilan de 30 années de surveillance, de 1990 à 2020.

**L**a surveillance des maladies apporte des données nécessaires pour documenter et comprendre l'état des populations de la faune sauvage, et participe à éclairer la décision publique en matière de conservation et de gestion des espèces. La prise en compte des maladies pour comprendre l'évolution des populations apparaît évidente en cas d'observation de mortalité de masse ; elle est également primordiale en cas de maladies plus discrètes, susceptibles d'influencer

les paramètres démographiques (maladies responsables d'infertilité, d'infécondité, de changement de structure des populations ou affectant les patrons de dispersion et de migration – Preece *et al.*, 2017). Bien que les descriptions publiées de déclin ou d'extinction de grands carnivores suite à une maladie soient rares, il est essentiel de maintenir une surveillance pour détecter précocement toute maladie susceptible d'avoir un impact populationnel. Une maladie, même mineure, peut assurément avoir un effet dévastateur

sur des populations de petite taille et fragmentées (Murray *et al.*, 1999).

## La synergie des réseaux Loup-Lynx et SAGIR

La surveillance des maladies du loup et du lynx repose sur la complémentarité entre deux réseaux : l'un à finalité écologique, l'autre à finalité épidémiologique. Chaque réseau possède un fonctionnement et des processus d'observation

→ Jeune louve retrouvée noyée en juillet 2020.  
© A. Sapanel/OFB



chez les deux espèces, en combinant la surveillance des signaux démographiques inhabituels et ceux de mortalité/morbidité. Tout signal anormal déclenche des investigations épidémiocliniques d'urgence.

## 175 lynx et 235 loups retrouvés morts entre 1990 et 2019

Entre 1990 et 2019, 175 cadavres de lynx et 235 cadavres de loups ont été pris en charge. Les événements de mortalité (hors tirs officiels) correspondent le plus souvent à la mortalité d'un seul individu (seuls deux événements<sup>2</sup> de mortalité groupée chez le loup). La mortalité détectée chez les loups tend à augmenter depuis les années 1990, en rapport avec l'augmentation des effectifs et leur expansion sur le territoire métropolitain. Pour le lynx, moins de 10 cadavres étaient enregistrés annuellement avant 2015. Depuis, les détections de mortalités sont légèrement plus nombreuses, potentiellement liées au statut renforcé de la population jurassienne ou simplement aux variations aléatoires interannuelles (figure 1).

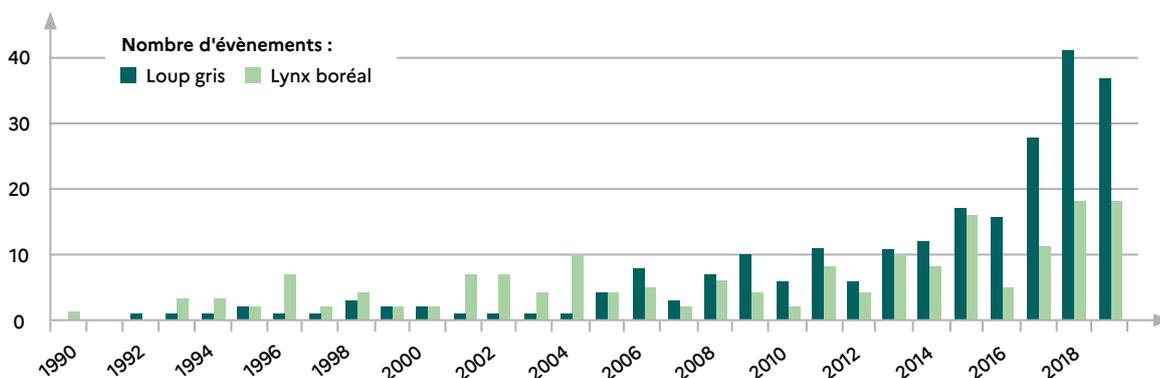
La mortalité se distribue sur l'ensemble des aires de présence des deux espèces (figure 2), avec 41 % des cadavres de lynx détectés dans le département du Jura (72/175), 30 % dans l'Ain (52/175) et 23 % dans le Doubs (40/175). Les événements concernant des loups gris se répartissent majoritairement dans les

propres. Le réseau Loup-Lynx, actif depuis 2001, est piloté par l'Office français de la biodiversité (OFB) et se déploie sur près de 40 départements. Il constitue un outil majeur de suivi des populations, qui s'appuie sur la collecte d'indices de présence sur le terrain et l'analyse de données géographiques et démographiques combinées<sup>1</sup>. Le réseau SAGIR, quant à lui, est un réseau national de surveillance événementielle des maladies de la faune sauvage à enjeu pour la conservation des espèces, la santé des animaux domestiques ou la santé publique. La détection précoce de ces maladies repose sur celle de signaux de mortalité et de morbidité anormaux et sur une démarche diagnostique, dont l'objectif est de comprendre les processus morbides ayant abouti à la mort des animaux. Le réseau SAGIR

est le fruit de la collaboration entre l'OFB et les fédérations des chasseurs. Pour le diagnostic, il s'appuie sur des partenaires de proximité, les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires, ainsi que sur des laboratoires spécialisés et de référence (Decors *et al.*, 2015). En ce qui concerne le loup et le lynx, le réseau SAGIR procède à la collecte exhaustive des cadavres détectés. Quand l'état du cadavre le permet, des examens radiologique, nécropsique, histologique, toxicologique et certains examens microbiologiques sont réalisés systématiquement. La mise en œuvre d'autres examens complémentaires et nécessaires au diagnostic est à l'appréciation du pathologiste.

L'interface entre ces réseaux permet d'optimiser la détection précoce d'un problème de santé

FIGURE 1 Distribution temporelle des événements de mortalité de loups gris et de lynx boréaux en France entre 1990 et 2019.

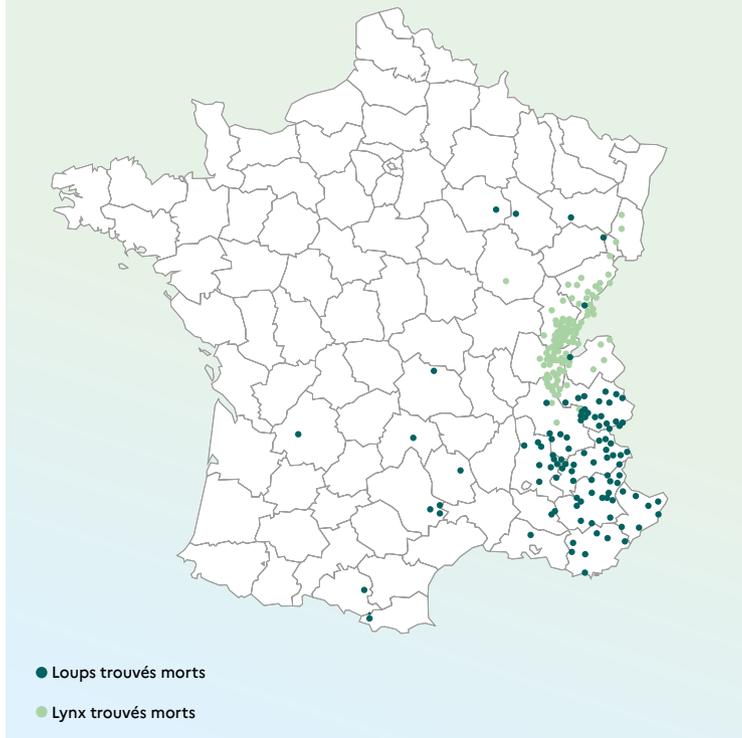


1 • [www.loupfrance.fr/suivi-du-loup/reseau-loup-lynx](http://www.loupfrance.fr/suivi-du-loup/reseau-loup-lynx)

2 • Un événement se définit comme « un foyer de mortalité concernant une espèce, sur une journée, sur une surface géographique de 1 km<sup>2</sup> ».



**FIGURE 2** Distribution des cas de mortalité de loups gris et de lynx boréaux entre 1990 et 2019 (hors tirs dérogoatoires).



départements suivants : 19% dans les Hautes-Alpes (45/235), 17% dans les Alpes-de-Haute-Provence (39/235), 15% dans les Alpes-Maritimes (35/235), 14% en Savoie (33/235), 10% en Isère (24/235), 7% dans le Var (16/235) et 6% dans la Drôme (15/235).

La distribution des événements au cours de l'année est hétérogène. La mortalité détectée ne semble pas dépendre de la saison chez le loup alors que pour le lynx boréal, elle fluctue significativement en fonction de ce critère et s'avère plus marquée en automne, avec 45% des événements létaux détectés.

### Les collisions routières, principale cause de mortalité détectée

L'étude des causes de mortalité a concerné les cas ayant fait l'objet de rapports nécroscopiques détaillés et transmis au réseau SAGIR. Au total, 109 cadavres de loups gris et 175 cadavres de lynx ont été pris en compte dans l'analyse des causes de mortalité (hors tirs dérogoatoires).

Les événements traumatiques correspondent à la cause de mortalité la plus représentée, avec 54% (59/109) des cas pour le loup et 72% (126/175) des cas pour le lynx (figure 3 p.13). Les collisions routières représentent la majorité des événements traumatiques enregistrés (44/59 loups et 101/126 lynx – voir aussi le Focus). La détectabilité des cadavres de bord de route est probablement meilleure que celle des cadavres présents en cœur de forêt, par exemple. Il est donc possible que les collisions soient sur-représentées par rapport aux autres causes de mortalité. Tous les animaux ne meurent cependant pas instantanément au moment du choc et sont susceptibles de parcourir une certaine distance. Il est donc également possible qu'une fraction de ces cadavres issus de collision ne soit pas détectée. Le sexe ne semble pas avoir d'influence sur les collisions chez les deux espèces. En revanche, les cas enregistrés concernent significativement plus de loups adultes que d'immatures ; mais ce résultat est à interpréter avec prudence, en gardant à l'esprit que la proportion d'adultes dans la population est vraisemblablement supérieure à celle

des immatures. Un effort diagnostique particulier doit être maintenu sur ces animaux victimes de collisions pour identifier d'éventuelles causes sous-jacentes aux traumatismes observés. Un changement de répartition ou une concentration de cas à certains moments de l'année pourrait être révélateur de l'émergence d'un processus morbide sous-jacent qui modifierait la vigilance (troubles oculaires, troubles nerveux, etc.).

### Les autres causes de mortalité identifiées

Quatre grandes catégories de mortalité ont pu être mises en évidence pour les deux espèces : les causes traumatiques avec principalement les collisions routières – comme nous venons de le voir –, les autres causes d'origine infectieuse, les maladies d'origine infectieuse et les morts liées à un épuisement physiologique. Les causes anthropiques autres que les collisions routières représentent 19% de la mortalité des loups et 9% de celle des lynx (figure 3 p.13). Parmi elles, on relève des cas d'intoxication aiguë (e.g. anticoagulants, chloralose, inhibiteurs des cholinestérases), de destruction illégale par arme à feu, d'interactions létales avec des chiens et de mortalité par piégeage ; de telles causes peuvent être particulièrement impactantes sur les secteurs de colonisation où la population reste fragile (lynx notamment). La figure 3 p.13 donne les résultats détaillés des analyses par espèce et par cause de mortalité.

Les résidus toxiques ne sont pas toujours responsables d'intoxication aiguë. Le lien entre présence d'un résidu toxique et troubles cliniques est parfois difficile à établir, notamment lorsque l'on suspecte que le toxique est à l'origine de troubles sublétaux (par exemple, perte de vigilance rendant les animaux plus susceptibles aux collisions). Des résidus toxiques suspectés d'avoir modifié la vigilance des animaux ont également été mis en évidence dans quelques cas de collisions routières (e.g. anticoagulant, chloralose) Les voies de transfert des molécules à action anticoagulante dans la chaîne

trophique et les écosystèmes restent encore mal connues et constituent, avec la compréhension de leur impact morbide, un axe de recherche majeur pour mieux comprendre les comorbidités possiblement associées aux collisions.

Les interactions létales avec des chiens ont été décrites pour 2 lynx et 6 loups ; 3 de ces loups souffraient de comorbidités (atteinte de la colonne vertébrale réduisant leur mobilité). 11 loups et 6 lynx ont été exposés à des tirs (hors quota de tirs dérogatoires légaux) entre 1992 et 2019. Les tirs sont souvent létaux, mais pas systématiquement. Ainsi, des plombs issus de tirs plus anciens ont été découverts chez 3 autres lynx et 1 loup, sans qu'ils soient directement à l'origine de la mort des animaux.

Des cas de combats intraspécifiques ont été relevés, un trait de mortalité connu chez ces espèces territoriales

qui défendent leur domaine vital durant les périodes clés du cycle de vie reproductif.

Enfin, les processus infectieux (e.g. parvovirus, maladie de Carré, septicémie d'origine bactérienne, etc.) correspondent à 9 % et 7 % respectivement des événements décrits chez les loups et les lynx. Des cas de gale sarcoptique ou auriculaire *Sarcoptes scabiei* ou *Otodectes cynotis* (loup et lynx) ainsi qu'un cas de démodécie chez un lynx, ont également été diagnostiqués. Dans une population de petite taille comme celle du lynx, menacée par les événements traumatiques et l'impact de l'homme, toute cause infectieuse létale peut affecter le devenir de l'espèce, et ce d'autant plus si ses effets morbides sont aggravés par l'association avec d'autres facteurs comme la malnutrition, le stress ou la consanguinité (Schmidt-Posthaus *et al.*, 2002). Des maladies comme

la gale, la parvovirose, la maladie de Carré, etc. sont donc particulièrement surveillées. Néanmoins, le caractère solitaire du lynx limite probablement le risque d'épidémie ; la probabilité qu'un agent infectieux se maintienne dans la population est faible, car les interactions intraspécifiques sont rares, contrairement aux loups qui vivent en communauté.

La mort par épuisement physiologique a été diagnostiquée pour 4 cadavres de loups et 7 de lynx. Elle survient lorsque l'animal ne parvient plus à s'alimenter correctement et épuise ses réserves énergétiques.

Le diagnostic reste dépendant de la qualité des cadavres nécropsiés et des informations collectées sur le terrain. La nécrophagie partielle du cadavre, le stade de sa décomposition, les modalités de sa conservation génèrent souvent des interfé-

## FOCUS

### La mortalité routière du lynx prise en compte dans un modèle démographique

Le programme ERC-Lynx, lancé en 2017, dont le but est d'éviter, de réduire et de compenser le risque de mortalité du lynx en France par collision routière, a permis d'identifier les facteurs de risque. Les collisions sont significativement plus nombreuses en semaine que pendant le week-end, et probablement dues aux variations d'intensité du trafic routier à l'aube et au crépuscule. Les cas de collisions sont également plus fréquents en automne que durant le reste de l'année, période qui correspond à l'âge moyen de dispersion des subadultes (à partir de 18-20 mois).



→ La femelle de lynx Lycka, qui est suivie par GPS, traversant une route départementale au nez d'une voiture en juin 2021. © A. Vautrin/OFB

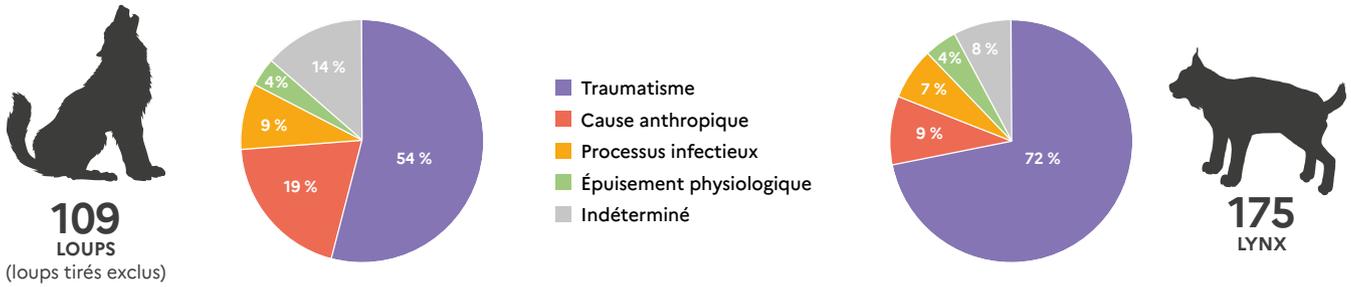
Les types de routes et de paysages ont aussi une influence avérée sur les traumatismes : les routes à grande vitesse (entre 80 et 90 km/h) et les paysages non artificialisés concentrent respectivement 71 % et 68 % des collisions (Souillot, 2018). Ce programme propose une application permettant d'évaluer l'influence de l'ajout ou du retrait d'un tronçon de route sur la viabilité d'une population de lynx. Les données de collisions routières relevées par les réseaux Loup-Lynx et SAGIR ont d'abord été analysées pour définir le caractère accidentogène d'une route pour le lynx en fonction de variables environnementales et biologiques. La carte ainsi obtenue des collisions routières potentielles du lynx a par la suite été intégrée dans un modèle proposant de simuler le comportement de tous les lynx des populations actuellement identifiées par le réseau Loup-Lynx. En modifiant la carte du réseau routier par l'ajout ou le retrait de nouveaux tronçons, il est possible de mesurer l'effet induit sur la viabilité de la population à plus ou moins long terme. Ce modèle est par définition une simplification de la réalité, mais c'est la première fois qu'il décrit de façon globale l'évolution spatiale d'une population de lynx en fonction de contraintes routières estimées à partir des cas détectés sur le terrain.

POUR ALLER PLUS LOIN

<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1162>



FIGURE 3 Répartition des causes de mortalité identifiées chez le loup et le lynx.



Cause	Nombre
<b>TRAUMATISME</b>	<b>59</b>
Routier ou ferroviaire	44
Dérochage	3
Interaction intraspécifique	1
De nature indéterminée	11
<b>AUTRES CAUSES D'ORIGINE ANTHROPIQUE</b>	<b>21</b>
Intoxication aiguë	4
Destruction illicite par arme à feu	11
Interaction létale avec chien	6
Épuisement physiologique	4
Processus infectieux	10
Cause de la mort indéterminée	15

Cause	Nombre
<b>TRAUMATISME</b>	<b>126</b>
Routier ou ferroviaire	101
Dérochage	2
Interaction intraspécifique	2
De nature indéterminée	21
<b>AUTRES CAUSES D'ORIGINE ANTHROPIQUE</b>	<b>16</b>
Intoxication aiguë	3
Destruction illicite par arme à feu	6
Interaction létale avec chien	2
Piégeage illicite	2
Autre	3
Épuisement physiologique	7
Processus infectieux	12
Cause de la mort indéterminée	14
Autres causes	4

N. B. : La somme des différentes causes peut être supérieure au nombre de cadavres analysés, car certains individus présentaient plusieurs processus pathologiques.

rences et sont autant d'obstacles au diagnostic et de sources d'incertitude.

## Conclusion

Actuellement, les processus morbides mis en jeu dans la mortalité des grands carnivores font l'objet de plus en plus d'études en Europe continentale, comme c'est le cas en Suisse (Schmidt-Posthaus *et al.*, 2002), en Espagne (Millan *et al.*, 2009; Millan *et al.*, 2016) ou encore en Italie (Ambrogi *et al.*, 2019). En France, l'épidémiologie des maladies du loup et du lynx repose sur un dispositif original, basé sur la synergie de deux réseaux : l'un à finalité épidémiologique et l'autre à finalité écologique. Aucun événement démographique, ni signal de mortalité anormale n'a été détecté à ce jour pour justifier la mise en œuvre d'in-

vestigations d'urgence et de mesures de gestion particulière dans le pays. Ce dispositif a néanmoins permis d'identifier des processus létaux majeurs, en particulier les traumatismes routiers, des destructions illicites du loup et du lynx par intoxication ou arme à feu, et a montré son efficacité pour détecter des agents pathogènes qui s'expriment cliniquement dans la faune sauvage. Toutefois, la détection précoce des maladies susceptibles d'émerger dans la faune et la surveillance de celles déjà présentes sur le territoire restent difficiles et sont soumises à de nombreux biais. Elles nécessitent d'avoir une approche pluridisciplinaire et demandent souvent à combiner – au moins en première intention – différents modes de surveillance pour augmenter la sensibilité et la spécificité de la détection.

Les connaissances sur ces sujets et les modalités de détection nécessitent d'être actualisées en continu, car les processus pathologiques sont dynamiques.

