

Enjeux du Vivant

Quelle(s) implication(s) pour le numérique ?

Guillaume Beslon

3IF – Ressources, Enjeux du Vivant, Energie – REVE

INSA-Lyon, Département informatique

Ce document est disponible (ainsi que plusieurs des ressources citées dans le cours) sur la plate-forme Moodle :

<https://moodle.insa-lyon.fr/course/view.php?id=8384>

(mais vous irez le chercher plus tard, stay focused!)

Qu'est ce que la biodiversité ?



<https://www.conservation-nature.fr/biodiversite/>

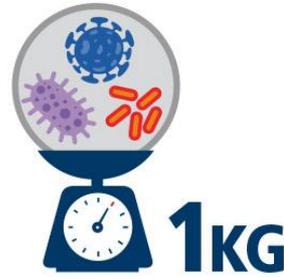
En guise d'introduction :
Petit quizz sur la biodiversité ...

- Combien y a-t-il d'êtres vivants dans cet amphi ?
- Quelle est la taille moyenne d'un être vivant ?

Microbiote/Microbiome



Human beings have **THE SAME NUMBER** of cells as bacteria



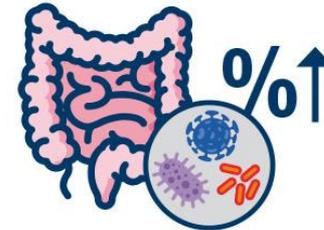
Our microbiota **WEIGHS APPROXIMATELY 1KG**



Each individual's microbiome **IS UNIQUE**



WE COULD NOT LIVE WITHOUT our microbiome



Most of our microbiome IS FOUND IN THE GUT

www.barcelonamaculafound.org

En guise d'introduction : **Petit quizz sur la biodiversité ...**

- Combien y a-t-il d'êtres vivants dans cet amphi ?
- Quelle est la taille moyenne d'un être vivant ?
- Quelle est la taille moyenne d'un animal ?
- Quel est l'animal le plus présent sur terre ?
- Quel est l'animal le plus présent dans cet amphi ?

Demodex folliculorum



Crédit photo : Andrew Syred

En guise d'introduction : **Petit quizz sur la biodiversité ...**

- Combien y a-t-il d'êtres vivants dans cet amphi ?
- Quelle est la taille moyenne d'un être vivant ?
- Quelle est la taille moyenne d'un animal ?
- Quel est l'animal le plus présent sur terre ?
- Quel est l'animal le plus présent dans cet amphi ?
- Quelle(s) espèces vivantes sont visibles (à l'œil nu) depuis l'espace ?

Toxic Cyanobacteria in lake Erie (Landsat, 2017)



Fiche concept : qu'est-ce qu'une espèce ?

La notion d'espèce désigne un ensemble d'individus partageant des caractères morphologiques, biologiques et génétiques. Deux espèces ne peuvent en principe pas donner des descendants fertiles et/ou viables dans la nature, mais cet isolement reproductif n'est pas toujours absolu quand elles sont proches. Les individus d'une espèce sont génétiquement distincts des individus des autres espèces, bien que parfois morphologiquement identiques.

Source : INPN 2021. La biodiversité en France — 100 chiffres expliqués sur les espèces. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris, 52 p.

Fiche concept : qu'est-ce que la biodiversité ?

La biodiversité désigne l'ensemble des êtres vivants ainsi que les écosystèmes dans lesquels ils vivent. Ce terme comprend également les interactions des espèces entre elles et avec leurs milieux.

La biodiversité est aussi ancienne que la vie sur Terre.

La Convention sur la diversité biologique signée lors du sommet de la Terre de Rio de Janeiro (1992) reconnaît pour la première fois l'importance de la conservation de la biodiversité pour l'ensemble de l'humanité.

Source : Office Français de la Biodiversité (OFP), ofb.gouv.fr.

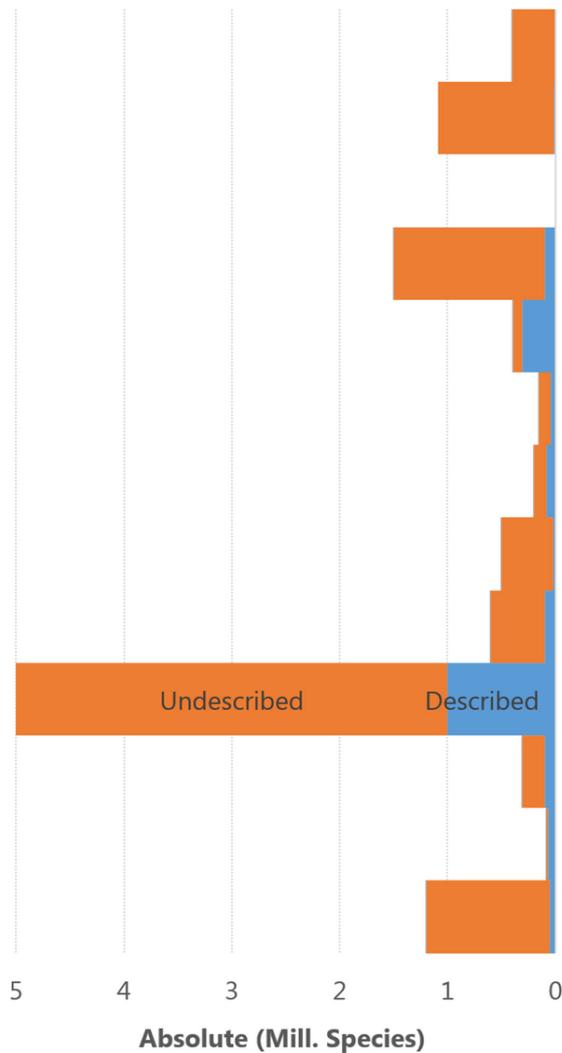
Quantifier la biodiversité ?

<http://www.onezoom.org/life/@biota=93302>

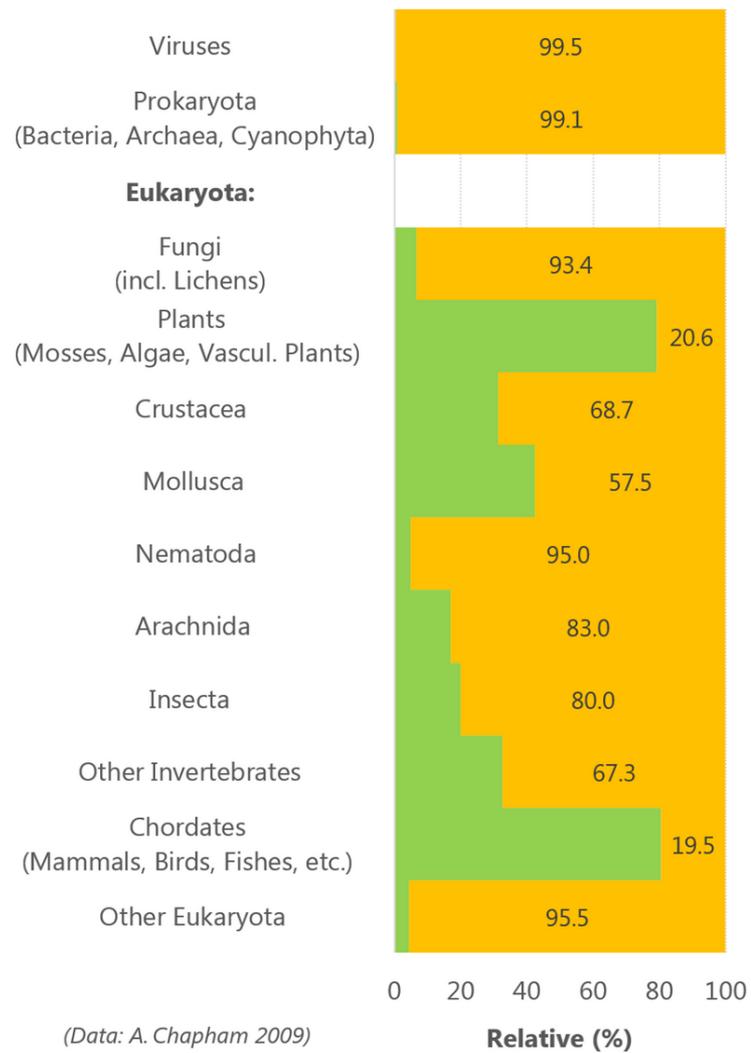


En nombre d'espèces (par groupe taxonomique)

Species Richness by Taxonomic Groups

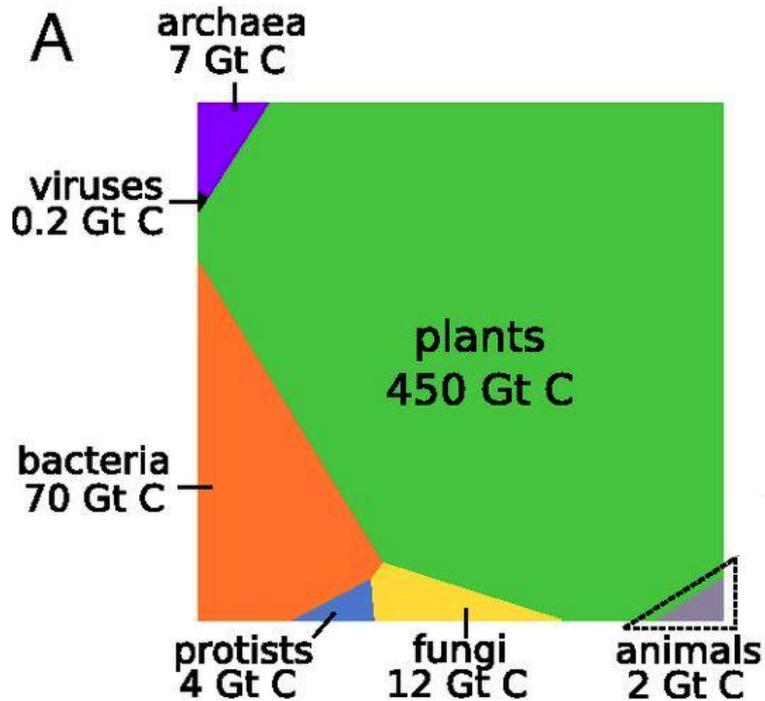


Percentage Yet To Be Studied



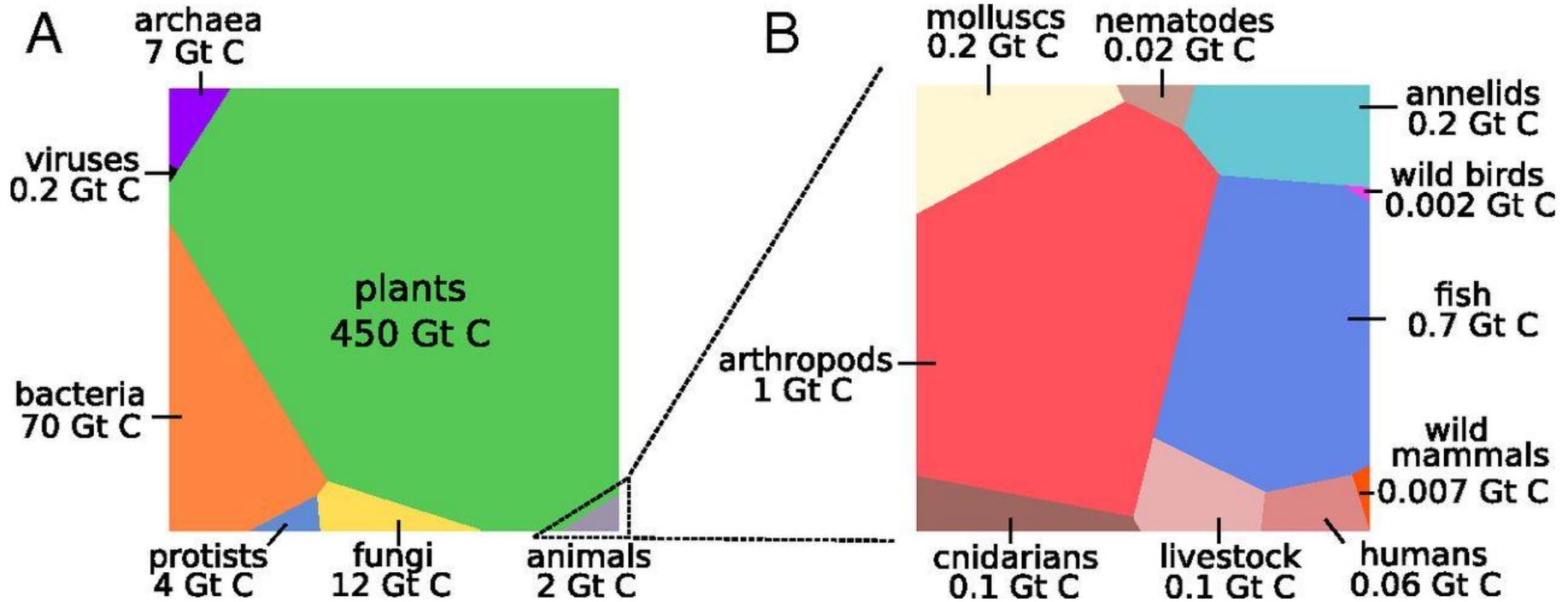
(Data: A. Chapham 2009)

En biomasse (Gigatonne eq. Carbone) (par groupe taxonomique)



Bar-On, Y. M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506-6511.

En biomasse (Gigatonne eq. Carbone) (par groupe taxonomique)



Bar-On, Y. M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506-6511.

