



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

Chaire annuelle Biodiversité et écosystèmes

Quelles données pour décrire et comprendre les changements de biodiversité ?

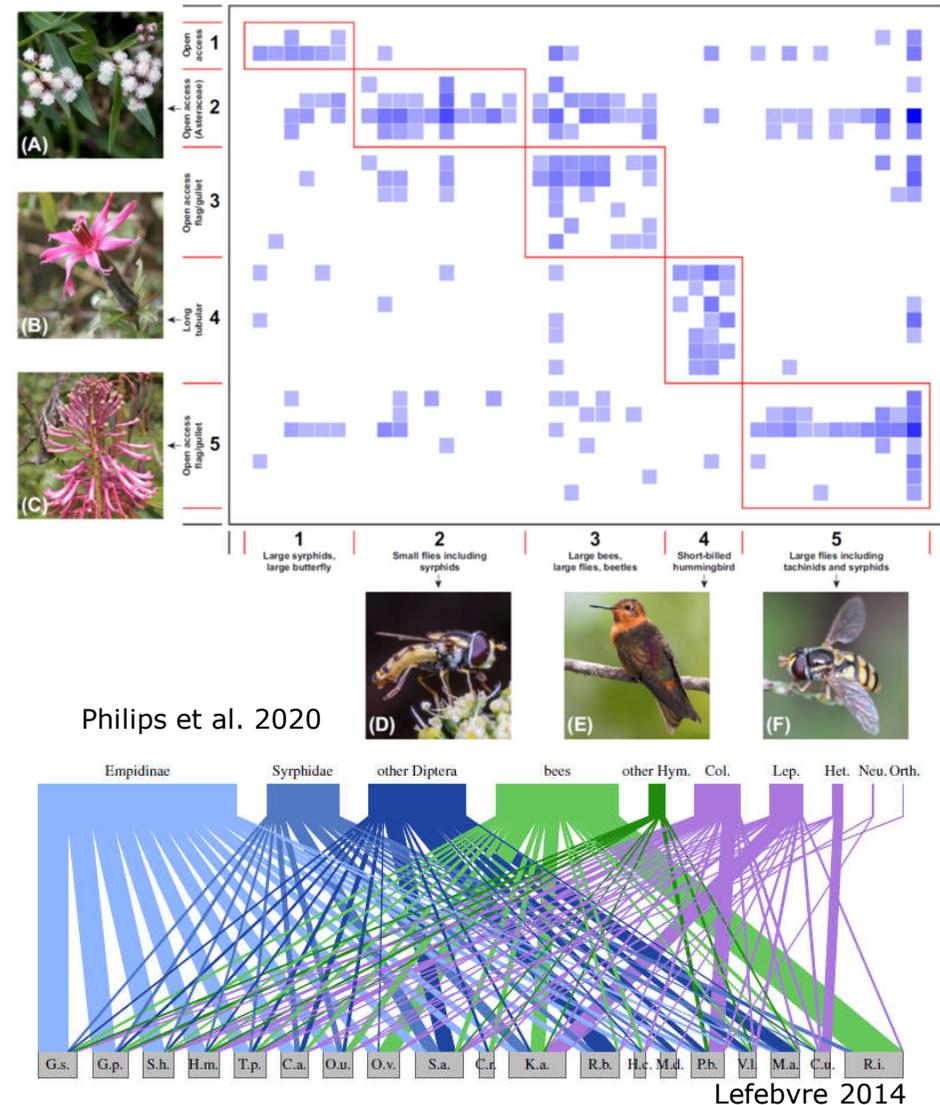
Emmanuelle PORCHER



Photos : Didier51 - Spipoll

Rappels du cours 3

- En l'absence de l'effet des humains, les dynamiques écologiques et évolutives ont favorisé des réseaux de pollinisation stables, avec de fortes complémentarités entre espèces



Philips et al. 2020

Prise de conscience de l'effet des humains sur le reste du vivant



L'être humain peut modifier fortement son environnement

□ Dust bowl

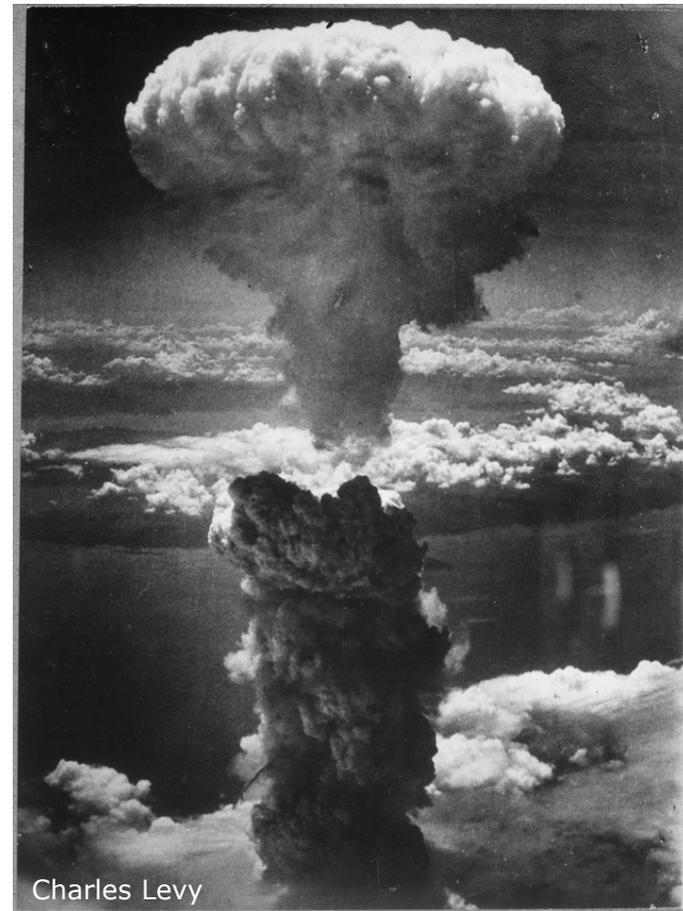


George Everett Marsh Jr.



Sloan

□ Choc post-atomique

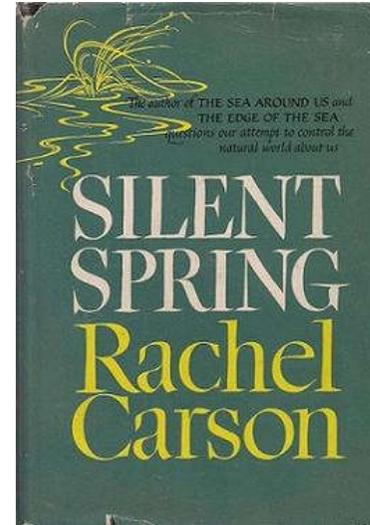


Charles Levy

Développement de l'écologisme / environnementalisme

- Symbole : Silent Spring (Rachel Carson, 1962) aux USA
 - Science ⇨ Politique
 - Interdiction du DDT, « *Environmental Protection Agency* » en 1970

- Europe : changements environnementaux
 - Pluies acides (1970)
 - CFC
 - Essence au plomb



Constats aussi de changements de la biodiversité

6 | PLANÈTE

Le Monde
MERCREDI 21 MARS 201

En 15 ans, 30 % des oiseaux des champs ont disparu

Le déclin catastrophique observé en France par les chercheurs est largement dû aux pratiques agricoles

Le printemps risque fort d'être silencieux. Le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) publient, mardi 20 mars, les résultats principaux de deux réseaux de suivi des oiseaux sur le territoire français et évoquent un phénomène de « disparition massive », « proche de la catastrophe écologique ». « Les oiseaux des campagnes françaises disparaissent à une vitesse vertigineuse, précisent les deux institutions dans un communiqué commun. En moyenne, leurs populations se sont réduites d'un tiers en quinze ans. »

Attribué par les chercheurs à l'intensification des pratiques agricoles de ces vingt-cinq dernières années, le déclin observé est plus particulièrement marqué depuis 2008-2009, « une période qui correspond, entre autres, à la fin des jachères imposées par la politique agricole commune [européenne], à la flambée des cours du blé, à la reprise du suramendement au nitrate permettant d'avoir du blé surprotéiné et à la généralisation des néonicotinoïdes », ces fameux insecticides neurotoxiques, très persistants, notamment impliqués dans le déclin des abeilles, et la raréfaction des insectes en général. Plus inquiétant, les chercheurs

La raréfaction est plus marquée depuis 2008-2009, avec, entre autres, la fin des jachères imposées et la flambée des cours du blé

rassemble les observations d'ornithologues professionnels et amateurs sur l'ensemble du territoire et dans différents habitats (ville, forêt, campagne). Le second s'articule autour de 160 points de mesure de 10 hectares, suivis sans interruption depuis 1994 dans la « zone-atelier » du CNRS Plaine et val de Sèvre, où des scientifiques procèdent à des comptages réguliers.

« Les résultats de ces deux réseaux coïncident largement et notent une chute marquée des espèces spécialistes des plaines agricoles, comme l'alouette », constate l'écologue Vincent Bretagnolle, chercheur au Centre d'études biologiques de Chizé, dans les Deux-Sèvres (CNRS et université de La Rochelle). Ce qui est très inquiétant est que, sur notre



Une perdrix rouge dans la plaine

SCIENCES

Moitié moins d'animaux sauvages en quarante ans

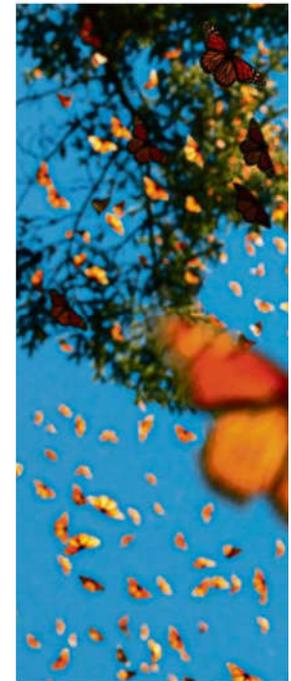
Selon un rapport du WWF et de la Société zoologique de Londres, les populations de vertébrés se sont effondrées depuis 1970.

MARC CHERKI @mcherki

ENVIRONNEMENT Le constat est alarmant, mais il faut raison garder. En quarante ans, entre 1970 et 2010, la moitié

donne tout de même une tendance significative sur une diminution nette des populations de vertébrés dans le monde », confirme Claude Miaud, chercheur au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive de Montpellier, qui a contribué à

INSECTES
1001
PERTES



LE FIGARO mercredi 1^{er} octobre 2014

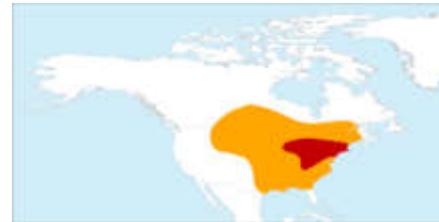
11



Installation de Gilles Martin, intitulée 2027: Mémoires d'un dos argenté, présentée au festival de la photo animale de Montier-en-Der.

Le pigeon migrateur, un exemple de changement majeur

- ❑ Oiseau le plus abondant d'Amérique du Nord (3 à 5 milliard d'individus)
 - Migrateur
- ❑ Déclin suite à la déforestation, exploitation
 - Dernier individu tué dans la nature en 1901
 - Dernier individu captif mort en 1914
- ❑ Qu'en est-il pour le reste de la biodiversité ?





Qu'est-ce-que la biodiversité ?

- « *La variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie.* »

Sommet de la Terre, Rio, 1992



Biomes

Paysages

Ecosystèmes

Communautés



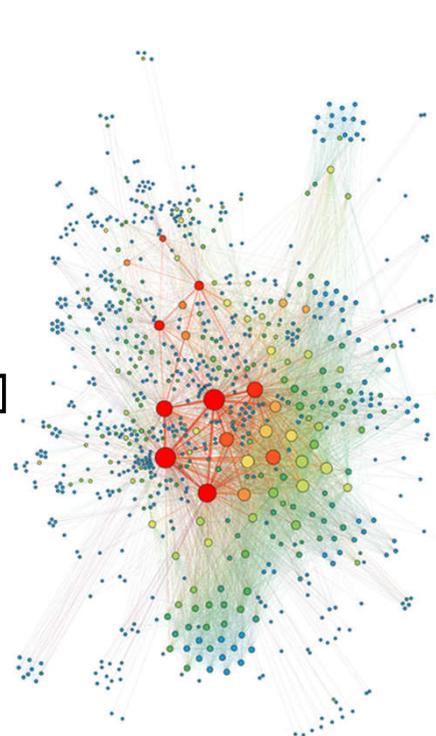
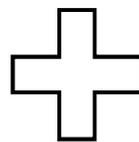
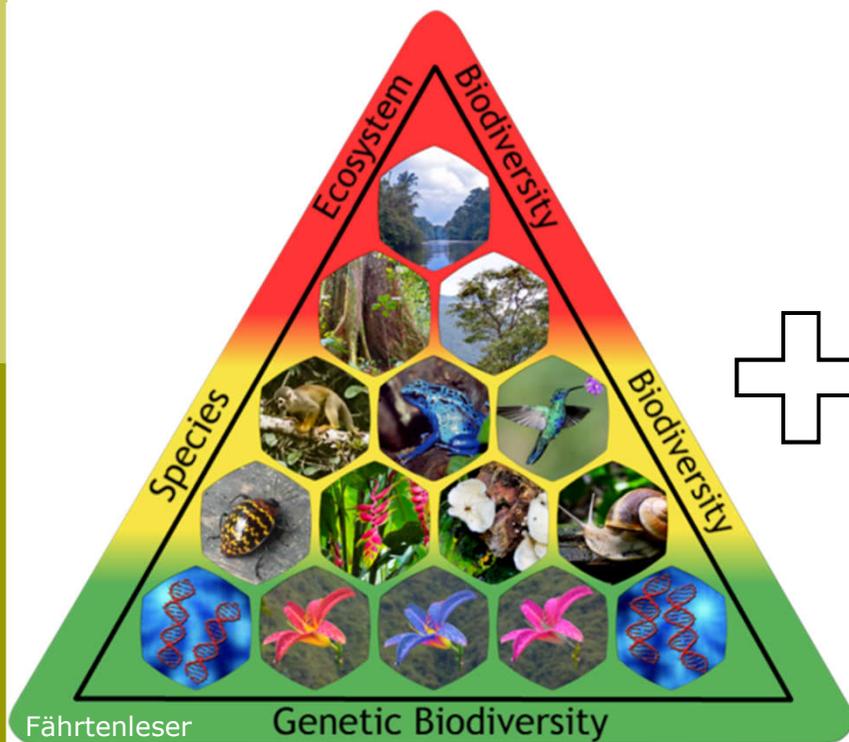
Populations

Péter Sabol

Objectiver les changements de la biodiversité

□ Indicateurs de biodiversité

- Indicateur = résumé d'une information complexe qui permet à différents acteurs de dialoguer



Martin Grandjean

Indicateurs

...
...
...
...
...