## Remerciements

Nous remercions les services départementaux et les directions régionales de l'OFB, l'ensemble des membres et partenaires du réseau Loup-Lynx, les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires, les fédérations des chasseurs, les centres de réhabilitation et les vétérinaires libéraux pour leur implication dans la réalisation du travail de terrain et de laboratoire à l'origine de ce bilan. ■

BIBLIOGRAPHIE EN LIGNE  
[bit.ly/revue-biodiversite2](http://bit.ly/revue-biodiversite2)

**AUTEURS**  
 Alexia Lena<sup>1,4</sup>,  
 Mathilde Paul<sup>1</sup>,  
 Christophe Duchamp<sup>2</sup>,  
 Jean-Michel Vandelp<sup>3</sup>,  
 Nicolas Jean<sup>5</sup>, Lorette Hivert<sup>4</sup>, Mattias Delpont<sup>7</sup>, Anouk Decors<sup>4</sup>  
 IHAP, ENVT, INRAE, Université de Toulouse – Toulouse<sup>1</sup>, OFB, Direction de la recherche et de l'appui scientifique – Gap<sup>2</sup> – Birieux<sup>3</sup> – Orléans<sup>4</sup>, OFB, Direction des grands prédateurs terrestres – Gap<sup>5</sup>

# La sélection de la rédaction

## À LIRE • À VOIR

### Film



**BERGES VIVANTES**  
À travers des regards croisés, ce documentaire part à la découverte de la biodiversité des berges de la Loire, considérée comme le dernier fleuve « sauvage » en Europe grâce à la diversité de ses paysages et à la richesse de sa faune et de sa flore.  
**Sébastien de Danieli** –  
**Production OFB et Inrae** –  
**22 minutes** – **En libre accès** :  
<https://youtu.be/DD8DISxCE5U>

### Livre



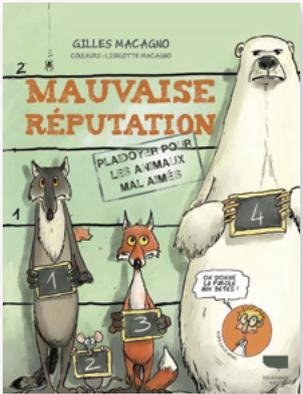
**ÉMERVEILLEZ-VOUS !**  
**Un voyage sensoriel au cœur du monde végétal**  
Ce livre traite de l'approche des plantes en utilisant les cinq sens. L'auteur nous emmène à la découverte d'une multitude de plantes de nos régions et d'ailleurs qui étonneront nos yeux, chuchoteront à nos oreilles, caresseront nos doigts et empliront nos narines de délicieux parfums.  
**François Couplan** – **Éditions Les liens qui libèrent** – **368 pages** – **22,80 €**

### Jeu de société



**JEU DE L'OIE : GRAVELOTS**  
Protégés au niveau national et européen, les gravelots sont en déclin en Europe. Rendez-vous sur le site du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale pour télécharger ce jeu de l'oie, et découvrir de façon ludique les enjeux de protection de ces espèces d'oiseaux.  
**OFB, PNM EPMO** – **En libre accès** :  
[parc-marin-epmo.fr/documentation/jeu-de-loie-gravelots](http://parc-marin-epmo.fr/documentation/jeu-de-loie-gravelots)

### Bande dessinée



**MAUVAISE RÉPUTATION**  
Une bande dessinée pleine d'humour pour faire tomber les idées reçues sur un certain nombre d'animaux ayant mauvaise réputation auprès des êtres humains. À l'instar des loups, renards, ours, mais aussi moustiques, araignées et autres scorpions... Un plaidoyer aussi drôle qu'intelligent !  
**Gilles Macagno** – **Éditions Delachaux et Niestlé** – **96 pages** – **19,90 €**

### Livre



**10 ANS DE LA COLLECTION BIOPHILIA**  
Conçue pour mettre le vivant au cœur d'éclairages ou de rêveries transdisciplinaires, la collection Biophilia développe une ligne plurielle, ouverte aux écrivains, philosophes, zoologues, ethnologues, naturalistes, explorateurs... qui s'y rencontrent dans le buisson foisonnant des espèces dont le devenir concerne le nôtre.  
**Collection créée par Fabienne Raphoz, auteurs multiples** – **Éditions Corti** – **26 ouvrages (112 à 520 pages)** – **14 € à 29 €**

### Blog



**CHAMPIGNON MAGAZINE**  
Présents dans tous les écosystèmes de la planète depuis plus de 500 millions d'années, les champignons s'inscrivent aussi au cœur des enjeux du 21<sup>e</sup> siècle. *Champignon magazine* est né de cette envie d'en proposer quelques clés, en captant la parole de celles et ceux qui étudient les champignons, les subliment et inventent à partir d'eux une nouvelle façon de voir le monde.  
**Richard Gonzalez** – **En libre accès** :  
[champignonmagazine.com](http://champignonmagazine.com)



# Les nudges, de nouveaux outils au secours de la biodiversité ?

**INNOVATION** Fondés sur les enseignements des sciences comportementales, les nudges – ou « coups de pouces » – suscitent un intérêt croissant de la part des acteurs publics. Quel rôle peuvent-ils jouer dans la protection de la biodiversité ?



→ Exemple d'un nudge installé dans le « Sentier du Mérou » à Port-Fréjus. © EwaGros

**L**a protection de la biodiversité, comme de l'environnement de façon générale, est une préoccupation de plus en plus partagée au sein de la société. Pour autant, cette prise de conscience généralisée peine à se traduire en actes effectifs à grande échelle.

Cette contradiction est particulièrement frappante au niveau des comportements individuels. Par exemple, bien que l'environnement soit en tête des préoccupations chez les jeunes, une étude a montré que ceux-ci ont moins tendance à trier leurs déchets ou à acheter des légumes de saison, et davantage tendance à prendre l'avion que le reste de la population.

Ces incohérences sont problématiques dans la mesure où les comportements et les modes de vie ont un rôle important dans la crise écologique et les solutions qui peuvent y être apportées. Si l'atteinte des objectifs écologiques nécessite sans aucun doute des transformations à un niveau systémique, une partie non négligeable des changements peut effectivement – et donc doit – se faire au niveau individuel. Pour ne considérer qu'une seule des pressions qui pèsent sur la biodiversité, à savoir le changement climatique, on estime que les efforts individuels « réalistes » comme réduire sa consommation de viande, prendre moins souvent l'avion, faire du covoiturage ou limiter ses déchets représentent environ 10% de la réduction de l'empreinte

carbone nécessaire pour respecter l'Accord de Paris, et 20% en incluant les actions qui nécessitent un investissement comme changer sa chaudière ou acheter une voiture électrique.

Il est donc important de comprendre l'origine des écarts entre les intentions pro-environnementales et les actions. Souvent, les freins à l'œuvre sont de nature économique ou structurelle : le prix plus élevé des produits issus de l'agriculture biologique, ou l'absence de piste cyclable pour aller au travail en vélo, par exemple. Mais un certain nombre de comportements rendus possibles sans gros investissement peinent également à être adoptés massivement. Qui, en effet, n'a jamais expérimenté cette contradiction :

Changer

être sensible à la protection de l'environnement, savoir comment mieux y participer, être en capacité de le faire, mais ne pas changer ses habitudes pour autant ?

## Les fondements théoriques des nudges

Les sciences comportementales nous éclairent sur les origines de ces décalages. Elles nous apprennent notamment que l'humain n'est pas un être rationnel, mais plutôt largement émotionnel, influencé par les autres et par le contexte, et sujet à une multitude de biais cognitifs. La majorité de nos comportements émanent en effet d'un mode de réflexion inconscient et automatique. Si ce mécanisme économise nos ressources cognitives au quotidien, il implique aussi que nos choix et nos actes reposent sur un certain nombre de raccourcis qui nous éloignent de la rationalité. Citons, par exemple, parmi les freins récurrents aux comportements pro-environnementaux : le phénomène de conformité sociale, qui consiste à imiter les comportements majoritaires de son groupe social ; le biais d'optimisme, à cause duquel nous nous estimons moins exposés que les autres à des événements négatifs ; ou encore la préférence pour le présent, qui consiste à sous-estimer les coûts futurs par rapport aux coûts et aux bénéfices immédiats.

Tiré de ces enseignements, un nouvel outil d'action a été conceptua-

lisé dans les années 2000 : le nudge. Il s'agit d'une incitation douce visant à pousser à l'adoption d'un comportement donné. Richard Thaler et Cass Sunstein le définissent ainsi : « tout aspect de l'architecture de choix, qui modifie le comportement des gens de manière prévisible, sans leur interdire aucune option ou modifier de manière significative leurs motivations économiques ». Il peut prendre différentes formes : éléments mis en saillance, options par défaut, messages indiquant comment se comportent les autres pour activer des normes sociales, éléments ludiques, etc.

## Un engouement récent de la part des acteurs publics

Du fait de sa capacité à faire évoluer certains comportements par des interventions relativement mineures, le nudge suscite un véritable engouement de la part des gouvernements depuis les premières « nudge units » créées au Royaume-Uni et aux États-Unis dans les années 2010.

En France, c'est en 2013 que l'État a commencé à s'emparer de cet outil, via une unité dédiée, rattachée aux services du Premier ministre. Ses premières expérimentations concernaient la santé, la sécurité routière et la fiscalité. Des nudges verts ont aussi été développés, prin-

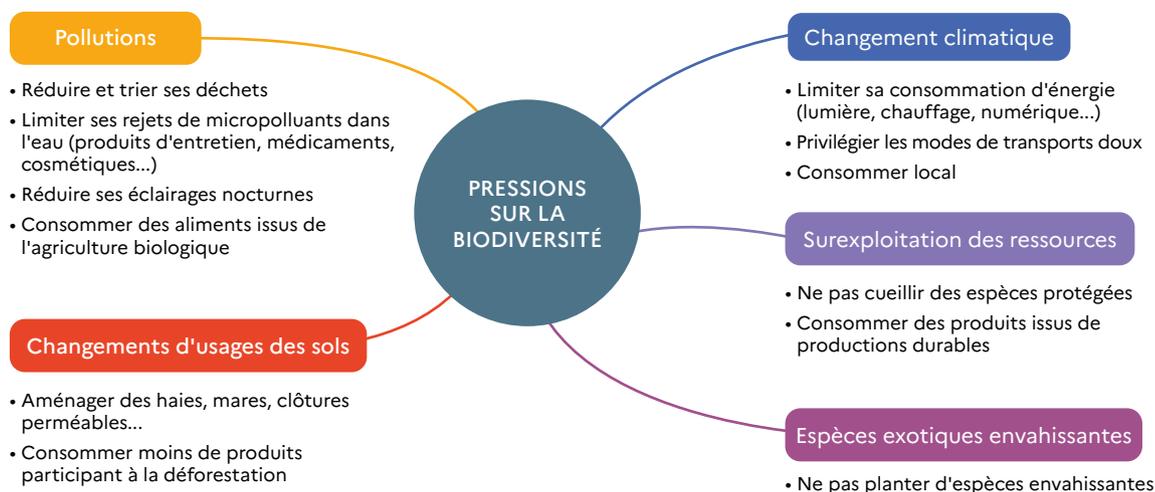
cipalement par des acteurs locaux ou privés, pour traiter des problématiques de propreté, de consommation d'eau et d'électricité, ou de gaspillage alimentaire. On peut citer, par exemple, les paniers de baskets placés au-dessus des poubelles, ou encore les pancartes accrochées dans les chambres d'hôtels indiquant que « 75 % des clients ont utilisé leurs serviettes plusieurs fois ».

## Des outils encore peu appliqués à la biodiversité

À notre connaissance, mis à part quelques initiatives des parcs nationaux et des parcs naturels régionaux, les nudges développés dans une optique de protection de la biodiversité sont relativement peu nombreux.

Or, derrière les cinq types de pressions sur la biodiversité se cache une multitude de comportements individuels à encourager (voir la figure ci-dessous). Si la plupart des nudges sur les écogestes contribuent de façon indirecte à la protection de la biodiversité, ils y font rarement référence, et on trouve relativement peu d'exemples de nudges sur des comportements directement liés à la biodiversité locale tels que le jardinage, l'éclairage nocturne, le piétinement ou le dérangement d'espèces.

FIGURE Exemples de comportements individuels liés aux 5 types de pressions sur la biodiversité.





## Une centaine d'exemples issus du Nudge Challenge

Afin de développer des idées de nudges sur ces problématiques, l'Office français de la biodiversité s'est associé à l'association NudgeFrance dans l'organisation du Nudge Challenge Biodiversité 2021, un concours étudiant ayant mis au défi plus de 100 équipes.

Les nudges proposés couvrent une variété de domaines – déchets, consommation d'eau, d'électricité, de papier, consommation et gaspillage alimentaires, produits ménagers et cosmétiques, médicaments, impacts du numérique, pollution lumineuse, pratiques de jardinage, comportements dans des espaces naturels – et pourraient être utilisés, suivant les cas, par des collectivités territoriales, des gestionnaires d'aires protégées ou des entreprises, par exemple (voir le focus).

## Recul critique sur l'apport des nudges pour la protection de la biodiversité

Si le foisonnement d'idées issues du challenge atteste de la variété des comportements qui peuvent être ciblés par des nudges, il est important d'être conscient des limites principales de ces outils afin de mesurer leur utilité dans la protection de la biodiversité.

La première concerne leur généralisation : l'efficacité d'un nudge est assez difficile à appréhender au-delà des expérimentations, car elle dépend du contexte dans lequel il se trouve. La durabilité des effets pose aussi question. Que deviennent les comportements une fois l'effet de surprise estompé ou le nudge retiré ? Les réponses à ces questions sont très variables d'un cas à l'autre. Les nudges qui utilisent des mécanismes inconscients, par exemple, changent difficilement les comportements de façon durable, à moins de réussir à créer de nouvelles habitudes ou de transformer de façon pérenne l'environnement.

### FOCUS

## Des vainqueurs du Nudge Challenge Biodiversité 2021



**Équipe Evoli**  
Sticker fluorescent en forme de chouette à coller sur une fenêtre pour rappeler de fermer ses volets afin de limiter la pollution lumineuse. Il pourrait être distribué par une commune à ses habitants.



**Équipe Dau'céan**  
Étiquette à insérer dans un maillot de bain pour inciter le baigneur à appliquer sa crème solaire suffisamment longtemps avant de se baigner pour éviter qu'elle se diffuse dans l'écosystème aquatique. Une marque de maillots de bain pourrait s'en emparer.



**Équipe Lightless**  
Sticker à coller sur les vitrines éteintes la nuit pour inciter les commerçants voisins à faire de même *via* le levier de la norme sociale.



**Équipe LavomaTeams**  
Pèse-linge pédagogique pour éviter le surdosage de lessive, pouvant être installé dans des résidences universitaires ou des laveries.

**Retrouvez l'ensemble des idées :**  
[www.ofb.gouv.fr/nudge-challenge-2021-biodiversite](http://www.ofb.gouv.fr/nudge-challenge-2021-biodiversite)

Une autre critique récurrente concerne la dimension éthique des nudges. Le respect de l'autonomie de l'individu est parfois questionné, certains nudges pouvant être perçus comme manipulateurs. En réalité, l'acceptabilité éthique d'un nudge doit également être évaluée au cas par cas au regard de sa transparence, du caractère conscient des mécanismes cognitifs sur lesquels il repose et des enjeux traités.

Mais au-delà de ces considérations, la limite principale des nudges pour leur application à la protection de la biodiversité réside surtout dans l'hypothèse implicite sur laquelle ils reposent, à savoir que les individus auraient la capacité de changer leurs comportements et leurs modes de vie. Or, cette marge de manœuvre est limitée. Pour la plupart des pratiques écologiques, un certain nombre de freins structurels ou économiques sont d'abord à lever pour offrir aux individus des alternatives satisfaisantes.

Il nous paraît finalement qu'en matière de biodiversité, les nudges se révèlent particulièrement utiles dans deux types de situations : pour traiter de problématiques locales ou ponctuelles qui sortent de la routine des individus (cueillette d'espèces protégées en vacances, choix des plantes pour le jardin au printemps, etc.), et pour faire évoluer des habitudes sur lesquelles la marge de manœuvre individuelle est importante (consommation de viande, éclairage du jardin, etc.). Dans tous les cas, le développement d'un nudge doit être réfléchi en complémentarité avec les autres outils de l'action publique, notamment la sensibilisation qui est nécessaire pour ancrer les bonnes pratiques dans la durée, et doit être intégré dans une approche comportementale plus large des politiques publiques, consistant à s'interroger sur les freins et leviers aux changements de comportements et à fonder les interventions sur des preuves d'efficacité en amont et en aval. ■

**BIBLIOGRAPHIE EN LIGNE**  
[bit.ly/revue-biodiversite2](http://bit.ly/revue-biodiversite2)

**AUTEURE**  
**Auriane Bugnet,**  
OFB, Direction de l'appui aux stratégies pour la biodiversité – Vincennes



© Unesco/Christelle Alix

## Entretien avec **Audrey Azoulay**

Directrice générale de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco)

**RESPIRATION** L'Unesco œuvre à un renforcement de la protection des espaces naturels marins, en particulier dans le domaine de la haute mer. Audrey Azoulay, sa Directrice générale, nous explique l'avancement de ces travaux prospectifs.

# Vers la préservation du patrimoine mondial marin

**L'Unesco a organisé, en octobre 2021, une conférence sur les « lacunes scientifiques critiques » pour la protection des sites du patrimoine mondial marin. Est-ce à dire que les espaces marins souffrent d'un manque de connaissances rendant plus difficile leur protection ?**

Oui, tout à fait. Malgré le statut emblématique des sites marins inscrits sur la Liste du patrimoine mondial de l'Unesco, tels que les Lagons de Nouvelle-Calédonie, en France, ou le Parc de la zone humide d'Isimangaliso, en Afrique du Sud, de nombreux sites nécessitent d'être davantage étudiés pour être pleinement compris. Le changement climatique constitue le plus grand défi de gestion et notre organisation a relevé que 75 % des sites du patrimoine mondial marin ne sont pas préparés à ses impacts, notamment en raison d'un manque de connaissances scientifiques. Plus de 60 % des gestionnaires de sites ne savent pas comment le changement climatique va modifier la répartition géographique des espèces et quelles sont les espèces les plus menacées, ou n'ont pas les moyens d'entreprendre des projections climatiques. Seul un site du patrimoine mondial marin sur cinq en Afrique et dans les Petits États insulaires en développement (PEID) reçoit un soutien privé ou philanthropique pour la recherche océanique, alors qu'ils sont tous exposés à un risque climatique disproportionné.

Plusieurs sites requièrent également des données satellitaires pour pouvoir suivre et contrôler la pêche illégale, ou encore pour savoir où les mammifères marins se nourrissent et se reproduisent. D'autres manquent de capteurs

de température flottants pour recueillir des données en temps réel permettant de prévoir le blanchiment des coraux.

En réponse à ces problématiques, j'ai appelé à un investissement substantiel dans le domaine de la science. L'Unesco permet déjà à ses États membres de coordonner des programmes de formations, d'observations, de recherche ou encore d'alerte aux tsunamis. Nous avons également lancé une feuille de route précisant la façon dont la science et la recherche peuvent être orientées plus efficacement dans le cadre de la Décennie des Nations unies pour les sciences océaniques au service du développement durable (2021-2030) coordonnée par l'Unesco. Tout ce travail a été rendu possible grâce au soutien de l'OFB.

L'Unesco peut également compter sur son Réseau mondial de réserves de biosphère qui participe, grâce aux sites insulaires et côtiers, à trouver des solutions locales pour réconcilier conservation et utilisation durable de la biodiversité.

**Quel diagnostic peut-on tirer quant à l'état écologique des sites du patrimoine mondial marin aujourd'hui ?**

La Liste du patrimoine mondial de l'Unesco comprend les aires marines protégées les plus emblématiques au monde, telle que la Grande Barrière de corail australienne, inscrite en 1981. Elle inclut aujourd'hui 50 lieux océaniques des tropiques aux pôles. Un rapport de notre organisation a démontré comment, selon le scénario d'émissions de CO<sub>2</sub> habituel, les systèmes de récifs coralliens inscrits au patrimoine mondial risquent de cesser d'exister d'ici 2100. Il faut donc agir bien au-delà de l'inscription à la Liste.



Au niveau local, il faut préparer l'adaptation au changement climatique. C'est pourquoi nous avons lancé une initiative à l'attention des communautés récifales pour les aider à se préparer et se remettre rapidement des perturbations.

Les espèces exotiques envahissantes représentent la deuxième menace commune la plus importante. Pour aider les gestionnaires des 50 sites du patrimoine mondial marin à gérer cette menace, l'Unesco a créé une plateforme d'échange d'expériences en matière de conservation. Récemment, par exemple, les Terres et mers australes françaises ont partagé leur stratégie de biosécurité qui articule la biosécurité, la détection précoce et la stricte régulation des populations de rats, de chats, de souris et de lapins ayant causé la modification de l'habitat du site.

Enfin, il y a le problème de la surpêche, de la pêche illégale ou non durable. Dans les îles et aires protégées du Golfe de Californie, au Mexique, par exemple, la population de vaquitas (*Phocoena sinus*), le plus petit mammifère marin du monde, ne compte plus qu'une dizaine d'individus. Cette espèce est actuellement menacée d'extinction en raison de l'utilisation illégale continue de filets maillants. On constate également l'effondrement du nombre de requins dans les îles Galápagos, en Équateur, ou au Parc national de l'île Cocos, au Costa Rica, en raison de la surpêche pratiquée par d'énormes flottes. Sur cette question spécifique, nous explorons notamment comment les nouvelles technologies peuvent aider à mieux comprendre et protéger ces sites.

**L'Unesco a publié en 2021 une étude sur les écosystèmes dits « de carbone bleu ». Leur intérêt en tant que puits de carbone se précisant, peut-on espérer que leur préservation soit davantage garantie ? Et plus largement, comment la notion de carbone bleu reformule-t-elle leur place dans les stratégies à imaginer pour réduire le changement climatique ?**

Notre étude a révélé que le patrimoine mondial marin de l'Unesco abrite 15 % du carbone bleu mondial, ces réserves de carbone équivalant à environ 10 % des gaz à effet de serre émis dans le monde en 2018. La protection de ces écosystèmes est essentielle pour la séquestration du carbone. À l'inverse, leur dégradation pourrait libérer dans l'atmosphère des milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>. Si beaucoup d'États parties ont déjà pris des mesures pour protéger les herbiers marins, marais salants et mangroves, leur préservation sur le long terme n'est malheureusement pas garantie. Les vagues de chaleur provoquent le blanchiment des coraux et peuvent détruire les herbiers marins, les cyclones les mangroves, tandis que l'eutrophisation et la surpêche entraînent d'importantes pertes d'herbiers marins dans le monde entier. La protection et la restauration de ces écosystèmes représentent une occasion unique d'atténuer le changement climatique.

L'Unesco étudie actuellement comment les crédits carbone peuvent aider à financer les actions de conservation des sites du patrimoine mondial marin. Ces derniers représentent des investissements relativement sûrs, leur inscription sur la Liste du patrimoine mondial incluant un engagement à protéger et conserver le bien à perpétuité.

## Les sites du patrimoine mondial marin de l'Unesco abritent 15 % du carbone bleu de la planète. La protection de tels écosystèmes est essentielle pour la séquestration du carbone.

**Vous venez d'achever, en partenariat avec l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), une étude pour préciser les bases scientifiques et juridiques d'une désignation de sites marins du patrimoine mondial en haute mer<sup>1</sup>. Qu'est-ce que ces recherches ont permis d'établir et quelles suites sont engagées ?**

Près des deux tiers de l'océan se trouvent au-delà des limites de la juridiction des nations et, pourtant, aucune de ces zones n'est actuellement protégée par la Convention du patrimoine mondial de 1972. Or, si la haute mer a longtemps été préservée, en raison de son isolement et de la difficulté à exploiter ses ressources, elle est aujourd'hui menacée par l'exploitation minière des grands fonds marins, le trafic maritime, la pêche illégale non déclarée et non réglementée, la pollution et le changement climatique. Il faut donc urgemment déterminer tant ce qui existe dans les profondeurs que la manière dont on pourrait le protéger durablement.