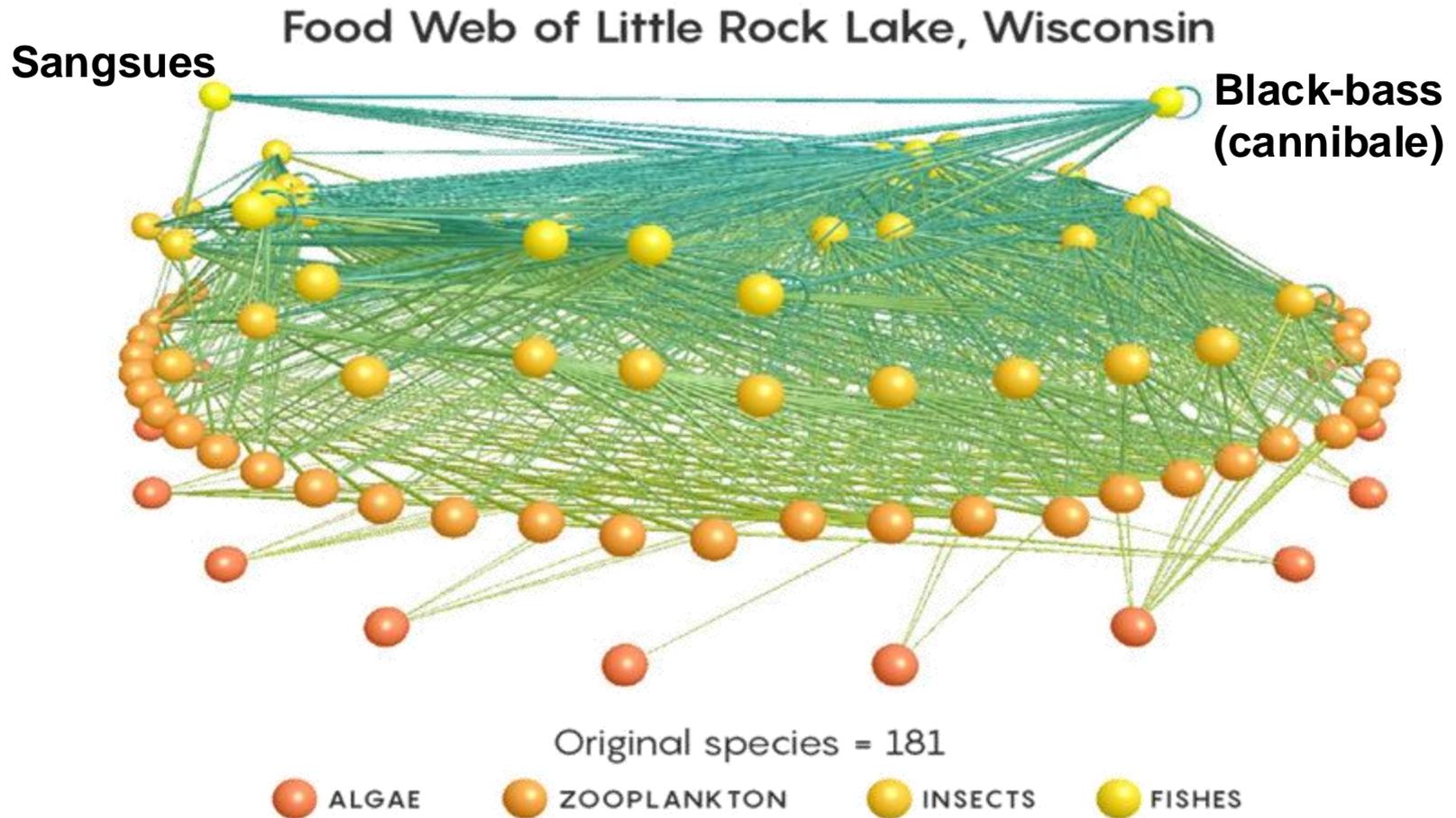
Les trois niveaux de biodiversité



- 1 Diversité génétique** : les individus d'une espèce donnée diffèrent par leur constitution génétique. Par exemple, il existe différentes variétés au sein d'une même espèce de maïs.
- 2 Diversité spécifique** : variété des différents types d'espèces que l'on trouve dans une zone donnée. Elle comprend toutes les espèces : micro-organismes, plantes, animaux, champignons ...
- 3 Diversité écologique** : diversité observée dans les différents écosystèmes d'une région (déserts, forêts tropicales, mangroves, etc.). Elle fait référence aux variations des espèces végétales et animales reliées par des chaînes et des réseaux alimentaires.

Les réseaux trophiques (qui mange qui ?)

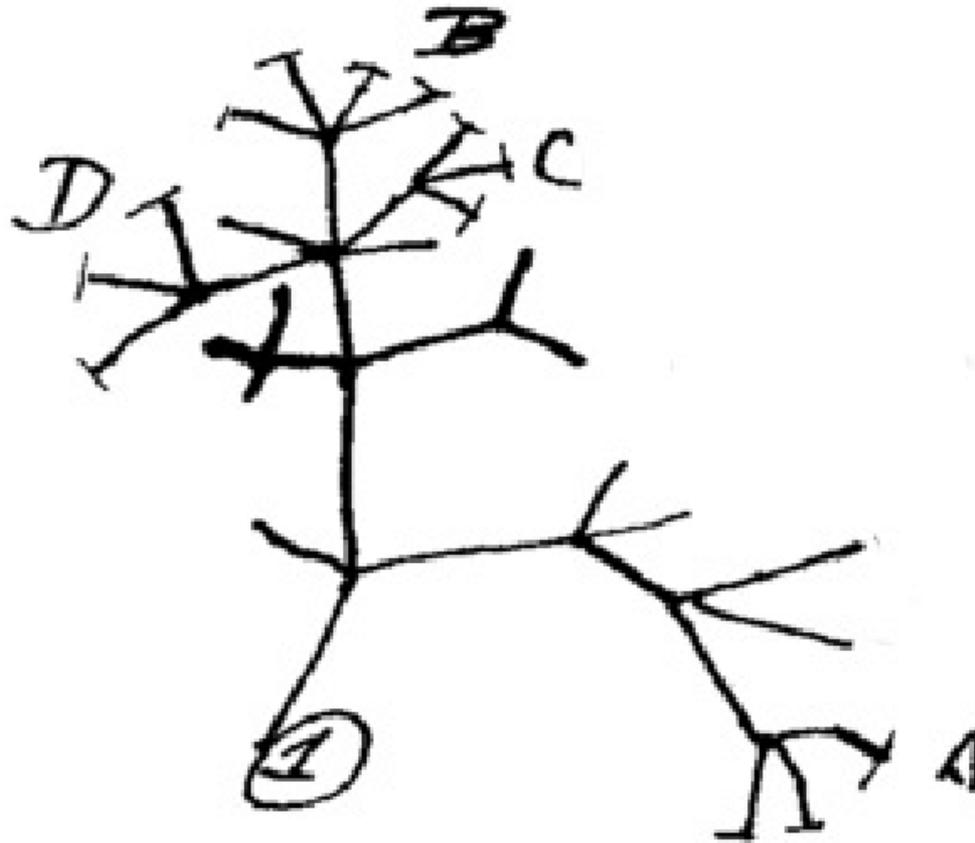
- La biodiversité n'est pas une « simple » somme d'espèces !
- C'est un réseau d'espèces interdépendantes



Yoon, I., Yoon, S., Martinez, N., Williams, R., & Dunne, J. (2005). Interactive 3D visualization of highly connected ecological networks on the WWW. In Proceedings 2005 ACM symposium on applied computing.

D'où vient la biodiversité ?

I think



Charles Darwin, 1837

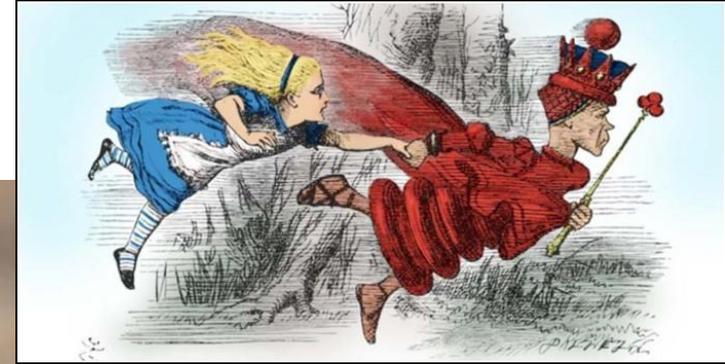
D'où vient la biodiversité ?

- Toutes les espèces vivantes sont issue d'un même processus : l'évolution biologique
 - L'évolution permet l'adaptation des espèces à leur environnement
 - Dans un écosystème, l'environnement d'une espèce est constitués d'éléments biotiques et abiotiques et en particulier des autres espèces de l'écosystème
 - Cette co-évolution des espèces est le moteur de la biodiversité et le garant de la stabilité des écosystèmes
 - La co-évolution ne concerne pas que les comportements de prédation. Elle concerne aussi le parasitisme, la symbiose, la pollinisation, le partage de ressources, le commensalisme, ...

Conséquence de l'évolution

- Contrairement aux ingénieurs qui produisent (à qui on apprend à produire ;) des systèmes modulaires à interdépendance faible, l'évolution procède par essai-erreur (« bricolage évolutif »).
- Il en résulte :
 - Une interdépendance forte entre les espèces
 - Un équilibre dynamique des réseaux trophiques
 - Un entrelacement des échelles spatiales et temporelles
 - Des temporalités d'évolution liées (« reine rouge »)

Le mécanisme de la « reine rouge »



Conséquence de l'évolution

- Contrairement aux ingénieurs qui produisent (à qui on apprend à produire ;) des systèmes modulaires à interdépendance faible, l'évolution procède par essai-erreur (« bricolage évolutif »).
- Il en résulte :
 - Une interdépendance forte entre les espèces
 - Un équilibre dynamique des réseaux trophiques
 - Un entrelacement des échelles spatiales et temporelles
 - Des temporalités d'évolution liées (« reine rouge »)
- **Une modification trop rapide de l'environnement peut remettre en cause ces équilibres sans que les espèces aient le temps de s'adapter**
 - « **Evolutionary rescue** »
 - « **Evolutionary traps** »

Evolutionary traps

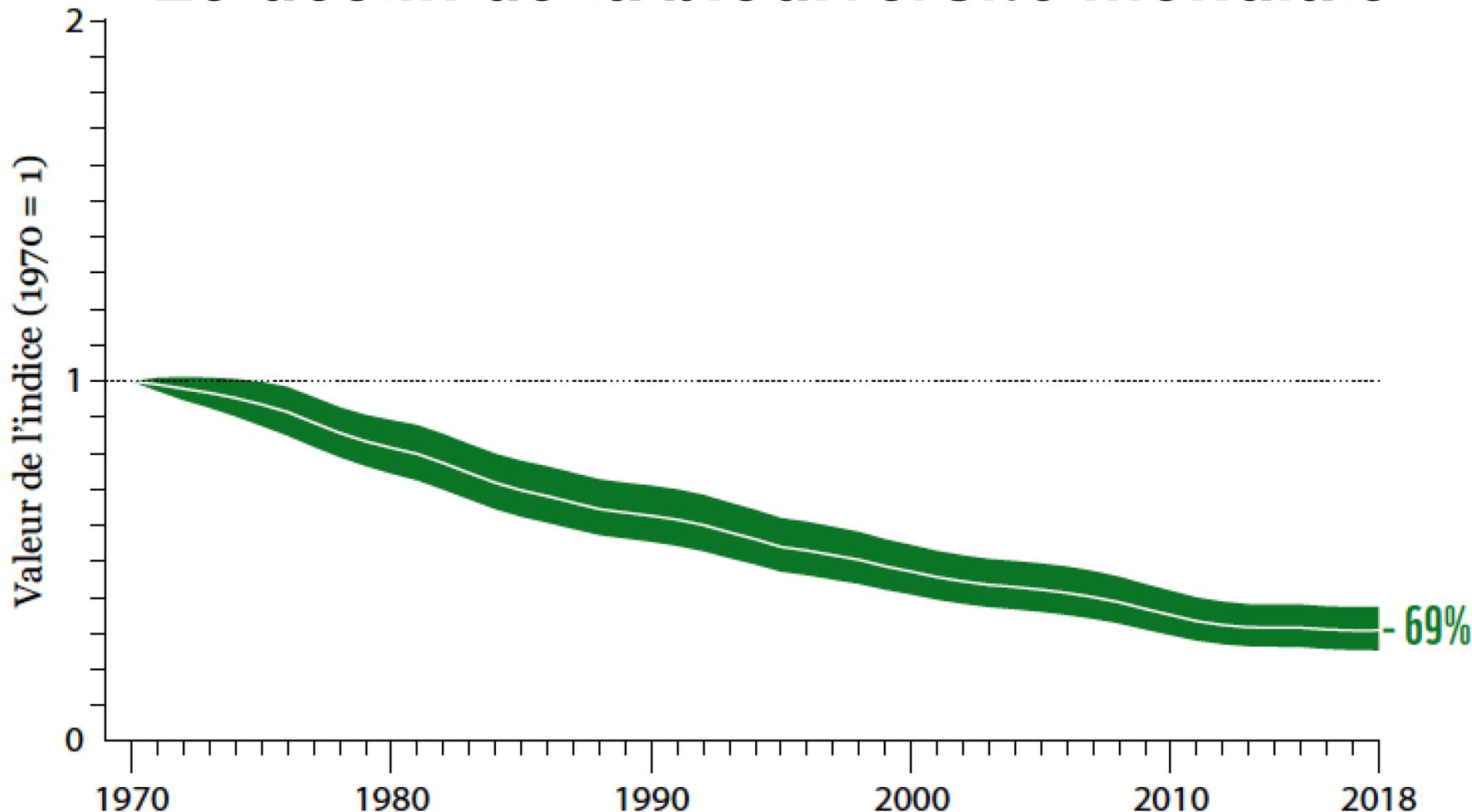


L'humain est un animal qui a évolué comme les autres
Il est donc lui aussi sensible aux pièges évolutifs
→ Cours « Santé et numérique » (4IF)