NB : « Variables essentielles de biodiversité »

Enjeux associés aux indicateurs

Exigences scientifiques et sociales

Représentativité

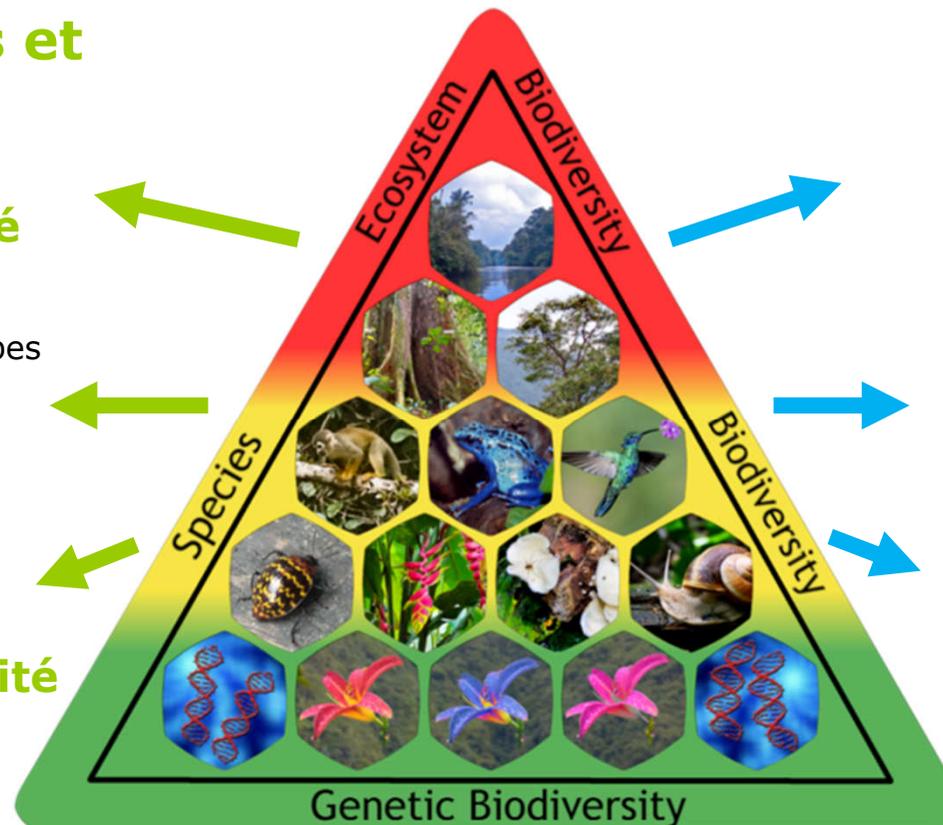
- Choix des systèmes écologiques (écosystèmes, groupes taxonomiques...)
- Espace/temps

Robustesse

- Fiabilité et précision
- Sensibilité

Compréhensibilité

- Appropriation



Choix méthodologiques

Données

Quantité, résolution et distrib. taxonomique, spatiale-temporelle
Opportunistes vs. standardisées

Métriques

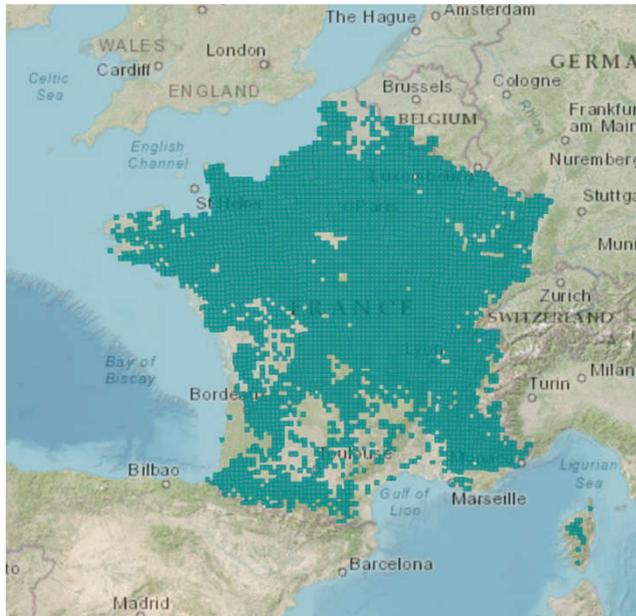
Abondance
Diversité

Méthodes d'analyse

Agrégation, pondération ...

Les données disponibles pour caractériser les changements

- Données d'occurrence
 - Présence d'une espèce



Gui blanc, *Viscum album*, données <https://inpn.mnhn.fr>

- Souvent opportunistes
 - Associées aux collections



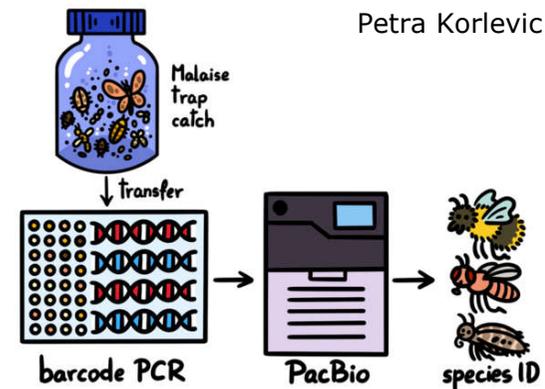
- Mais aussi observations naturalistes

Développements technologiques pour le suivi de la biodiversité

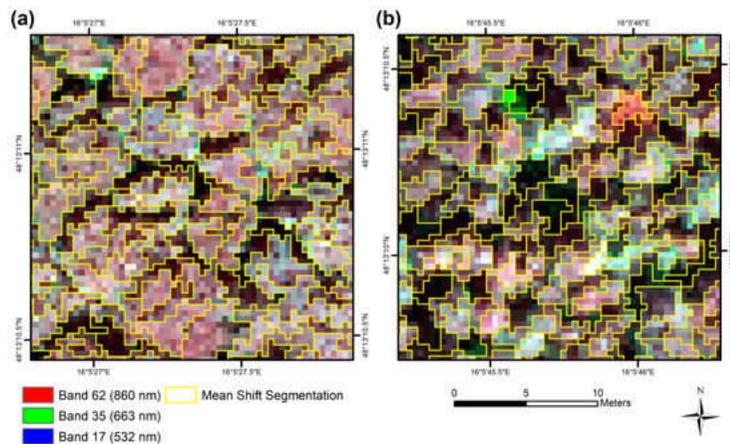
- Identification automatique d'espèces par image ou son



- "Code-barre" ADN

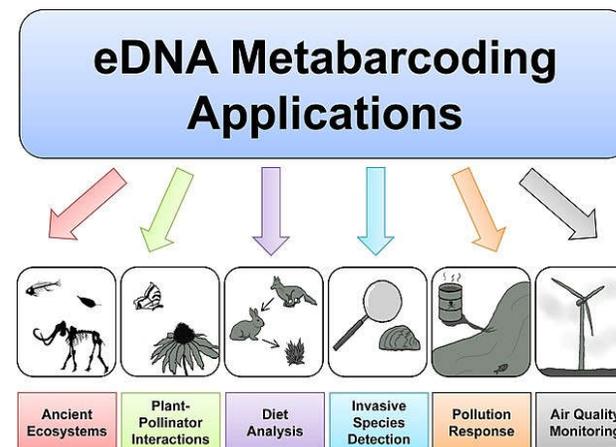


- Téledétection



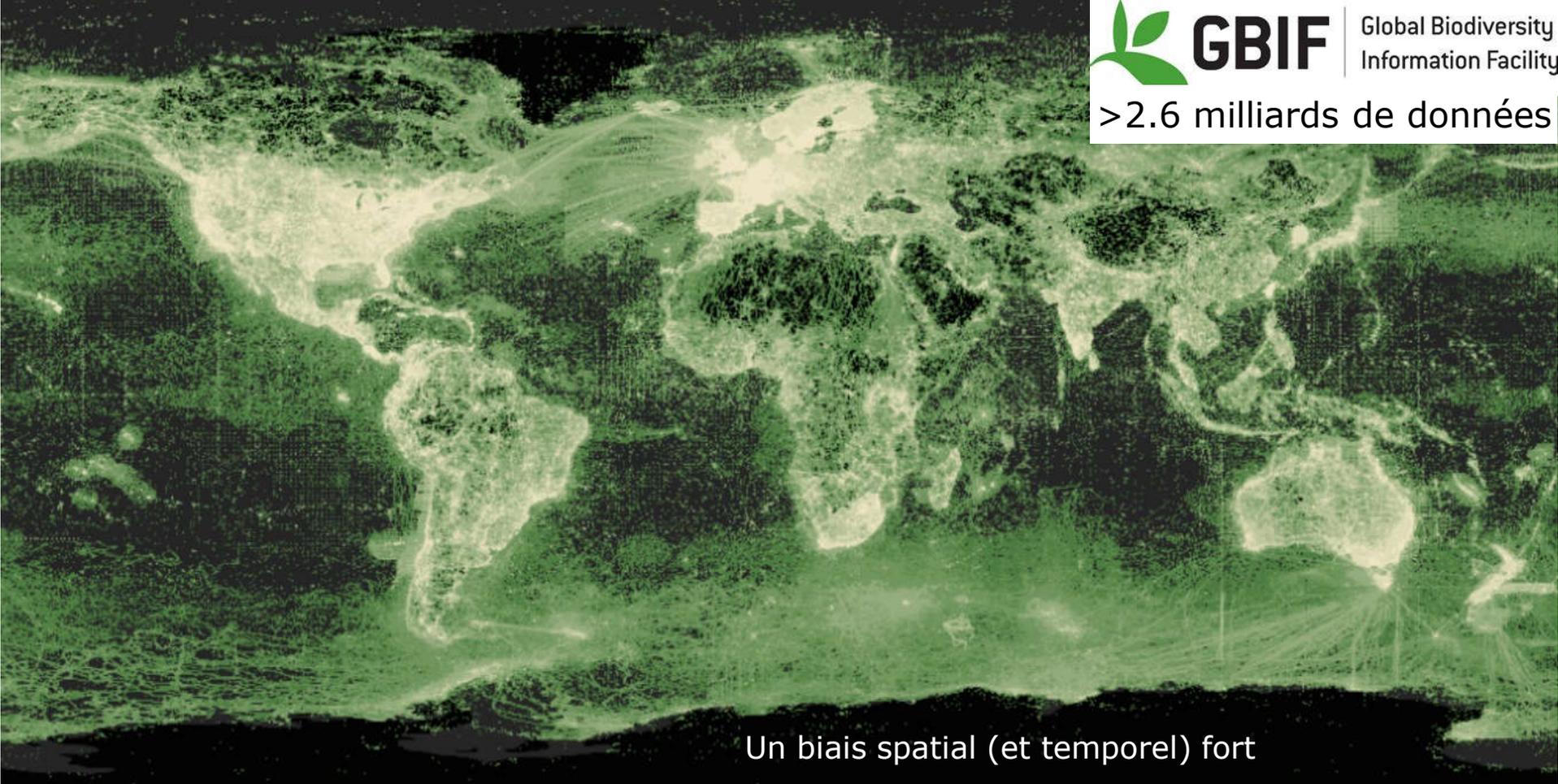
Maschler et al. 2018

- ADN environnemental



Krista M. Ruppert, Richard J. Kline and Md Saydur Rahman

Le Global Biodiversity Information Facility, une source de données volumineuse mais biaisée

A world map where landmasses are shaded in various intensities of green and yellow. The shading is not uniform, with some areas (like North America and Europe) appearing much brighter and more detailed than others (like South America and Africa), illustrating a spatial bias in data collection.

 **GBIF** | Global Biodiversity Information Facility
>2.6 milliards de données

Un biais spatial (et temporel) fort

En France : inpn.mnhn.fr
www.pndb.fr

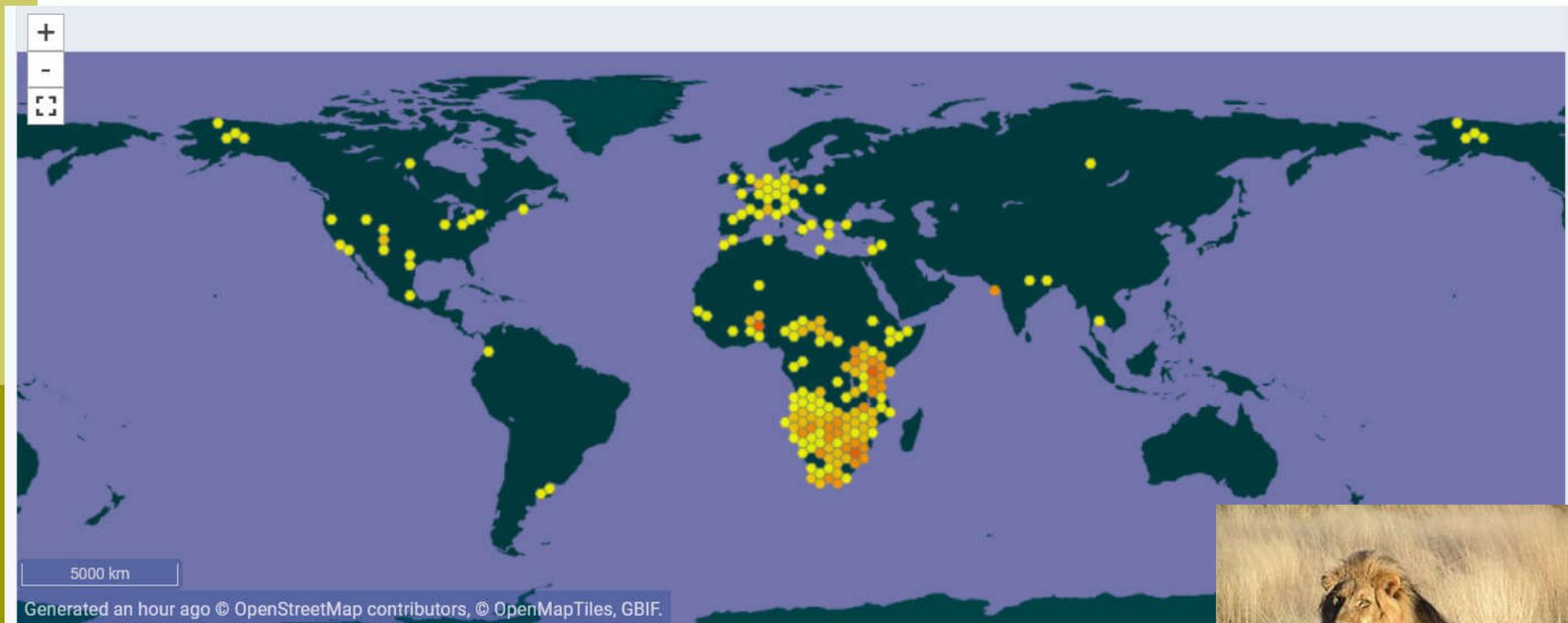
INPN Inventaire National du Patrimoine Naturel

PNDDB Pôle National de Données de Biodiversité

Informations sur la distribution des espèces

- A-t-elle changé au cours du temps ?