Nos études scientifiques ont révélé que la haute mer abrite des lieux exceptionnels. Imaginez un monde d'îles fossilisées englouties, abritant une grande diversité de coraux. Des volcans géants formant de vastes monts sous-marins qui surpassent en taille les plus hautes montagnes terrestres. Une forêt tropicale dorée flottant à la surface de l'océan et peuplée de créatures insolites. Tous ces lieux pourraient potentiellement répondre aux critères de valeur universelle exceptionnelle du point de vue scientifique. Il revient désormais au Comité du patrimoine mondial de décider s'il souhaite avancer dans ce domaine et de quelle façon. ■

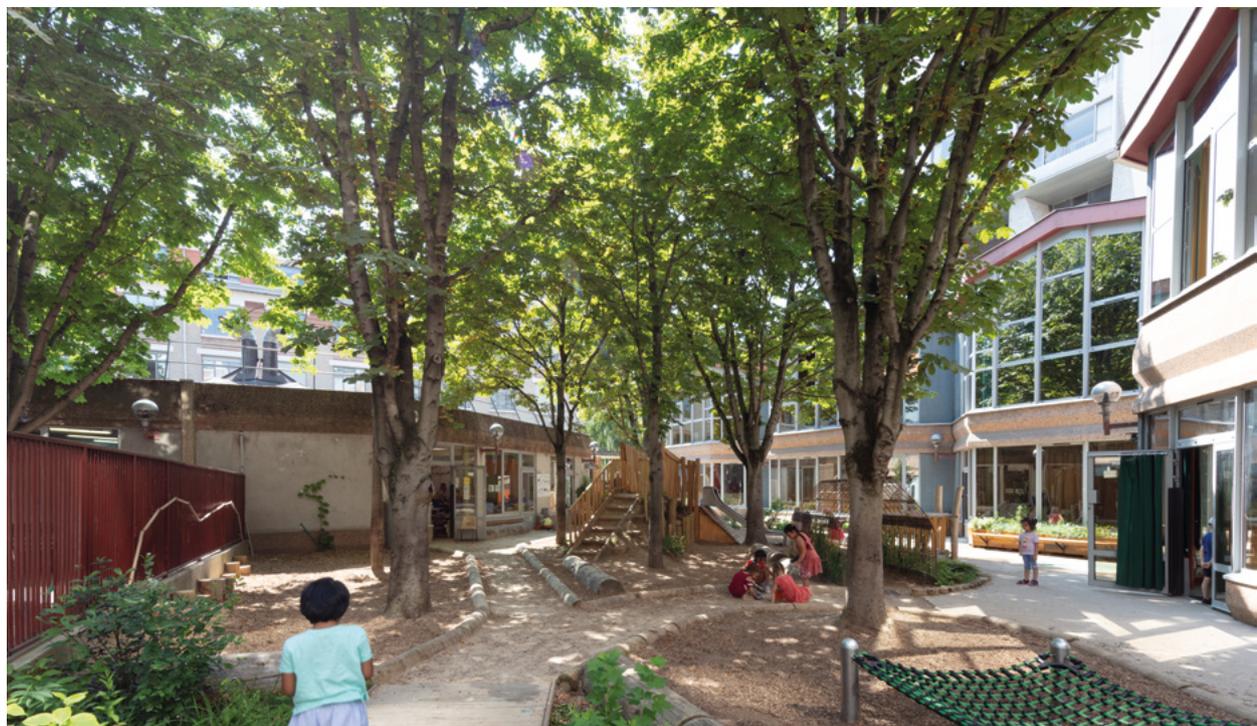
PROPOS RECUEILLIS PAR  
Christophe Tréhet

1 • Dans le cadre des négociations internationales visant à préserver la biodiversité marine au-delà des limites de la juridiction nationale (*Biodiversity Beyond National Jurisdiction*, BBNJ).

# Transition écologique : les cours d'écoles montrent l'exemple

**TRANSMETTRE** Nombreux sont les CAUE<sup>1</sup> qui accompagnent les collectivités dans la transformation de leurs cours d'écoles vers moins d'artificialisation, plus de biodiversité et de convivialité. Ces requalifications sont des processus pensés et construits par phases, réunissant tous les acteurs concernés et en présence de professionnels de CAUE.

→ Diversification des sols de la cour d'école maternelle Emeriau (Paris, 15<sup>e</sup>), pour des usages plus ludiques à destination des enfants et pour une meilleure gestion de l'eau. © CAUE de Paris



**B** itume et autres surfaces artificialisées sont trop souvent l'apanage des cours d'écoles, où de rares arbres sont encerclés, comme cantonnés. Ces espaces ont beau être des lieux de sociabilisation, de rencontres et d'éveil, leur aménagement les rend parfois – et de plus en plus régulièrement – impraticables. Les fortes chaleurs, voire les canicules, rendent certains matériaux brûlants et contributeurs d'îlots de chaleur. Les infrastructures ne sont pas toujours adaptées aux régimes des pluies. Surfaces détrempées, abris insuffisants... L'artificialisation se

double parfois d'une inadaptation aux usages souhaités par les petits et les grands.

## Un concept qui s'impose enfin, petit à petit

Pour y remédier, de plus en plus de collectivités locales envisagent et mettent en œuvre des transformations donnant davantage de place aux espaces et éléments naturels ainsi qu'à la convivialité. Elles revisitent aussi ces espaces pour en faire des lieux d'apprentissage

et de vie. Les CAUE accompagnent ces demandes croissantes de requalification.

Ces initiatives ont été démocratisées en Europe du Nord et en Belgique. En France, la démarche a d'abord vu le jour à l'initiative de la Ville de Paris, accompagnée par le CAUE 75. Ces « cours Oasis<sup>2</sup> » (au nombre de 15 en 2020, puis de 25 en 2021) améliorent le cadre de vie d'un grand nombre de citoyens, et d'abord celui des écoliers et professionnels de l'éducation, en offrant des espaces plus agréables, renaturés et avec des aires de jeux diversifiées.

1 • Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement.

2 • [www.paris.fr/pages/les-cours-oasis-7389](http://www.paris.fr/pages/les-cours-oasis-7389)



L'aménagement est repensé pour le bien-être des enfants, notamment entre activités calmes et plus actives. Les habitants en tirent aussi des bénéfices indirects *via* la contribution au rafraîchissement urbain et la concentration de biodiversité. L'ouverture des cours d'écoles aux habitants hors périodes scolaires, comme à Paris, accroît les bénéficiaires potentiels.

## Un processus en quatre phases

Le processus de requalification et de transformation des cours d'écoles et de collèges résulte d'une décision politique des élus gestionnaires. Pour être déployée de manière efficace et durable, cette dynamique doit s'appuyer sur la concertation de tous les acteurs.

C'est là que le recours au CAUE est particulièrement utile pour la mise en place des indispensables phases, collectives et participatives, du processus et pour bien préparer la mise en chantier. La transformation d'une cour d'école s'organise généralement en quatre phases.

**1. Le lancement** : il implique l'ensemble des décideurs (élus, services techniques) et des futurs usagers (enfants, enseignants, parents, associations...). Cette phase d'invention requiert un travail sur les usages et les besoins, la place accordée selon le genre (lutte contre les discriminations), la place du végétal, du mobilier de jeu, des reliefs et des volumes... Il s'agit de peser l'opportunité et la faisabilité. Elle se double de la réalisation d'un cahier des charges pour ensuite passer commande à un maître d'œuvre, idéalement un paysagiste concepteur, la compréhension du paysage étant un préalable essentiel au travail des enfants sur leur cour.

**2. La préparation** : elle fait intervenir le maître d'œuvre et les artisans pour le retrait du bitume, le tracé de cheminements...

**3. La réalisation** : avec l'intervention du maître d'œuvre, elle peut se faire en site occupé, pendant les périodes scolaires. Cela permet de mobiliser

les enfants dans le processus, obligeant néanmoins à une certaine souplesse dans le plan de travail. Les conseils du CAUE sont alors précieux pour organiser de tels chantiers participatifs.

**4. L'ouverture et l'entretien** : le jour de la mise en service ou de l'inauguration officielle est l'occasion de rassembler l'ensemble des protagonistes de l'aventure (élus, enseignants, parents, représentants associatifs, maîtres d'œuvre...) et la presse, pour une journée de lancement qui soude la communauté scolaire, voire le quartier ou le bourg entier. La communication peut s'avérer un vecteur important de réussite du projet, en valorisant notamment la concertation.

S'agissant du coût, comme le précise le CAUE de la Seine-Maritime : « Le coût d'aménagement dépend de la nature et de l'ambition du projet. Il peut être réduit en valorisant l'existant, en privilégiant des aménagements simples avec des matériaux de réemploi ou en développant les démarches participatives, qui, en plus de leurs vertus en termes de citoyenneté, permettent d'atténuer les coûts de main-d'œuvre ».

## Le CAUE, partenaire des innovations territoriales

Fort de ses missions alliant notamment conseil auprès des collectivités et sensibilisation auprès des publics scolaires, le CAUE a pleinement vocation à accompagner les projets de revégétalisation des cours d'écoles. Il permet de définir la concertation et la co-construction avec les parties prenantes et d'accompagner les élus dans des projets d'ampleurs variables.

Le CAUE de Paris propose des guides de choix des végétaux et d'entretien des cours Oasis ainsi que des formations pour faire comprendre les enjeux aux différents acteurs (personnels de mairie, d'académie...). Les formations allient apports théoriques, outils pédagogiques et applications pratiques, visites sur sites ou voyages d'études, etc.

La dynamique Oasis essaime partout sur le territoire et bénéficie d'appropriations locales, à l'instar du programme « Cours Chi.Fou.Mi » par le CAUE du Finistère. Chaque élément du jeu renvoie à une symbolique : la pierre pour l'utilisation réfléchie de matériaux naturels et bruts dans des aménagements supports d'imaginaires ; la feuille pour l'accueil de la biodiversité et la nécessité de repenser l'entretien des cours ; les ciseaux alliant la découpe du sol pour favoriser sa perméabilité et l'idée d'une taille sur-mesure adaptée à la cour locale et non pas définie sur catalogue.

---

**À Paris, les cours Oasis, au nombre de 25 en 2021, améliorent le cadre de vie des écoliers et professionnels de l'éducation, en offrant des espaces renaturés et avec des aires de jeux diversifiées.**

---

À l'heure d'un inquiétant changement climatique, il convient d'en finir avec le « tout-bitume » trop généralisé des cours d'écoles. Réintroduire un contact quotidien avec la nature permet d'éveiller la sensibilité des enfants à l'environnement, par une stimulation de tous leurs sens, et de leur faire prendre conscience qu'ils font partie d'un écosystème. En remettant les enfants au cœur de la réflexion et en fédérant l'ensemble des acteurs (élèves, enseignants, élus, concepteurs...), la transformation des cours d'écoles (primaires ou collèges), avec les conseils d'un CAUE, est l'occasion de faire émerger des espaces nouveaux, généreux, naturels, résilients et frugaux. Ils participent ainsi à la nécessaire relance territoriale, écologique et citoyenne. ■

**POUR ALLER PLUS LOIN**  
[bit.ly/revue-biodiversite2](http://bit.ly/revue-biodiversite2)

**AUTEUR**  
**Yves Helbert**,  
 Fédération  
 Nationale des  
 CAUE, responsable  
 information-  
 édition – Paris

# Dossier

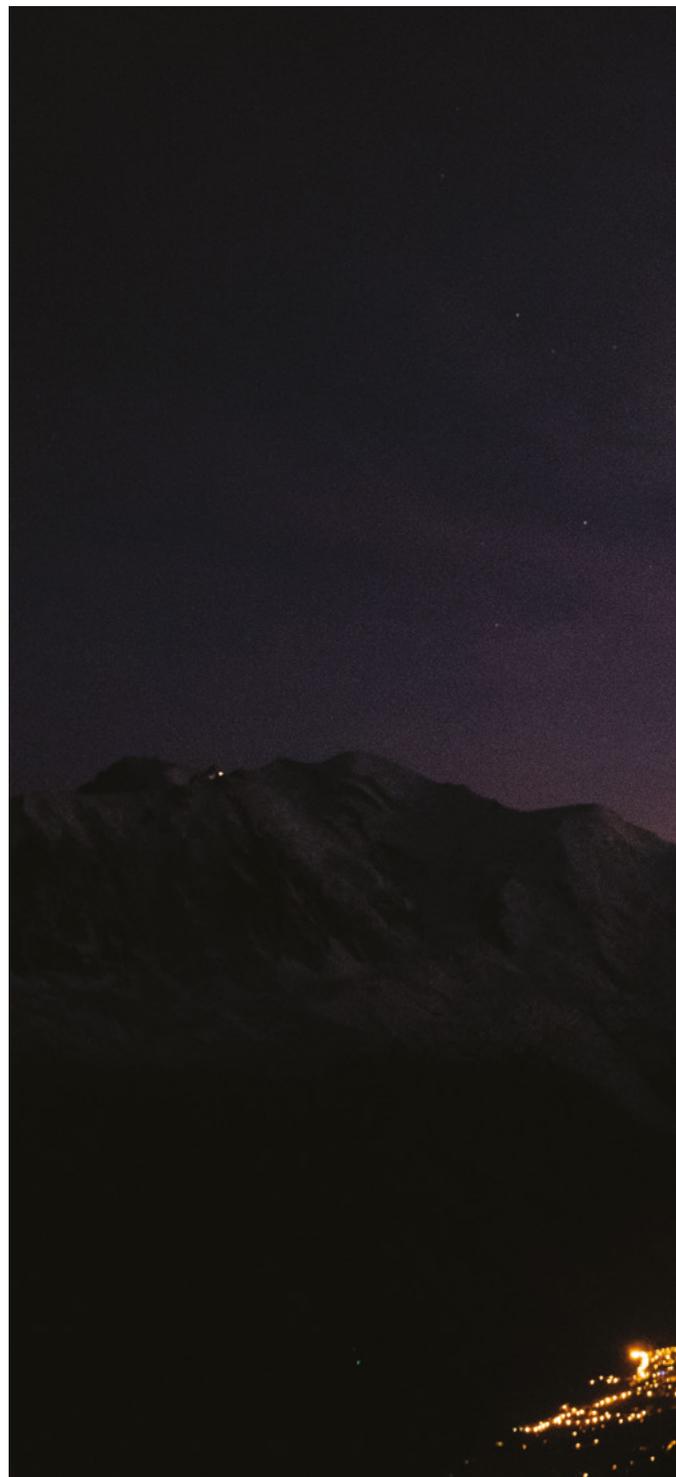
**DOSSIER** Notre ciel étoilé est un espace en voie de disparition. En cause, la multiplication des points lumineux et le suréclairage artificiel, sources de grandes perturbations sur la faune, la flore et la santé humaine. Part importante de la facture énergétique, l'éclairage pèse sur le budget des collectivités, souvent au détriment d'autres dépenses publiques (en faveur de la biodiversité, par exemple !).

La trame noire est un puissant levier pour identifier les fragmentations d'habitats naturels liées aux sources lumineuses et travailler avec les collectivités pour une pleine appropriation de ces enjeux dans leur schéma d'éclairage public.

La réalisation de la trame noire Occitanie est l'une des actions-phares qui devraient permettre à la Région d'atteindre le cap ambitieux qu'elle s'est fixée : devenir la « Première destination ciel étoilé » en Europe, dans le sillage pionnier des deux réserves internationales de ciel étoilé (Pic du Midi de Bigorre et Cévennes), des festivals d'astronomie de Fleurance et Tautavel, des actions de préservation de l'environnement nocturne des parcs naturels, des communes engagées dans l'extinction de l'éclairage public ou encore des bureaux spécialisés comme DarkSkyLab et TeleScop. Cette nouvelle initiative sera accompagnée d'une démarche de mobilisation citoyenne.

Je sais que d'autres collectivités, nombreuses, se mobilisent pour la trame noire. Ce dossier le montre et il doit permettre à d'autres de s'y lancer à leur tour. ■

**Agnès Langevine,**  
Vice-présidente de la Région Occitanie



© Q. Fournier/OFB

Ce dossier a été réalisé en corédaction avec Marie Lescroart, journaliste scientifique, Romain Sordello, expert pollution lumineuse à Patrinat (OFB-CNRS-MNH) et Fabien Paquier, chargé de mission Trame verte et bleue à l'OFB. La rédaction principale et les interviews ont été assurées par Marie Lescroart.



# Trame noire : restaurer la nuit

**24** Pollution lumineuse : une pression croissante sur la biodiversité

**30** Des trames noires pour compléter les réseaux écologiques

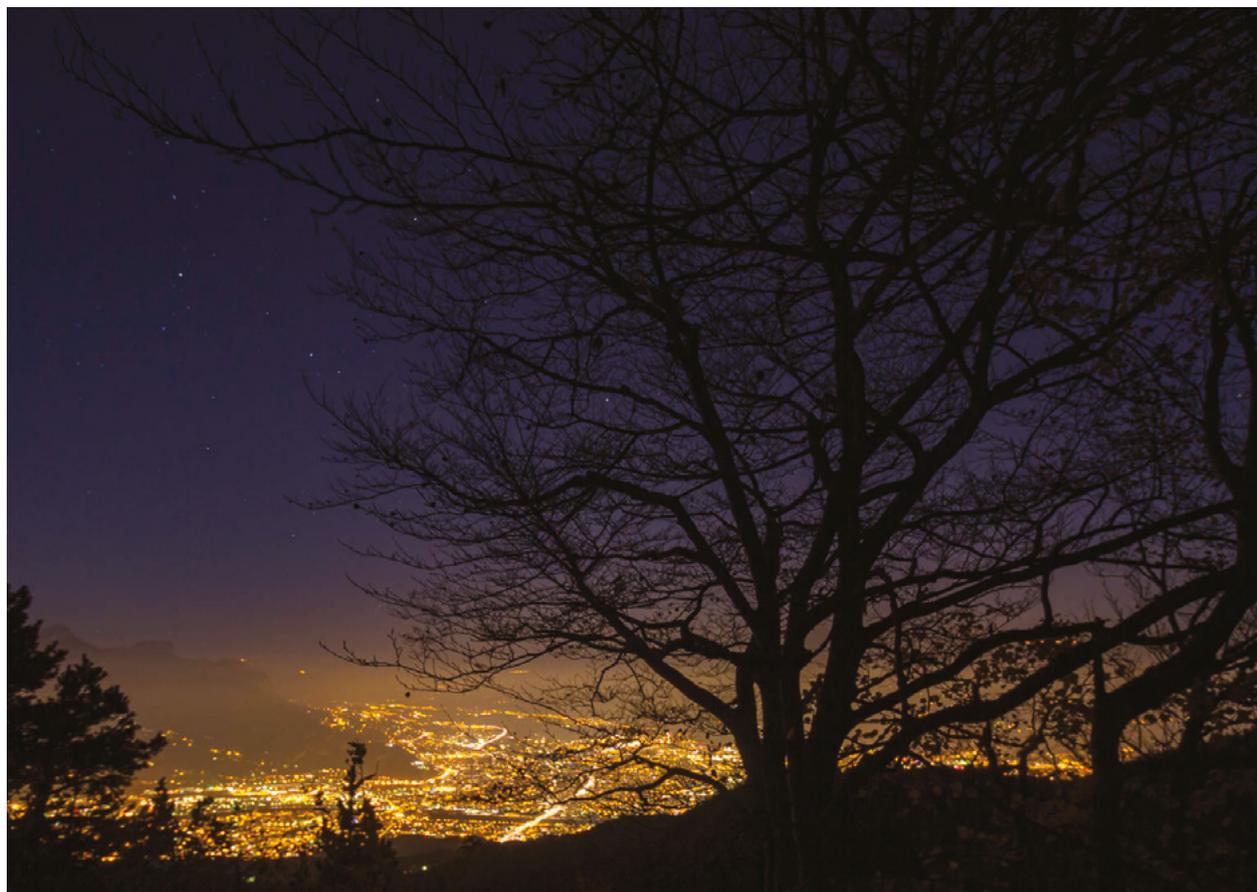
**34** Restaurer la trame noire

# Pollution lumineuse : une pression croissante sur la biodiversité

Longtemps négligés, les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité sont de mieux en mieux documentés par les scientifiques.

→ En 2021, 85 % du territoire français métropolitain est pollué à très fortement pollué par la lumière artificielle nocturne.

© P. Massit/OFB



L'alternance du jour et de la nuit a structuré l'évolution du Vivant depuis l'apparition de la vie sur Terre. Une phase d'obscurité par période de vingt-quatre heures, plus ou moins longue selon la latitude et la saison, est ainsi essentielle pour les animaux et les végétaux. Chez les espèces diurnes, elle correspond à un « repos » biologique ; chez les autres, à une période d'activité.

La « part nocturne » de la biodiversité est loin d'être négligeable : on estime que 28 % des vertébrés

et 65 % des invertébrés sont, au moins partiellement, actifs durant la nuit. Ces espèces ont d'ailleurs des spécificités anatomiques ou physiologiques. Beaucoup touchent à la vision : les rapaces nocturnes ou certains mammifères, comme le lérot, ont de grands yeux pour mieux capter les photons ; les félins ou les fouines, par exemple, possèdent sur le fond de l'œil une membrane réfléchissante (le *tapetum lucidum*) qui amplifie la lumière ; beaucoup d'espèces ont aussi des bâtonnets (photorécepteurs) plus nombreux, et certaines voient la

lumière infrarouge ou ultraviolette. Plus spectaculaire, les mâles de lucioles et les femelles de vers luisants produisent eux-mêmes de la lumière dont ils se servent pour voir, et surtout pour communiquer. Des adaptations sont également constatées chez certains végétaux, tels que la belle de nuit *Ipomea alba* et plusieurs espèces du genre *Oenothera* dont les fleurs s'ouvrent en fin de journée pour coïncider avec la période d'activité de leurs pollinisateurs, des papillons de nuit (hétérocères).



## Une augmentation exponentielle de l'éclairage nocturne

L'homme fait partie des espèces diurnes. Mais depuis qu'il sait maîtriser le feu, il n'a eu de cesse de chercher à éclairer la nuit, ce qui lui a permis d'étendre considérablement sa plage d'activité quotidienne. Avec l'urbanisation massive qui a accompagné le développement des sociétés humaines ces dernières décennies, l'éclairage de l'espace public s'est accru de manière exponentielle.