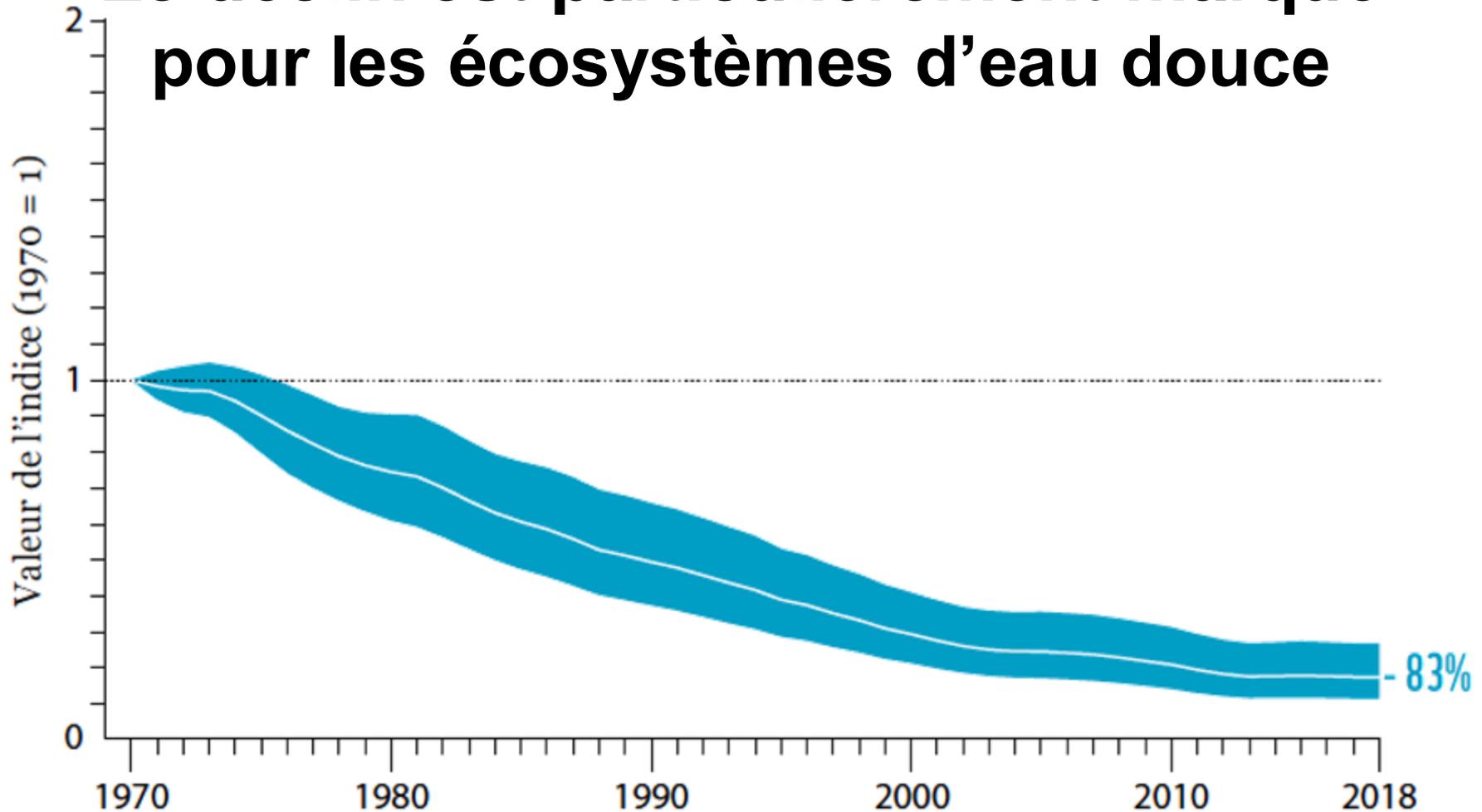
Qu'est-ce que la sixième extinction ?

Le déclin de la biodiversité mondiale



Indice Planète Vivante mondial de 1970 à 2018. Evolution moyenne de l'abondance relative de 31 821 populations représentant 5 230 espèces suivies dans le monde. La ligne blanche indique les valeurs de l'indice et les zones colorées l'intervalle de confiance à 95% (Source : WWF/ZSL, 2022)

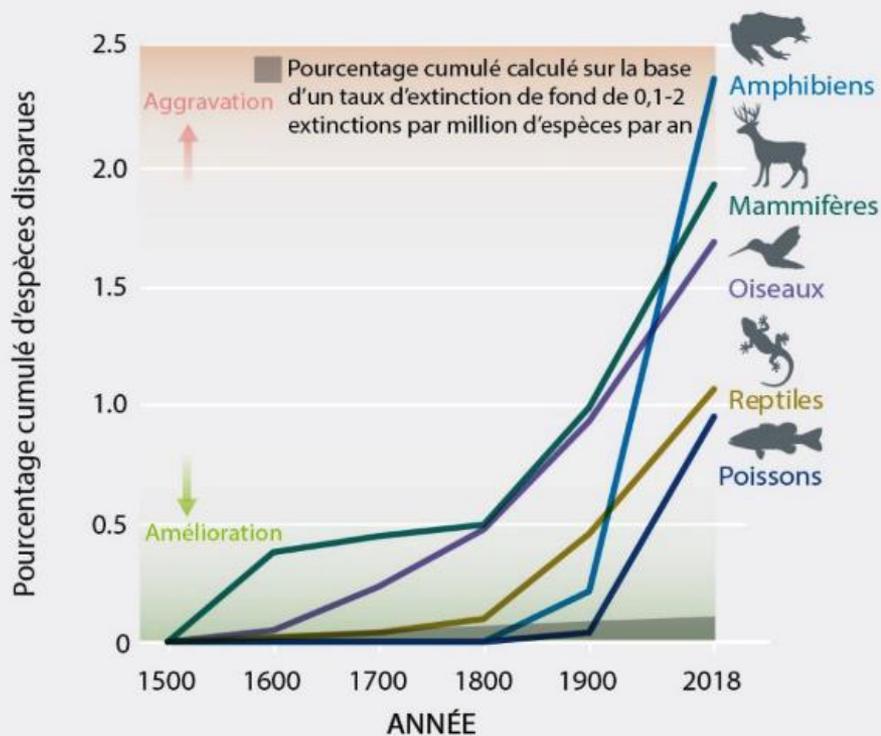
Le déclin est particulièrement marqué pour les écosystèmes d'eau douce



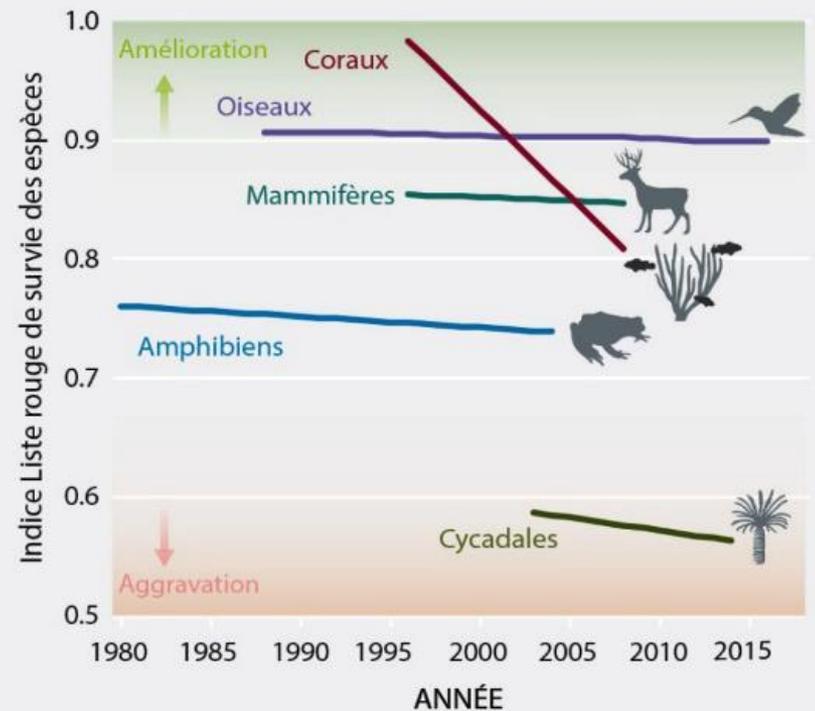
Indice Planète Vivante Eau Douce de 1970 à 2018. Evolution moyenne de l'abondance relative 6 617 populations d'eau douce dans le monde, représentant 1 398 espèces. La ligne blanche indique les valeurs de l'indice et les zones colorées l'intervalle de confiance à 95% (Source : WWF/ZSL, 2022)

Rythme d'extinction des espèces

B Extinctions depuis 1500

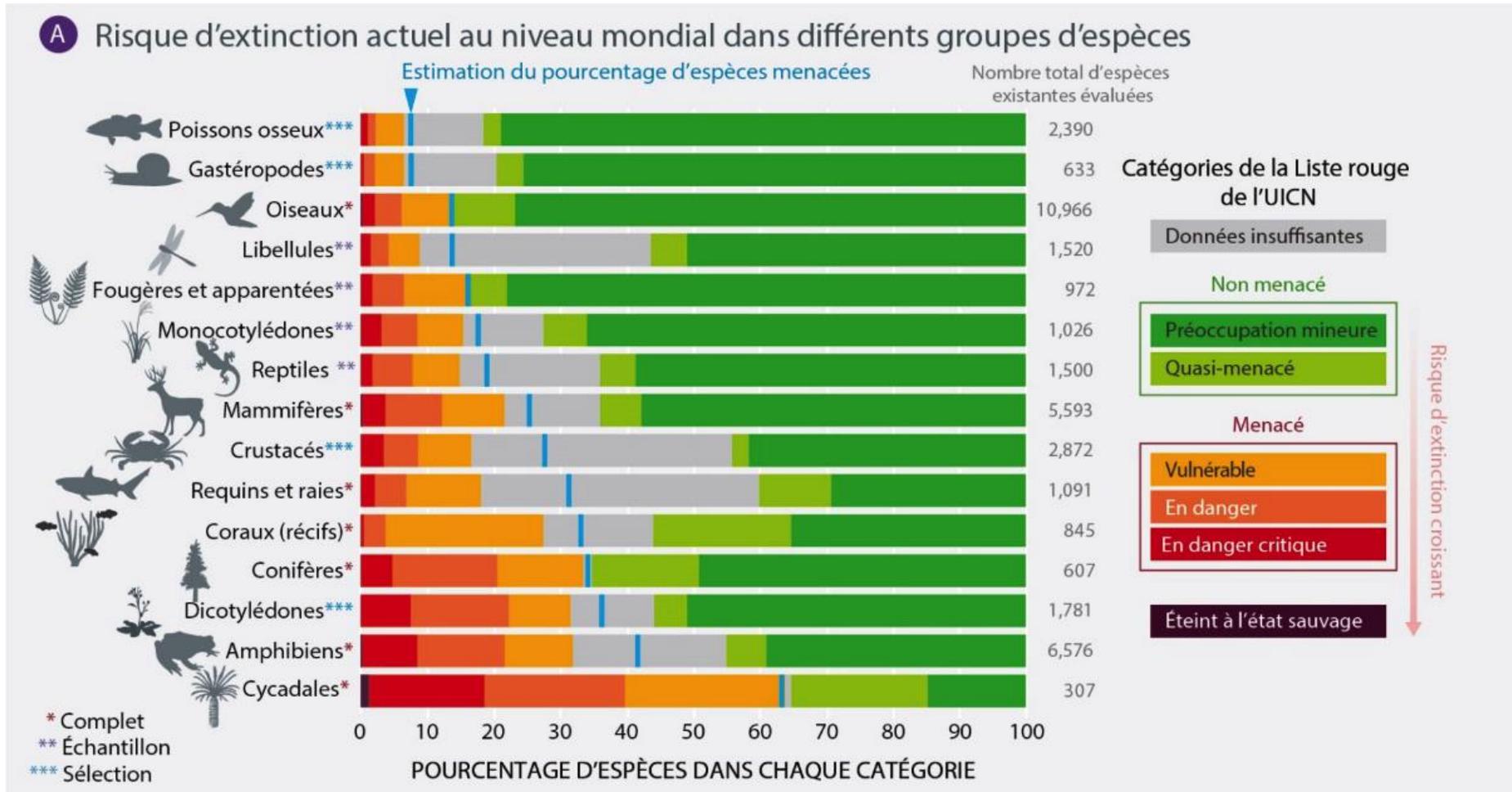


C Déclin de la survie des espèces depuis 1980 (indice Liste rouge)



(Source : résumé du rapport IPBES, 2019)

Risque d'extinction des espèces



(Source : résumé du rapport IPBES, 2019)

Pourquoi « sixième » extinction ?

Les cinq « extinctions de masse »

Les principales « extinctions de masse »

Depuis 500 millions d'années, la Terre a vécu cinq épisodes lors desquels au moins la moitié des créatures vivantes ont été éradiquées



Sources : National Geographic, Encyclopédie Britannica, études scientifiques

© AFP

Une vision à « débunker » :

On s'en fout, c'est déjà arrivé, ce n'est « que » la sixième extinction ... (et en plus ce n'est pas vraiment une extinction, et en plus les extinctions c'est bénéfique pour la planète, etc.)

WARNING : FAKE

<https://climatetverite.net/2022/06/22/sixieme-extinction-de-masse-de-quoi-parle-t-on/>

La sixième extinction a ses caractéristiques propres

- Origine biotique liée à une seule espèce
 - La plupart des extinctions précédentes ont été causées par des événements abiotiques majeurs terrestre (volcanisme, changements climatiques) ou extra-terrestre (impact de météorite)
 - Seule l'extinction du Dévonien est liée à des causes biotiques (développement de la photosynthèse)
- Rythme extrêmement rapide
 - Les extinctions de masse précédentes se sont produites sur des périodes de l'ordre de 100 000 ans
 - L'extinction actuelle a commencé il y a ~200 ans. Le taux actuel d'extinction serait 10x à 100x supérieurs à celui des précédentes extinctions de masse
- Anticipée, observée et subie par des organismes « intelligents, sages, raisonnables et prudents » (*sapiens*)

Enjeux de préservation de la biodiversité

En gros : Est-ce grave ?



Convention on
Biological Diversity



**WHY DO WE NEED
BIODIVERSITY?**

La biodiversité comme ressource



We depend on it for



Food



We depend on it for



Medicine



We depend on it for



Energy



We depend on it for



Water
among others.

La biodiversité comme ressource



75% des cultures alimentaires mondiales (fruits, légumes, café, cacao, amandes) reposent sur la pollinisation animale (source IPBES).