Panthera leo, le lion



- Extinctions globales
- Extinctions locales

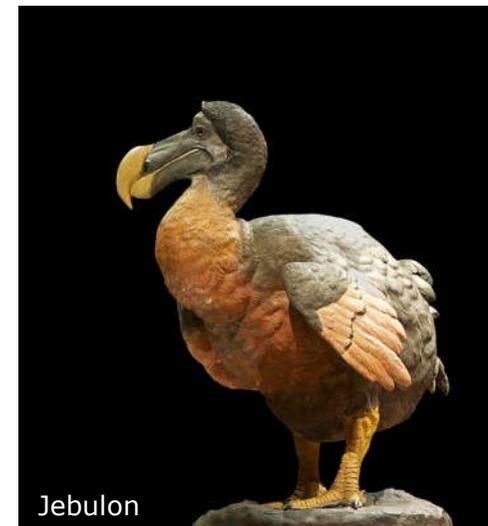
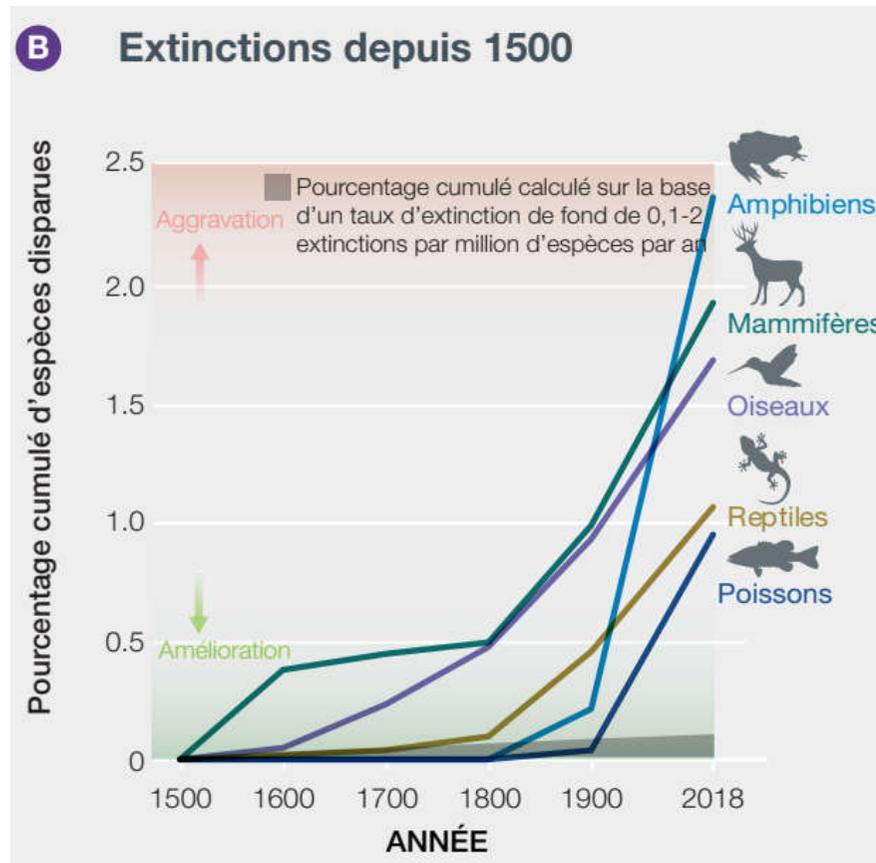


Extinctions d'espèces

□ Rapport IPBES 2019

□ Australie : 23 des 24 genres de vertébrés >45 kg en 10 000 ans

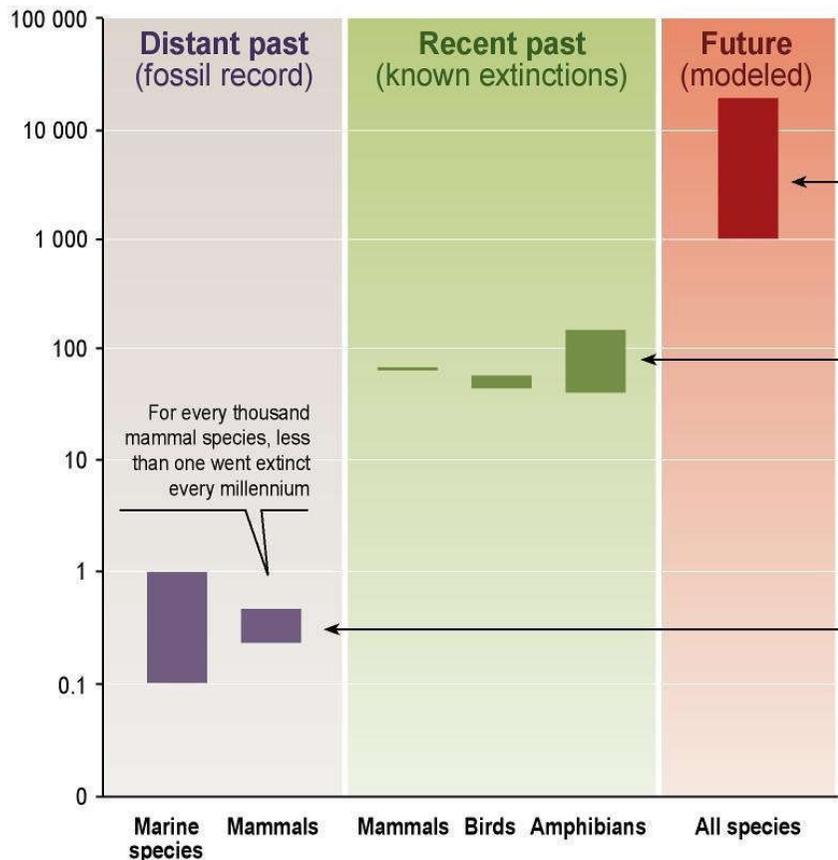
□ Îles océaniques : 2 000 espèces d'oiseaux en 30 000 ans (la moitié endémiques)



Extinctions d'espèces

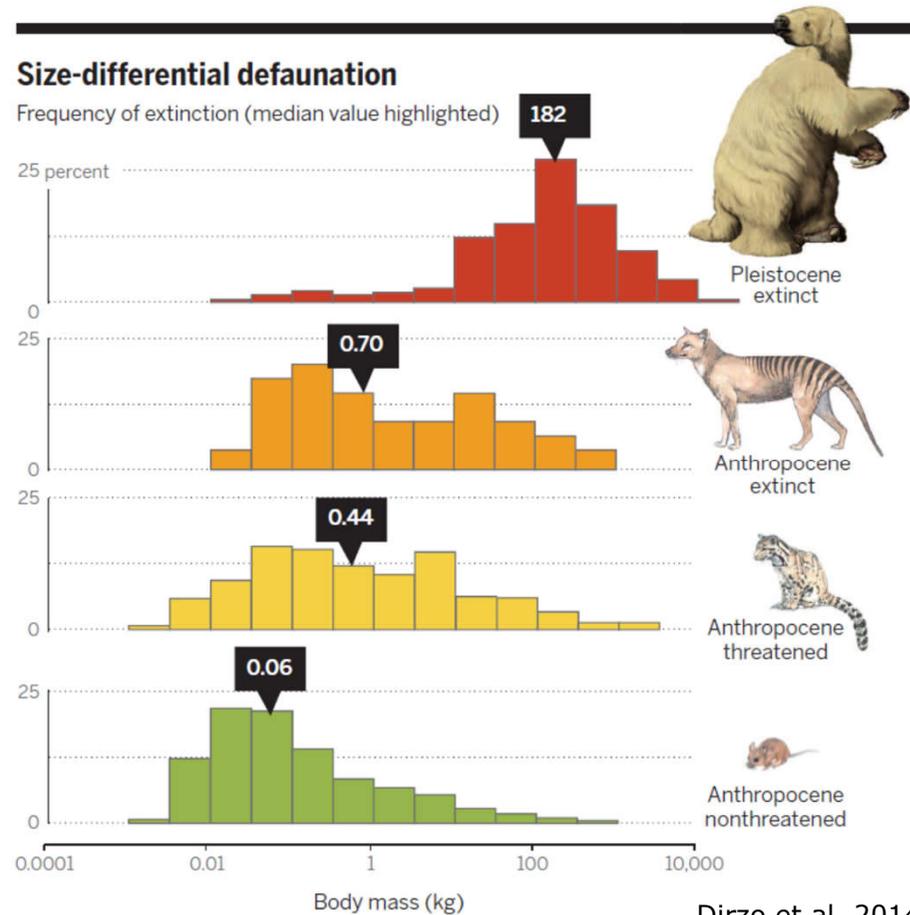
- Taux d'extinction actuels 10 à 100 fois le taux de base

Extinctions per thousand species per millennium



Source: Millennium Ecosystem Assessment

- Extinctions dépendent de la taille des organismes



Dirzo et al. 2014

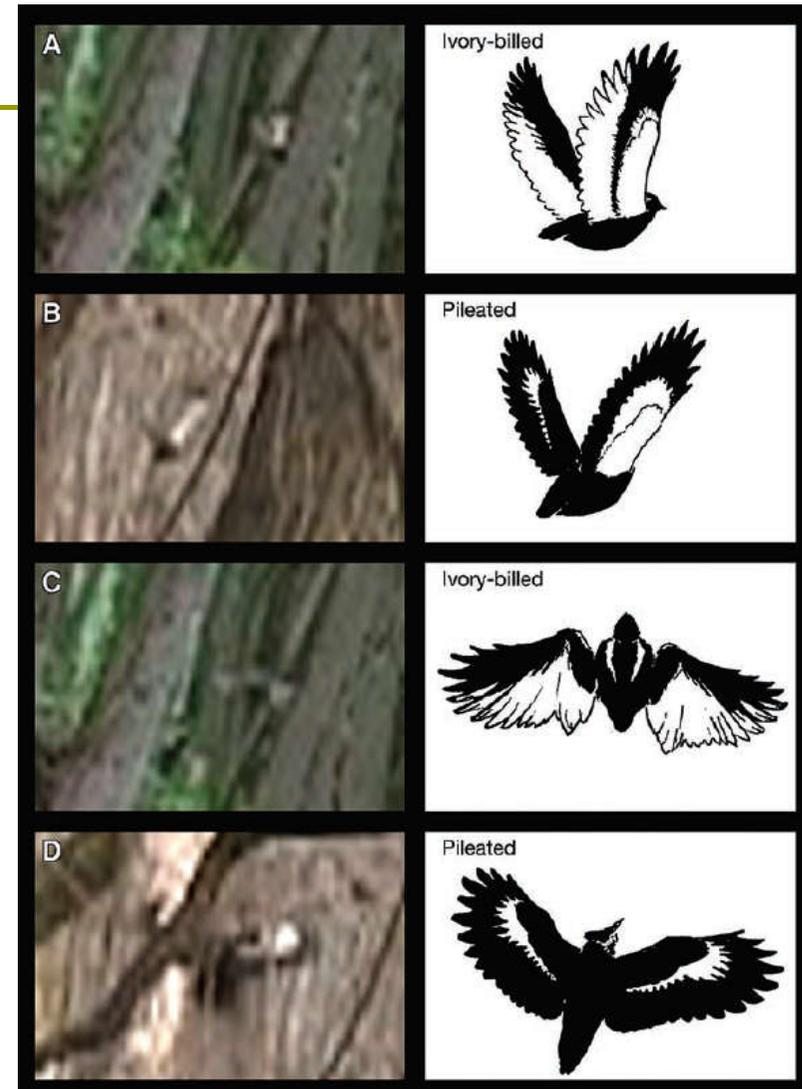
De la difficulté de détecter une extinction

- Exemple : pic à bec d'ivoire (Etats-Unis)
 - Eteint dans la nature dans les années 40 ?



Photographie (coloriée) de 1935

- Une observation (vidéo) en 2004
- Confusion possible avec le grand pic
- De nombreuses recherches depuis : Rien!



Observation d'un possible pic à bec d'ivoire ?