À l'échelle de la planète, entre 2012 et 2016, la quantité de lumière émise s'est accrue d'environ 1,8 % par an, et la surface des zones éclairées d'environ 2,2 %. Plus de 80 % de la population mondiale vit désormais dans des secteurs disposant d'éclairages nocturnes, et un tiers ne peut plus contempler la Voie lactée, notre galaxie, à cause du halo généré par ces équipements (voir le focus page 26 pour la situation en France). En Europe, cette pollution lumineuse continue d'augmenter d'environ 6 % par an, sans épargner les espaces naturels, y compris les aires protégées. De 1992 à 2010, l'obscurité y a régressé d'environ 15 %<sup>1</sup>, et la lumière artificielle à leur périphérie exerce sur ces espaces une pression croissante. À l'échelle mondiale, les hotspots de biodiversité sont, eux aussi, fortement menacés par la pollution lumineuse<sup>2</sup>.

## De multiples impacts sur la santé, l'énergie, le climat... et la biodiversité

En plus de déconner les populations humaines du « patrimoine commun » qu'est le ciel nocturne, ce phénomène a un impact sanitaire. Sur un millier de Français interrogés par l'Institut national du sommeil et



de la vigilance (INSV) et la Mutuelle générale de l'Éducation nationale (MGEN), dans le cadre d'une étude sur le sommeil menée en 2013, un quart disait être exposé à l'éclairage public dans sa chambre.

La problématique de la pollution lumineuse rejoint également celle de la surconsommation énergétique et du climat : l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) chiffre à 41 % la part de l'éclairage public dans la consommation d'électricité des collectivités territoriales. Corollaire : elle représenterait environ 37 % de leur facture énergétique<sup>3</sup>.

L'éclairage nocturne a par ailleurs des conséquences sur la faune, la flore et les écosystèmes. L'homme en a conscience depuis des siècles, puisqu'il utilise la

lumière artificielle pour concentrer les poissons et augmenter les prises (pêche au lamparo) ou pour augmenter la ponte des poules. Dès le 19<sup>e</sup> siècle, les ornithologues ont remarqué l'impact négatif des phares et autres structures illuminées la nuit, comme les gratte-ciels, sur l'orientation des oiseaux migrateurs. Ces dernières décennies, les conséquences de la pollution lumineuse sur la biodiversité sont devenues un sujet d'étude pour les scientifiques, et les publications sur le sujet se multiplient<sup>4</sup>.

Parmi les impacts identifiés, on constate la désynchronisation des horloges biologiques. Ainsi, dans les secteurs éclairés la nuit, certains passereaux ou rapaces normalement actifs le jour adoptent une plage d'activité nocturne. Des faucons pèlerins, rapaces diurnes,

→ Les rapaces nocturnes, comme cette Chouette effraie (*Tyto alba*), disposent de gros yeux, riches en bâtonnets et disposés dans deux paraboles formant un masque facial, ce qui les rend totalement adaptés à la vie dans la pénombre.

© S. Beillard/OFB

1 • (en) <https://doi.org/10.1111/cobi.12462>

2 • (en) <https://doi.org/10.1111/gcb.14146>

3 • <https://expertises.ademe.fr/collectivites-secteur-public/patrimoine-communes-comment-passer-a-laction/eclairage-public-gisement-deconomies-denergie>

4 • (en) <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104332>

→ L'éclairage artificiel entraîne des bouleversements physiologiques chez les plantes et perturbe leur cycle annuel.

© P. Massit/OFB



ont, par exemple, été observés en train de chasser la nuit autour de l'Empire State Building, à New York, ou du château de Belfort, en France. L'exposition nocturne à la lumière artificielle a également des conséquences physiologiques. Chez les oisillons de mésanges charbon-

nières, elle entraîne, par exemple, une baisse du taux de mélatonine de 49% en moyenne, altérant la réponse immunitaire<sup>5</sup>. Des expérimentations menées au Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris, sur des microcèbes murins, lémuriniens nocturnes<sup>6</sup>, ont révélé que la pol-

lution lumineuse altérerait le rythme nyctéméral<sup>7</sup>, mais également l'acclimatation saisonnière. Soumis à un éclairage nocturne, ces primates étaient également moins actifs la nuit et s'alimentaient moins.

Des bouleversements physiologiques ont aussi lieu chez les plantes. « Chez les végétaux photosynthétiques, l'énergie lumineuse permet de produire des sucres et d'autres produits de la photosynthèse qui, la nuit, vont transiter dans la plante pour être stockés », rappelle Romain Sordello, ingénieur écologue à PatriNat (CNRS, MNHN, OFB). « De plus, comme chez les animaux, la lumière est chez eux un synchronisateur de l'horloge interne. L'évolution de la durée du jour sert ainsi de signal au déclenchement d'étapes clés du cycle annuel, comme le débourrage des bourgeons ou la sénescence des feuilles, qui permet de constituer des réserves à l'approche de l'hiver. Chez les arbres soumis à un éclairage artificiel, par exemple en ville, l'ouverture des bourgeons est avancée d'une semaine et la chute automnale des feuilles est retardée, voire totalement supprimée », explique-t-il.

La pollution lumineuse affecte différemment le comportement des animaux. Tels les insectes qui tournent autour des lampadaires ou les oiseaux migrateurs qui gravitent autour des phares ou des immeubles éclairés, certaines espèces sont irrésistiblement attirées par les sources lumineuses. « Il s'agit souvent de celles qui, la nuit, s'orientent grâce aux étoiles ou à la Lune », précise Romain Sordello. Un grand nombre finit par mourir d'épuisement, ce qui peut entraîner, à l'échelle d'une population, un phénomène décrit par les écologues sous le terme de *vacuum effect* (« effet aspirateur »).

D'autres espèces, qualifiées de « lucifuges », ont un phototropisme négatif : elles fuient les sources de lumière. Cela peut s'expliquer par un système de vision nocturne susceptible de se retrouver rapidement saturé en présence d'éclairage artificiel, ou par le fait que

## FOCUS

### L'indicateur national de la pollution lumineuse

L'indicateur de suivi de la pollution lumineuse sur le territoire métropolitain a été publié dans le bilan 2021 de l'Observatoire national de la biodiversité (ONB)<sup>11</sup>. Il a la forme d'une carte modélisant la pollution lumineuse en France métropolitaine (jointe en encart dans ce numéro).

Pour mieux sensibiliser le grand public, les résultats ont été traduits en un « indice de visibilité de la Voie lactée ». Cette visibilité est « faible », voire « inexistante » dans 85 % du territoire, et « bonne » à « très bonne » dans seulement 15 % de ce dernier.

Cet indicateur a été construit à partir d'images satellites de la Nasa. Il reflète donc la pollution lumineuse liée à l'éclairage public comme privé. Cependant, compte tenu des caractéristiques de ces images satellites (voir l'interview de Sébastien Vaclair p.29), cet indicateur reste une estimation basse du phénomène de pollution lumineuse. De plus, les satellites de la Nasa captent peu les longueurs d'ondes courtes dont le bleu alors que, justement, la conversion actuelle des éclairages extérieurs vers les LED amène à une pollution lumineuse plus riche en bleu qu'auparavant. Cependant, cette estimation basse montre déjà une situation extrêmement dégradée de l'environnement nocturne en France.

Cet indicateur pourrait s'enrichir de données de terrain, couvrir aussi le début et la fin de nuit où de nombreuses espèces sont actives, et enfin être étendu aux Outre-mer. Régulièrement actualisé, il contribuera à une meilleure prise de conscience du phénomène et de son évolution.

#### AUTEURE

Amélie Le Mieux, OFB, Direction Surveillance, évaluation, données – Vincennes

#### CONTACT

[amelie.le-mieux@ofb.gouv.fr](mailto:amelie.le-mieux@ofb.gouv.fr)



→ Les insectes volants s'orientent la nuit grâce au ciel étoilé ou à la lune. Ils sont irrémédiablement attirés par tous les éclairages artificiels où la plupart d'entre eux meurent d'épuisement ou brûlés par la chaleur des lampes.  
© P. Massit/OFB



certain animaux associent la présence de lumière à un risque accru de prédation. « Ainsi, la plupart des chauves-souris, les lucioles et les vers luisants ou encore certains cervidés fuient les zones éclairées », énumère Romain Sordello.

Les effets de l'éclairage nocturne se manifestent déjà avec des lumières très faibles. Les insectes nocturnes, par exemple, peuvent être attirés par des sources lumineuses de l'ordre de 1 lux<sup>8</sup>, tandis que certains animaux lucifuges – des rongeurs, des chauves-souris, des jeunes serpents – cessent leur activité sous l'influence de la pleine Lune, qui ne dispense pourtant qu'un éclairage très faible (moins d'1 lux).

Un luminaire peut être caractérisé par un « spectre » qui donne la proportion des différentes longueurs d'onde composant le faisceau lumineux. En l'état des connaissances, les plages correspondant au vert, au rouge, mais surtout au bleu, sont les plus impactantes. La lumière bleue, en particulier, attire la plupart des insectes nocturnes, souvent à la base des chaînes alimentaires. Cette couleur est également incriminée dans la dérégulation des horloges biologiques. La lumière orange, elle, serait la moins néfaste pour la biodiversité. « Cependant, toutes les plages de longueurs d'onde ont au moins un impact sur certaines espèces de faune ou de flore », explique Romain Sordello (voir le tableau p. 38).

## En affectant le comportement des espèces, la lumière artificielle modifie leurs interactions

L'un des exemples les plus documentés concerne la prédation. La concentration de certaines proies dans les zones éclairées peut augmenter le succès des prédateurs capables de tolérer localement la lumière, comme certaines araignées ou certaines chauves-souris du genre *Pipistrellus*. Non seulement ce phénomène peut contribuer à épuiser les populations de proies, mais il peut aussi affecter directement les prédateurs

5 • (en) <https://journals.biologists.com/jeb/article/224/10/jeb239350/237822/Exposure-to-artificial-light-at-night-alters>

6 • (en) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079250>

7 • Rythme fonctionnel pour les espèces, suivant la variation de luminosité du jour et de la nuit.

8 • Un lux = un lumen par m<sup>2</sup>, soit environ la luminosité d'une bougie à un mètre de distance.

9 • (en) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204618311939?via%3Dihub>

10 • (en) <https://www.nature.com/articles/nature23288>

11 • Réseau de contributeurs copiloté par l'Office français de la biodiversité (OFB) et le Service des données et études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique.

eux-mêmes en modifiant la compétition au sein des communautés. Par ailleurs, ces prédateurs tolérants à la lumière pour l'alimentation ne le sont pas forcément pour le reste de leur cycle biologique (déplacements, hibernation, reproduction, etc.). Par exemple, on remarque que les colonies de chauves-souris qui pourtant chassent autour des lampadaires sont globalement plus rares dans les zones éclairées<sup>9</sup>.

La pollinisation est également affectée : l'éclairage artificiel des vergers réduirait de plus de 60 % les visites de pollinisateurs nocturnes<sup>10</sup>, conduisant à une baisse de 13 % de la formation de fruits. Même la pollinisation diurne<sup>12</sup> ainsi que d'autres services écosystémiques – comme, par exemple, la décomposition de la litière des milieux aquatiques par les insectes<sup>13</sup> – s'en trouvent altérés.

Le comportement des espèces vis-à-vis de la lumière explique l'effet fragmentant de cette dernière sur les habitats. L'attraction de certaines espèces pour la lumière les empêche de traverser les infrastructures lumineuses, où elles restent piégées, tandis que le comportement lucifuge d'autres espèces a des conséquences similaires sur leurs déplacements, puisqu'elles éviteront les zones éclairées. Une route peut ainsi constituer une barrière infranchissable pour des crapauds en migration, et les anguilles franchiront très difficilement une portion de cours d'eau éclairée par un pont.

« La quasi-totalité des travaux scientifiques sur l'impact de la pollution lumineuse conclut à un impact négatif sur la biodiversité à des niveaux de lumière souvent faibles, voire très faibles. La première règle est donc la sobriété : réduire au strict nécessaire le nombre, la puissance et la durée des éclairages artificiels », résume Romain Sordello. Évidemment, il est inenvisageable de les supprimer partout. D'où le besoin

## FOCUS

### Quid du clignotement ?

Avec le déploiement des LED, l'éclairage devient de plus en plus dynamique : enseignes défilantes, vidéos publicitaires, éclairages intermittents, etc. Quels sont les effets écologiques de ces variations parfois rapides et répétées de lumière dans l'environnement ?

Pour y voir plus clair, PatriNat (OFB, CNRS, MNHN) a entrepris de conduire une revue systématique<sup>14</sup>. En cours de finalisation, elle a déjà livré des résultats préliminaires.

La valeur seuil de perception du clignotement a pu être recensée pour 200 espèces, ce qui constitue une base inédite de connaissances, même si cela reste peu à l'échelle de la biodiversité. Les animaux les plus mobiles comme les insectes, les oiseaux, les poissons, sont ceux qui perçoivent les clignotements les plus rapides (jusqu'à 500 Hz – soit 500 clignotements par seconde – pour le coléoptère *Melanophila acuminata*). Des sources lumineuses actuellement conçues pour être perçues comme continues par les humains peuvent donc être perçues comme

clignotantes par ces espèces, ce qui pourrait constituer un impact additionnel au phénomène de pollution lumineuse.

Toutefois, pour le moment, les études sur l'impact du clignotement restent très peu nombreuses. Elles concernent surtout des espèces diurnes, notamment des oiseaux, avec des impacts contradictoires. Plusieurs travaux ont considéré des rongeurs, démontrant des impacts plus souvent négatifs des lumières clignotantes sur le comportement ou la vision. Chez certains insectes, la lumière pulsée à certaines fréquences semble avoir un pouvoir attractif plus fort. Une seule publication a analysé l'effet de l'éclairage dynamique d'une rue (par détection des véhicules). Pour certains insectes (punaises), cet éclairage intermittent produit visiblement un effet « soupape » qui libère les insectes attirés par les lampes.

#### AUTEURS

Alix Lafitte et Romain Sordello

#### CONTACTS

[alix.lafitte@mnhn.fr](mailto:alix.lafitte@mnhn.fr)  
[romain.sordello@mnhn.fr](mailto:romain.sordello@mnhn.fr)

d'une réflexion permettant de hiérarchiser les enjeux – en termes de biodiversité et de besoins de lumière – pour définir une véritable stratégie de planification différenciée de l'éclairage. Sachant que la démarche peut prendre plusieurs formes, depuis la résorption opérationnelle des points de conflit entre pollution lumineuse et biodiversité, jusqu'à la restauration d'une véritable « trame noire » à l'échelle d'un territoire. ■

<sup>12</sup> • (en) <https://www.nature.com/articles/nature23288>

<sup>13</sup> • (en) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721024785?via%3Dihub>

<sup>14</sup> • En collaboration avec l'Association française de l'éclairage (AFE) et l'Association des concepteurs lumière et éclairagistes (ACE).

<sup>15</sup> • Exprimée en magnitude par seconde d'arc au carré (mag/arcsec<sup>2</sup>).



## Interview



→ Système Ninnox installé de manière permanente au sommet du Pic du Midi de Bigorre (Hautes-Pyrénées).  
© DarkSkyLab

### Mesurer et cartographier la pollution lumineuse

Interview de Sébastien Vauclair, fondateur de DarkSkyLab, bureau d'études spécialisé dans l'expertise scientifique de la pollution lumineuse et de ses impacts sur les écosystèmes.

#### Comment mesurer la pollution lumineuse ?

Tout dépend de ce que l'on veut mesurer, car il faut distinguer la pollution lumineuse directe et indirecte. La première est la gêne occasionnée par la visibilité directe d'une source lumineuse dont on peut mesurer directement les caractéristiques depuis le sol par des instruments utilisés par les éclairagistes (luxmètre, luminancemètre...). La pollution lumineuse indirecte, elle, résulte de l'effet de diffusion de la lumière par les molécules et les gouttelettes de l'atmosphère. Ce phénomène crée un halo lumineux qui s'étend dans toutes les directions jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres d'altitude. Pour mesurer cette « luminance » du fond du ciel, on a recours à des instruments de mesure également utilisés par les astronomes, comme le *Sky quality meter*, ou SQM, un petit boîtier qui permet de connaître la luminance du ciel<sup>15</sup>. Pratique, il induit cependant des biais, car la mesure est faite la nuit à bout de bras. Selon l'heure, la manière de procéder ou encore les conditions météorologiques, le résultat ne sera pas le même.

#### De quel autre instrument disposez-vous ?

Notre bureau d'études a développé la plate-forme Ninnox. Elle intègre un SQM, mais fonctionne de manière autonome, sans opérateur ni connexion internet. Elle permet ainsi de mesurer la luminance zénithale du ciel en continu, pendant des mois, voire des années, et de faire des statistiques pour s'affranchir de biais divers, le principal étant dû aux conditions météorologiques. En effet, la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par temps humide peut augmenter l'intensité de la pollution lumineuse d'un facteur 20 ou 30, et étendre considérablement la zone impactée.

#### Comment cartographiez-vous le phénomène ?

Nous avons d'abord besoin de données d'entrée sur la lumière émise. Il peut s'agir, au minimum, d'informations sur la population ou sur l'occupation des sols, toutes deux fortement corrélées à l'émission nocturne de lumière, d'images aériennes orthophotographiques ou encore de données sur les parcs d'éclairage publics et privés installés sur le territoire. Assez difficiles à obtenir, ces dernières ont le gros avantage de fournir la localisation de chaque source lumineuse avec des indications sur le type de lampe, sa puissance, sa direction, etc. Les images satellites, où chaque pixel géolocalisé est assorti d'un certain niveau de radiance, sont aussi utilisées. Cependant, celles que nous exploitons proviennent d'un satellite de la Nasa qui survole l'Europe peu après minuit. Elles représentent donc la situation en cœur de nuit et par beau temps. Or, de nombreuses communes éteignent l'éclairage public vers 23h00 et, comme nous l'avons dit, une mauvaise météo aggrave la pollution lumineuse. Ces jeux de données comportent donc tous des biais, ce qui implique d'en combiner plusieurs. Nous les intégrons ensuite dans notre logiciel de simulation numérique, OTUS, qui génère des halos lumineux. On peut aussi intégrer des mesures de terrain pour rendre compte de phénomènes transitoires (passages aléatoires de voitures...). Ces mesures de terrain permettent aussi de vérifier la bonne calibration du modèle avant de représenter le résultat sur une carte. Croisée avec des données sur la biodiversité, elle permettra de déterminer les zones prioritaires à protéger pour commencer à raisonner en termes de « trame noire ».

PROPOS RECUEILLIS PAR

Marie Lescroart

CONTACT

[info@darkskylab.com](mailto:info@darkskylab.com)

→ Les infrastructures éclairées telles que les ponts ou les routes ont un effet fragmentant sur les habitats naturels.  
© M. Pelissier



## Des trames noires pour compléter les réseaux écologiques

Les initiatives visant à identifier les réseaux écologiques favorables aux espèces sensibles à la pollution lumineuse se multiplient dans les territoires.

**L**a disparition des habitats naturels et leur fragmentation du fait de l'urbanisation, de l'agriculture intensive et du développement d'infrastructures sont parmi les premières causes de l'érosion actuelle de la biodiversité. Pour réduire la pression due à la fragmentation des habitats et aider les espèces à s'adapter géographiquement face au changement climatique, la France met en oeuvre la Trame verte et bleue.

Son objectif : mieux prendre en compte la biodiversité dans l'aména-

gement du territoire *via* les continuités écologiques, ces dernières étant constituées de réservoirs de biodiversité, « noyaux » les plus riches, et des corridors écologiques qui les relient, et permettant le déplacement des espèces. Cette politique TVB est désormais intégrée dans les documents de planification, tels les Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires<sup>16</sup> (SRADDET), les Schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les Plans locaux d'urbanisme (PLU).

La prise en compte de la pollution lumineuse comme frein au déplace-

ment des espèces est cependant restée longtemps assez timide. Ce sont des acteurs locaux comme les villes et agglomérations, les parcs naturels régionaux ou encore les parcs nationaux qui se sont emparés de cette problématique, et beaucoup ont d'ores et déjà initié une démarche de « trame noire ».

Afin de s'inscrire dans le cadre général de la trame verte et bleue, la trame noire peut être définie comme : « une infrastructure écologique constituée de réservoirs de biodiversité et des corridors éco-



chauves-souris étaient principalement liées à l'éclairage ou à d'autres éléments du paysage (végétation, points d'eau, etc.). Cependant, une tendance à l'évitement des points lumineux par les sérotines et les noctules (deux groupes de chauves-souris) a été clairement identifiée. La trame sombre a donc été définie en se basant sur les continuités écologiques existantes ainsi que sur les zones d'activités des sérotines et des noctules dévoilées dans le cadre de l'étude, et les luminaires représentant des « points de conflits » ont pu être identifiés.

Bien que déjà dotée d'une trame verte et bleue, l'agglomération lilloise a également souhaité évaluer en complément le potentiel de son territoire en termes de continuités écologiques, en s'intéressant en particulier à quatre espèces de chauves-souris. Ce travail montre qu'il n'existe pas de trame noire « universelle », pour toutes les espèces, mais plutôt un réseau de corridors et de réservoirs se recouvrant seulement en partie, certains milieux (comme les rives boisées des cours d'eau) étant importants pour chacune des quatre espèces de chiroptères. Dans le bassin genevois (Suisse)<sup>17</sup>, l'analyse de photographies aériennes

nocturnes a d'abord permis de repérer près de 80 000 sources lumineuses. La visibilité de ces dernières a ensuite été modélisée grâce à une méthode dite « de champ de vision ». Elle permet de simuler la perception d'un point lumineux, sur le terrain, par une espèce animale de taille moyenne, en tenant compte de la topographie et des divers obstacles à la diffusion de la lumière (haies, arbres isolés, constructions...). Les zones du territoire les moins impactées par la lumière ont ainsi pu être repérées. En les croisant avec le réseau écologique existant (trame verte et bleue notamment), une cartographie du réseau écologique nocturne peut être obtenue.

Mieux connues que d'autres espèces sensibles comme les lampyridés (vers luisants) par exemple, et plus faciles à étudier depuis les progrès en détection acoustique, les chauves-souris arrivent largement en tête des espèces modèles pour évaluer la trame noire. De fait, il a été démontré<sup>18</sup> que la lumière artificielle est l'un des facteurs prépondérants, juste après l'agriculture intensive, qui conditionnent la répartition des chauves-souris à l'échelle nationale. Mais le recours unique à ce modèle

logiques qui les relient, prenant en compte la qualité de l'environnement nocturne, et donc le niveau d'obscurité. »

Pour l'identifier, on peut, par exemple, ne garder que les zones les plus obscures de la trame verte et bleue déjà identifiée sur un territoire. Il est également possible d'intégrer l'obscurité, au même titre que tous les autres critères, lors de la modélisation de la trame écologique qui est donc « verte, bleue et noire ».