La biodiversité comme ressource



70% des anticancéreux sont des produits naturels ou des produits de synthèse inspirés par la nature (source IPBES). Plus de 90% des antibiotiques sont issus de bactéries, de champignons et de plantes.

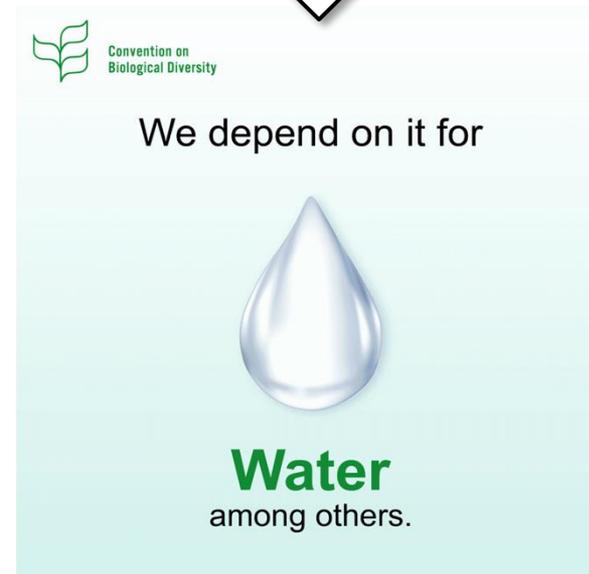
La biodiversité comme ressource

Plus de 2 milliards de personnes utilisent du combustible ligneux pour répondre à leurs besoins primaires en énergie (source: IPBES).



La biodiversité comme ressource

Par le biais de ses processus écologiques, la nature maintient la qualité de l'air, des eaux douces et des sols dont l'humanité est tributaire (source: IPBES).



Les « services écosystémiques »

Services de Production

- Alimentation
- Eau
- Fibres, matériaux
- Combustibles
- Produits biochimiques
- Produits pharmaceutiques
- Ressources génétiques

Services de Régulation

- Climat
- Qualité de l'air
- Flux hydriques
- Erosion
- Maladies
- Parasites
- Pollinisation
- Risques naturels

Services Culturels

- Valeurs spirituelles et religieuses
- Valeurs esthétiques
- Bien-être
- Loisirs, sports de pleine nature
- Ecotourisme

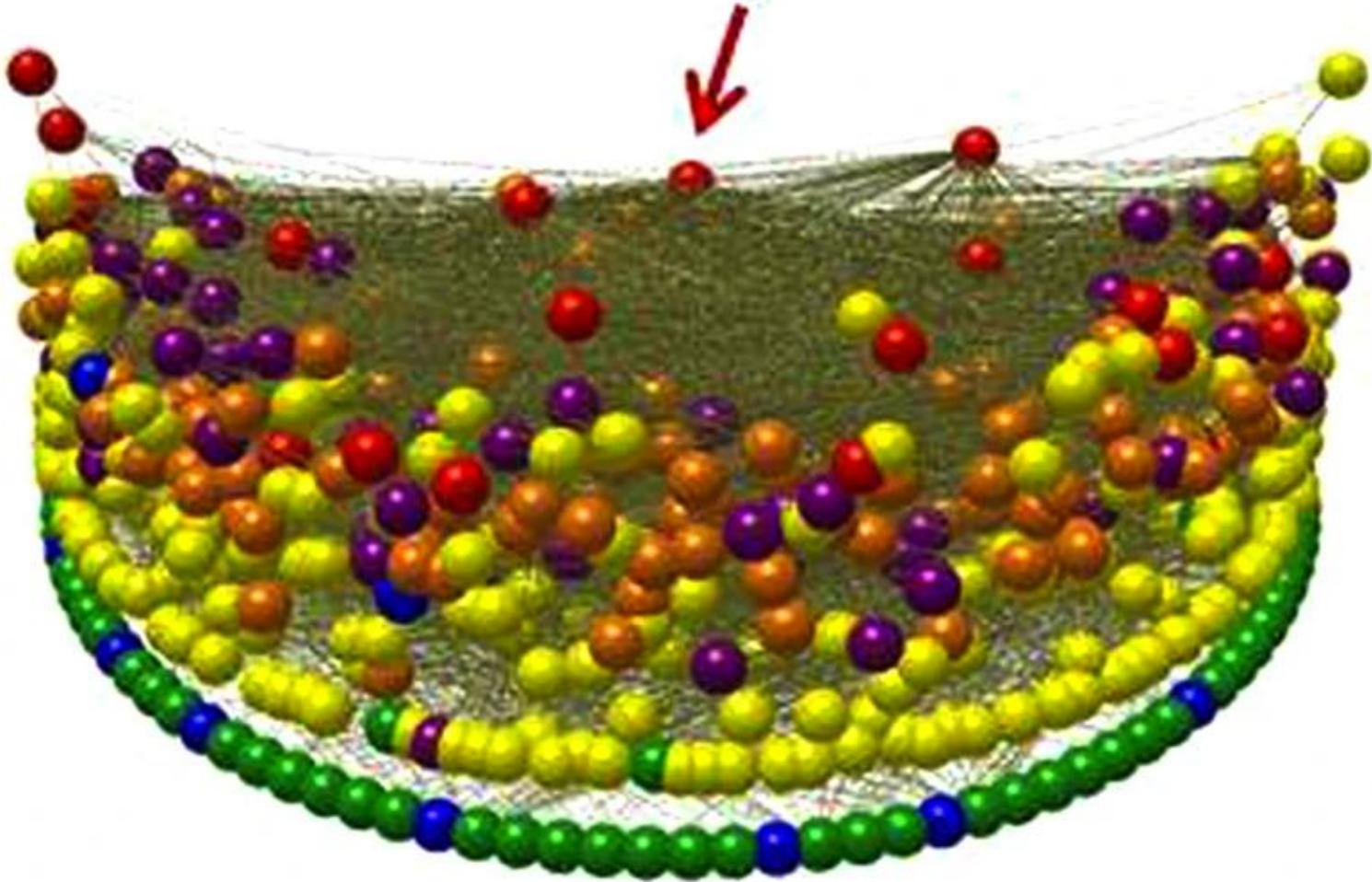
Services de Support/ Soutien

- Cycle de la matière
- Cycle de l'eau
- Cycle du carbone
- Formation et entretien des sols
- Conservation de la biodiversité

Les « services écosystémiques »

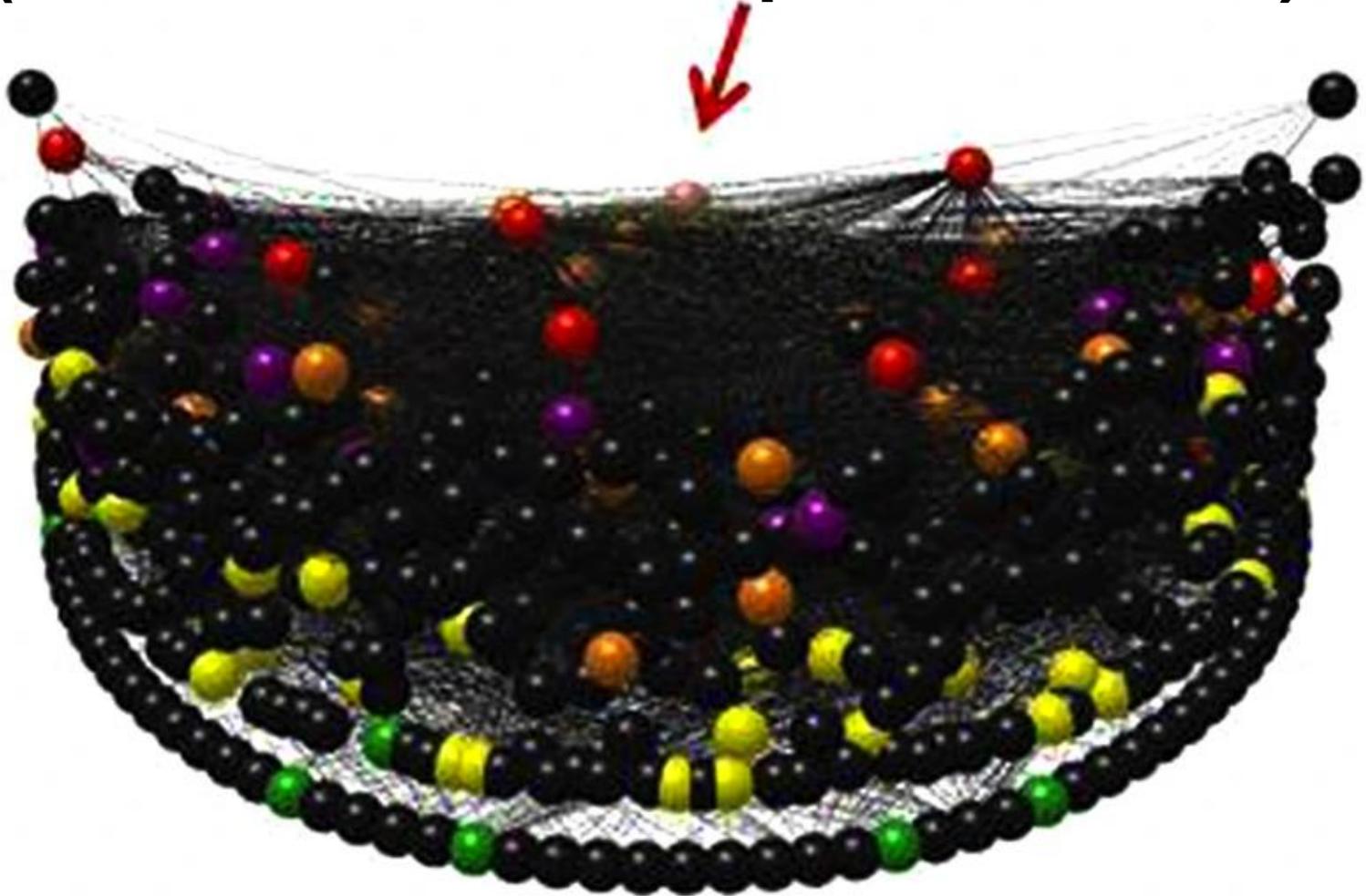
- La notion de « services » véhicule une idéologie économique de la relation à la nature : l'homme, hors de la nature, la « consomme » et l'« exploite » à son profit
 - Elle considère des services « écosystémiques » strictement orientés de la nature vers l'homme
 - Elle considère des services « écosystémiques » segmentés donc plus facilement remplaçables technologiquement
- La biodiversité est un « bio-équilibre » résultant de millions d'années de co-évolution, dont l'homme fait partie et dont les critères de stabilité nous sont en grande partie inconnus
 - Que se passe-t-il si on perturbe (ou rompt) cet équilibre
 - A partir de combien d'espèces disparues la stabilité des écosystèmes est-elle remise en cause ?

L'homme dans un réseau trophique (Food Web de l'archipel des Sanak)



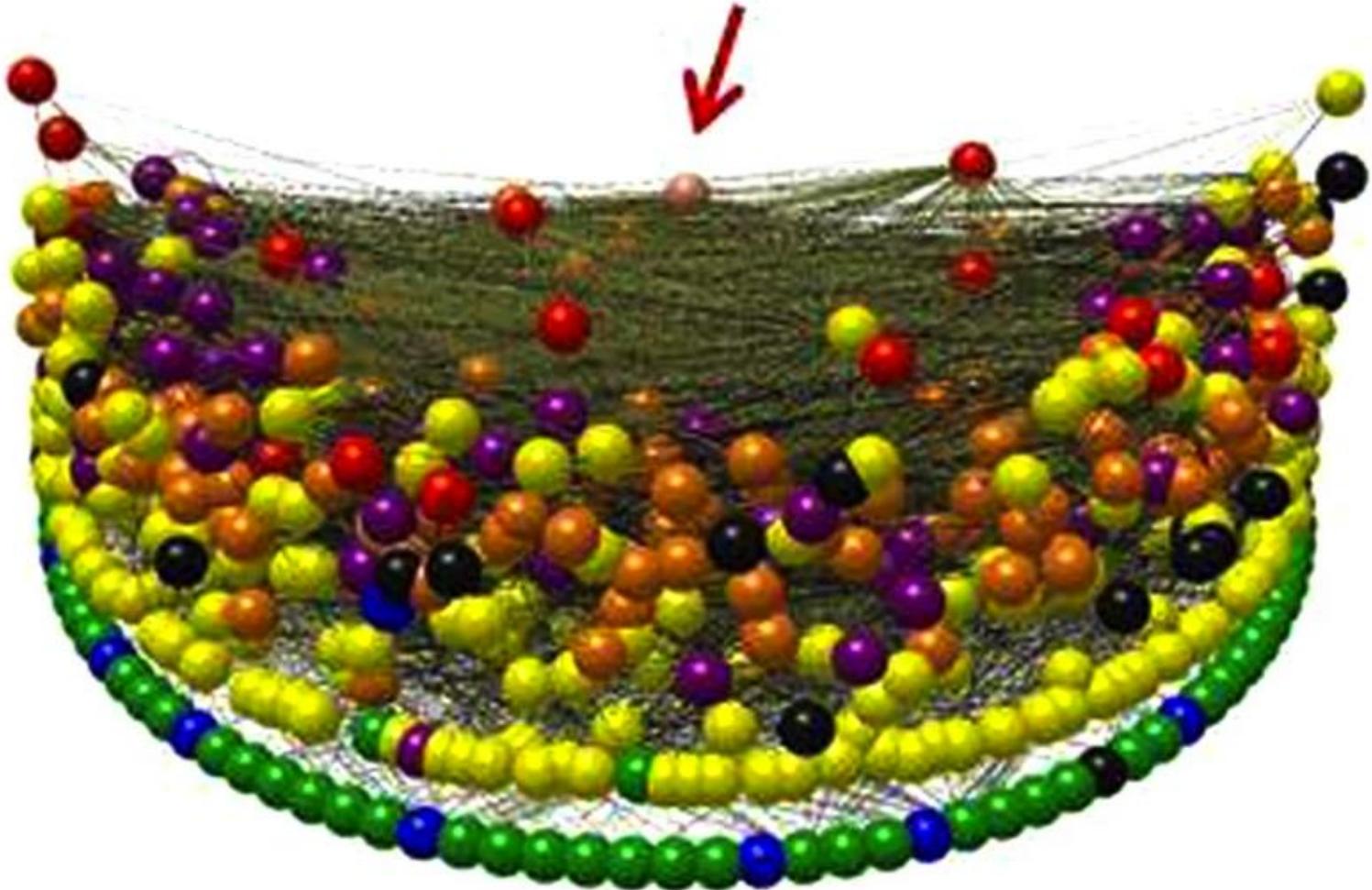
Dunne, J. A., Maschner, H., Betts, M. W., Huntly, N., Russell, R., Williams, R. J., & Wood, S. A. (2016). The roles and impacts of human hunter-gatherers in North Pacific marine food webs. *Scientific reports*, 6(1), 1-9.