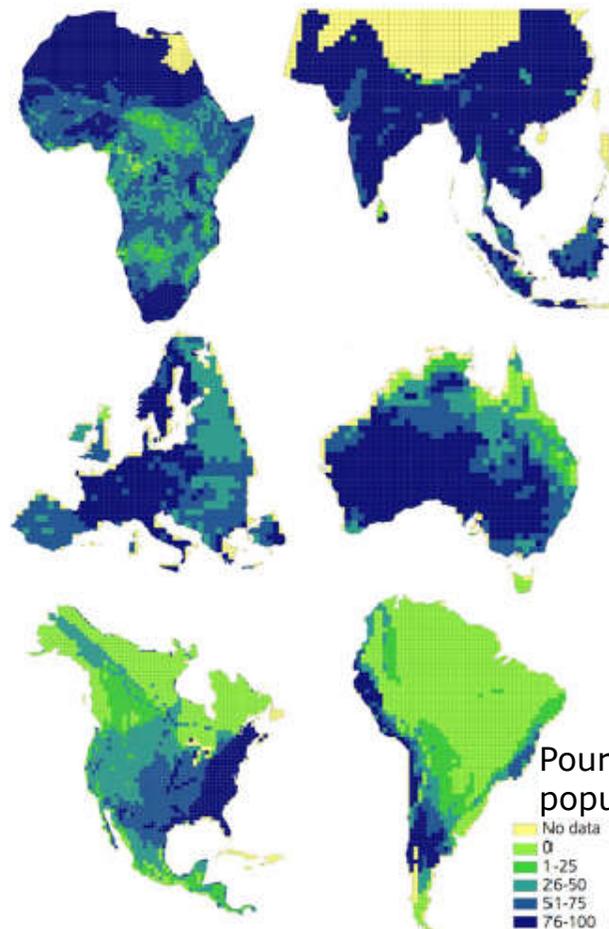


Extinctions locales

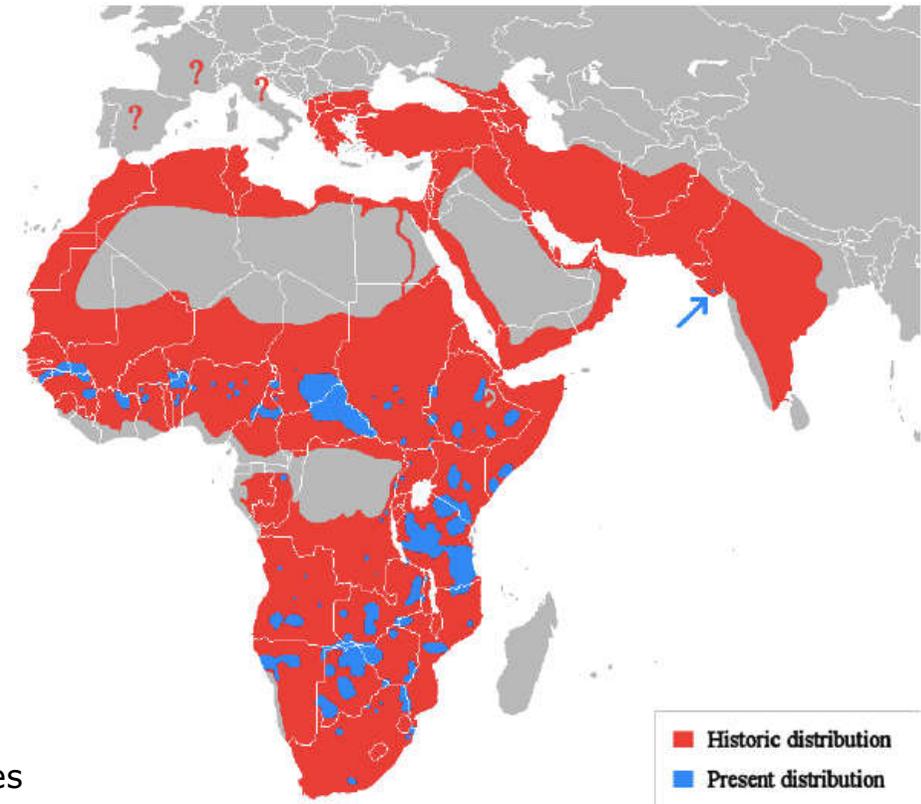


- Analyse sur 177 mammifères

- Un exemple frappant : le lion (*Panthera leo*)

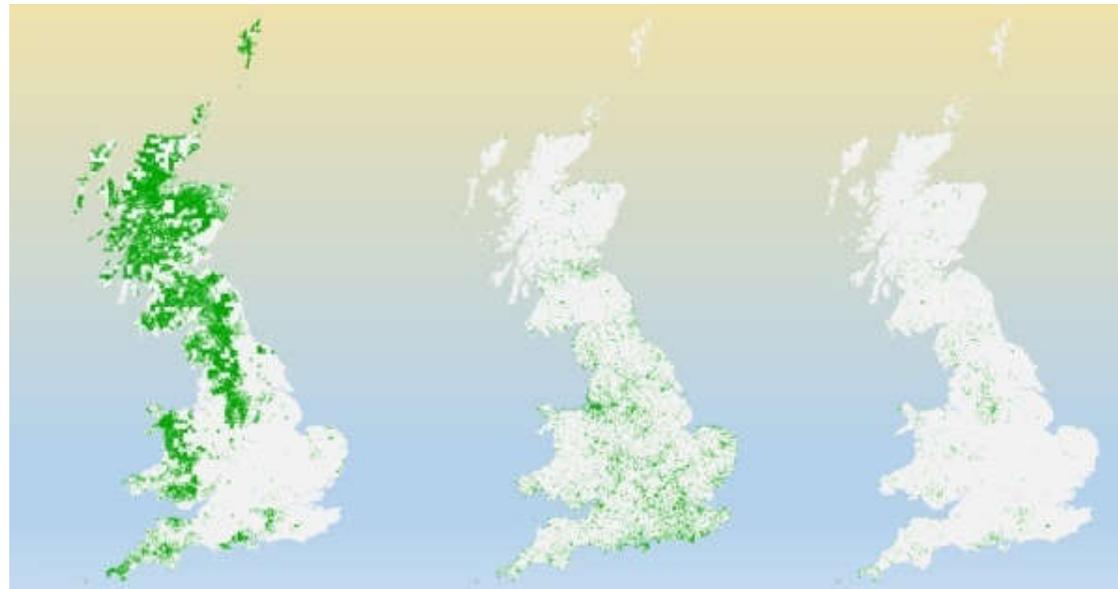


Pourcentage de populations éteintes



Limites des données opportunistes

- ❑ Pas de « plan d'échantillonnage »
- ❑ Exemple : *Calluna vulgaris*, en Grande-Bretagne



Distribution réelle

19 419 sites
Distribution des observatrices et observateurs

Sites où la callune a été observée



- Occurrence estimée aussi mal qu'avec 48 sites au hasard
- Mais estimation très précise

ROBITT: A tool for assessing the risk-of-bias in studies of temporal trends in ecology

Robin J. Boyd¹ | Gary D. Powney¹ | Fiona Burns² | Alain Danet³ | François Duchenne⁴ | Matthew J. Grainger⁵ | Susan G. Jarvis⁶ | Gabrielle Martin⁷ | Erlend B. Nilsen^{5,8} | Emmanuelle Porcher³ | Gavin B. Stewart⁹ | Oliver J. Wilson¹⁰ | Oliver L. Pescott¹

⇒ Nécessité de déclarer, et de corriger, les biais

Limites des données d'occurrence



- Peu sensibles pour détecter les changements
 - Exemple : bruant jaune, *Emberiza citrinella*, en Grande-Bretagne

Données de présence

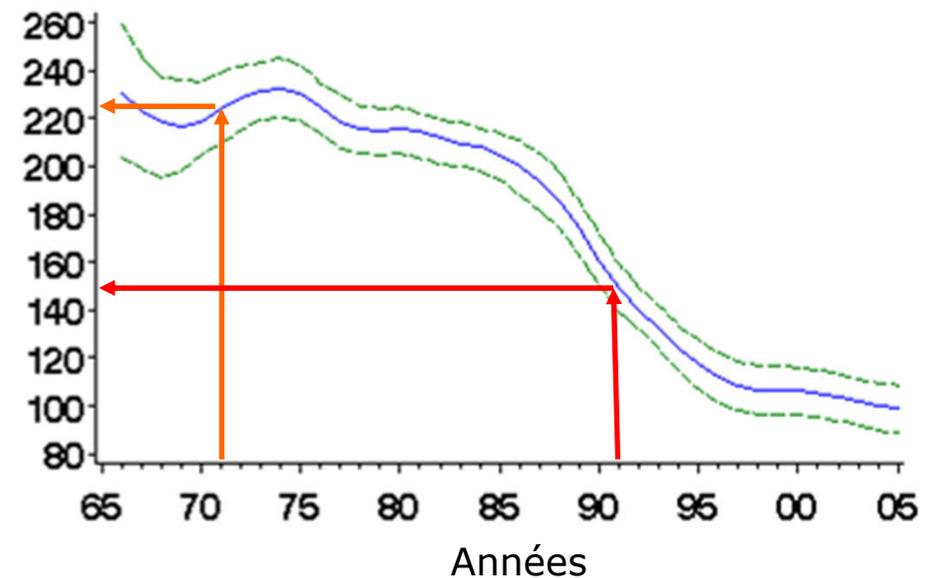
1968-1971



1988-1991



Données d'abondance



Comment mesurer l'abondance ?

□ Abondance absolue

- Capture-Marquage-Recapture



$$\hat{N} = \frac{n_1 n_2}{m}$$

- Marquage génétique

- Collecte non destructrice
- Ex : sous-population d'ours des Pyrénées (*Ursus arctos arctos*)



Dfrancou

1 jeune, 3 mâles, une femelle, pas de chevauchement de territoire mâles-femelle

Taberlet et al.1997

□ Abondance relative

- Indices d'abondance

Combien d'oiseaux en 5 minutes ?



Dara Miles Wilson

Combien de plantes dans 1 m² ?



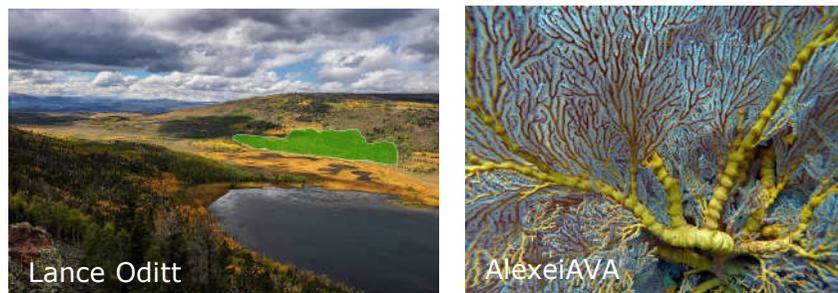
Abondance / biomasse

□ Nombre d'individus

- Simple pour les organismes unitaires



- Plus compliqué pour les organismes modulaires

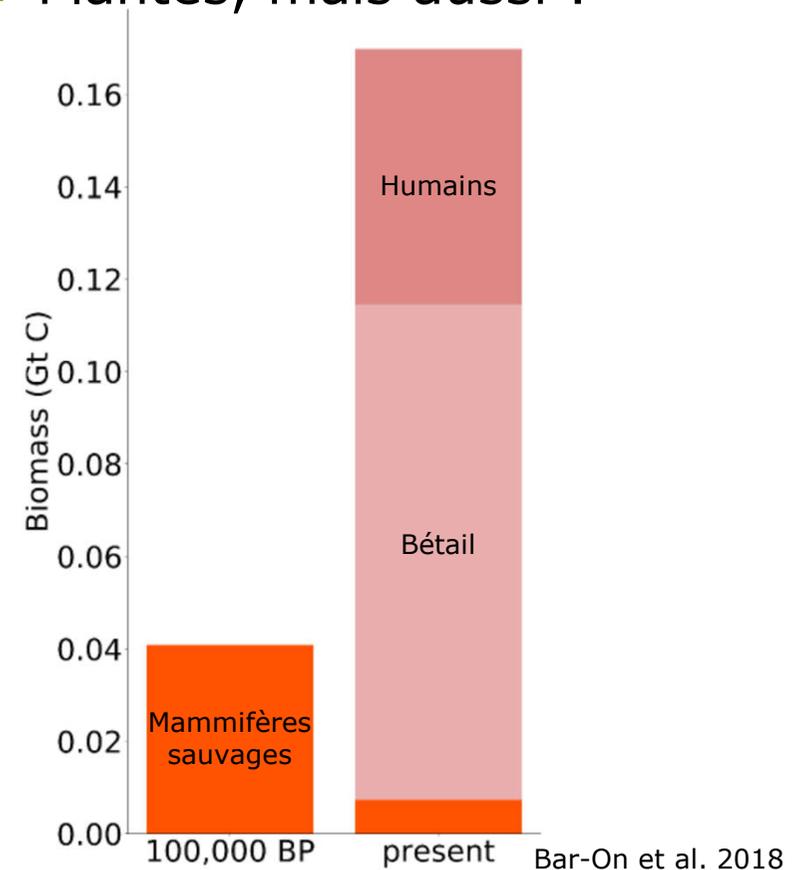


Plantes à reproduction clonale

Certains animaux

□ Recouvrement – biomasse

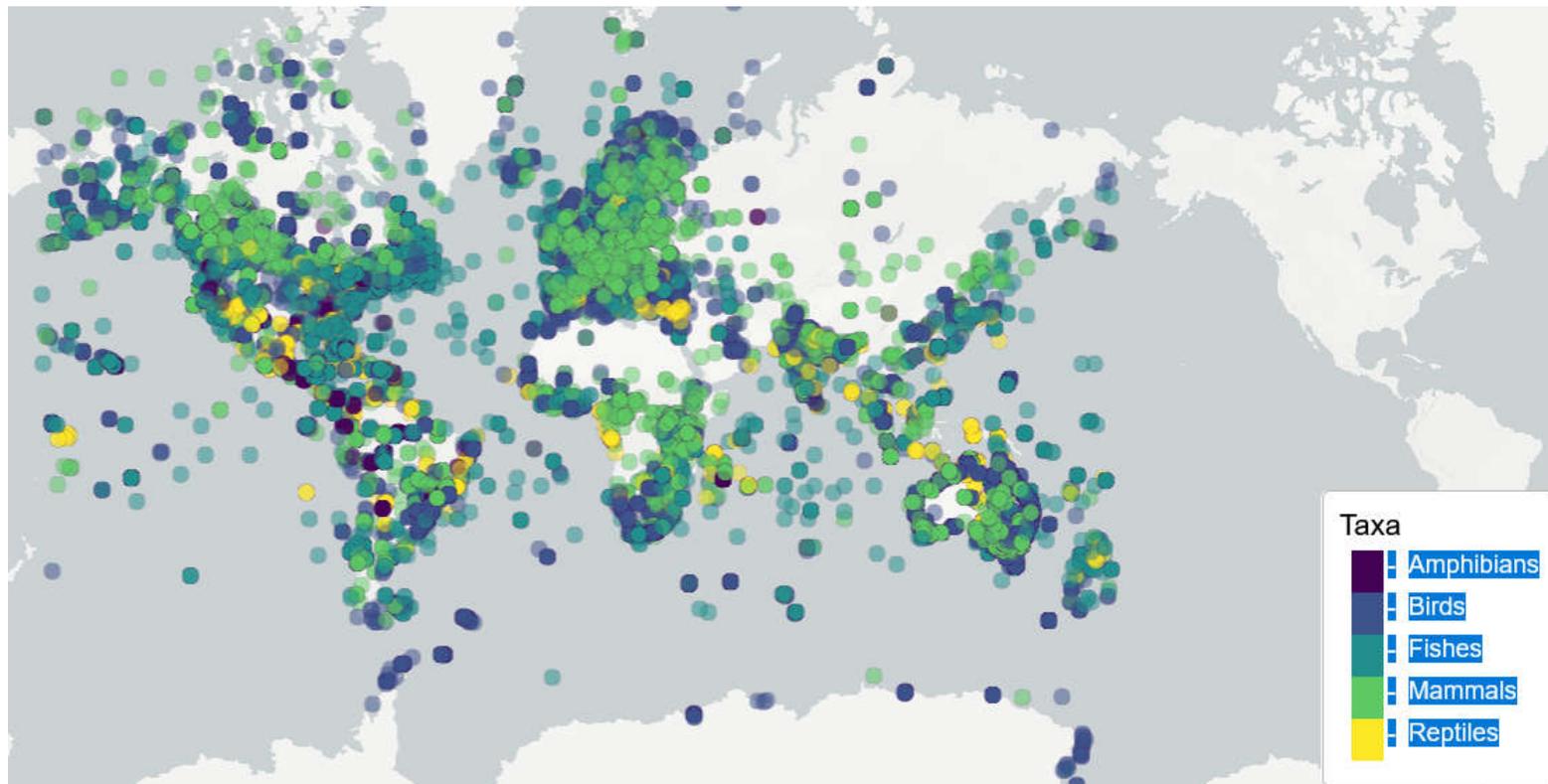
- Plantes, mais aussi :