Pour l'élaboration de sa « trame sombre » (selon la terminologie adoptée lors de cette étude), la Ville de Douai, dans le Nord, a déployé 80 points d'écoute nocturne des chauves-souris sur l'ensemble de la commune, en juin 2018. À l'issue de cet échantillonnage, les analyses statistiques n'ont pas permis de définir avec suffisamment de robustesse si la présence détectée et l'activité des

## FOCUS

### Des maraudes pour le respect de la nuit

La réglementation impose une coupure des éclairages des vitrines des magasins une heure après leur fermeture ou à 1h00 du matin, selon les cas, depuis 2013. La même règle prévaut pour l'éclairage intérieur et extérieur des bâtiments non résidentiels. « La France bénéficie d'une excellente réglementation pour prévenir la pollution lumineuse, mais elle est trop peu appliquée », estime Elliot Shaw, chargé de mission pollution lumineuse à FNE Midi-Pyrénées.

Depuis 2017, des équipes de maraudeurs bénévoles de France Nature Environnement (FNE) parcourent donc les rues de grandes villes comme Gap, Toulouse, Montpellier, Nantes ou Marseille. Lorsqu'ils constatent qu'un éclairage reste allumé toute la nuit, ils rendent visite aux commerçants pour les informer de la réglementation. « Nous sollicitons aussi les mairies pour qu'elles appliquent leur pouvoir de police et s'assurent de l'application de la réglementation sur leur territoire. Mais la mobilisation de l'opinion publique est également efficace, car les commerçants sont soucieux de leur image », explique Elliot Shaw.

#### CONTACT

[e.shaw@fne-midipyrenees.fr](mailto:e.shaw@fne-midipyrenees.fr)

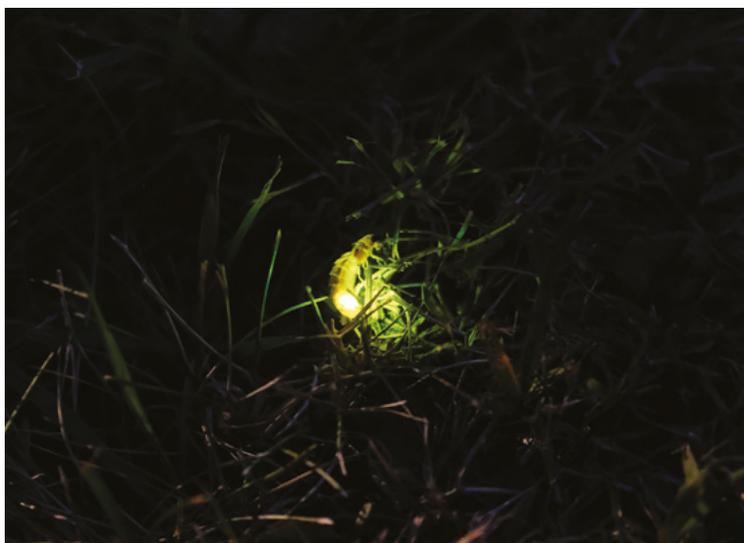
16 • Qui intègrent les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE).

17 • (en) <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100268>

18 • (en) <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0417-3>

→ Des travaux récents montrent des impacts sur la bioluminescence des verts luisants à des quantités très faibles de lumière (0,1 lux) et après quelques minutes à peine d'éclairage.

© S. Buisson



animal dans les études d'évaluation de la trame noire reste une limite. Les chauves-souris sont des mammifères terrestres volants et, bien qu'elles soient très sensibles à l'éclairage artificiel, elles ne représentent donc pas toute la diversité des traits de vie qu'une trame écologique doit prendre en compte.

Comme pour la trame verte et bleue, une trame noire devrait être caracté-

risée pour différents types de milieux naturels, formant ainsi des « sous-trames ». Pour chacune, plusieurs espèces modèles devraient être employées, qui soient les plus différentes possibles dans leurs besoins écologiques et leur dynamique de population afin d'aboutir à une bonne représentativité de la complexité du vivant. Si les données sur la présence effective de certaines espèces ou les connaissances

sur leur tolérance à la lumière font défaut, différents outils de modélisation des réseaux écologiques peuvent permettre d'estimer, à partir des paramètres écologiques du territoire, la fonctionnalité des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques pour une espèce donnée. En comparant le résultat selon que l'on intègre, ou pas, les données de pollution lumineuse, on peut alors déduire l'impact de ce phénomène sur l'espèce en question.

Sans aller jusqu'à l'identification d'une trame noire, certains acteurs font le choix d'identifier uniquement les « points de conflit », en croisant les secteurs à enjeux de biodiversité (trame verte et bleue si elle a été décrite, aires protégées ou autres sites d'intérêt...) avec la cartographie de la pollution lumineuse. Le Syndicat départemental d'énergie et d'équipement de la Vendée (SyDEV) a eu quant à lui une autre approche encore, basée sur une gestion différenciée de l'éclairage en fonction des niveaux de biodiversité sur son territoire, dans un projet qui vient de s'achever. Tout d'abord, les enjeux de biodiversité dans le département ont été identifiés et superposés sous la forme de plusieurs couches de données : Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) des Pays de la Loire, aires protégées et autres espaces remarquables (sites Natura 2000, réserves naturelles, arrêtés de protection de biotope (APB), ZNIEFF<sup>19</sup>, parc naturel régional...) et espèces remarquables, en particulier celles sensibles à la lumière. Ces données cumulées ont abouti à une cartographie des « zones sensibles » du département vis-à-vis de la biodiversité. Cette cartographie a ensuite été mise en relation avec les zones urbanisées et les zones d'influence de l'éclairage, ce qui a permis de mettre en place une gestion différenciée très fine de ce dernier (température de couleur, intensité, temporalité de l'éclairage...) en fonction des enjeux. « Le concept de trame noire est assez nouveau, et les méthodes pour l'identifier sont en constante évolution au gré des nouveaux projets », observe Romain Sordello. ■

## FOCUS

### Les parcs nationaux font leur diagnostic

Cinq parcs nationaux français (Cévennes, Mercantour, Port-Cros, La Réunion et Pyrénées) se sont mobilisés afin de préciser, avec une méthode commune, le diagnostic relatif à l'impact écologique de la pollution lumineuse sur leur territoire.

Une cartographie de la pollution lumineuse a d'abord été établie pour chacun en combinant les données d'éclairage fournies par les syndicats d'énergie et l'étude de photos satellites réalisées de nuit – ces dernières ayant permis de prendre en compte l'éclairage privé.

Parallèlement, les bases de données faunistiques de chacun des parcs ont été exploitées afin de repérer les espèces les plus sensibles à la lumière et dont le statut de conservation est le plus préoccupant (espèces vulnérables ou menacées selon l'Union internationale pour la conservation de la nature – UICN). Cette analyse a débouché sur une carte des zones à enjeux naturalistes vis-à-vis de la pollution lumineuse.

Pour chaque parc national, la superposition de cette carte avec celle de la pollution lumineuse révèle les secteurs sur lesquels il est nécessaire d'agir en priorité afin de préserver le patrimoine nocturne naturel. Cela constitue un outil de sensibilisation et d'aide à la décision pour les acteurs locaux, les élus notamment. Une vigilance est cependant nécessaire, car les données d'observations disponibles ne sont pas homogènes sur un territoire donné. Par exemple, les communes engagées dans un Atlas de la biodiversité communale (ABC)<sup>20</sup> sont plus renseignées que les autres du point de vue de la biodiversité, ce qui ne signifie pas pour autant que les enjeux sont moindres dans les territoires moins bien renseignés.

#### CONTACT

[olivier.jupille@pyrenees-parcnational.fr](mailto:olivier.jupille@pyrenees-parcnational.fr)



## Focus

### Quel cadre juridique pour limiter et prévenir les nuisances lumineuses ?

L'arrêté ministériel du 27 décembre 2018 a remplacé l'arrêté du 25 janvier 2013 qui préexistait sur l'éclairage des vitrines, des bâtiments non résidentiels et des bureaux, et précise la réglementation spéciale mentionnée aux articles R. 583-1 et suivants du Code de l'environnement.

Il fixe des prescriptions techniques sur le fonctionnement de différents types d'installations d'éclairage extérieur : l'éclairage destiné à favoriser la sécurité des personnes et des biens sur l'espace public et privé ; l'éclairage de mise en lumière du patrimoine, du cadre bâti et des parcs et jardins ; l'éclairage des équipements sportifs de plein air ou découvrables ; l'éclairage des bâtiments non résidentiels ; l'éclairage des parcs de stationnement non couverts ou semi-couverts ; l'éclairage événementiel et l'éclairage des chantiers en extérieur. Ces prescriptions peuvent varier selon que ces installations sont implantées en agglomération, hors agglomération ou dans les espaces naturels réglementés ainsi que dans certains sites d'observation astronomique.

Ces dispositions entrent en application selon un calendrier progressif entre 2020 et 2025, mais certaines

sont rétroactives. Par exemple, tout éclairage direct des cours d'eau, plans d'eau, plages ou espaces marins est désormais interdit partout, à l'exception de quelques dérogations (activités commerciales, sécurité). Sont exclus de cette réglementation les éclairages implantés dans les installations classées pour l'environnement (ICPE) et dans les installations nucléaires de base (INB) ainsi que les publicités et enseignes lumineuses (réglementées sous les articles R. 581-34 et suivants du Code de l'environnement).

Les manquements à cette réglementation, objet de contrôle des agents communaux et de l'État, justifient des mises en demeure de régularisation. En cas de persistance, des mesures de suspension administrative des installations lumineuses, astreintes et amendes administratives peuvent intervenir.

#### AUTEUR

**Pierre Boyer**, OFB, Direction Police et permis de Chasser, Service juridique

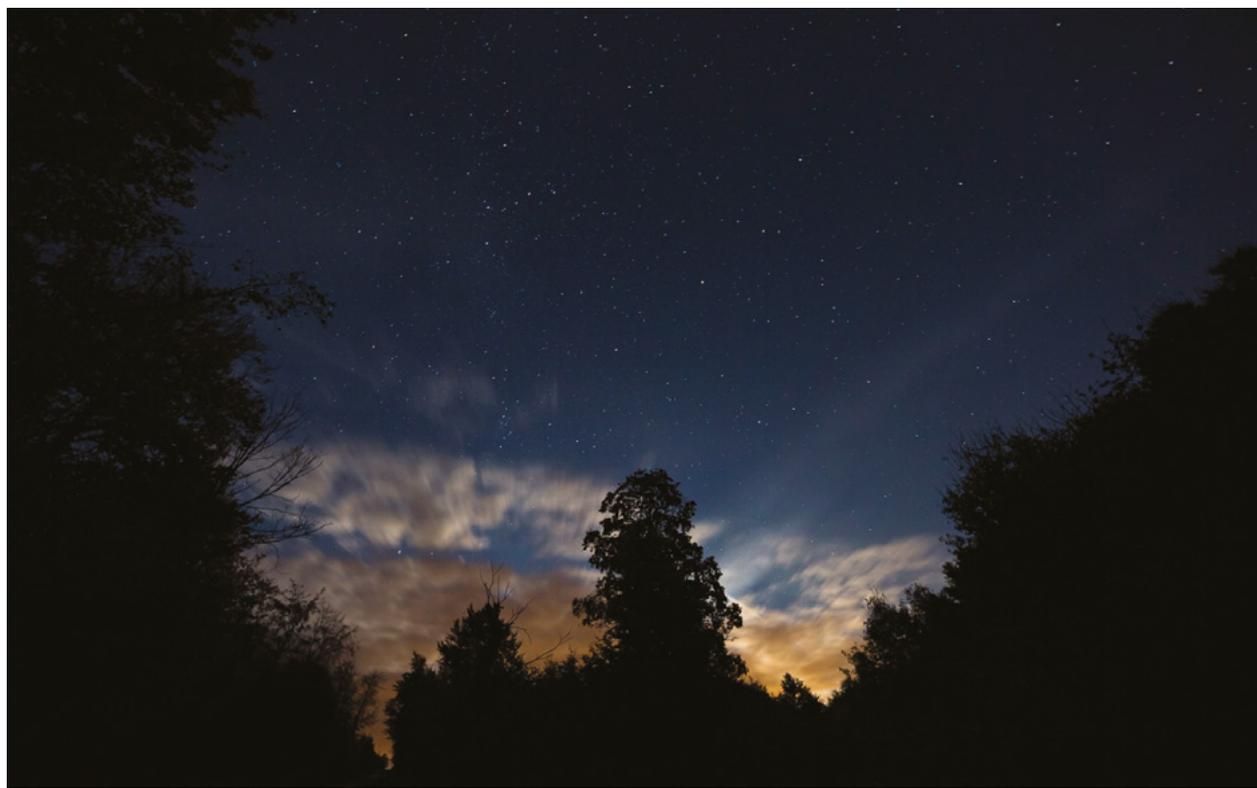
#### CONTACT

[pierre.boyer@ofb.gouv.fr](mailto:pierre.boyer@ofb.gouv.fr)



→ Les dispositions de l'arrêté ministériel du 27 décembre 2018 concernant les nuisances lumineuses ont commencé à entrer en application depuis 2020.

© S. Buisson



© P. Massit/OFB

## Restaurer la trame noire

Caractériser la trame noire conduit naturellement à identifier des zones non fonctionnelles, où l'obscurité doit être restaurée en mettant en oeuvre une gestion plus vertueuse de l'éclairage nocturne. Comment conduire ces actions ?

**C**ompte tenu de l'évolution grandissante de la pollution lumineuse en France, la gestion rigoureuse de l'éclairage nocturne est un enjeu majeur. Pour restaurer la trame noire, mais aussi préserver les espaces d'obscurité restants, il s'agit donc d'adopter une démarche proactive, engardant à l'esprit que le point lumineux qui pollue le moins est celui qui n'existe pas et qu'en matière d'éclairage, la sobriété est donc la première des solutions.

En ce qui concerne la méthode, trois axes différents d'interventions peuvent être identifiés : l'axe spatial concerne la densité et la position des points lumineux, l'axe technique consiste à agir sur les caractéristiques des luminaires (hauteur, spectre lumineux, quantité de lumière ou flux, etc.), et l'axe temporel s'attache à travailler sur la périodicité et la durée de l'éclairage.

### Axe spatial

S'il n'est pas possible d'éliminer partout l'éclairage nocturne, tous les espaces n'ont pas vocation à être éclairés de la même manière. Il est donc important de pouvoir instaurer une gestion différenciée qui conduise à diminuer la densité totale des points lumineux et à les supprimer dans les secteurs à enjeux, tels que les continuités écologiques, mais aussi dans les autres secteurs d'intérêt pour la biodiversité plus « isolée ». Il est également recommandé d'espacer les points lumineux afin de ménager des « trouées noires » pour le passage de la faune. Certains sites ou monuments fréquemment mis en valeur par l'éclairage (édifices religieux, châteaux, falaises...) sont recherchés par la faune nocturne. Or, une étude<sup>21</sup> menée en Suède a montré que les églises éclairées hébergent deux à trois fois moins

de colonies de chauves-souris que celles qui ne le sont pas. Une autre étude, menée sur près de 3 000 clochers en Pologne, a aussi montré que l'éclairage des églises était inversement corrélé à la présence de chouettes effraies<sup>22</sup>. D'autre part, certains milieux sont très sensibles à la lumière. C'est pour cette raison que les milieux aquatiques font désormais l'objet d'une réglementation spécifique (voir l'encadré juridique p. 33).

La nature du revêtement de sol a également son importance : un matériau minéral clair (ciment, pierre...) a un coefficient de réflexion élevé – autrement dit, il renvoie fortement les rayons lumineux –, tandis qu'un revêtement noir ou une pelouse ne reflète que très peu la lumière. Bien sûr, le choix final résulte d'un compromis entre plusieurs critères (coût, imperméabilité, contribution au



phénomène d'îlot de chaleur...), mais avant de l'arrêter, il est pertinent de connaître son impact sur la pollution lumineuse et d'en tenir compte.

## Axe technique

À partir de quelle intensité une émission de lumière a-t-elle une influence sur le Vivant ? Sur ce sujet, les connaissances scientifiques sont lacunaires. En 1936, Matzke<sup>23</sup> constatait que l'éclairage artificiel perturbe la chute des feuilles des arbres en ville dès 10 lux. Une étude, publiée en 2018<sup>24</sup>, a établi la « distance de fuite » par rapport à un lampadaire entre 25 et 50 mètres chez deux espèces de chauves-souris européennes, dès moins d'un lux de puissance émise. Les auteurs recommandent donc d'éloigner d'au moins 50 m les éclairages publics des corridors écologiques. D'autres chercheurs se sont intéressés aux veilleuses LED à énergie solaire. Selon leurs travaux, ces équipements piègent déjà les insectes par attraction alors que l'éclairage mesuré au niveau d'une de ces lampes est de l'ordre d'un lux seulement<sup>25</sup>. Des modifications du comportement de plusieurs espèces (chauves-souris frugivores<sup>26</sup>, rats-taupes du désert<sup>27</sup> ou encore une espèce de lézard<sup>28</sup>) en fonction des phases de la Lune, par exemple, sont également documentées dans la littérature scientifique.

La « température de couleur » d'un luminaire est également un facteur déterminant pour l'impact vis-à-vis de la biodiversité. Cette grandeur, exprimée en Kelvin, traduit la teinte de la lumière<sup>29</sup>. Dans la réglementation (arrêté du 27 décembre 2018), la température de couleur maximale est fixée à 3 000 K pour certains types d'éclairages (notamment les éclairages de sécurité des personnes et

## FOCUS

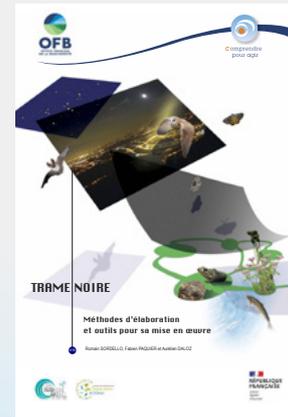
Le centre de ressources « Trame verte et bleue » de l'OFB a pour vocation d'accompagner l'ensemble des acteurs impliqués sur les trames écologiques. Sur la trame noire, il organise des événements techniques, des formations, et il a publié en 2021 un guide technique dans la collection « Comprendre pour agir ».

### POUR ALLER PLUS LOIN

[www.trameverteetbleue.fr](http://www.trameverteetbleue.fr)  
Guide *Trame noire* en téléchargement :  
<https://bit.ly/3SztOD>

### CONTACT

**Fabien Paquier**  
[trameverteetbleue@ofb.gouv.fr](mailto:trameverteetbleue@ofb.gouv.fr)



des biens), ce qui correspond à un blanc légèrement chaud. Toutefois, pour limiter les impacts sur la biodiversité, le mieux est de privilégier des sources lumineuses aux températures de couleurs plus basses (idéalement entre 1 800 et 2 200 K), soit jaune-orangé (ou ambré), car cette couleur apparaît comme ayant moins d'impact sur le Vivant.

Les lampes « à décharge », notamment les lampes à vapeur de sodium haute pression, encore très répandues, produisent justement cette lumière jaune-orangée réputée de moindre impact. Cependant, on assiste actuellement à une conversion massive de ces sources d'éclairage vers les lampes LED. Or, si ces dernières permettent de réaliser des économies d'énergie et de « piloter » finement l'éclairage, il s'avère que les LED les plus efficaces sur le plan énergétique produisent une lumière plutôt « froide », riche en bleu, l'une des couleurs qui occasionnent le plus d'effets biologiques (voir le tableau p. 38).

Cependant, certains fabricants proposent désormais des LED dites « ambrées » (température de couleur autour de 1 800-1 900 K). Leur efficacité énergétique est un peu moindre que celle des LED de 3 000 K et elles sont généralement un peu plus coûteuses à l'achat. Par contre, leur spectre lumineux est encore plus étroit que celui des lampes au sodium, ce qui diminue le nombre de groupes taxonomiques impactés, et leur température de couleur est encore plus chaude. Elles représentent donc un bon compromis entre économie d'énergie, facilité de « pilotage » et impact limité sur la biodiversité.

Un autre inconvénient des LED est l'éblouissement qu'elles provoquent. Ce type de luminaire se compose en effet de plusieurs puces à très forte luminance<sup>30</sup> réparties sur une plaque. Des diffuseurs performants permettent de limiter le problème en homogénéisant le flux lumineux sur l'ensemble de la surface d'émission du luminaire, mais ils restent encore très peu utilisés.

21 • (en) <https://doi.org/10.1098/rsos.161077>

22 • (en) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32603947/>

23 • (en) <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1936.tb09009.x>

24 • (en) <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.02.011>

25 • (en) <https://doi.org/10.1111/jcad.12303>

26 • (en) <https://www.scielo.br/j/zoologia/TN6cdYLzh7HgtVxZch3mtDw/?lang=en>

27 • (en) <https://academic.oup.com/jmammal/article/94/1/59/850670>

28 • (en) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0944200607000098?via%3Dihub>

29 • Traduit la proportion de bleu et de rouge dans le spectre lumineux. Plus la lumière est chaude (forte proportion de rouge), plus la température de couleur est basse et inversement.

30 • Lumière émise par rapport à la surface d'émission.

## FOCUS

### La qualité du ciel, un atout pour les territoires

Alors que les sites épargnés par la pollution lumineuse se font rares, la qualité du ciel nocturne est devenue un symbole de nature préservée et un atout touristique. Des labels ont vu le jour pour la valoriser.

- Depuis 2009, le label national « Villes et villages étoilés » est décerné pour une durée de cinq ans par l'Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturne (ANPCEN). Cette distinction ne s'applique pas uniquement aux territoires ruraux épargnés par la pollution lumineuse. Elle vise aussi à valoriser la recherche de solutions innovantes dans les sites urbanisés. Actuellement, 722 communes et quatre territoires réunissant 1,2 million d'habitants disposent de ce label<sup>36</sup>.

- Délivré par l'International Dark-Sky Association (IDA), le label « Réserve internationale de ciel étoilé » (Rice) s'appuie avant tout sur des mesures de visibilité des étoiles. Il vise à valoriser de vastes territoires où le ciel nocturne est encore très préservé.