L'homme dans un réseau trophique (Food Web de l'archipel des Sanak)



Dunne, J. A., Maschner, H., Betts, M. W., Huntly, N., Russell, R., Williams, R. J., & Wood, S. A. (2016). The roles and impacts of human hunter-gatherers in North Pacific marine food webs. *Scientific reports*, 6(1), 1-9.

L'homme dans un réseau trophique (Food Web de l'archipel des Sanak)



Dunne, J. A., Maschner, H., Betts, M. W., Huntly, N., Russell, R., Williams, R. J., & Wood, S. A. (2016). The roles and impacts of human hunter-gatherers in North Pacific marine food webs. *Scientific reports*, 6(1), 1-9.

Fiche concept : système complexe

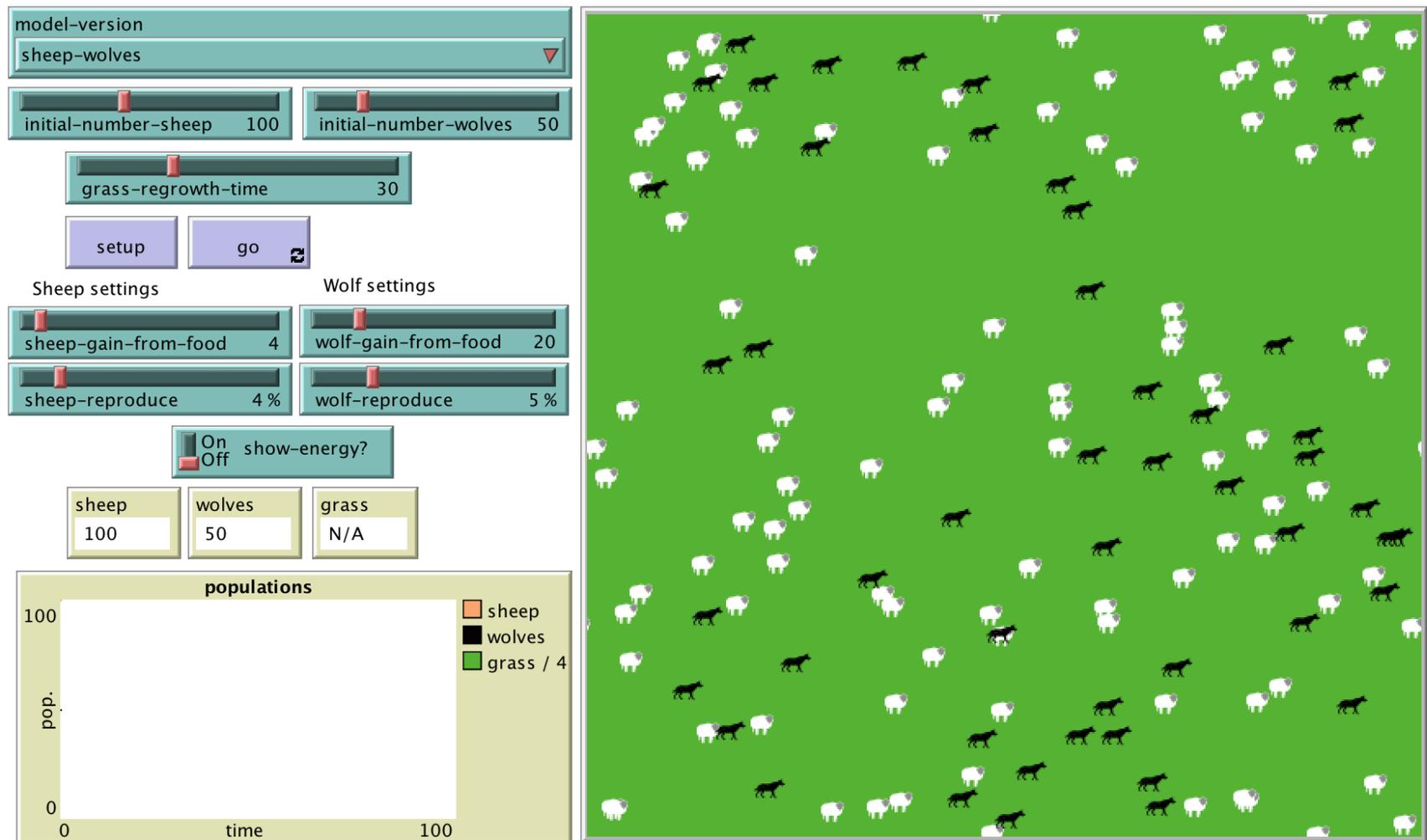
Un système complexe est un ensemble d'éléments interconnectés qui interagissent entre eux de manière non linéaire, ce qui signifie que les effets produits ne sont pas proportionnels aux causes initiales. Ces systèmes se caractérisent par leur capacité à produire des comportements globaux « émergents » à partir des interactions entre les parties individuelles. Ces comportements émergents sont souvent contre-intuitifs et imprévisibles ou difficile à prévoir. Comprendre et modéliser ces systèmes est souvent un défi en raison de leur nature dynamique et imprévisible.

Définition partiellement obtenue via ChatGPT.

Exemple de système complexe



La notion de système complexe appliquée à la biodiversité



Fiche concept : boucle de rétroaction

Une boucle de rétroaction est un mécanisme dans lequel une partie de la sortie d'un processus est retournée en tant qu'entrée et influence le processus lui-même. Ces boucles peuvent avoir un impact significatif sur le comportement et la stabilité des systèmes.

Il existe deux types principaux de boucles de rétroaction :

- Boucle de rétroaction positive (ou amplificatrice), entraînant souvent des fluctuations ou des cycles de croissance exponentielle.
- Boucle de rétroaction négative (ou corrective) entraînant souvent une régulation ou une stabilisation du système.

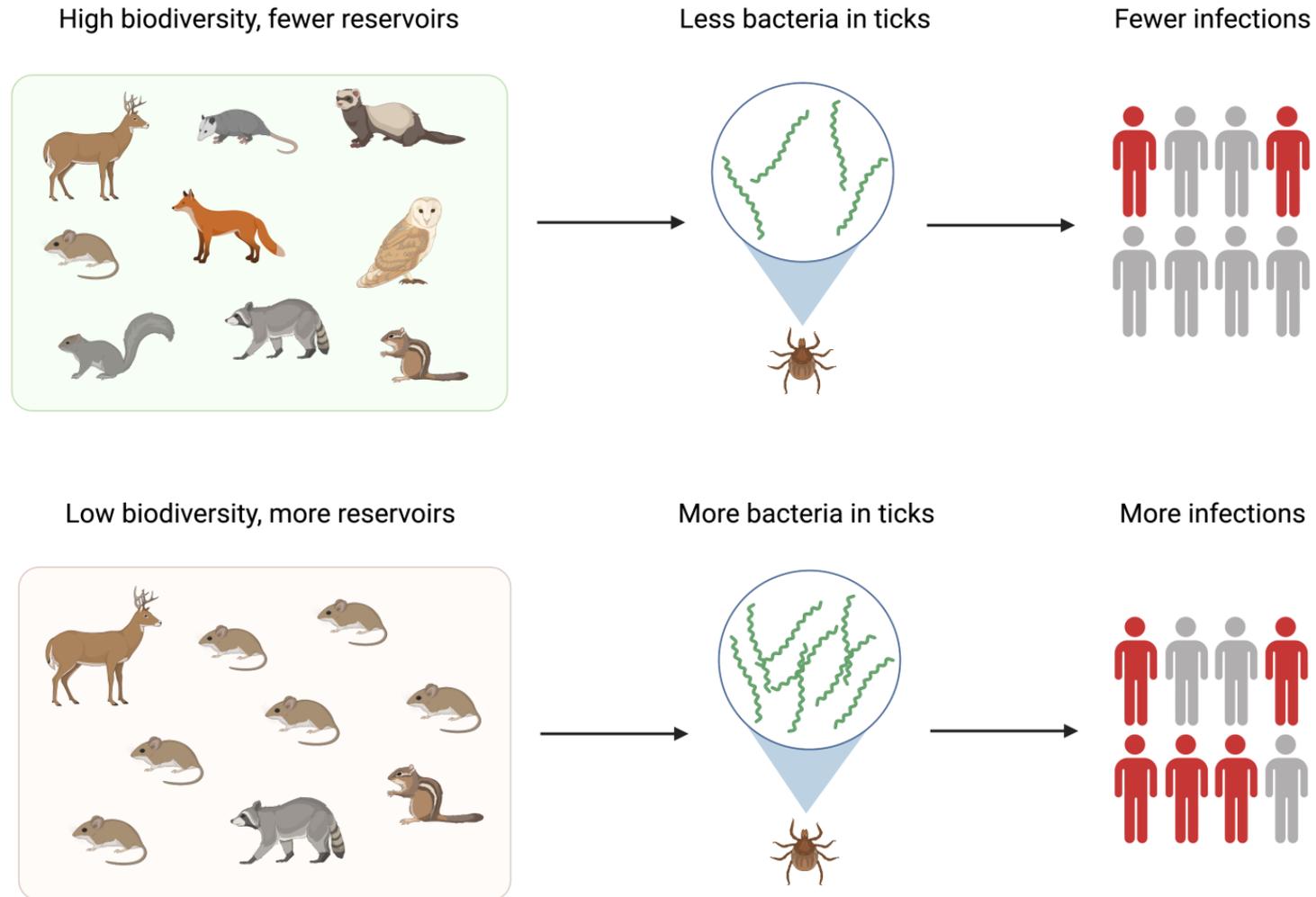
Comprendre les boucles de rétroaction est crucial pour analyser et modéliser le comportement des systèmes complexes.

Définition partiellement obtenue via ChatGPT.

Donc ? Est-ce grave ?

- Ben on ne sait pas vraiment à partir de quel moment ça va devenir vraiment grave ...
 - Ex. la décroissance rapide des populations d'insectes pose des problèmes de pollinisation dont l'ampleur est inconnue...
- Mais le dérèglement des écosystèmes entraîne déjà des répercussions économiques, sanitaires et mentales ...
- Par exemple le développement de zoonoses
 - Lié à l'augmentation de la surface de contact et/ou de la diminution/fragmentation des populations d'hôtes naturels
 - 60% des maladies infectieuses actuelles chez l'humain sont des zoonoses (Covid-19, Ebola, ...)
 - 75% des maladies émergentes sont des zoonoses
 - Les zoonoses affectent aussi nos ressources alimentaires (grippe aviaire)

Exemple : influence de la perte de biodiversité sur la prévalence de la maladie de Lyme

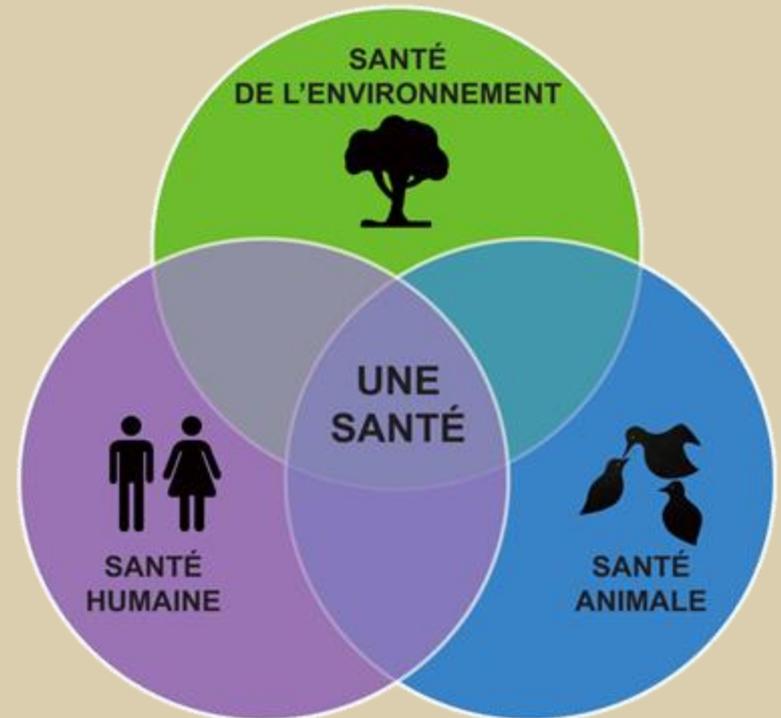


<https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2022/biodiversity-loss-can-increase-the-spread-of-zoonotic-diseases/>

Fiche concept : *one-health*

Approche intégrée et unificatrice qui vise à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes.

Reconnaît que la santé des humains, des animaux domestiques et sauvages, des plantes et de l'environnement en général (y compris des écosystèmes) sont étroitement liées et interdépendantes



Source : <http://who.in>

Enjeux du Vivant

Quelle(s) implication(s) pour le numérique ?