Indice « Planète vivante »



- 3706 espèces de vertébrés (14152 populations)
 - Suivies pour certaines depuis 1970
 - Mammifères, oiseaux, amphibiens, reptiles, poissons



Indice « Planète vivante »



LE FIGARO mercredi 1^{er} octobre 2014

SCIENCES

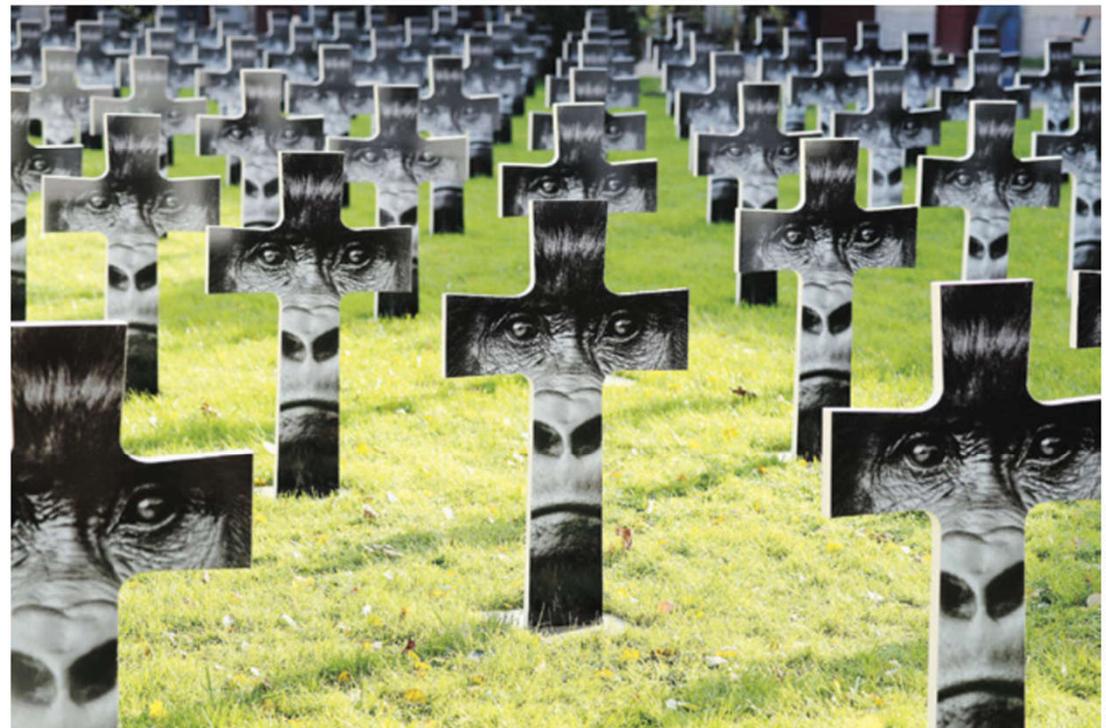
Moitié moins d'animaux sauvages en quarante ans

Selon un rapport du WWF et de la Société zoologique de Londres, les populations de vertébrés se sont effondrées depuis 1970.

MARC CHERKI [@mcherki](#)

ENVIRONNEMENT Le constat est alarmant, mais il faut raison garder. En quarante ans, entre 1970 et 2010, la moitié

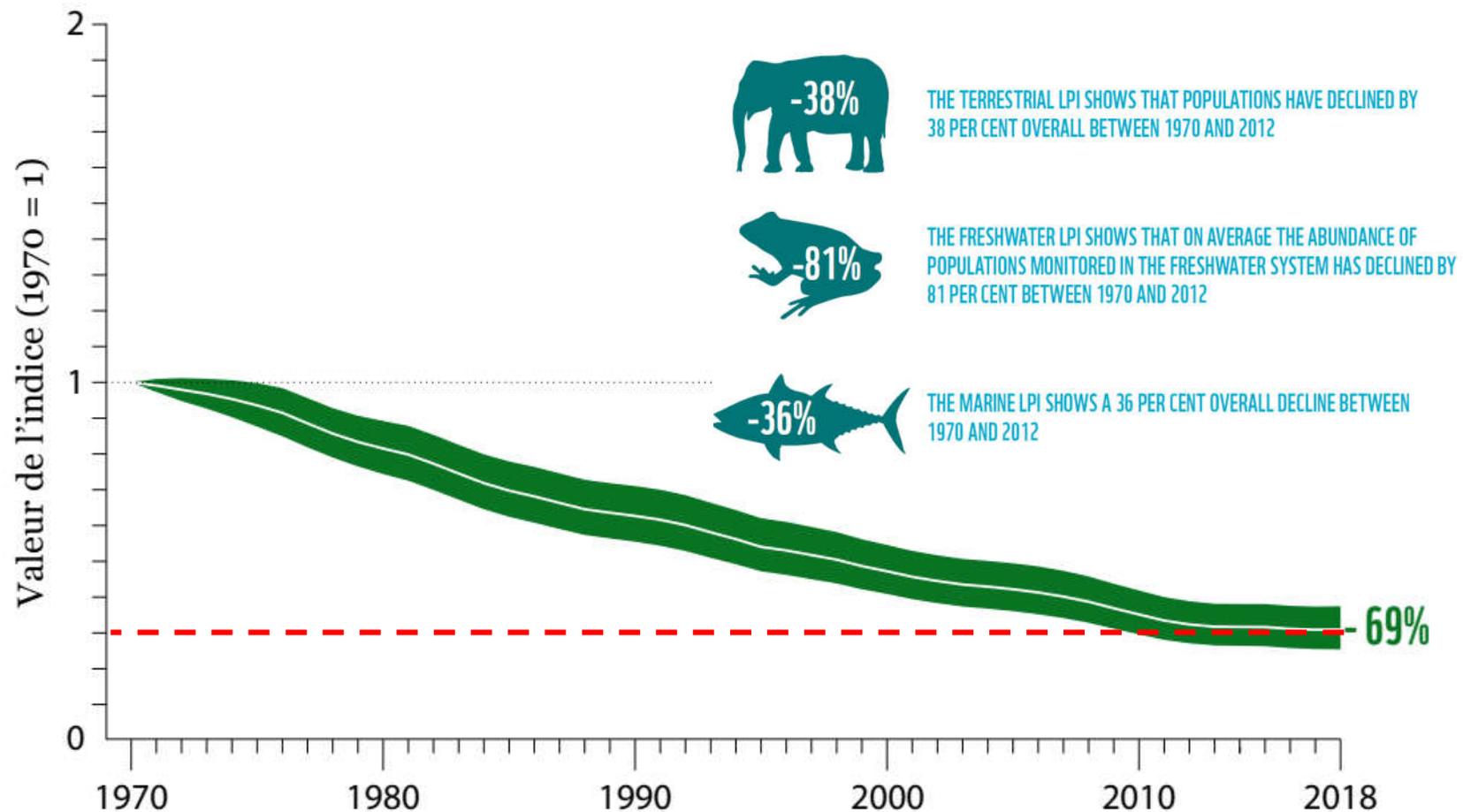
donne tout de même une tendance significative sur une diminution nette des populations de vertébrés dans le monde», confirme Claude Miaud, chercheur au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive de Montpellier, qui a contribué à



Installation de Gilles Martin, intitulée 2027: *Mémoires d'un dos argenté*, présentée au festival de la photo animalière de Montier-en-Der.

Indice « Planète vivante »

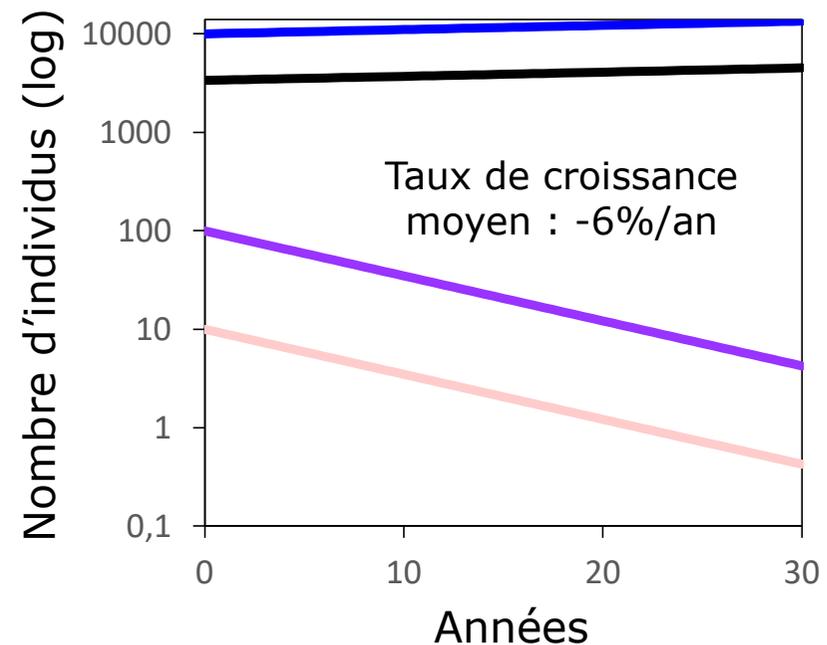
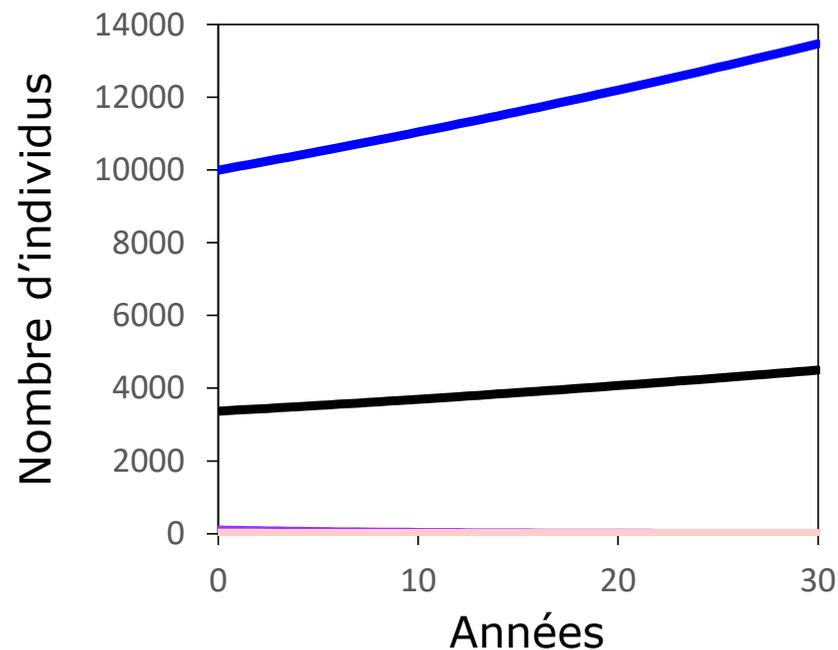
- Diminution de la taille des populations de 69% en moyenne



Méthode de calcul pour agréger des abondances entre espèces

- Exemple simple : trois espèces
 - L'espèce la plus abondante domine l'ensemble
 - ⇒ Comparaison des taux de croissance

- **Espèce 1** : 10 000 individus, +1%/an
- **Espèce 2** : 100 individus, -10%/an
- **Espèce 3** : 10 individus, -10%/an
- **Abondance moyenne**



Indice « Planète vivante »



LE FIGARO mercredi 1^{er} octobre 2014

SCIENCES

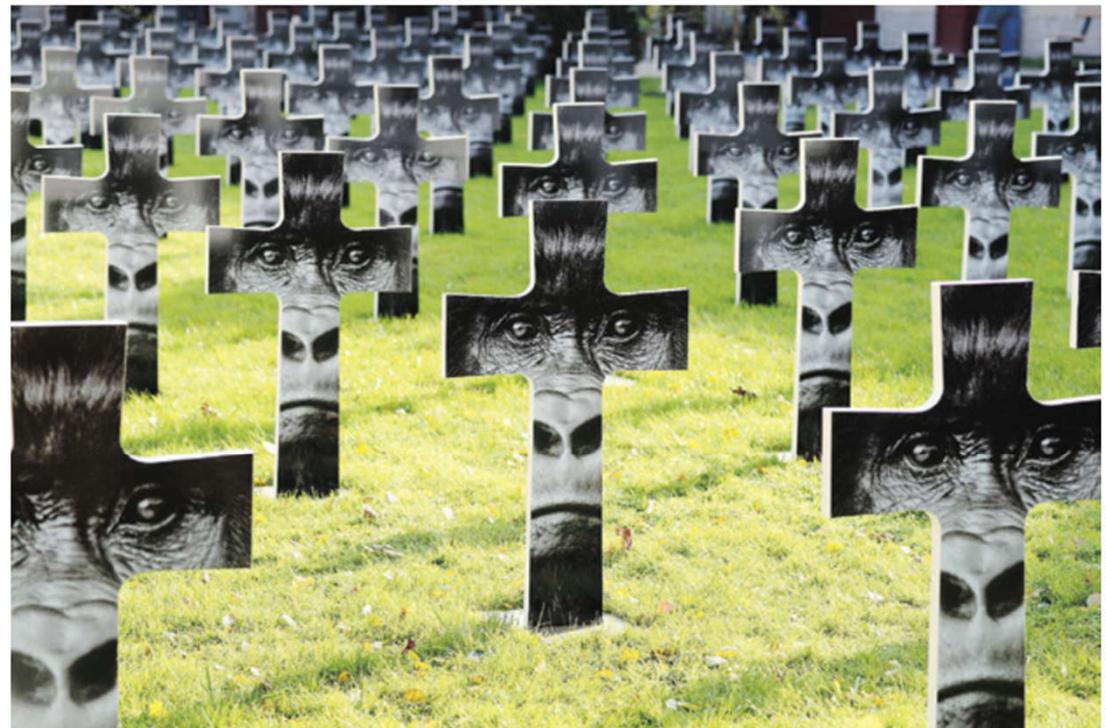
Moitié moins d'animaux sauvages en quarante ans

Selon un rapport du WWF et de la Société zoologique de Londres, les populations de vertébrés se sont effondrées depuis 1970.