En France, il existe quatre Rice :

- la Rice du Pic du Midi, créée en 2013, dont le cœur s'appuie sur les dispositifs de zonages existants (zone cœur du Parc national des Pyrénées, Réserves naturelles du Néouvielle et d'Aulon) ;

- la Rice du Parc national des Cévennes, classée en 2018, qui s'étend sur 3 560 km<sup>2</sup> et qui constitue la plus vaste Rice d'Europe ;
- la Rice Alpes Azur Mercantour, labellisée en 2019, qui s'étend sur les territoires du Parc naturel régional (PNR) des Préalpes d'Azur, de la Communauté de communes Alpes d'Azur (CCAA) et d'une partie du Parc national du Mercantour ;
- dernière en date, la Rice des Millevaches, qui a été labellisée en 2021 et qui s'étend sur le PNR de Millevaches en Limousin. Elle couronne le travail mené sur la trame noire au sein de l'Association inter-parcs du Massif central (Ipamac), qui regroupe 11 PNR et le Parc national des Cévennes.

- Pour valoriser les efforts de protection du ciel nocturne près des lieux densément peuplés, l'IDA a par ailleurs créé en 2018 le label « Urban Night Sky Place », mais aucun territoire français n'en bénéficie à ce jour<sup>37</sup>.

- En dehors de ces labels, la valorisation du ciel nocturne d'un territoire peut aussi passer par une mention sur des brochures touristiques ou par l'organisation d'évènements comme un festival d'astronomie.

En ce qui concerne l'orientation des lampes, la préconisation est d'éviter les émissions au-delà de l'horizontal afin de minimiser le halo lumineux. Plus généralement, il s'agit de viser strictement la surface utile, généralement située au sol (chaussée, trottoir, etc.), sans déborder sur les milieux végétalisés adjacents. D'ailleurs, la réglementation fixe des seuils là aussi : pour les éclairages de sécurité et de confort et les parcs de stationnement, elle autorise au maximum 4% de lumière émise au-dessus de l'horizontal en condition installée. Les anciennes installations dont 50% ou plus de la lumière est émise au-dessus de l'horizontal, telles que les « lampes boules » très à la mode dans les années 1980, doivent être tout simplement supprimées d'ici 2025. La réglementation impose aussi un seuil d'efficacité du cône lumineux<sup>31</sup>, c'est-à-dire que pour un lampadaire de rue, par exemple, 95% du flux doit se retrouver dans un cône dont l'angle est de 151°.

La notion de surface utile devient plus floue pour la mise en valeur relevant davantage d'éclairages d'ambiance. Cependant, les éclairages en contre-plongée, souvent installés sur des monuments, voire sur des

massifs végétaux, sont idéalement à proscrire, car très néfastes en termes de pollution lumineuse.

### Axe temporel

En France, plusieurs milliers de communes coupent l'éclairage public la nuit, le plus souvent entre 23h00 ou minuit et 5h00 du matin. En plus de permettre de substantielles économies d'énergie et de rétablir l'accès au patrimoine nocturne pour les humains, cette mesure bénéficie aux animaux actifs en cœur de nuit, aux espèces (oiseaux migrateurs notamment) se guidant grâce au ciel étoilé ainsi qu'à la flore. Cependant, une part probablement importante d'espèces animales présente un pic d'activité juste après le crépuscule, et un autre pic juste avant l'aube. Si l'extinction survient un peu trop tard après le coucher du soleil, son efficacité sera donc limitée<sup>32</sup>. Aussi certaines municipalités ont-elles fait le choix de supprimer totalement l'éclairage public, au moins durant les quelques mois d'été, où les nuits sont courtes. Le Parc naturel régional du Gâtinais français, territoire rural d'Île-de-France, attribue même un bonus de 5% aux subventions attribuées

aux communes qui l'éteignent totalement entre mi-mai et fin août.

Certaines solutions technologiques permettent d'affiner la durée d'éclairage. L'allumage et l'extinction de l'éclairage public peuvent, par exemple, être déclenchés par l'intermédiaire d'horloges astronomiques équipant chaque armoire électrique. Il devient ainsi possible de définir l'heure d'allumage des luminaires qui y sont raccordés pour chaque jour de l'année et compte tenu des heures de lever et de coucher du soleil.

Les conditions météorologiques peuvent aussi être prises en compte grâce à des cellules photoélectriques conduisant à baisser la puissance des luminaires en cas de couverture nuageuse (qui augmente la luminosité ambiante). Cependant, en pratique, ces équipements fonctionnent mal lorsqu'ils sont encrassés, et leur seuil d'allumage est souvent réglé trop bas. D'autres solutions dites d'« éclairage intelligent » existent. Elles permettent d'adapter la luminosité aux besoins de l'utilisateur (détecteur de présence) ou même de contrôler l'allumage *via* son smartphone, par exemple. En revanche,



les détecteurs de présence sont parfois mal calibrés et se déclenchent alors aux passages d'animaux ou sous l'effet du vent dans la végétation.

Pour de nombreux citoyens, l'éclairage extérieur est un élément de sécurité autant qu'un agrément esthétique. Une réunion d'information avec les gendarmes peut rassurer, le cas échéant, les habitants inquiets quant à leur sécurité. Les actions qui génèrent une vision positive de la nuit telles « Le jour de la nuit »<sup>33</sup> (campagne de sensibilisation des collectivités sur les nuisances lumineuses), la « Nuit

internationale de la chauve-souris »<sup>34</sup> ou encore la « Nuit de la chouette »<sup>35</sup> peuvent également concourir à les faire adhérer à la démarche ainsi que les opérations de labellisation (voir le focus p. 36). Enfin, il peut être intéressant de permettre aux citoyens d'expérimenter les mesures proposées, pour se faire une opinion.

Finalement, il serait important de disposer d'indicateurs permettant de suivre et d'évaluer l'efficacité de la mise en place d'une trame noire. Il conviendrait alors de distinguer les indicateurs de pression (lumière artificielle nocturne), les indicateurs d'état, qui permettent de mesurer l'état de la

biodiversité en réponse à cette pression et les indicateurs de réponse, qui renseignent sur les réponses de la société pour réduire la pression liée à la pollution lumineuse et ses effets sur la biodiversité. Il serait également recommandable de développer des indicateurs dans le domaine des sciences sociales : suivis statistiques des incivilités ou des actes de délinquance, nocturne et diurne, sensibilisation des citoyens à la biodiversité nocturne... Ces travaux de suivi et d'évaluation de la trame noire sont encore exploratoires, mais un *modus operandi* devrait émerger, avec la multiplication des opérations de restauration de la qualité de la nuit dans les territoires. ■

## Focus

### Le CPIE Loire Anjou accompagne les collectivités

Depuis 2016, le Centre permanent d'initiatives pour l'environnement (CPIE) Loire Anjou porte un projet de trame noire dans les Mauges. Dans ce territoire rural de 120 000 habitants, la question de l'éclairage public a été abordée de manière transversale (économie d'énergie, impact sur la biodiversité, sécurité, mise en valeur de patrimoine...).

La trame noire des Mauges s'appuie sur un document cartographique définissant finement les milieux et corridors favorables aux déplacements de la faune nocturne qui sert de base aux discussions avec les communes. Avec le Syndicat intercommunal d'énergies du Maine-et-Loire (SIEM), son partenaire technique, le CPIE leur propose de travailler à la réduction de l'éclairage et au changement des luminaires les plus énergivores et néfastes pour l'environnement.

Cet accompagnement a porté ses fruits : aujourd'hui, l'ensemble des communes pratique l'extinction nocturne (coupure à 22h00 au plus tard – exceptionnellement à 01h00 pour certains boulevards –, redémarrage à 06h30) ainsi que l'extinction « estivale » totale de mai à septembre (moins de 8 % des points lumineux restant alors allumés à des points stratégiques). Entre 2015 et 2021, le territoire a ainsi réduit sa consommation d'énergie de 30 % et économisé 150 000 €/an. Désormais, chaque projet d'extension ou de rénovation de l'éclairage est pensé pour préserver cette trame noire, qui sera intégrée au Schéma de cohérence territoriale (SCoT) lors de sa prochaine révision.

#### AUTEURS

**François Malinge**, chargé de mission énergie-climat  
**Thomas Rochard**, chargé de mission biodiversité

#### CONTACTS

f.malinge@cpieloireanjou.fr / t-rochard@cpieloireanjou.fr

## Agir

### Les bonnes pratiques pour préserver ou restaurer la trame noire

- En priorité : éviter ou supprimer les éclairages inutiles.
- Privilégier les dispositifs passifs (bandes et plots réfléchissants, catadioptrés, etc.).
- Veiller à ce qu'aucune lumière ne soit diffusée au-dessus de l'horizontal.
- Veiller à ce que les mâts soient les plus courts possible, pour éviter le repérage de loin par la faune.
- Éclairer strictement la surface utile au sol.
- Émettre le moins de quantité de lumière possible, au spectre le plus restreint, et de couleur ambrée.
- Ne pas éclairer les cours d'eau, ni les espaces naturels.
- Maintenir des espaces sombres entre les lampadaires en augmentant leur écartement, pour les traversées de faune.
- Opter pour un revêtement de sol avec un faible coefficient de réflexion sous les éclairages ou tenir compte de ce coefficient dans le réglage de ces derniers.
- Réduire au maximum la durée de l'éclairage (heure d'allumage et d'extinction) et instaurer des variations dans l'année.

31 • Notion de Code Flux CIE 3.

32 • <https://www.doi.org/10.1111/gcb.13036>

33 • <https://geophoto.agirpourenvironnement.org/le-jour-de-la-nuit/>

34 • <https://www.nuitdelachauvesouris.com/>

35 • <https://nuitdelachouette.lpo.fr/>

36 • <https://anpcen.fr/>

37 • (en) <https://darksky.org/>

**TABLEAU** Types d'impacts par plage de longueur d'onde pour

		ULTRAVIOLET (<380nm)	VIOLET (380-450nm)	BLEU (450-500nm)	VERT (500-550nm)
	PLANTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> </ul>
	CRUSTACÉS				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>
	ARACHNIDES		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>
	INSECTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> <li>• Orientation</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>
	AMPHIBIENS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Orientation</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Orientation</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Orientation</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>
	OISEAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régulation hormonale</li> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> <li>• Horloge circannuelle</li> <li>• Phototactisme</li> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> <li>• Horloge circannuelle</li> <li>• Phototactisme</li> <li>• Orientation</li> </ul>
	POISSONS			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régulation hormonale</li> <li>• Croissance</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>
	MAMMIFÈRES (HORS CHAUVESOURIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régulation hormonale</li> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	
	CHIROPTÈRES		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>
	REPTILES		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>

1 type d'impacts
  2 types d'impacts
  3 types d'impacts
  4 types d'impacts



chaque groupe biologique (Sordello, 2017 d'après Musters *et al.*, 2009<sup>38</sup>).

JAUNE (550-600nm)	ORANGE (600-650nm)	ROUGE (650-750nm)	INFRAROUGE (>750nm)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Horloge circannuelle</li> <li>• Rapports proies/prédateurs</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circannuelle</li> <li>• Phototactisme</li> <li>• Orientation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Croissance</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phototactisme</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Activité</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Activité</li> <li>• Phototactisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> <li>• Activité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horloge circadienne</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité</li> </ul>			

Comme le résume ce tableau, les longueurs d'onde correspondant au bleu et au vert occasionnent le plus d'effets biologiques, mais aucune couleur n'est « inoffensive » pour tous les groupes biologiques. Il convient donc de bien choisir le spectre lumineux émis, mais aussi de réduire au maximum l'éclairement.

# LIFE rivière Dordogne, un projet pilote pour la restauration des grands cours d'eau

**RETOUR D'EXPÉRIENCE** Le projet LIFE initié par EPIDOR, l'établissement public territorial du bassin de la Dordogne, met en œuvre un programme d'action d'une ampleur inédite pour restaurer les habitats naturels aquatiques et alluviaux de la rivière Dordogne. Cette expérience alimente une réflexion nationale conduite par l'OFB sur les stratégies de gestion hydromorphologique des grands cours d'eau.

→ Le bras des Carretiers, premier site à avoir fait l'objet d'une restauration écologique dans le cadre du programme LIFE Rivière Dordogne (à gauche avant, à droite après). © EPIDOR



**L**a restauration hydromorphologique des cours d'eau est aujourd'hui une voie d'action largement encouragée par les politiques publiques. Mais si les opérations se multiplient sur les cours d'eau de petite et de moyenne taille, elles sont encore peu nombreuses sur les plus grandes rivières du fait de difficultés techniques, d'enjeux d'usages complexes et des moyens importants qu'il faut y consacrer.

L'équilibre hydromorphologique de la Dordogne a été largement affecté par l'exploitation des ressources fluviales ainsi que par l'intensification des aménagements qu'elle a connue depuis la moitié du 20<sup>e</sup> siècle. Ces transformations ont eu

des conséquences importantes sur certains habitats naturels et sur la biodiversité.

## Des problèmes semblables à ceux des autres grands cours d'eau

Comme sur de nombreux autres grands cours d'eau français et européens, les dysfonctionnements morphodynamiques de la rivière Dordogne sont donc les conséquences d'usages passés et d'aménagements actuels. Les grands barrages hydroélectriques de la Haute-Dordogne ont modifié les régimes hydrologiques, et la fréquence des crues morphogènes a

très fortement diminué. Ces événements, qui intervenaient autrefois tous les deux ans, ne se rencontrent plus que tous les dix ans. Les barrages provoquent également un blocage du transit sédimentaire en provenance du haut bassin. Les extractions historiques de granulats dans le lit mineur ont provoqué un enfoncement du lit pouvant localement atteindre plus de 4 m. Certaines fosses d'extractions, toujours pas comblées, continuent d'agir comme des pièges à galets et altèrent le transit sédimentaire.

L'aménagement d'ouvrages de stabilisation sur les berges réduit la mobilité transversale et la remobilisation des sédiments, ce qui freine les processus de rééquilibrage. En conséquence, sur les cinquante dernières

1 • Association nationale des élus des bassins.  
2 • Centre européen de restauration des rivières.



années, les formes fluviales de la rivière Dordogne se sont transformées, à la fois sur le plan longitudinal et le plan altitudinal. La rupture du transit sédimentaire et la réduction de l'épaisseur du matelas alluvial ont provoqué un enfoncement moyen du lit de 60 cm. La bande active s'est réduite d'environ 30 m, avec une tendance à l'unichenalisation (creusement du lit, accentuation de la vitesse de l'eau).

## Des habitats naturels dégradés et une biodiversité affaiblie

La rupture du transit sédimentaire et l'incision généralisée du lit de la Dordogne sont à l'origine de modifications profondes pour des espèces et des habitats d'intérêt national et européen. Le blocage de matériaux grossiers par les grands barrages hydroélectriques a fortement dégradé les conditions de reproduction de plusieurs espèces de poissons migrateurs d'intérêt communautaire. Les graviers, indispensables pour la reproduction des poissons lithophiles comme les saumons, sont progressivement emportés par les crues et ne sont plus renouvelés du fait des grands barrages de l'amont. Ainsi, les surfaces favorables à la reproduction se réduisent.

Pour la grande alose et la lamproie marine, les principaux sites de reproduction sont des frayères forcées à

l'aval des barrages du Bergeracois. Ces zones présentent des déficits de graviers qui s'accroissent et diminuent la survie des œufs déposés.

L'incision généralisée du lit induit une déconnexion des annexes hydrauliques. Ces milieux, qui abritent normalement une grande diversité d'habitats imbriqués et distribués selon des mosaïques organisées par la dynamique fluviale, tendent à se banaliser. La biodiversité végétale et animale régresse et les espèces d'intérêt patrimonial, souvent protégées, se raréfient : le souchet de Michel, la laïche fausse brize, le martin-pêcheur, la grenouille agile, la loutre ou encore le brochet aquitain, pour ne citer qu'eux. Les milieux pionniers comme les saulaies arbustives sont remplacés par des formations à bois durs (aulnaies-frênaies, peupliers noirs...), et les atterrissements sont fixés par une végétalisation rapide.

Le projet LIFE rivière Dordogne vise cinq habitats naturels d'intérêt communautaire Natura 2000 présents le long du corridor, mais dont l'état de conservation se trouve menacé par les évolutions morphologiques de la rivière :

- l'habitat des gazons amphibies (code Natura 3130), réparti en petits ensembles, principalement sur les pointes d'îlots et de presqu'îles, qui est fortement dégradé en lien avec la dynamique alluviale modifiée par les aménagements hydroélectriques ;

- l'habitat des végétations des grèves (code Natura 3270), qui se rencontre essentiellement sur les grèves et bancs alluviaux du lit mineur, qui est moyennement dégradé en lien avec la dynamique fluviale modifiée par les installations hydroélectriques et les aménagements dans le lit de la rivière ;
- l'habitat des mégaphorbiaies des cours d'eau (code Natura 6430), qui se rencontre dans les parties intermédiaires et supérieures des berges, qui est moyennement dégradé en lien avec les travaux de défrichements, les aménagements en rivière et la colonisation par des espèces exotiques ;
- les habitats des forêts galeries de saules blancs et des forêts alluviales de type aulnaie-frênaie (code Natura 91E0\*) et des forêts mixtes (code Natura 91F0), présents autour des bras morts, des anciennes gravières, des confluences et largement le long des ripisylves de la Dordogne pour les forêts à bois durs, qui sont moyennement dégradés en raison des aménagements sur les berges et de la colonisation par des espèces exotiques.

## Les travaux de restauration

Le projet LIFE rivière Dordogne (voir le focus) vise la restauration de sites à hauts potentiels écologiques. Il comporte au total une trentaine de chantiers. Une partie du plan d'actions concerne les frayères des poissons migrateurs : sur la partie

### Focus

#### Le projet LIFE en quelques chiffres

Engagé en 2020 pour une durée de 6 ans, le projet LIFE rivière Dordogne porté par EPIDOR vise des actions d'envergure pour la conservation et la restauration des milieux rares et menacés de cette rivière. Doté d'un budget de 8,8 millions d'euros, financé principalement par l'Union européenne et l'Agence de l'eau Adour-Garonne, ce programme s'étend sur 280 km de vallée entre Argentat-sur-Dordogne (Corrèze) et Sainte-Terre (Gironde), et concerne 3 sites Natura 2000.

Le projet appuie ses ambitions et ses actions sur un partenariat aux échelles locale, nationale et internationale. Il fédère 15 partenaires techniques et financiers : communes, communautés de communes, établissements publics, services de l'Etat, ONG. L'OFB est co-bénéficiaire et co-financier du projet, et coordonne les actions qui concernent la diffusion et le transfert d'expérience, à l'échelle nationale et internationale, en collaboration avec deux acteurs associatifs : l'ANEB<sup>1</sup> et l'ECRR<sup>2</sup>.

→ Une douzaine de frayères seront restaurées pour la reproduction du saumon atlantique.  
© P. Laforge



amont, une douzaine de frayères à saumons seront restaurées grâce à des injections ciblées de galets et de graviers. Les retours d'expérience sur cette méthode sont satisfaisants et permettent d'envisager le doublement de la surface utilisable par les poissons. Pour la grande alose et la lamproie marine, une action pilote est envisagée au niveau du barrage hydroélectrique de Mauzac, afin de transférer une partie des sédiments stockés dans la retenue vers les frayères forcées situées à l'aval.

Un second ensemble de travaux vise la restauration écologique de dix bras morts, deux secteurs de berges enrochées et quatre anciennes gravières désormais abandonnées. Les principes employés sont surtout des travaux de reconfiguration topographique par déblais et remblais, pour retrouver une meilleure connexion hydraulique avec le lit de la rivière. Les interventions par terrassement permettent de recréer des formes fluviales naturelles et diversifiées, propices au développement d'habitats variés. Afin de participer au

rééquilibrage sédimentaire de la rivière et de minimiser l'impact carbone des travaux, les sédiments déblayés sont réinjectés au plus près dans le lit de la rivière. Une attention particulière est portée aux espèces invasives qui, quand cela est possible, sont traitées sur site. Les objectifs de résultats et les indicateurs de suivis sont basés sur des états biologiques et sur des espèces caractéristiques.

### L'action foncière, un moyen indispensable

Pour assurer une meilleure conservation et faciliter les travaux de restauration, le projet LIFE vise la maîtrise foncière d'espaces bordant le domaine public fluvial. Les terrains ciblés par les acquisitions foncières sont situés en bordure de la rivière et présentent des habitats en bon état de conservation ou un potentiel pour des actions de restauration écologique.

Dans un premier temps, des acquisitions foncières sont mises en œuvre sur les sites concernés par les tra-

voux de restauration ou en réponse à des opportunités. À plus long terme, une stratégie associant les différents acteurs du foncier et de la conservation des espaces naturels (collectivités, EPCI, Conservatoire d'espaces naturels, Safer, départements, fédérations de pêche et de chasse) permettra d'inscrire l'action foncière dans la durée.

### Les impacts attendus

Le projet LIFE vise à améliorer l'état écologique de milieux naturels, mais également à faire évoluer les politiques d'aménagement et de gestion liées à la rivière. Il est ainsi prévu, avec les services de l'Etat, de réviser différents dispositifs réglementaires à la lumière des enseignements de ce projet : arrêtés de protection de biotopes, règlements des ouvrages hydroélectriques, prescriptions concernant la remise en état des gravières alluvionnaires...

Le projet LIFE Dordogne est considéré par l'ensemble des partenaires français et européens engagés dans sa conduite comme une opportunité pour développer une réflexion plus large sur les aspects techniques et stratégiques de la gestion des grands cours d'eau. Coordinée par l'OFB et nourrie par des sessions d'échange animées par l'ANEB, cette réflexion donnera lieu à la rédaction d'un guide pratique, rédigé en français et en anglais, destiné aux institutions concernées par cette problématique. Des échanges similaires à l'échelle européenne avec l'ECRR seront valorisés sous la forme d'un séminaire organisé sur le bassin de la Dordogne ainsi que par la tenue d'un colloque international. ■

→ Sortie de terrain sur les bords de la rivière Durance pour un partage d'expérience avec le Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance. © EPIDOR

#### AUTEURS

Olivier Guerri  
et Baptiste Potet,  
EPIDOR - EPTB  
Dordogne

#### CONTACT

b.potet@eptb-  
dordogne.fr





# Sciences participatives, une puissante communauté de professionnels

**COLLABORER** Secteur jeune et en développement, les sciences participatives sont un atout fort pour la préservation de la biodiversité par l'implication de tous, citoyens, société civile, acteurs publics et chercheurs, dans les territoires. Avec OPEN<sup>1</sup>, les professionnels de tous horizons concernés par le sujet sont accompagnés, outillés et développent les coopérations.