– 1^{ère} partie : la responsabilité du numérique –

Guillaume Beslon

3IF – Ressources, Enjeux du Vivant, Energie – REVE

Année 2024/2025

L'IPBES liste cinq facteurs causaux directs de la perte de biodiversité

1. La modification de l'utilisation des terres et des mers

- Extension des surfaces cultivées et urbanisées
- Disparition, dégradation ou fragmentation des habitats



2. L'exploitation directe des organismes

- Particulièrement pour les écosystèmes marins



3. Les changements climatiques

- Incendies, inondations et sécheresses induites
- Perturbation comportements (migration, reproduction)



4. La pollution (air, eau, sol)

- Intrants chimiques pour l'agriculture
- Microplastiques



5. Les espèces exotiques envahissantes

- Intensification des échanges commerciaux
- ~1/5 de la surface terrestre menacé par des invasions végétales ou animales



L'IPBES liste cinq facteurs causaux directs de la perte de biodiversité

1. La modification de l'utilisation des terres et des mers

- Extension des surfaces agricoles et urbanisées
- Disparition, dégradation et fragmentation des habitats



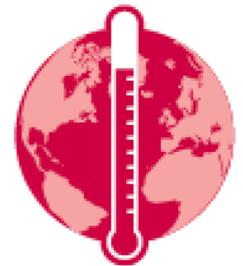
2. L'exploitation des ressources

- Particulièrement les pêcheries marines



3. Les changements climatiques

- Incendies de forêt
- Perturbations des cycles de vie (production)



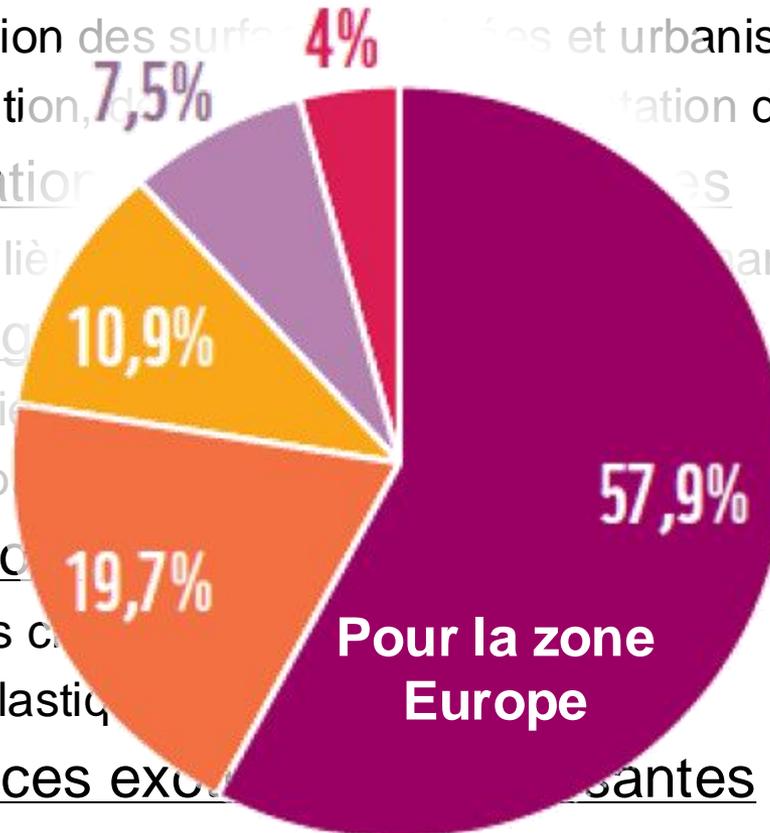
4. La pollution

- Intrants chimiques
- Microplastiques



5. Les espèces exotiques envahissantes

- Intensification des échanges commerciaux
- ~1/5 de la surface terrestre menacé par des invasions végétales ou animales



Cool !!! Alors on peut se dire que le numérique n'y est pas pour grand chose et qu'on peut continuer à faire de l'informatique comme si de rien n'était ?



image générée par Dall-e

Mais ...

« Ces cinq facteurs directs découlent d'un ensemble de causes sous-jacentes, les facteurs indirects de changement, qui reposent à leur tour sur des valeurs sociales et des comportements incluant les modes de production et de consommation, la dynamique et les tendances démographiques, le commerce, les innovations technologiques et la gouvernance depuis le niveau local jusqu'au niveau mondial. » (Rapport IPBES 2019)

Quels sont les secteurs d'activité concernés ?

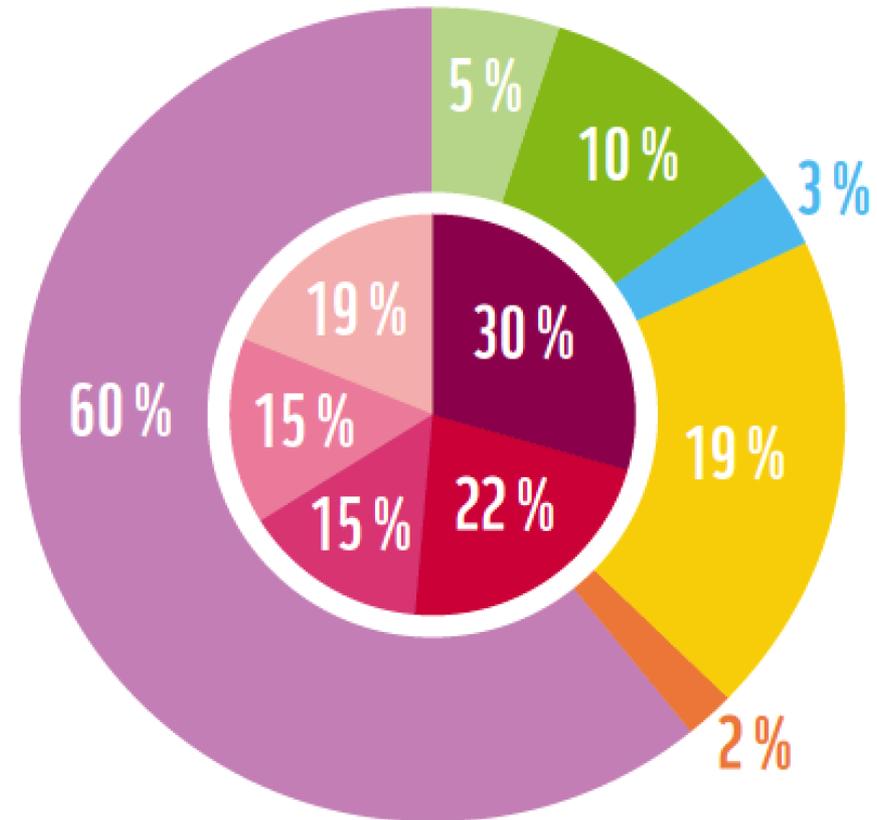
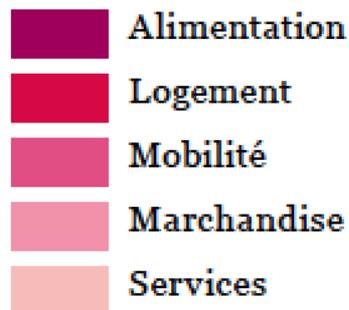
Empreinte écologique humaine par utilisation des terres

Légende



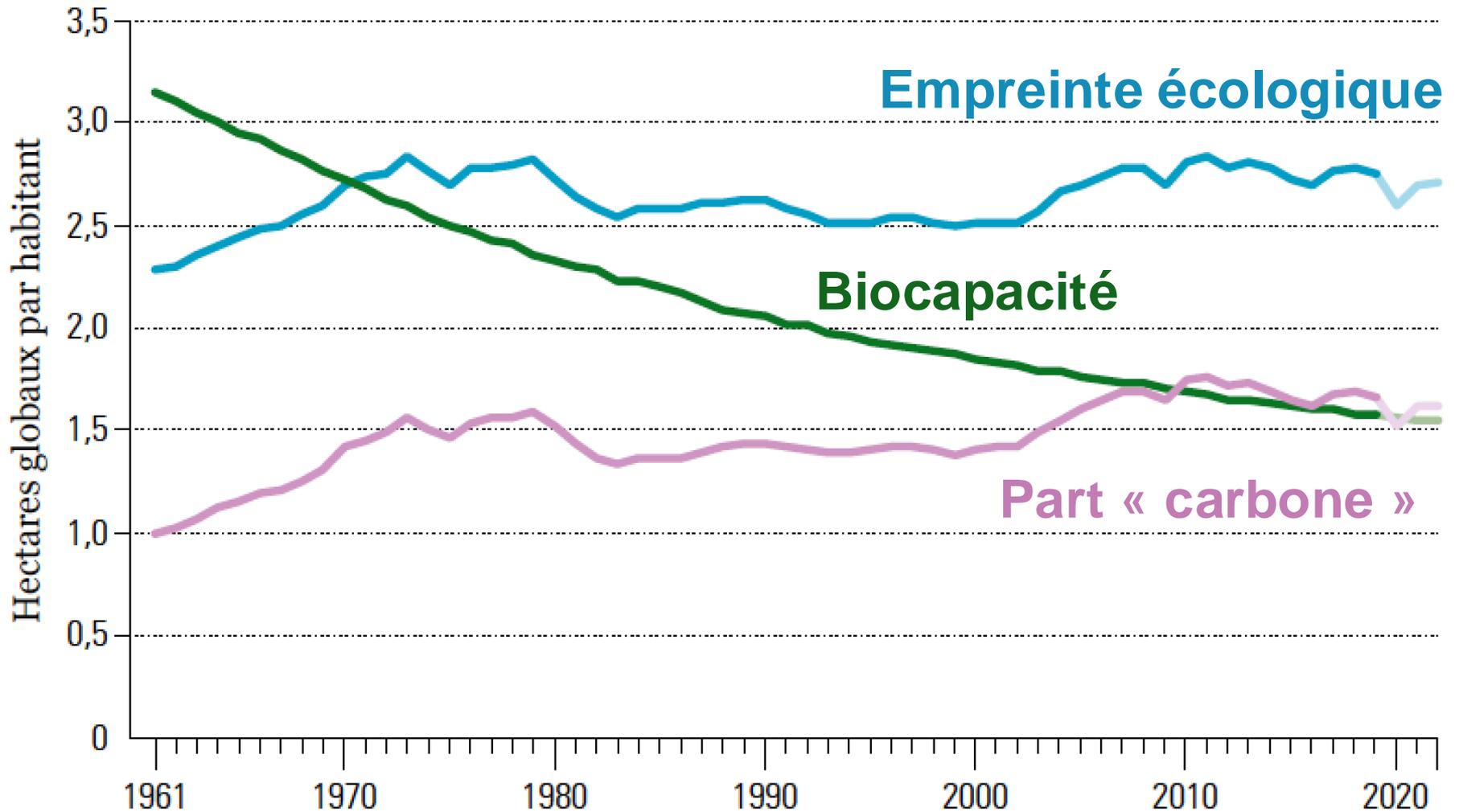
Empreinte écologique humaine par activités

Légendes



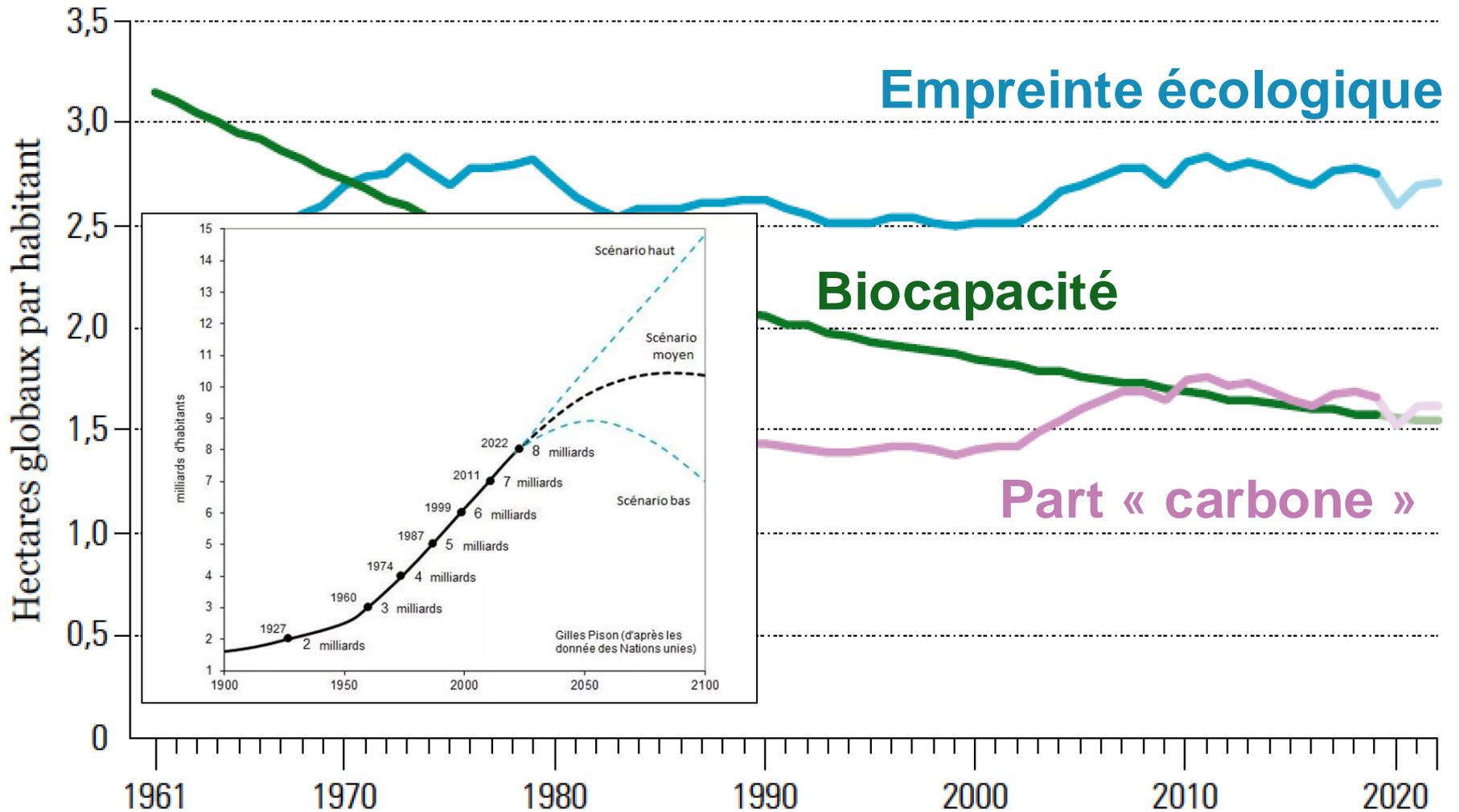
(Source : WWF/ZSL, 2022)

La sur-consommation ?