MARC CHERKI [@mcherki](#)

ENVIRONNEMENT Le constat est alarmant, mais il faut raison garder. En quarante ans, entre 1970 et 2010, la moitié

donne tout de même une tendance significative sur une diminution nette des populations de vertébrés dans le monde», confirme Claude Miaud, chercheur au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive de Montpellier, qui a contribué à



Installation de Gilles Martin, intitulée 2027: *Mémoires d'un dos argenté*, présentée au festival de la photo animalière de Montier-en-Der.

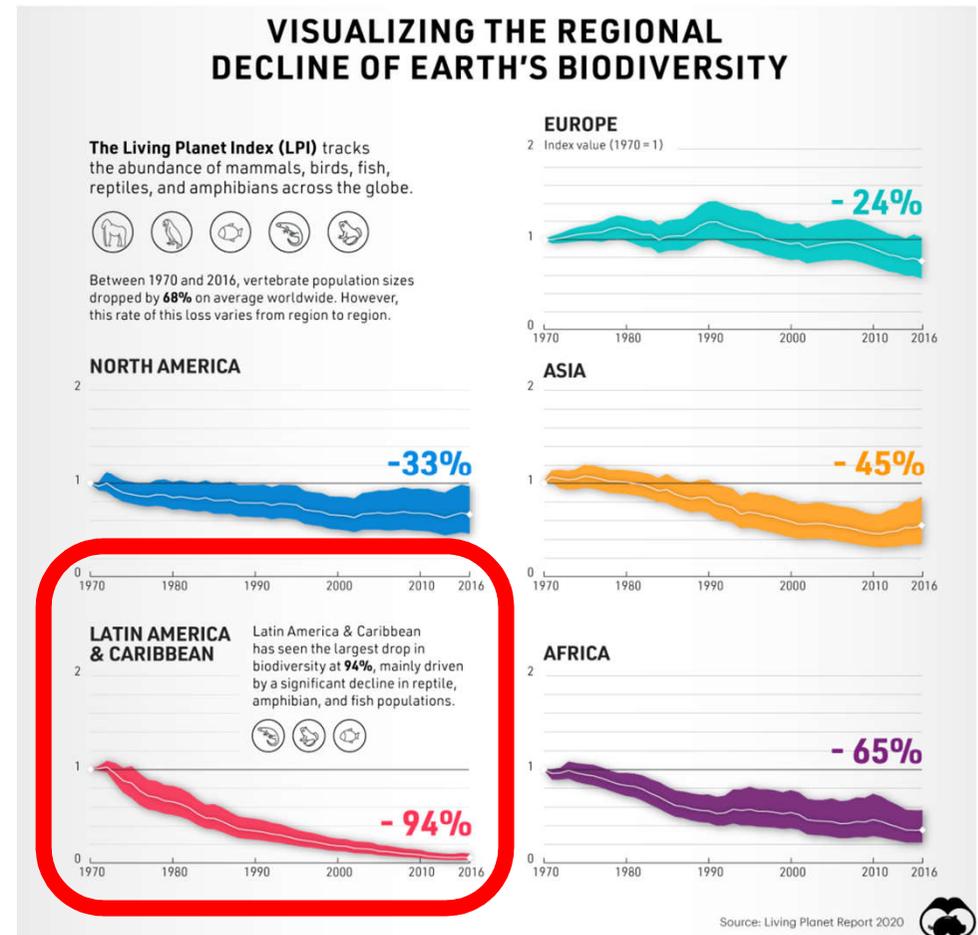
Agrégation des abondances à partir de la moyenne des taux de croissance

□ Avantages

- Les espèces abondantes ont le mêmes poids que les espèces rares
- Une espèce multipliée par deux compense parfaitement une espèce divisée par deux

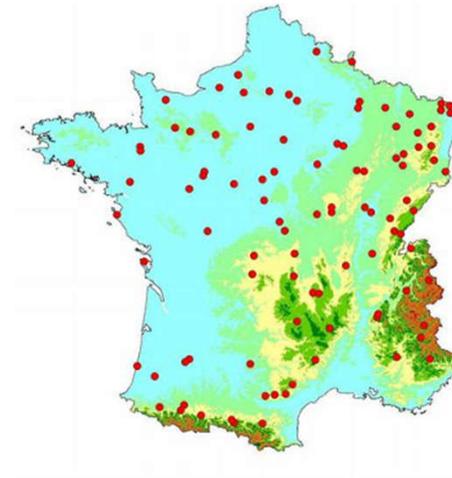
□ Inconvénient

- Sensibilité aux toutes petites population et aux populations les plus en déclin

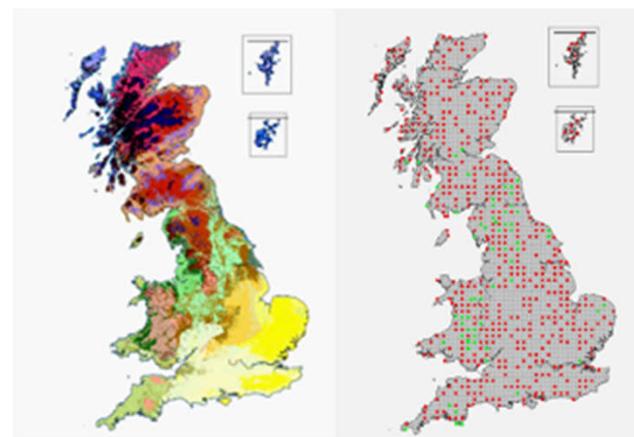


Nécessité d'observatoires de la biodiversité

- ❑ Observant au maximum toutes les espèces
- ❑ Avec un plan d'échantillonnage et des méthodes standardisées
- ❑ Informant sur les abondances des espèces
- ❑ Permettant des comparaisons dans l'espace et dans le temps



Réseau National de suivi à long terme des ÉCOsystèmes FOREstiers (Renecofor)
102 sites - 1992



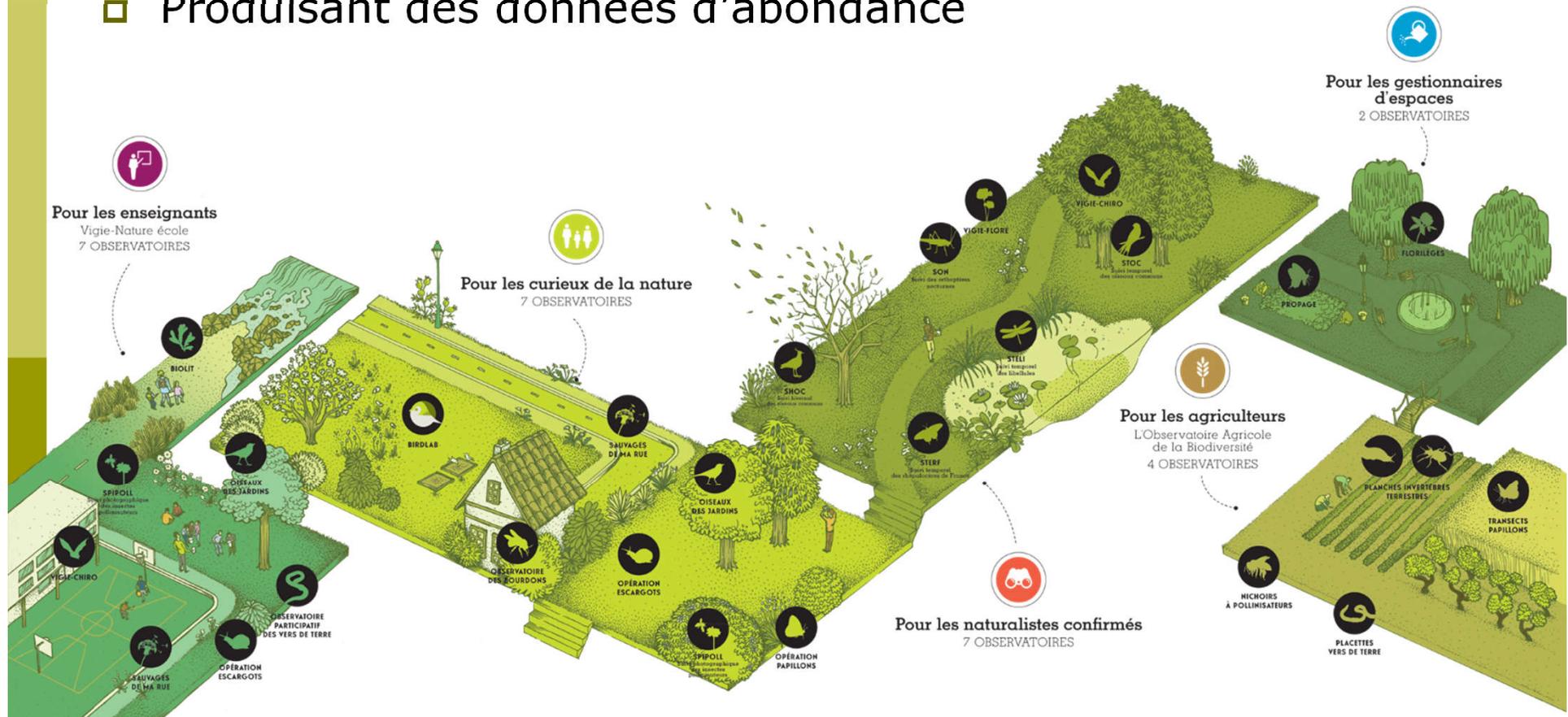
Countryside Survey (Grande-Bretagne)
569 sites
1978

Observatoires participatifs de la biodiversité

VIGIE NATURE



- ❑ Observations non destructives
- ❑ Avec un protocole et (souvent) un plan d'échantillonnage
- ❑ Produisant des données d'abondance



Un débat sur la qualité des données

SPIPOLL



1 JE CHOISIS UNE
PLANTE EN FLEUR



2 JE PHOTOGRAPHE TOUS
LES INSECTES SE POSANT
SUR SES FLEURS



3 CHEZ MOI, JE TRIE
ET RECADRE MES
PHOTOS



4 J'IDENTIFIE LES
INSECTES



5 JE POSTE MES
PHOTOS SUR
LE SITE



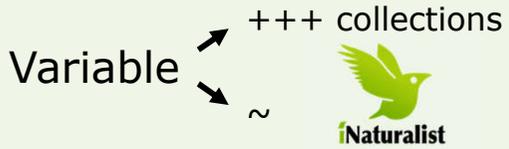
6 JE COMMENTE ET
PARTICIPE À LA
VALIDATION DES
IDENTIFICATIONS

Spipoll « *qui ne peut produire aucune information utile ni sur la diversité des espèces, ni sur la richesse des communautés, ni sur la conservation. [Ce programme] ne peut mener rapidement qu'à une grande déception du public, dès lors qu' [il] est dès le début mal accueilli par la communauté scientifique et associative et qu'aucun résultat tangible ne peut en être espéré* »

[XXXX, Lettre ouverte au président du MNHN 2011]

Qualité des données pour suivre les changements de biodiversité

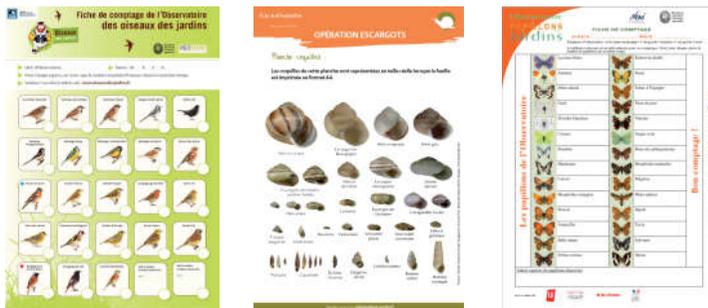
- Qu'est-ce qui fait la qualité d'une donnée ?

Critères	Données naturalistes opportunistes	Données d'observatoires
Plan d'échantillonnage	Non	+++
Protocole (comparabilité)	Non	+++
Données d'abondance	Parfois	Souvent
Précision de l'identification	Variable 	Variable, mais améliorable

Comment améliorer la qualité des données dans les suivis participatifs ?