© UNCPIE

**A** améliorer les connaissances sur le patrimoine naturel, éclairer la gestion et l'aménagement des territoires, sensibiliser et mobiliser les citoyens... Les sciences participatives (voir le focus p.44) activent de puissants leviers pour répondre aux enjeux de préservation de la biodiversité.

Face à ces enjeux, l'IPBES<sup>2</sup> nous alerte sur les lacunes en matière de connaissance du patrimoine naturel. Or, il est impossible de mettre un chercheur sous chaque arbre ou devant chaque fleur pour en observer l'évolution. Les sciences participatives relèvent le défi grâce à l'implication des citoyens, nombreux dans les territoires et investis dans la durée.

Des quantités de données naturalistes jusque-là inenvisageables sont produites et viennent directement contribuer à la recherche scientifique ainsi qu'à la gestion et à l'aménagement des territoires. Les connaissances produites sont précieuses pour éclairer les décideurs et développer le sentiment d'appartenance des citoyens à leur territoire.

Cette appartenance est renforcée par l'observation directe et personnelle de la nature. C'est un levier efficace d'éducation et de sensibilisation des habitants à la préservation de la biodiversité et à la compréhension des enjeux de sa gestion. Alors qu'abattre un arbre est souvent perçu comme une atteinte aux milieux naturels,

une personne impliquée dans l'observation de la biodiversité sera davantage en mesure de constater des bénéfices pour la faune et la flore de l'ouverture d'un milieu forestier. L'observation de la nature développe aussi la capacité et l'envie des citoyens d'agir concrètement pour protéger les espèces et les écosystèmes qui les entourent. Face aux menaces qui pèsent sur la biodiversité, leur mobilisation est grandissante.

Cette implication est maintenant soutenue par un nombre croissant d'acteurs qui contribuent au développement des sciences participatives. Le portail OPEN accompagne cette dynamique et structure l'écosystème d'acteurs.

1 • Observatoires participatifs des espèces et de la nature.

2 • Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.

## Focus

### Sciences participatives, de quoi parle-t-on ?

Parfois appelées sciences citoyennes, les sciences participatives dans le domaine de la biodiversité regroupent « des programmes de collecte d'informations impliquant une participation du public dans le cadre d'une démarche scientifique » (Collectif national des sciences participatives – biodiversité).

Au XIX<sup>e</sup> siècle, des sociétés savantes en Europe conduisent des programmes d'étude, alors réservés aux scientifiques, sur des oiseaux ou des insectes. Les premiers programmes d'observation impliquant les citoyens apparaissent dans les pays anglo-saxons au début du XX<sup>e</sup> siècle. En France, il faudra attendre 1989 pour qu'une première approche de l'observation participative de la biodiversité voit le jour, avec le Suivi temporel des oiseaux communs coordonné par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN).

En 2012, le Collectif national des sciences participatives – biodiversité est créé, impulsé par l'Union nationale des CPIE et la Fondation pour la Nature et l'Homme, afin de répondre au besoin de coordination entre les programmes. Il compte aujourd'hui 23 membres.

De ce collectif émerge, en 2018, OPEN, le portail national des sciences participatives au service de la biodiversité. Il est développé par l'UMS Mosaic (MNHN et Sorbonne Université), piloté et animé par l'Union nationale des CPIE, et soutenu par l'OFB et la Fondation de France.

Il existe actuellement plus de 200 projets participatifs qui concernent des centaines d'espèces. Plus de 135 000 observateurs se sont mobilisés en 2020, soit 10 fois plus qu'en 2010.

### OPEN, l'interface des professionnels

Créé en 2018, OPEN est le premier portail entièrement consacré aux sciences participatives en France. Accessible à tous les citoyens désireux de s'investir dans la préservation de la biodiversité, il est avant tout l'interface de coopération des nombreux professionnels des sciences participatives. Associations, collectivités, territoires de projet et acteurs académiques s'y retrouvent pour porter et relayer les programmes :

- les porteurs conçoivent les protocoles d'observation et assurent la collecte et l'analyse des données, en lien avec le monde de la recherche scientifique ;
- les relais locaux se saisissent d'observatoires existants au fonctionnement éprouvé. Ils bénéficient ainsi des outils mis à leur disposition par les porteurs pour en faire profiter leur propre territoire. Il n'est donc pas nécessaire d'être un expert naturaliste pour relayer un programme.

Les porteurs de programmes s'appuient sur les structures relais pour essaimer leur action et collecter une quantité plus importante de

données. La diversité des profils et des compétences de ces acteurs est un atout pour la préservation de la biodiversité. OPEN les accompagne avec des outils qui activent la coopération et le partage de compétences.

### Des webinaires pour acquérir collectivement des compétences clés

Les métiers liés à l'animation de programmes de sciences participatives sont récents et peu normés. OPEN propose donc des outils et contenus pour se former et acquérir collectivement un panel de compétences nécessaires à la mise en œuvre d'observatoires participatifs dans les territoires.

Animés par l'Union nationale des CPIE<sup>3</sup>, les webinaires OPEN mettent en lumière des expériences réussies d'acteurs des sciences participatives. Les participants tirent de ces temps d'échanges entre pairs des conseils concrets, transposables à leur territoire et à leur projet. En témoigne cette intervention : « Avec l'animation du programme de "Un Dragon ! Dans mon jardin ?", nous avons identifié plusieurs leviers de fidélisation

des observateurs dans la durée. Le premier est de fournir une réponse très rapide à chaque contributeur avec des remerciements personnalisés. Pour l'assurer, l'outil informatique et l'organisation entre salariés et bénévoles sont précieux. Les autres leviers sont de valoriser rapidement les résultats, offrir la possibilité de progresser, proposer d'autres missions et animer la communauté au niveau national et local » (Mickaël Barrioz, union régionale des CPIE de Normandie).

Ces échanges de pratiques en ligne sont primordiaux pour développer l'interconnaissance et le sentiment d'appartenance à cette communauté, tous deux indispensables à la coopération entre pairs.

Chaque webinaire aborde une nouvelle thématique, couvrant un large panel de compétences propres à l'animation d'un programme de sciences participatives : les différents types de protocoles d'observation et leurs intérêts, l'articulation avec les politiques publiques, les modèles socio-économiques des observatoires, les méthodes d'évaluation de l'action... Les webinaires sont disponibles en replay sur le portail OPEN.



## Des outils pour mieux communiquer

Les compétences de communication sont un levier crucial pour encourager les habitants à devenir observateurs et à s'impliquer dans une dynamique territoriale de préservation de la biodiversité. Souvent démunis sur ce volet, les professionnels des sciences participatives acquièrent de nouveaux savoir-faire avec les mini-formations OPEN, coanimées avec une spécialiste de la communication. Elles apportent un socle solide de connaissances et mettent l'accent sur les enjeux spécifiques des participants : plan de communication, réseaux sociaux, développement de site internet, communiqué de presse... Comme pour les webinaires, les échanges entre participants sont d'une grande richesse et favorisent les partages de bonnes pratiques.

OPEN valorise ce socle de connaissances dans une boîte à outils numérique qui met à disposition de tous des parcours d'auto-formation pour mieux s'adresser aux publics cibles. À leur rythme, les professionnels acquièrent ou consolident ainsi leurs savoir-faire.

On apprend, par exemple, que la



clé d'une communication réussie est une cible bien identifiée. La tentation est forte de s'adresser au fameux « grand public ». Malheureusement, celui-ci n'existe pas. La campagne de communication d'un programme participatif ne pourra pas s'adresser de la même façon aux familles urbaines en sortie le weekend qu'aux retraités férus de jardinage et de balades en forêt. De même, des enseignants dévoués et surchargés ou des élus locaux à l'affût de nouveauté pour leur territoire ne seront pas sensibles aux mêmes messages. Il est tout aussi illusoire de vouloir uniformiser

une campagne qui s'adresserait à la fois à des débutants et à des naturalistes confirmés. La boîte à outils OPEN permet ainsi aux professionnels de s'interroger sur les cibles précises de leurs observatoires participatifs, étape essentielle pour le choix d'une stratégie de communication.

→ Avec le programme « Un Dragon ! Dans mon jardin ? », les animateurs ont trouvé des leviers de fidélisation des observateurs dans la durée. © L. Saint-Olympe/OFB

## Une formation tout en un

Pour aller plus loin dans l'accompagnement et l'outillage des professionnels, l'Union nationale des CPIE développe un programme de e-learning dédié à l'animation d'un programme de sciences participatives.

Débutant dans le métier ou aguerris, chacun y trouvera son compte tant le programme pédagogique couvrira l'ensemble du métier en différents chapitres : connaître le paysage des sciences participatives en biodiversité, créer un programme et l'animer, recueillir les données et les rendre utilisables, évaluer le programme et le pérenniser par un modèle socio-économique adapté. Le e-learning OPEN a été élaboré avec l'appui d'un comité pédagogique composé d'acteurs avec une forte expérience à l'échelle nationale ou locale, et le soutien actif de Vigie-Nature (MNHN). Il sera disponible très prochainement. ■

### AUTEURS

Fanny Soulard et Pierre Boivin, Union nationale des CPIE

## Agir

### Les outils OPEN

Vous êtes professionnel des sciences participatives ou intéressé par le sujet ? Créez votre espace professionnel OPEN et bénéficiez de l'ensemble des outils à votre disposition : webinaires, mini-formations et boîte à outils communication...

Vous pourrez aussi vous inscrire à la lettre d'information mensuelle pour suivre les actualités des sciences participatives en biodiversité.



POUR ALLER PLUS LOIN

[www.open-sciences-participatives.org/register](http://www.open-sciences-participatives.org/register)

CONTACT

[contact-pro@open-sciences-participatives.org](mailto:contact-pro@open-sciences-participatives.org)

→ Nâïade, le 25 mai  
2021, Territoire  
nuptial, Gers  
(Samoëns).  
© B. Muffat-Joly/OFB



## Le lagopède alpin, plus mobile qu'on ne le pensait

**IDÉES REÇUES** En Haute-Savoie, des suivis longue durée par balises GPS solaires jettent un jour nouveau sur les déplacements du lagopède alpin. Les voyages effectués par la poule Nâïade et quelques autres n'ont pas encore livré tous leurs secrets, mais ils suggèrent que cette espèce patrimoniale est capable de « migrer » d'un massif à l'autre, et fournissent de précieux éléments pour sa conservation.

**O**iseau sédentaire, volant sur de courtes distances et répugnant à décoller en l'absence de contrainte... les premières connaissances sur la biologie du lagopède alpin (Géroudet, 1978) lui ont collé au plumage une réputation de piètre voyageur, à peine nuancée par de rares observations de déplacements de 3 à 4 km (Couturier, 1964). Cette conception est remise en question depuis les années 2000, avec l'avènement des suivis par colliers VHF employés notamment par l'ONCFS (désormais OFB) et le GRIFEM (Groupe de recherche et

d'information sur la faune et les écosystèmes de montagne) dans les Alpes françaises : cette approche a mis en évidence les premiers déplacements remarquables, avec des franchissements de vallées profondes (Novoa *et al.*, 2014). Plus récemment, ces suivis ont gagné en finesse et en pérennité grâce à l'utilisation de balises GPS solaires, qui livrent des informations de haute résolution spatiale sur plusieurs années. Cette avancée technologique est employée par l'OFB depuis 2016 en Haute-Savoie : à ce jour, 25 lagopèdes y ont été équipés de balises solaires, dont

certaines ont livré des données durant plus de 3 ans, documentant le déroulement de longs déplacements avec une précision inédite. La poule Nâïade, dont nous retraçons dans ce qui suit les allées et venues, en offre une illustration éclairante.

### Le cas Nâïade : itinéraire d'une poule voyageuse

Nâïade est une femelle de lagopède alpin qui a été capturée dans le domaine skiable de Flaine (Haute-



Savoie) le 27 juillet 2020, équipée d'une balise GPS solaire (voir le focus) et relâchée le jour même. À cette date, elle est âgée de plus d'un an (cf. Muffat-Joly *et al.*, 2013) et accompagnée de deux jeunes d'une quinzaine de jours. Deux semaines plus tard, Naïade est observée sans ses jeunes et rejoint le groupe historique des Grandes Platières (rassemblement estival de plusieurs individus). Là, elle adopte un comportement durablement sédentaire, habituel sur cette zone de rassemblement. Mais à l'arrivée des premières chutes de neige en octobre, elle se fait plus mobile et glisse au sud-ouest de Flaine en bordure de vallée. Elle traverse la vallée de l'Arve le 27 octobre 2020 par un vol direct de 7,85 km. Durant cette première traversée, elle perd 113 m de dénivelé et survole à l'aube une vallée fortement urbanisée, profonde, mais pas très large.

Naïade passe les cinq mois suivants entre le massif des Aravis et le massif du Bargy. Elle effectue au total trois allers-retours entre ces deux zones éloignées de 8 km : les trois premiers trajets en vol direct, et les trois derniers en transitant à mi-chemin par le massif de l'Almet. À la fin de l'hiver, le 31 mars 2021, elle traverse à nouveau la vallée pour revenir sur sa zone nuptiale de Flaine. Au cours de ce vol direct, elle parcourt 7,65 km. Dans ce sens, elle quitte des habitats non impactés pour retourner dans la station de ski.

## Un domaine vital dix fois plus vaste que celui de la poule Lourdes

Connaissant la tolérance des lagopèdes au dérangement, nous faisons l'hypothèse que ces importants déplacements hivernaux ne sont pas directement liés à des perturbations anthropiques (les zones concernées dans le massif des Aravis et du Bargy sont d'ailleurs très peu fréquentées). Ils pourraient plutôt être liés à l'accès aux ressources alimentaires et au niveau d'enneigement (Sabatier, 2021). Il existe à l'évidence un important facteur individuel dans l'adoption de ce comportement

mobile. Ainsi, tandis que Naïade multipliait les allées et venues entre massifs, la poule Lourdes, suivie par le même dispositif, est restée cantonnée pendant deux années dans la station de ski de Flaine. Alors que l'enveloppe spatiale comprenant l'ensemble des localisations de Naïade sur la période hivernale (du 27 octobre 2020 au 3 mars 2021) s'élève à 4334 ha (méthode du Minimum Convex Polygon – Mohr, 1947), celle de Lourdes n'est que de 526 ha pour le premier hiver de suivi et de 179 ha pour le second. Et la voyageuse Naïade n'est pas un cas isolé : au cours de l'hiver 2020-2021, la poule Arbene, équipée d'une balise GPS de la marque e-Obs, a adopté la même stratégie d'hivernage dans les massifs des Aravis et du Bargy. Elle a effectué sa transition automnale un mois après Naïade, mais les deux femelles ont traversé la vallée lors du retour vers Flaine le même jour, en empruntant des couloirs différents. À noter que toutes deux ont choisi plutôt des moments de faible luminosité pour voler, avec une préférence pour les heures très matinales.

## Une mystérieuse excursion pré-nuptiale

Les aventures de Naïade ne s'arrêtent pas là. Seulement trois jours après avoir regagné son territoire de reproduction, elle entreprend un déplacement de 17,6 km jusqu'au massif des Hauts-Forts. Elle passe alors six jours au sein du domaine skiable d'Avoriaz, un environnement très anthropisé. L'hypothèse d'un déplacement exploratoire semble exclue : Naïade se rend directement sur la zone des Hauts-Forts et y stationne une semaine dans un périmètre réduit favorable à la reproduction, sans prospecter le massif. Cela laisse penser qu'elle connaissait déjà ce secteur. Il s'agit de la première observation d'une excursion pré-nuptiale aussi marquée et lointaine pour une poule de lagopède alpin. Le 9 avril 2021, elle revient directement à Flaine après un vol de 18,2 km, confirmant un comportement déjà décrit à plusieurs reprises, à savoir la fidélité de l'espèce à ses zones de reproduction (Novoa *et al.*, 2014). À la mi-juillet, en échec de reproduction

## FOCUS

### Le dispositif de suivi en quelques mots

Naïade a été équipée d'un GPS Ornitela, modèle OT-E10-3GC. Cette balise de 10 grammes, dotée de panneaux solaires, est posée en baudrier sur l'oiseau. Elle communique sa position géographique entre 06h00 et 22h00 (UTC+2). En fonction du niveau de charge de la batterie, la fréquence de collecte des données peut varier de 20 minutes à 24 heures. Les paramètres de la balise peuvent être modifiés à distance via l'interface web proposée par le fabricant.

total (aucune ponte détectée), elle rejoint comme en 2020 le groupe des Grandes Platières.

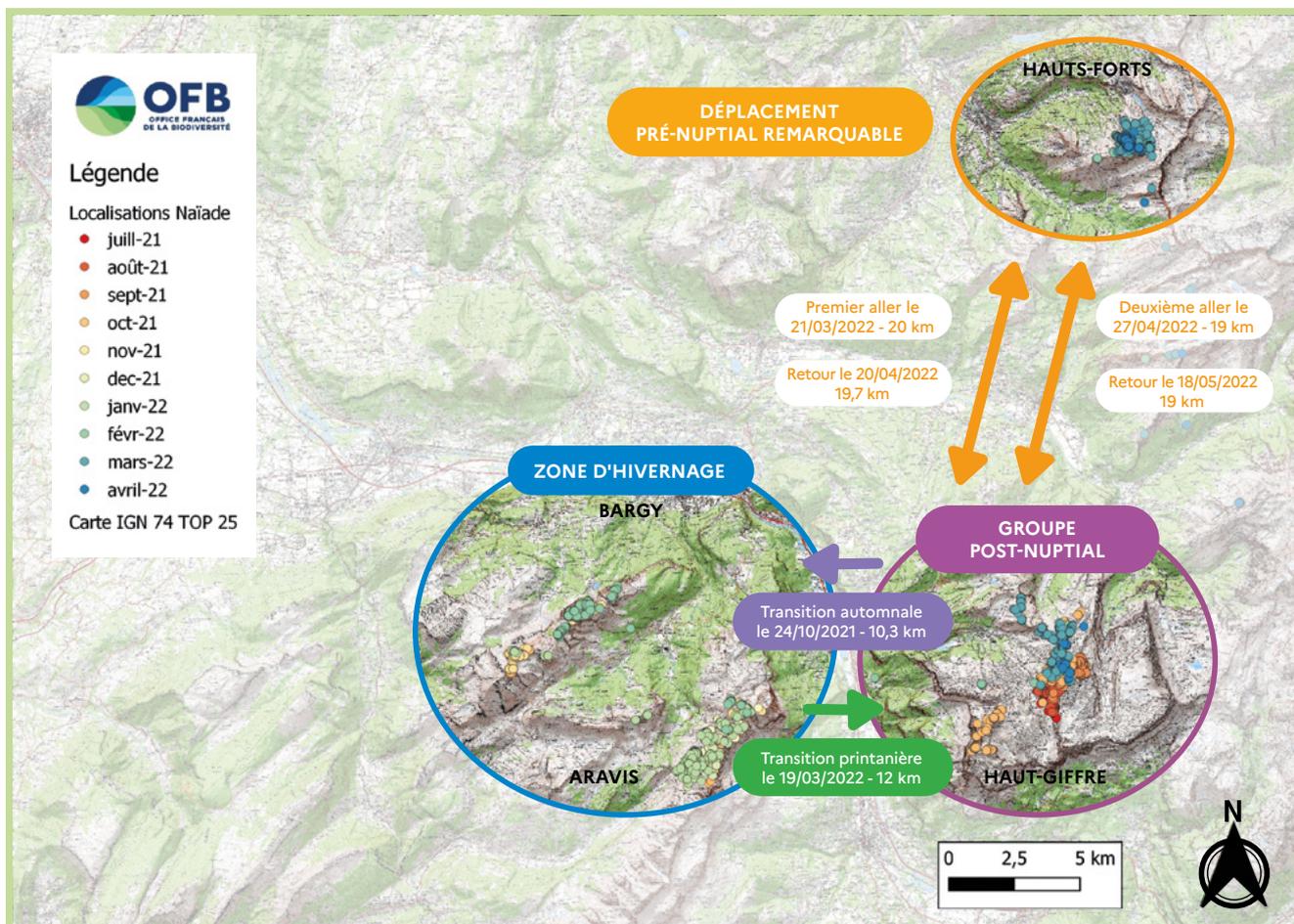
## Une stratégie qui se répète l'année suivante

Durant la saison 2021-2022, Naïade adopte une stratégie similaire (voir la carte p. 48). Elle emprunte les mêmes couloirs de vol et utilise la même zone d'hivernage. Seules différences, elle effectue moins d'allers-retours entre les massifs des Aravis et du Bargy, et rentre à Flaine 12 jours plus tôt que l'année précédente. Ensuite, après n'être restée que quelques heures à Flaine, elle rejoint sa zone pré-nuptiale à Avoriaz ou elle restera 5 semaines, soit 4 de plus qu'en 2021. Autre surprise : une semaine seulement après son retour à Flaine, elle entreprend un nouveau vol... pour retourner à Avoriaz.



→ Arbene, le 2 avril 2021, Territoire nuptial, Flaine (Arâches).  
© B. Muffat-Joly/OFB

**CARTE** Histoire de Naïde du 27 juillet 2021 au 19 mai 2022 - Poule de lagopède alpin équipée d'un GPS Ornitela 10 GR / 3G. Les données présentées ici ont pu être collectées dans le cadre du projet POIA (Programme opérationnel interrégional du massif des Alpes), espèces arctico-alpines.



Les raisons derrière cette stratégie territoriale sont encore méconnues. Que va-t-elle chercher à Avoriaz et pourquoi ne décide-t-elle pas de s'y installer pendant la période de reproduction ? Enfin, pourquoi y retourner une seconde fois cette année après être rentrée à Flaine ?