(Source : WWF/ZSL, 2022)

La sur-consommation ?



(Source : WWF/ZSL, 2022 et <https://www.mnhn.fr/>)

Quelle est la responsabilité du numérique dans la sur-consommation ?



Responsabilités directes et indirectes du numérique

- Responsabilité directe du numérique
 - Fabrication, transport du matériel, consommation énergétique ...
→ Cours « Ressources »
- Responsabilité indirecte du numérique
 - Favorise les achats impulsifs (matériels et « immatériels »)
 - Limite l'appréciation de la qualité et dérégule la quantité de produits achetés
 - Limite la perception du coût écologique du transport et des contraintes matérielles (distance, vitesse)
 - Fractionne les achats (systèmes de livraison porte à porte)
 - Développement des dark-patterns et du drop-shipping
 - Facilite la diffusion de la publicité dans tous les espaces/moments/périodes de la vie

Remember the evolutionary traps ...



Enjeux du Vivant

Quelle(s) implication(s) pour le numérique ?

– 2^{ième} partie : les réponses du numérique –

Guillaume Beslon

3IF – Ressources, Enjeux du Vivant, Energie – REVE

Année 2024/2025

Réponse 1 :

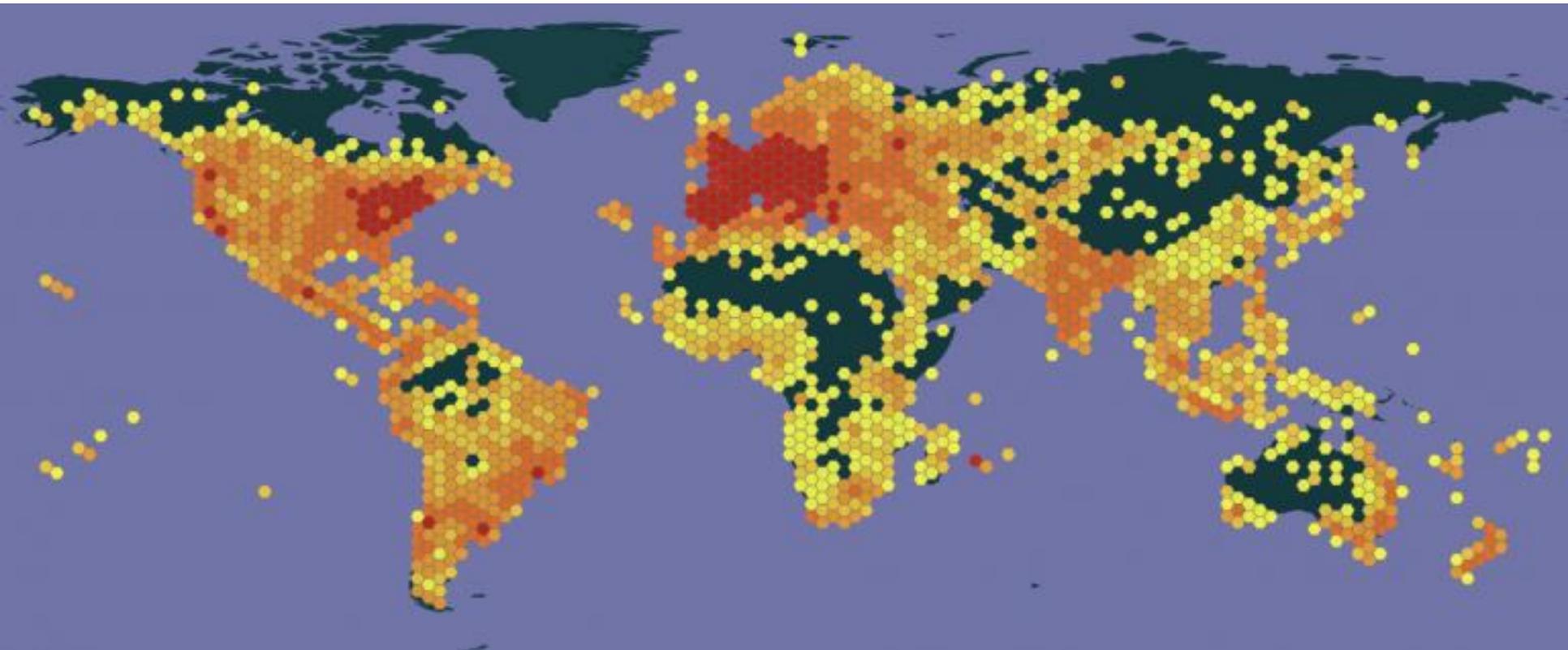
**Fédérer les énergies, mobiliser l'attention,
sensibiliser et développer la connaissance
du grand public, développer la science
participative**

Pl@ntNet



PI@ntNet

- Les utilisateurs de PI@ntNet peuvent partager leurs données afin de suivre la biodiversité végétale
→ GBIF (Global Diversity Information Facility)



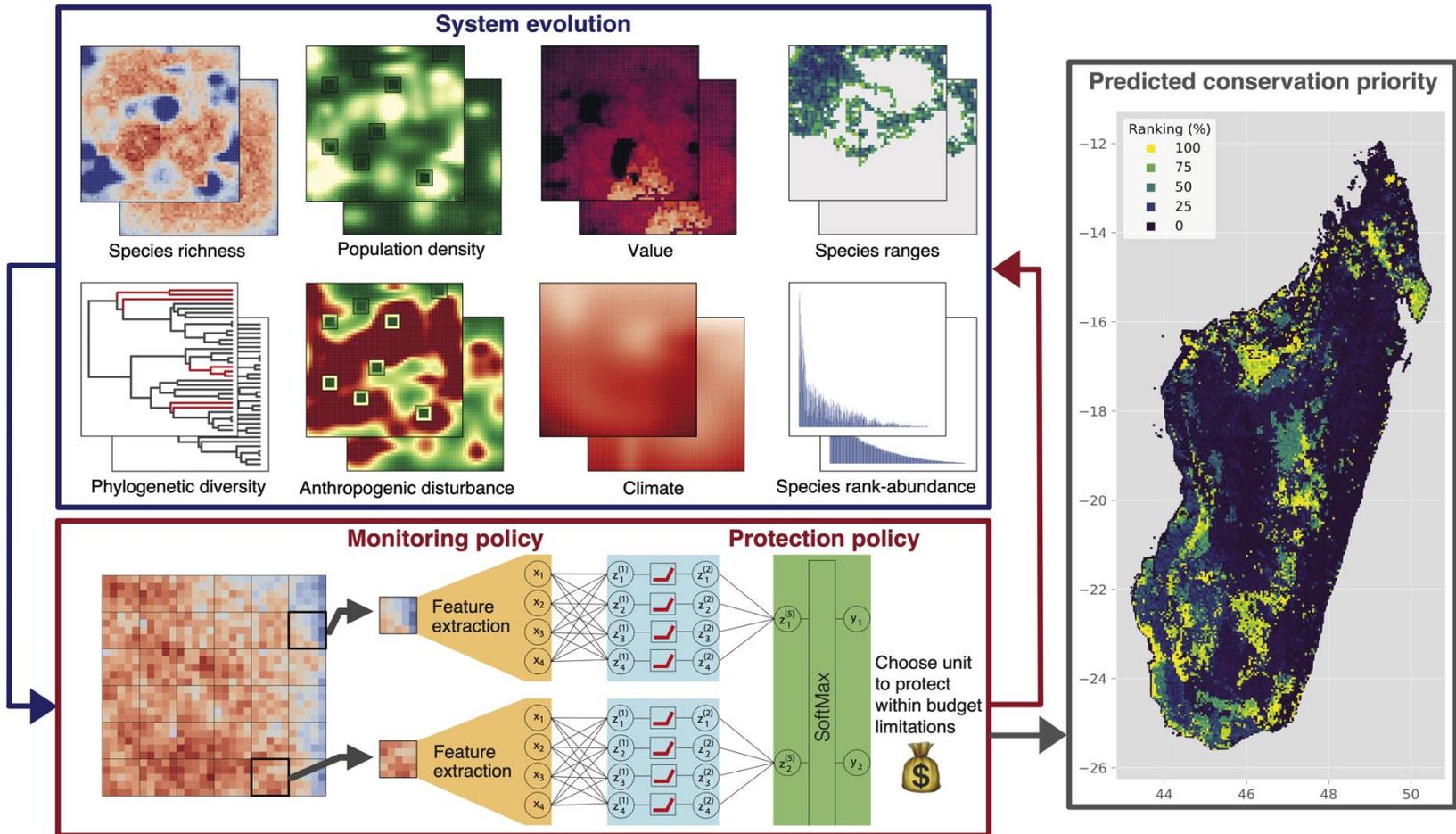
eBird 2.0

(Android)



Réponse 2 :
**Aide à la décision pour gérer la
biodiversité et sa conservation**

L'IA pour aider à la conservation



Développement d'outils prédictifs pour « évaluer le risque d'extinction, anticiper la perte de biodiversité et optimiser la planification systématique de la conservation ». (Daniele Silvestro research team, Fribourg, Switzerland)



CHALLENGE Recherche en intelligence artificielle
dans le champ de la biodiversité

IA-BIODIV



COFINANCÉ PAR

anr[®]



EN COLLABORATION AVEC



LNE



E EXPERTISE
FRANCE

Réponse 3 :
Découvrir et quantifier la biodiversité

**NATIONS
UNIES**



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture



BES

IPBES/7/10/Add.1



**Plateforme intergouvernementale
scientifique et politique sur
la biodiversité et les services
écosystémiques**

Distr. générale

29 mai 2019

Français

Original : anglais

**Plénière de la Plateforme intergouvernementale
scientifique et politique sur la biodiversité
et les services écosystémiques
Septième session
Paris, 29 avril – 4 mai 2019**

**Rapport de la Plénière de la Plateforme intergouvernementale
scientifique et politique sur la biodiversité et les services
écosystémiques sur les travaux de sa septième session**

Additif

**Résumé à l'intention des décideurs du rapport sur l'évaluation
mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques de
la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur
la biodiversité et les services écosystémiques**

Appendice III

Lacunes en matière de connaissances

Durant la conduite de la présente évaluation, des besoins essentiels en matière d'information ont été identifiés. Voir le projet de tableau de l'appendice IV.

- Des données, des inventaires et un suivi concernant la nature et les facteurs du changement
- Lacunes concernant les biomes et les unités d'analyse
- Lacunes taxonomiques
- Lacunes liées aux contributions de la nature aux populations
- Liens entre la nature, les contributions de la nature aux populations et les facteurs, s'agissant des cibles et des objectifs
- Scénarios intégrés et études de modélisation
- Approches politiques potentielles
- Peuples autochtones et communautés locales

Appendice III

Lacunes en matière de connaissances

Durant la conduite de la présente évaluation, des besoins essentiels en matière d'information ont été identifiés. Voir le projet de tableau de l'appendice IV.

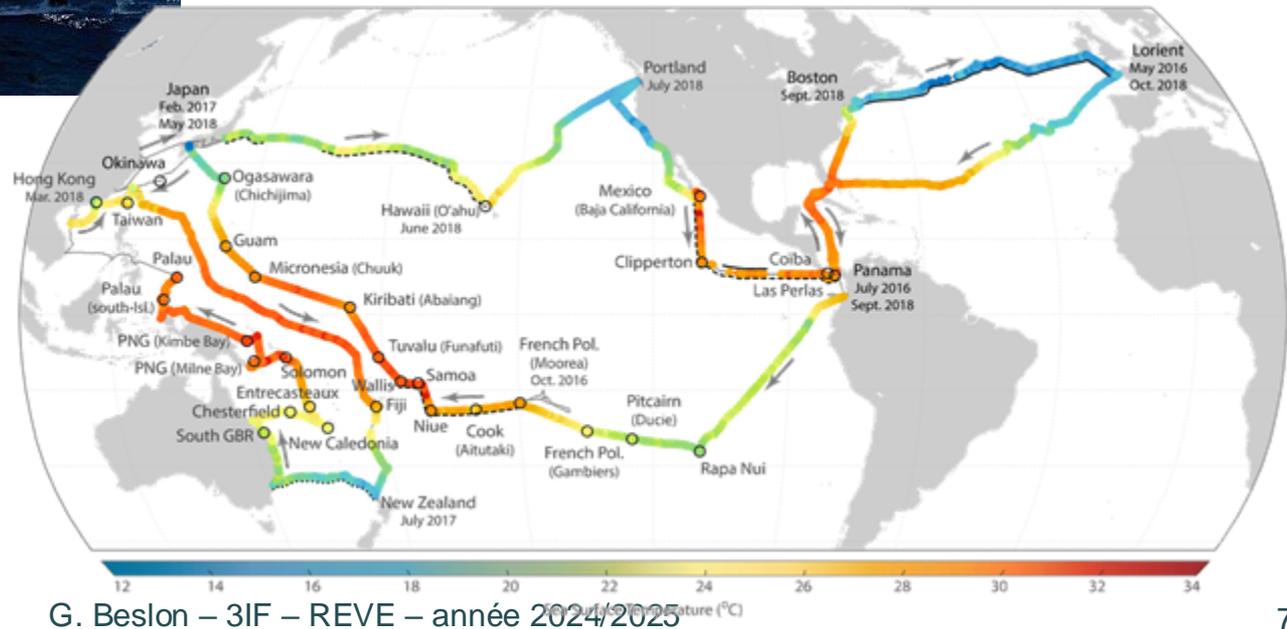
- Des données, des inventaires et un suivi concernant la nature et les facteurs du changement
- Lacunes concernant les biomes et les unités d'analyse
- Lacunes taxonomiques
- Lacunes liées aux contributions de la nature aux populations
- Liens entre la nature, les contributions de la nature aux populations et les facteurs, s'agissant des cibles et des objectifs
- Scénarios intégrés et études de modélisation
- Approches politiques potentielles
- Peuples autochtones et communautés locales