□ Protocole

- Dégradation taxonomique / Nombre d'espèces réduit / Guide d'identification



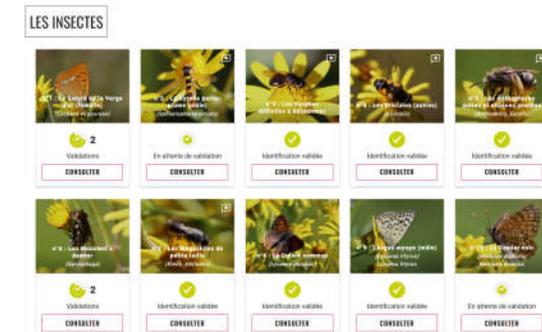
□ Apprentissage

- Expérience / formations

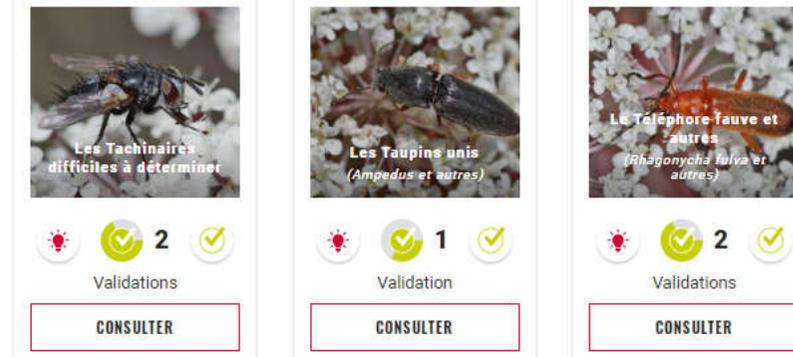


□ Force du collectif

- Données visibles et commentaires ⇨ imitation



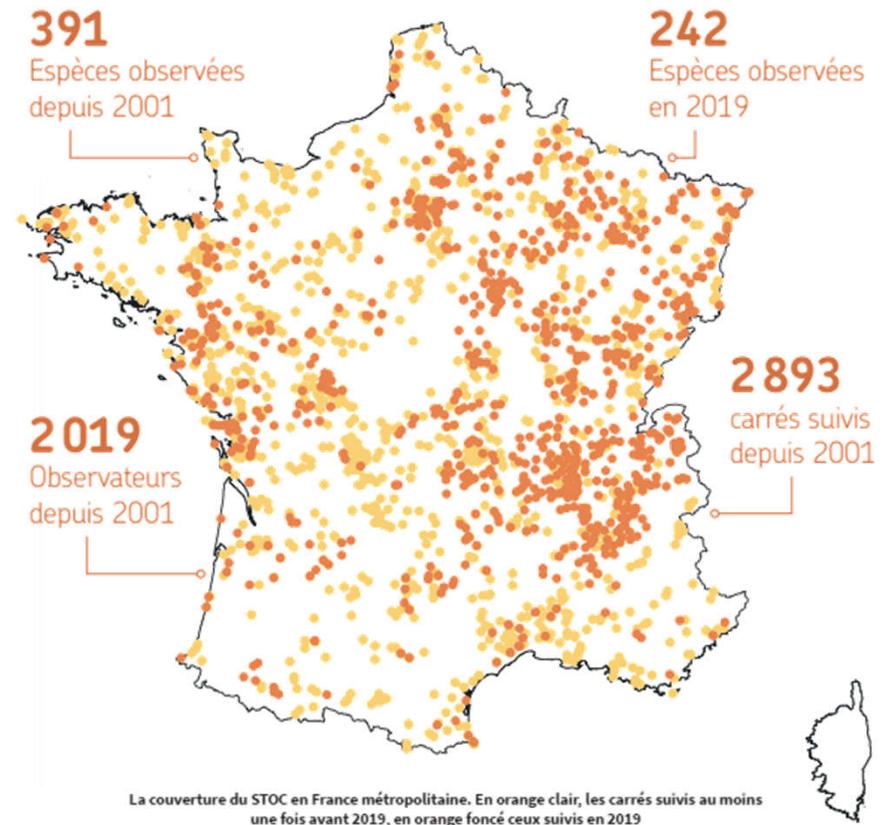
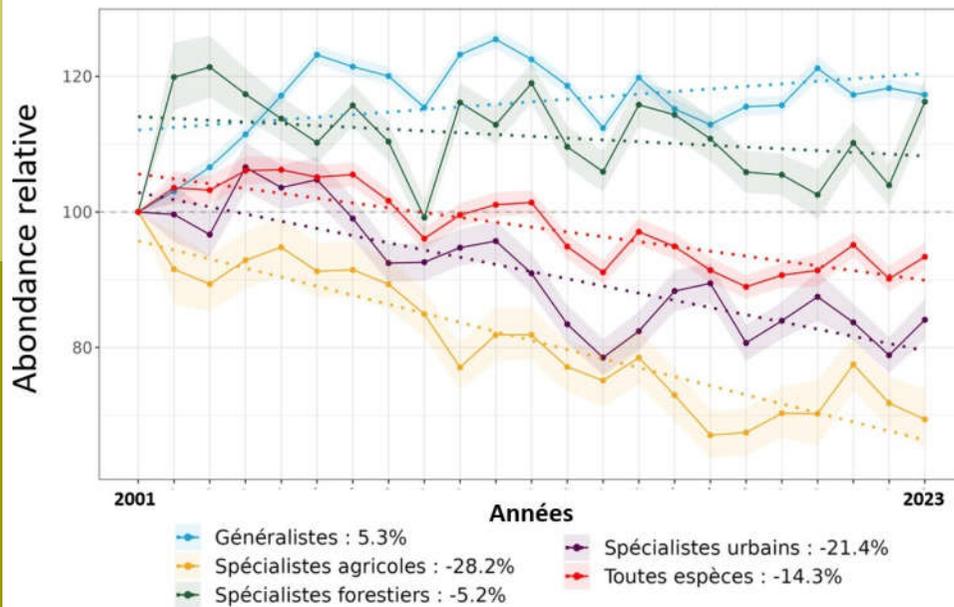
■ Validation collaborative



Exemple du suivi temporel des oiseaux communs (STOC)

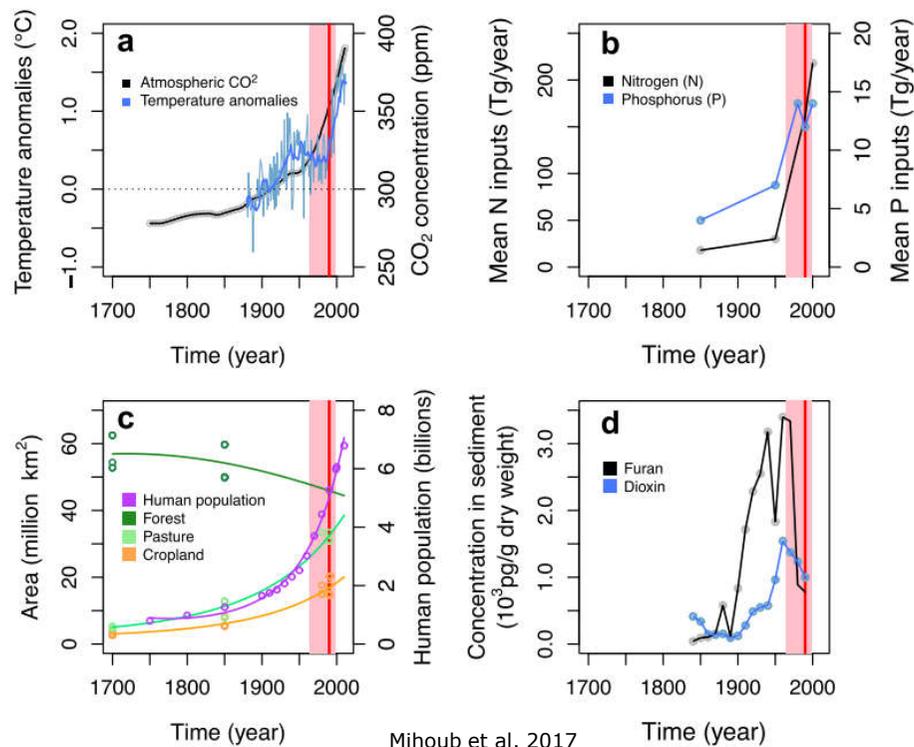


- L'approche multi-espèces confirme une diminution en moyenne des populations



Le problème d'« amnésie environnementale » ou « Shifting baseline syndrome »

- ❑ Constat : mémoire collective à court terme
- ❑ Quel état de référence ?



- ❑ Suivis de la biodiversité « fossile »
 - Exemple : coraux au Australie
 - ❑ Datation de la mortalité à l'Uranium/Thorium



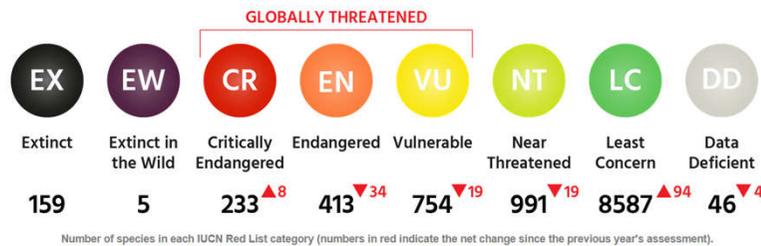
- Résultats
 - ❑ Mortalité antérieure aux premiers suivis
 - ❑ Communautés de coraux actuelles très différentes de celles avant impacts

⇒ Changements observés actuellement = **une sous-estimation des changements totaux**

Indicateur « Liste rouge des espèces menacées »



- Classification en catégories de menaces



- Critères :

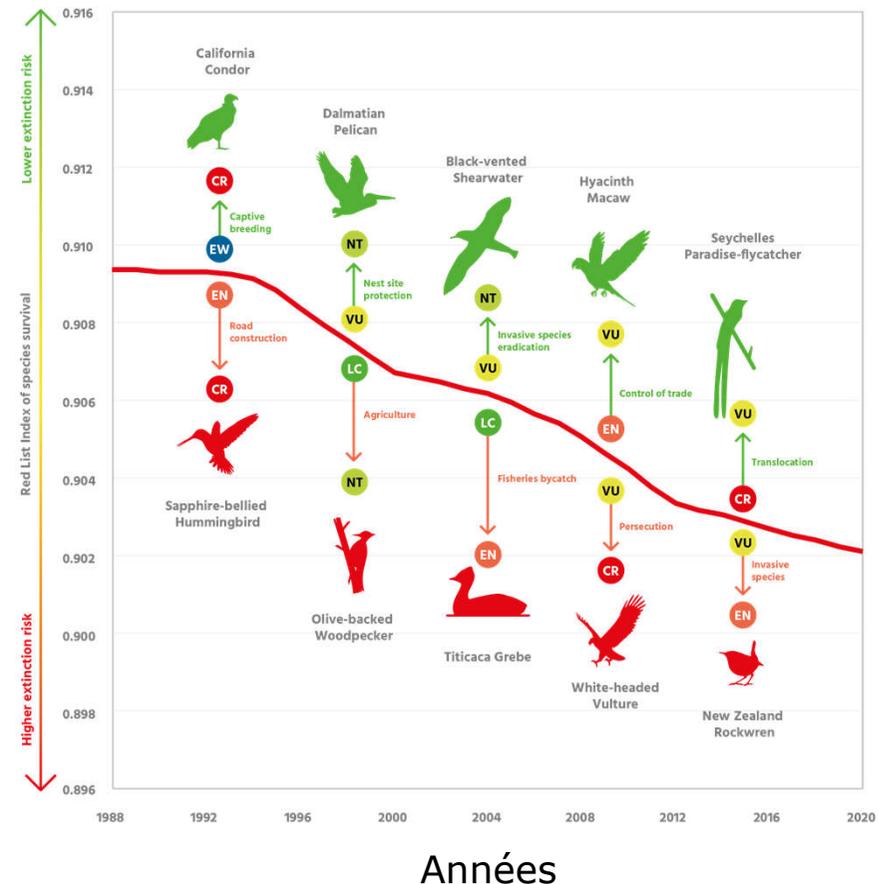
- Aire de distribution
- Abondance
- Nombre d'espèces



Vison d'Europe
Mustela lutreola

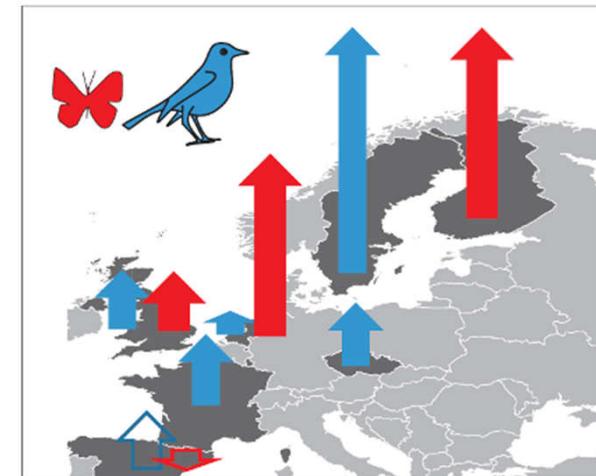
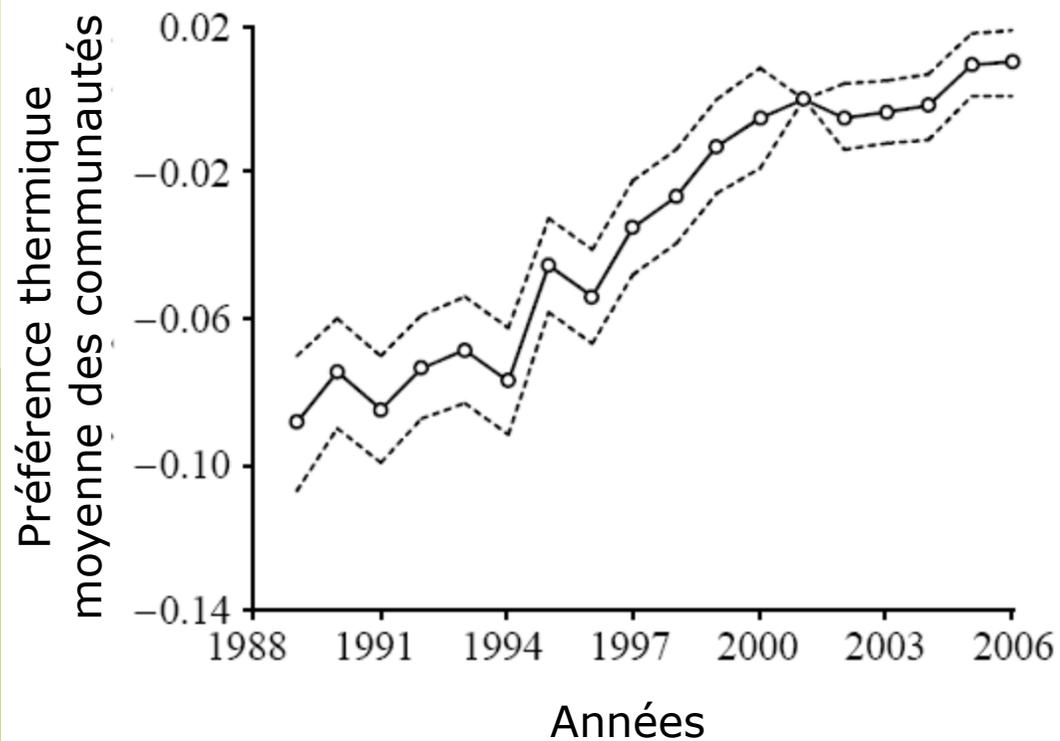


Bouquetin ibérique
Capra pyrenaica



Changement de composition des communautés

- ❑ Changements des caractéristiques moyennes (« traits »)
- ❑ Permettant d'identifier les mécanismes en jeu