### Les individus « migrants », vecteurs de diversité génétique ?

Ces observations, inédites et souvent inattendues, ne constituent qu'une étude descriptive sur un petit nombre d'individus. Elles confirment malgré tout une capacité des poules de lagopède alpin à franchir des vallées profondes constituant des ruptures d'habitats. Le constat est en soi un signal encourageant : alors que l'une des problématiques actuelles pour l'espèce en Haute-

Savoie serait la perte de diversité génétique, en partie causée par la fragmentation des petits massifs préalpins (Novoa *et al.*, 2020), il suggère qu'elle aurait une aptitude à renforcer des populations en déclin ou à recoloniser des zones abandonnées. Reste à savoir dans quelle mesure les différents massifs abritant des individus sont potentiellement connectés : si le franchissement de la vallée de l'Arve réalisé par Naïade impose une traversée en vol direct d'au moins 6,5 km, la distance (hors connexion d'habitat) entre le Roc d'enfer et la pointe de Nantaux est de 10 km ; entre les Bauges et la Tournette, elle est de 14 km tandis que 22 km séparent les Bauges du mont Charvin (Aravis Sud).

Plus largement, de nombreuses questions restent posées quant aux déplacements des lagopèdes entre massifs. Où sont nés ces oiseaux « migrants » ? Dans quelle mesure

leur stratégie spatiale permet-elle un meilleur flux de gènes ? Combien de kilomètres hors connexion d'habitats sont-ils en mesure de franchir ? La poursuite des suivis GPS en Haute-Savoie, comme les études menées avec ces nouveaux outils par d'autres partenaires en Vanoise, dans le Dévoluy et le Mercantour, contribueront à éclairer ces points essentiels pour la survie de l'espèce dans les petits noyaux. La compilation de toutes ces informations devra permettre la prise de mesures pour la conservation du lagopède alpin au-delà de l'entité « Massif », avec une vigilance particulière pour les zones à faibles effectifs pouvant à terme devenir des isolats (préservation des habitats, pratiques pastorales adaptées, absence de prélèvement cynégétique). ■

**AUTEURS**

Bertrand Muffat-Joly et Clément Sabatier<sup>1</sup>, Quentin Fournet<sup>2</sup>, Titouan Vaisiy et Guilhem Barneix<sup>3</sup>, OFB, Direction de la recherche et de l'appui scientifique – Sallanches<sup>1</sup>, Auffargis<sup>2</sup>, Gap<sup>3</sup>

**BIBLIOGRAPHIE EN LIGNE**  
bit.ly/revue-biodiversite2



# Évolution des sites humides emblématiques en France entre 2010 et 2020

## SOURCE

SDES/OFB –  
Évaluation nationale  
des sites humides  
emblématiques,  
2010-2020.

## POUR EN SAVOIR PLUS

<https://evaluation-zh-2010-2020.shinyapps.io/MyApp/>

## 6 GRANDS TYPES DE ZONES HUMIDES ÉTUDIÉS

représentatifs de la diversité des écosystèmes humides français

- Plaines intérieures
- Vallées alluviales
- Littoral atlantique, Manche et mer du Nord
- Outre-mer
- Massif à tourbières
- Littoral méditerranéen

## 10 THÉMATIQUES D'ÉVALUATION

- Renseignements généraux
- État des milieux
- Étendue des milieux
- Activités humaines
- Espèces exotiques envahissantes et endémiques à fort développement
- Espèces communes et à forts enjeux
- Problématiques hydrauliques et hydrologiques
- Services rendus et perception des acteurs
- Effets perçus du changement climatique
- Bilan et perspectives 2030



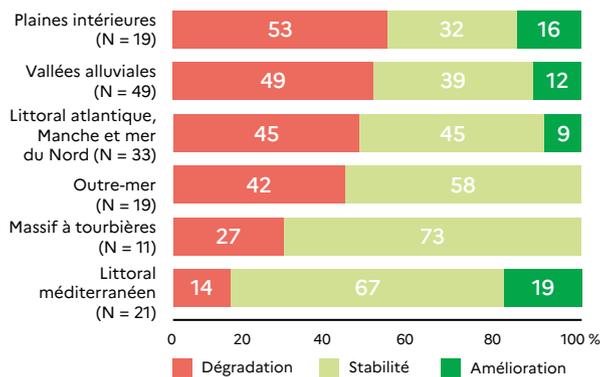
## DES ÉVOLUTIONS GÉNÉRALES CONTRASTÉES

41%

des sites évalués en métropole et dans les Outre-mer ont vu leur état se dégrader entre 2010 et 2020

## PROPORTION DES SITES HUMIDES EMBLÉMATIQUES\*

par grands types, suivant l'évolution de leurs surfaces et de l'état de leurs milieux, entre 2010 et 2020

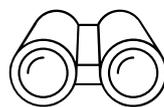


En moyenne, l'évaluation montre que l'état général de 48% des sites est stable contre 41% en voie de dégradation et **11% seulement en voie d'amélioration**

## UNE DÉGRADATION LIÉE À UNE MULTIPLICATION DES PRESSIONS

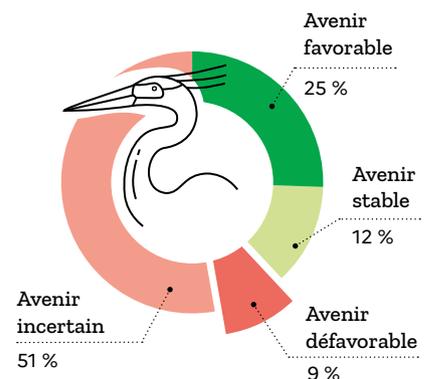
**90% DES SITES ÉVALUÉS** sont en bon état lorsque **MOINS DE 8 ACTIVITÉS SONT RECENSÉES**

**55%** lorsque le site concentre **PLUS DE 20 ACTIVITÉS**



## HORIZON 2030

Devant la multiplicité des pressions recensées, 60% des sites ont un avenir incertain ou défavorable



# Le projet des Salgado pour « faire revenir la vie » au Brésil

**AILLEURS** Entre 2020 et 2021, la déforestation en Amazonie a augmenté de 22 % d'après l'Institut national de recherche spatiale brésilienne, un chiffre qui a doublé par rapport à la décennie précédente. « Le Brésil devient fou » pour Sebastião Salgado, photographe depuis presque 50 ans, qui s'est lancé en 1998 dans un projet insensé avec sa femme Lélia Wanick Salgado : faire revenir la vie dans un espace ravagé par la déforestation en replantant des millions d'arbres. Retour sur la réussite de cet incroyable pari.

→ Deux clichés pris par Sebastião Salgado avant (en 2000, en haut) et après (en 2013, en bas) la reforestation de la vallée autour du ranch familial.  
© S. Salgado



sages d'une nature flamboyante en noir et blanc, inaltérés par la main de l'homme. Mais en 1998, ils passèrent de la sensibilisation à l'action, en se fixant comme défi de reboiser une partie de la forêt tropicale humide de *Mata Atlântica*.

La parcelle en question appartenait à la famille de Sebastião, accolée au ranch de bétail familial. Une utilisation désordonnée des ressources naturelles pour la culture de café, de cacao et de banane, l'élevage intensif (lait, viande) et l'exploitation minière avaient entièrement dégradé la forêt et les sols de cette vallée de la taille du Portugal. Les 300 000 sources d'eau, vitales pour les 4 millions d'habitants du bassin du fleuve Doce, s'asséchaient à vue d'œil, et Sebastião Salgado ne reconnaissait plus la forêt où il avait grandi. Le fleuve, qui traverse la vallée, était condamné à une disparition progressive à cause du tarissement des sources, faute d'arbres. Les sources d'eau et les arbres sont complémentaires : les racines aèrent le sol tout en limitant son érosion. L'eau peut ainsi rejoindre les nappes phréatiques pour les recharger. Pour faire revenir l'eau dans la région et satisfaire ainsi les besoins des habitants et des agriculteurs, reforester apparaissait comme la solution fondée sur la nature la plus appropriée et pérenne. Il faut environ 500 arbres pour faire rejaillir une source d'eau ; l'objectif que s'est fixé le couple a donc été de planter la bagatelle de 150 millions d'arbres !

**S**ebastião Salgado disait : « Si l'humanité veut survivre, elle doit protéger sa nature ». Pendant des dizaines d'années, le couple Salgado a eu

pour ambition de sensibiliser par l'image en montrant une nature magnifiée qu'il est nécessaire de préserver. Leur projet *Genesis*, par exemple, donnait à voir des pay-



Les Salgado ont fondé dès 1998 l'*Instituto Terra*, dont les locaux se trouvent dans l'ancien corps de ferme du ranch, pour se charger de la supervision de leur projet titanique. La première pierre à l'édifice fut de faire de la zone une Réserve privée de patrimoine naturel (RPPN). Ces espaces protégés ont la particularité d'être du domaine privé ; très faciles à créer, ils permettent, à l'initiative de propriétaires terriens, de participer à l'effort national de conservation. Il existe aujourd'hui 1 741 réserves au Brésil pour un total de 811 000 hectares. Les salariés de l'*Instituto Terra* sont à l'œuvre depuis le début du projet sur toutes les étapes du processus de reboisement : ils sélectionnent les graines sur d'autres espèces d'arbres de la région, récupèrent celles issues des fruits, puis les font pousser en pépinière. Une fois qu'elles sont devenues arbustes, ces derniers sont plantés dans la forêt de la RPPN.

La première plantation a eu lieu en 1999 grâce à l'aide des élèves d'une école de la région. L'*Instituto Terra* se mobilise pour le reboisement, mais fait aussi de la sensibilisation et de la recherche, deux autres piliers indispensables pour que le projet prenne de l'ampleur et se perpétue. « Après 14 ans d'activités, *Instituto Terra* célèbre la récupération forestière de 80 % de la RPPN Fazenda Bulcão, située près de la ville d'Aimorés » d'après son site internet. Au total, ce sont 700 hectares de forêts qui ont été reboisés depuis le début du projet, soit 100 hectares de plus que l'objectif fixé en 1998 : un succès !

## La faune : indicateur d'une reforestation réussie

24 années et 2,5 millions d'arbres plantés plus tard, la faune est revenue peupler la vallée. On observe le

retour de petits invertébrés comme des coléoptères ou des papillons, mais aussi d'oiseaux endémiques de la région : la RPPN est devenue le deuxième espace avec la plus forte présence du perroquet Chauá (*Amazona rhodocorytha*). Le retour de félins comme l'ocelot (*Leopardus pardalis*) est aussi un indicateur de la réussite du projet : un animal de cette taille témoigne de la bonne santé de la forêt puisqu'il y trouve des ressources suffisantes pour s'y maintenir. Au total, 30 espèces de mammifères, 173 d'oiseaux, 16 de reptiles et 15 d'amphibiens ont été enregistrées grâce au suivi de la faune par les équipes de l'*Instituto Terra*. Une des raisons notables est que les besoins alimentaires des espèces autrefois présentes dans la zone sont à nouveau assouvis. Grâce au retour de certaines d'entre elles, la chaîne alimentaire a été rétablie dans la zone de la RPPN. Ces espèces animales sont revenues grâce au travail fait par l'*Instituto Terra* sur les assemblages des différentes variétés d'arbres plantées. De fait, l'introduction de certaines variétés d'arbres fruitiers et d'arbustes a recréé des conditions idéales pour attirer une faune variée qui avait péri ou fui la zone. De plus, les animaux, par leurs déplacements, contribuent naturellement à augmenter les échanges de graines avec les forêts encore présentes aux alentours, ce qui favorise à moyen et long terme l'amplification de la biodiversité des forêts locales. Les choix de semis ont aussi comme objectif de garantir que la forêt sera « résiliente » face au changement climatique, avec des plants sélectionnés pour leur résistance et leur adaptation aux sols.

Les Salgado ont eu le projet fou de faire revenir la vie dans un espace où tout ou presque avait disparu. En 20 ans, ils ont prouvé l'efficacité de l'investissement financier des particuliers, couplée à la sensibili-

sation et à la mobilisation des communautés locales qui connaissent leur territoire. L'*Instituto Terra* a ainsi développé des relations institutionnelles avec les gouvernements locaux en collaborant pour des programmes éducatifs, culturels ou à visée touristique. Il est devenu un exemple dans le domaine de la reforestation, et le laboratoire d'écologie *Crowther Lab* (Suisse) en a même fait un cas d'étude.

---

## 700 hectares de forêts ont été reboisés depuis le début du projet, soit 2,5 millions d'arbres plantés en 24 ans.

---

## Quelles suites à ce projet ?

Le groupe d'assurance Zurich s'est associé avec les Salgado et leur institut pour un nouveau programme, *The Zurich Forest Project*, qui a pour ambition de planter un million d'arbres supplémentaires d'ici 2027.

L'*Instituto Terra* a déjà fait rejaiillir des sources d'eau dans les fermes des petits et moyens propriétaires de la Vallée du fleuve Doce. À l'avenir, il souhaite développer davantage l'agroforesterie, car elle se traduit par des avantages sociaux et économiques. Le but est de changer de paradigme dans la région, sans pousser les agriculteurs à arrêter d'élever du bétail, mais en les convainquant de le faire d'une manière qui préserve la biodiversité. ■

### POUR ALLER PLUS LOIN

[institutoterra.org](http://institutoterra.org)  
[zurich.com/zurich-forest](http://zurich.com/zurich-forest)

### AUTEURE

Lola Benoit,  
OFB, Direction  
des relations  
européennes et  
internationales –  
Vincennes

## MÉMENTO

# Face à un animal sauvage mort ou blessé : agir selon les règles

## L'animal est trouvé mort ou blessé à la suite...

### ... d'un traumatisme (collision, chute...)

S'il s'agit d'une espèce protégée (au titre de l'article L-411-1 du CE), il convient avant toute manipulation de l'animal de contacter un centre de sauvegarde de la faune sauvage (CSFS) ou un vétérinaire pour prendre conseil sur la conduite à tenir.

S'il s'agit d'une espèce chassable, il est impératif de prévenir les services compétents : la police nationale, la gendarmerie nationale, le SDIS... dans le cas des grands gibiers (cerf, chevreuil, sanglier, chamois, mouflon, daim, isard), ou les services de la commune pour les autres gibiers. Un animal mort sera confié à la commune. S'il n'est que blessé, le maire peut le faire abattre par un agent requis et habilité pour préserver la sécurité publique ou l'envoyer vers un centre de sauvegarde pour le faire soigner.

Dans le cas des grands gibiers tués accidentellement, l'automobiliste auteur de la collision peut, après en avoir avisé la police nationale ou la gendarmerie nationale, empor-

ter l'animal en respectant toutes les mesures sanitaires dédiées. Aucune cession de cet animal n'est autorisée.

### ... d'un acte de chasse

Sous réserve de respecter les prescriptions sanitaires élémentaires en matière de venaison et de zoonoses, le découvreur peut s'approprier un animal mort si les conditions suivantes sont remplies : la découverte n'est pas concomitante à l'acte de chasse ; la chasse de l'espèce concernée est ouverte ; il ne s'agit ni d'une espèce soumise à un plan de chasse (comme les grands gibiers ou certaines espèces de petit gibier) ni d'un carnivore mustélidé (hermine, putois, fouine, martre, belette).

Si l'animal mort n'est pas appropriable, le découvreur doit prévenir les services de la commune. Dans le cas de grands gibiers en état de décomposition avancée, il est d'usage qu'il puisse conserver le trophée.

Si l'animal est découvert agonisant, le détenteur du droit de chasse du lieu doit être avisé pour achèvement (et marquage éventuel).

### ...d'un acte de braconnage

Dans le cas d'un animal trouvé mort ou agonisant à la suite d'un acte de braconnage, le découvreur doit

informer immédiatement les agents compétents en matière de police de la chasse et de protection de la nature (OFB, parc national, réserve naturelle...), qui, le cas échéant, se déplaceront et pourront saisir l'animal et dresser un procès-verbal.

## L'animal est présumé mort d'une autre cause que traumatique (maladie, empoisonnement...)

S'il s'agit d'une espèce patrimoniale ou d'une suspicion de destruction, il faut alerter les services de l'OFB sans délai.

Si la mortalité paraît anormale en termes d'espèce ou de nombre d'individus, le découvreur peut contacter le service départemental de l'OFB ou la fédération départementale des chasseurs.

Il ne faut pas toucher la dépouille ni piétiner son environnement et, si possible, la géolocaliser et prendre une photo. ■

### BIBLIOGRAPHIE EN LIGNE

[bit.ly/revue-biodiversite2](http://bit.ly/revue-biodiversite2)

→ Sauvetage d'une tortue verte échouée après la ponte par l'équipe du Parc naturel marin de Mayotte dans le cadre du Réseau d'échouage mahorais de mammifères marins et de tortues marines (REMMAT).

© A. Escarguel/OFB



## FOCUS

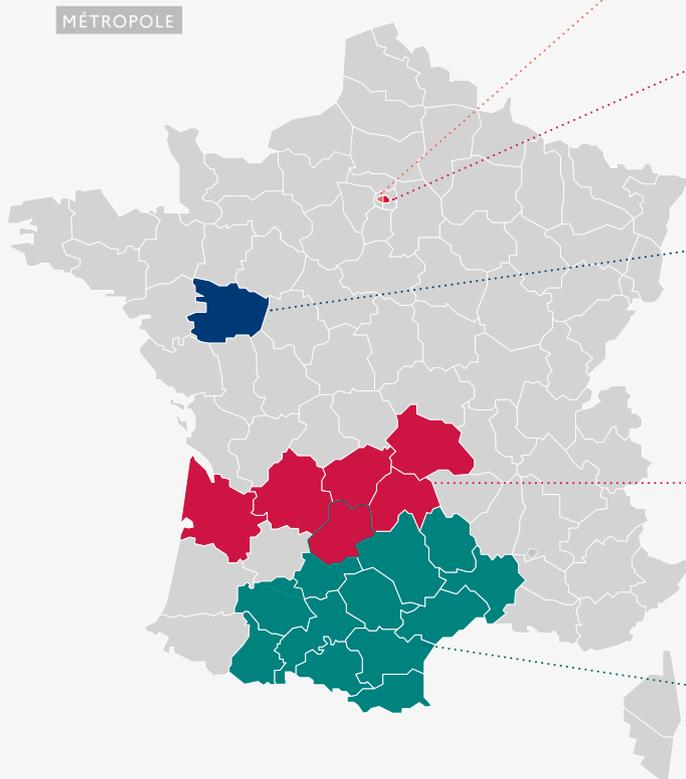
### Échouages de mammifères marins ou de tortues : alertez les réseaux !

Depuis les années 2000, les échouages de mammifères marins et de tortues ont doublé sur les côtes françaises. Un record a été atteint en 2019 avec 2 290 cétacés échoués, pour la plupart des dauphins communs et des marsouins blessés par des engins de pêche. En cas de découverte, il ne faut surtout pas toucher pour éviter blessures et contaminations. Le seul réflexe est d'appeler les réseaux spécialisés :

- le Réseau national échouages (RNE : 05 46 44 99 10) ;
- le Réseau tortues marines de Méditerranée française (RTMMF : 06 64 79 54 23) ;
- à Mayotte, le Réseau échouage mahorais de mammifères marins et de tortues marines (REMMAT : 06 39 69 41 41).

# Pour aller plus loin

Retrouvez les actions des partenaires de l'OFB sur leur site web.



MÉTROPOLE



**PARIS** P. 20

Transition écologique : les cours d'école montrent l'exemple

 [fncaue.com](http://fncaue.com)



**PARIS** P. 43

Sciences participatives, une puissante communauté de professionnels

 [cpie.fr](http://cpie.fr)



**MAINE-ET-LOIRE** P. 37

Restaurer la nuit : le CPIE Loire Anjou accompagne les collectivités

 [cpieloireanjou.fr](http://cpieloireanjou.fr)



**BASSIN DE LA DORDOGNE** P. 40

LIFE rivière Dordogne, un projet pilote pour la restauration des grands cours d'eau

 [eptb-dordogne.fr](http://eptb-dordogne.fr)



**OCCITANIE** P. 6

Évaluer l'état de conservation des forêts d'Occitanie

 [ign.fr](http://ign.fr)

OUTRE-MER



Mayotte



Guyane française



Guadeloupe



Martinique



Saint-Pierre-et-Miquelon



Nouvelle-Calédonie



Polynésie française



La Réunion



**FRANCE** P. 31

Des maraudes pour le respect de la nuit

 [fne.asso.fr](http://fne.asso.fr)



**LA RÉUNION** P. 32

Les parcs nationaux font leur diagnostic

 [reunion-parcnational.fr](http://reunion-parcnational.fr)

# 4<sup>e</sup> édition FORUM BIODIVERSITÉ & ÉCONOMIE

13 et 14 octobre 2022

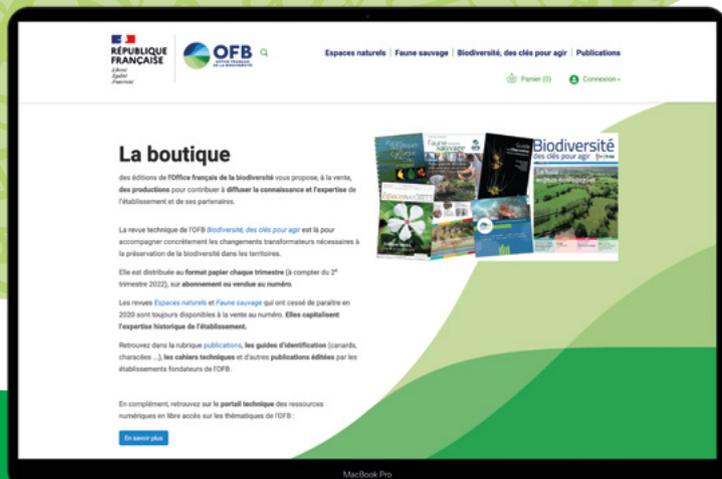
CITÉ DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE - PARIS

**L**e Forum Biodiversité et Économie est organisé tous les deux ans par l'Office français de la biodiversité. Il vise à rassembler et mobiliser les acteurs économiques, notamment les entreprises, afin qu'ils s'engagent et agissent en faveur de la biodiversité, en la prenant en compte dans le développement de leurs activités. La 4<sup>e</sup> édition de cet événement se tiendra les 13 et 14 octobre 2022

à la Cité des sciences et de l'industrie à Paris. Organisé autour de différents formats, le Forum Biodiversité et Économie relève le défi de créer des espaces d'échanges, de partage, de construction, de travail collaboratif, et bien plus encore...

#### INFORMATIONS ET INSCRIPTION :

[www.ofb.gouv.fr/forum-biodiversite-economie](http://www.ofb.gouv.fr/forum-biodiversite-economie)



Abonnez-vous  
à la revue *Biodiversité,  
des clés pour agir* sur  
[boutique.ofb.fr](http://boutique.ofb.fr)

1 an  
4 numéros

À partir de  
31€