Changement de composition des communautés

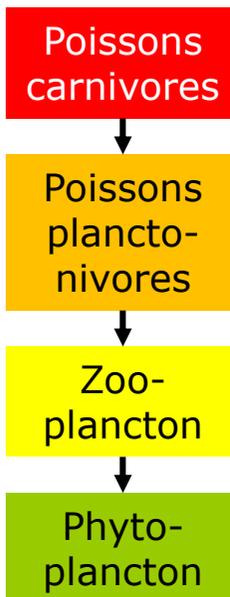
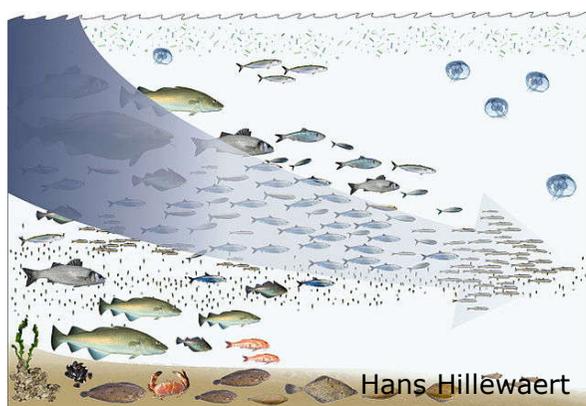
- Anticiper les conséquences des changements
 - Changements d'interactions écologiques



Changements de biodiversité : modifications au-delà des espèces

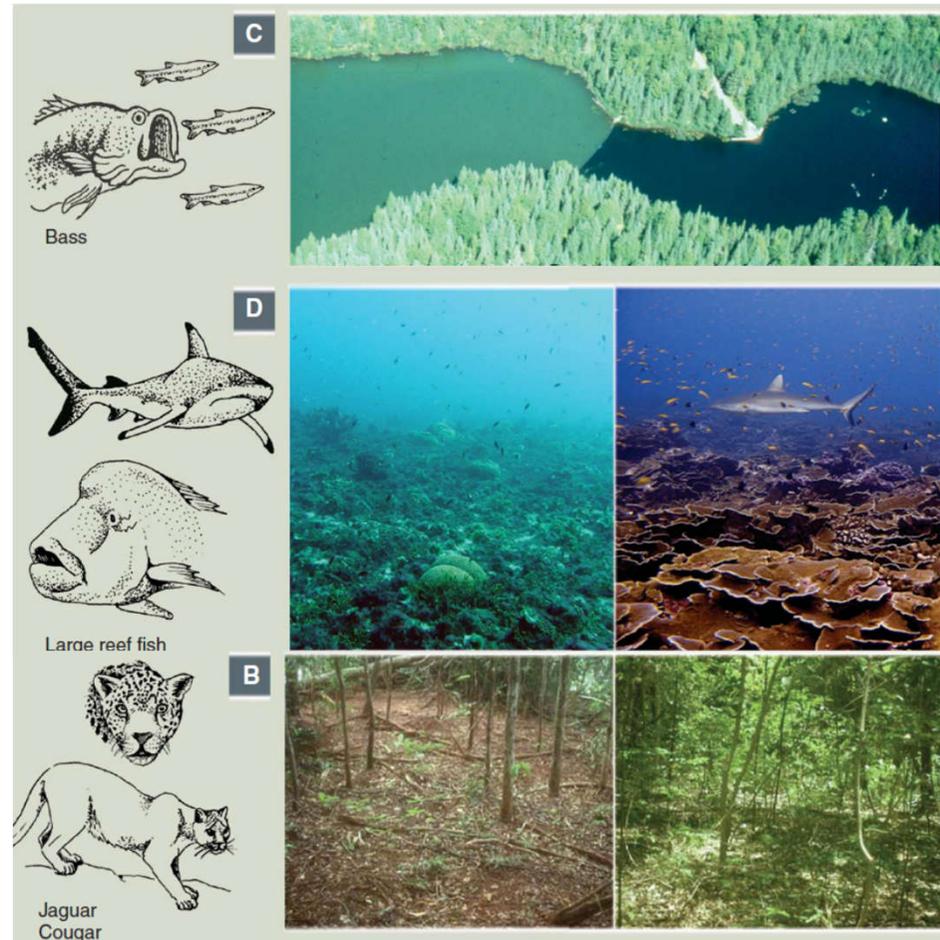
Modification des communautés

- Espèces affectées différemment selon leur niveau trophique, leur spécialisation écologique, etc...



Basculement d'écosystèmes

Consommateur Absent Présent

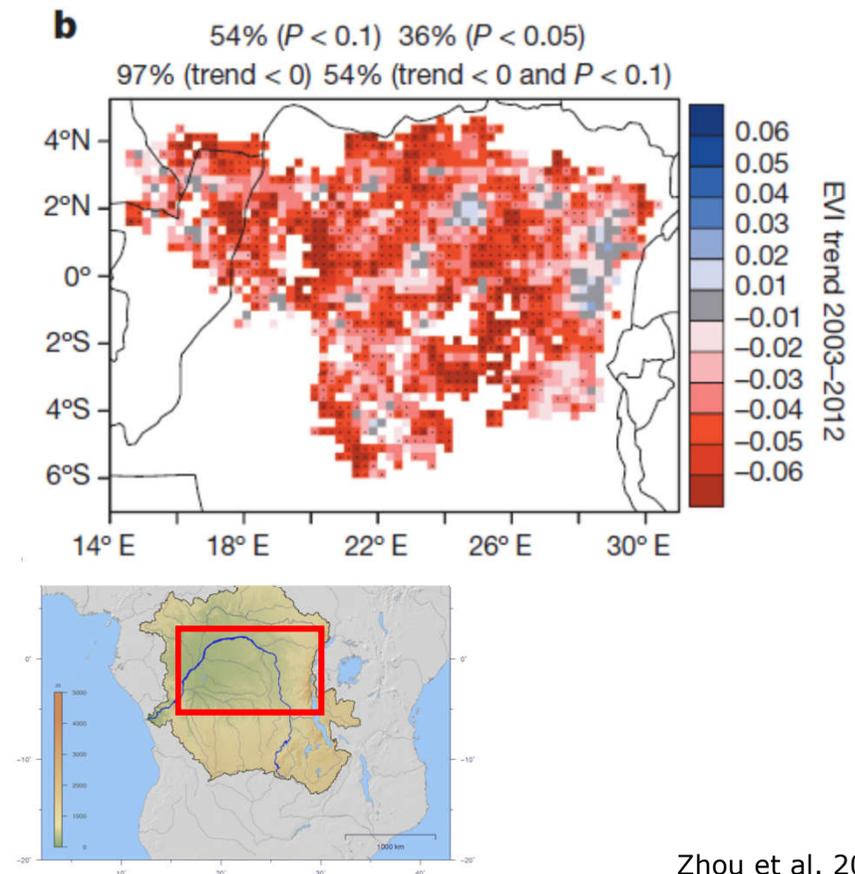


Changements de fonction des écosystèmes

□ Eutrophisation



□ Diminution de la “verdure” des forêts, bassin du Congo

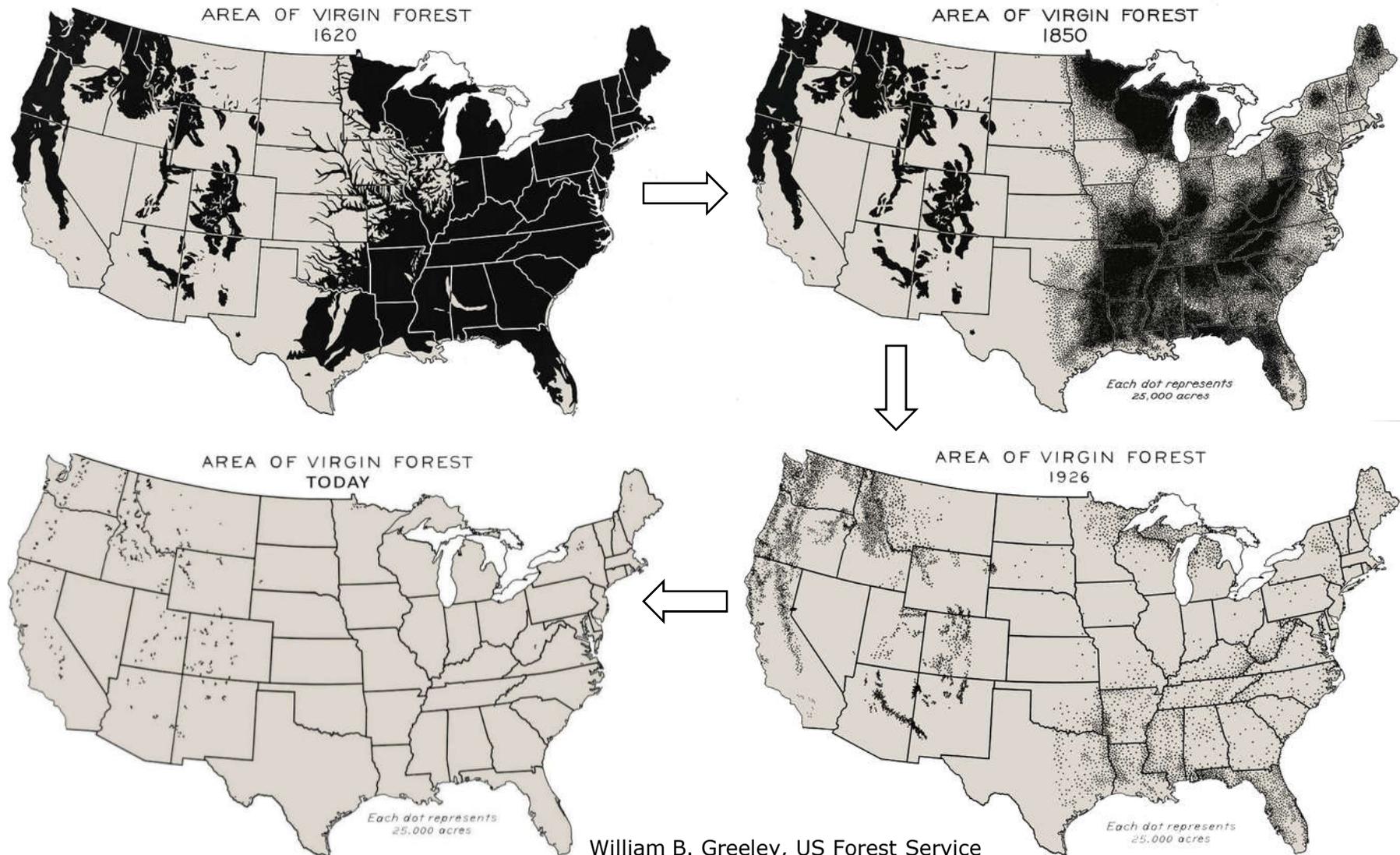


Transformation des paysages



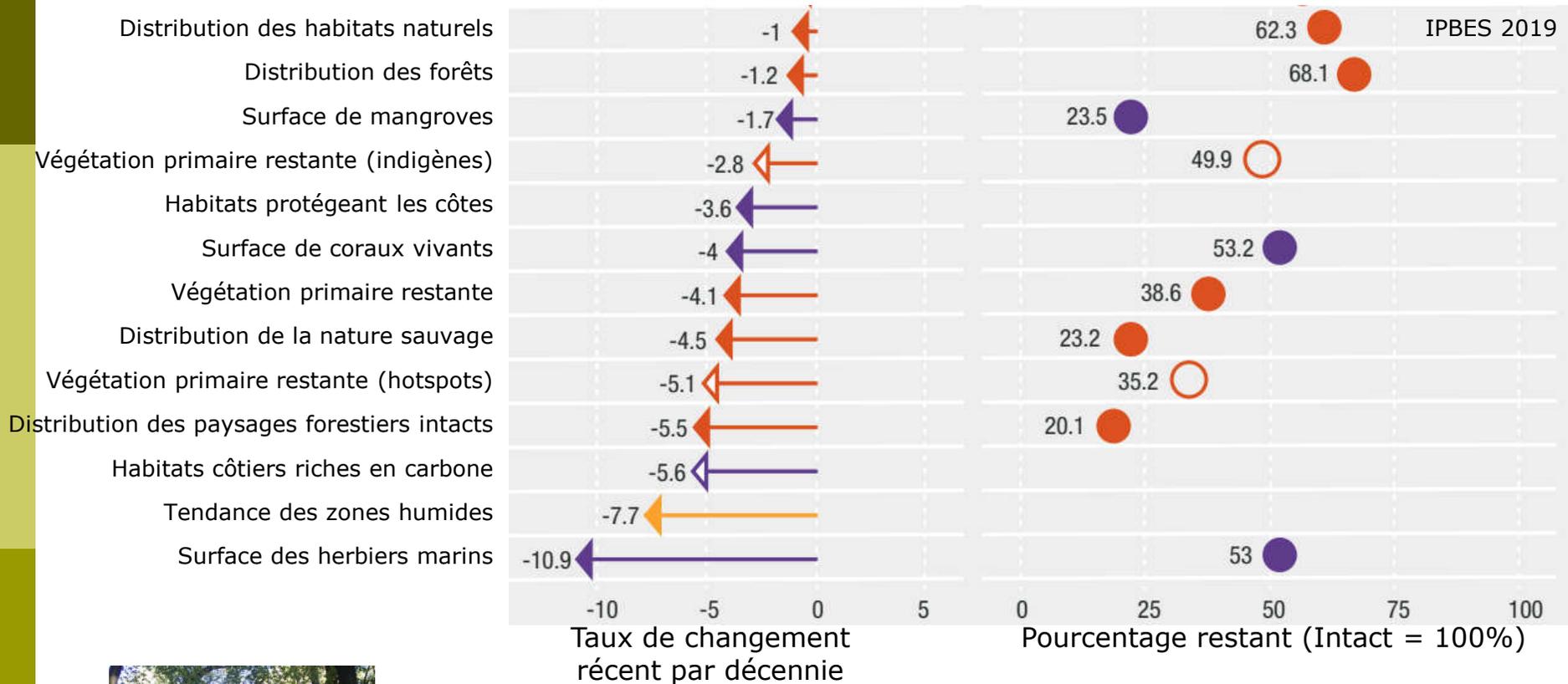
Destruction d'écosystèmes / de biomes

Forêt tempérée en Amérique du Nord



William B. Greeley, US Forest Service

Destructions d'écosystèmes / biomes



Moonwalker74

Forêts - **30 %**
(Disparition 25 pays)



A. Savin

Zones humides
- **50 %** depuis 1900



Toby Hudson

Récifs coralliens
46 % disparus



Armusaofficial

Mangroves
- **75 %**

Conclusions

- ❑ Des changements majeurs de la biodiversité sont en cours
 - A tous les niveaux d'organisation
 - Bien connus surtout pour les animaux vertébrés

- ❑ Qu'en est-il pour les plantes et les pollinisateurs ?