Diversité spécifique : Tara Oceans



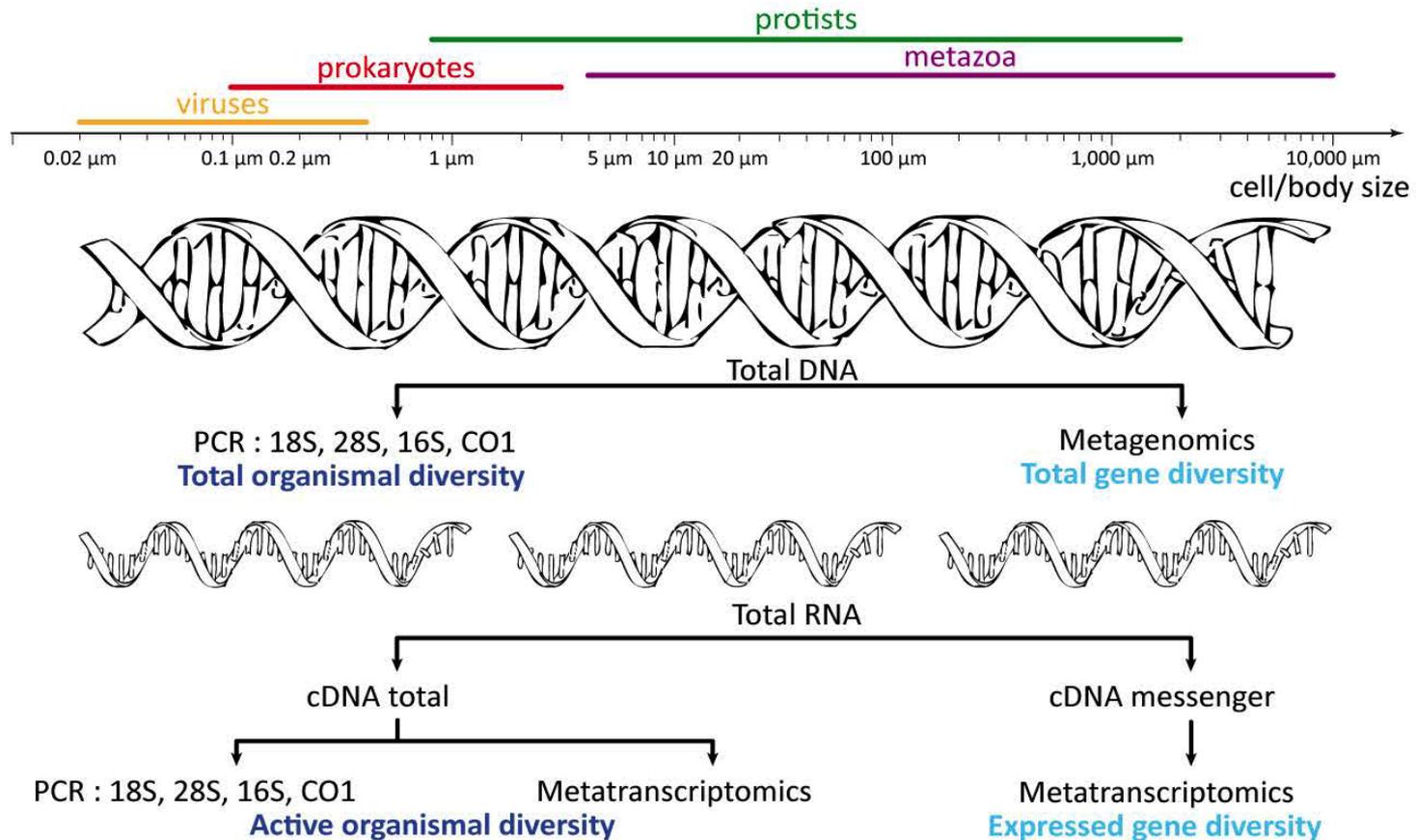
- 4 years of sample collection
 - 210 collection points
- 35,000 "water" samples
 - Parallel sequencing of samples (metagenomics)
 - Parallel phenotyping

The volume of data generated is impossible to estimate!



Diversité spécifique : Tara Oceans

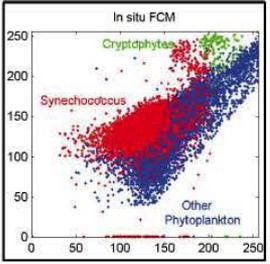
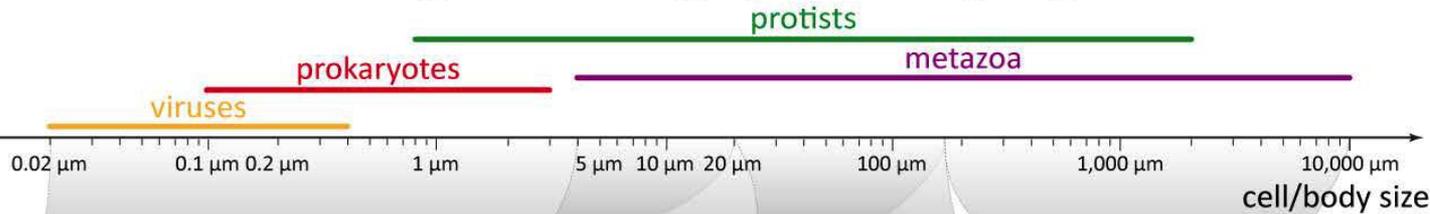
High Throughput Sequencing



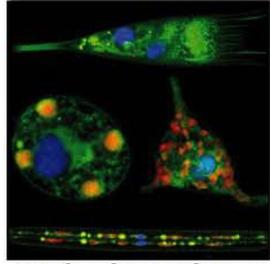
Diversité spécifique : Tara Oceans

High Throughput Imaging

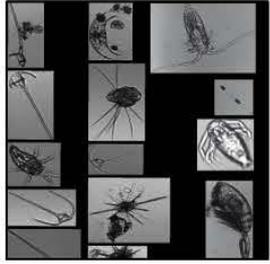
Physico-chemistry



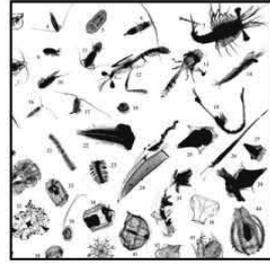
Flow Cytometry



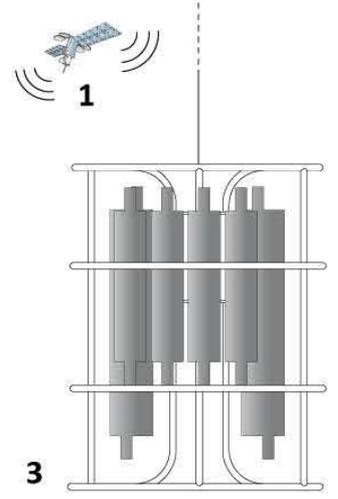
High-Throughput Microscopy



FlowCam

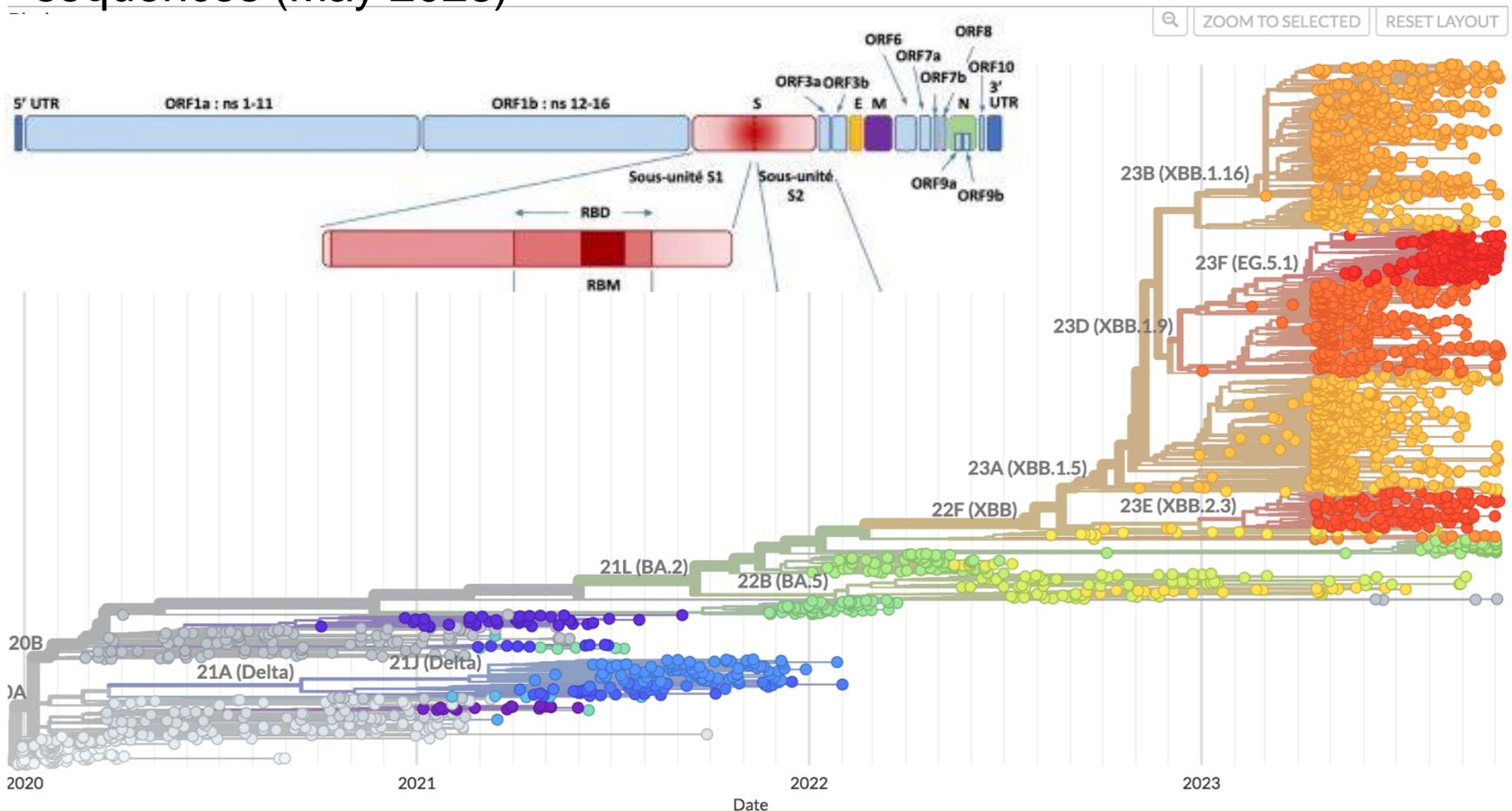


ZooScan



Diversité génétique : SARS-CoV-2

- Phylogenetic tree of SARS-CoV-2 from 2020 to 2023 (nextstrain.org)
- GISAID database contained 15.5 million SARS-COV-2 genome sequences (May 2023)



Réponse 4 :
**Comprendre la dynamique de la
biodiversité**

Appendice III

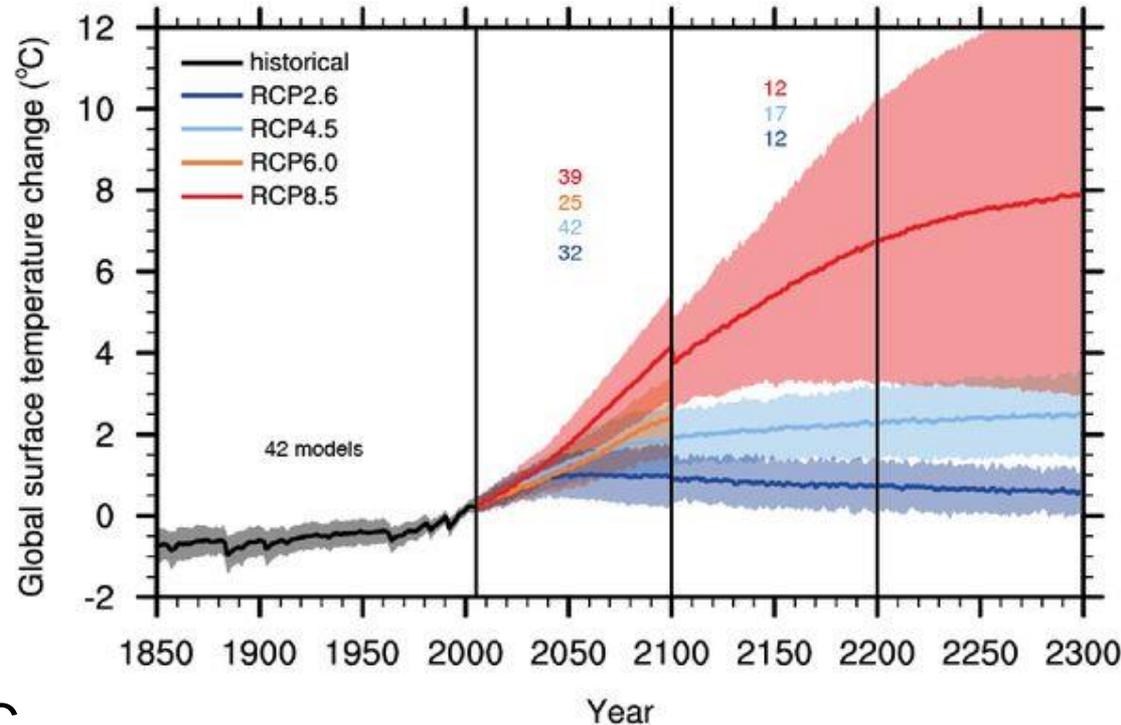
Lacunes en matière de connaissances

Durant la conduite de la présente évaluation, des besoins essentiels en matière d'information ont été identifiés. Voir le projet de tableau de l'appendice IV.

- Des données, des inventaires et un suivi concernant la nature et les facteurs du changement
- Lacunes concernant les biomes et les unités d'analyse
- Lacunes taxonomiques
- Lacunes liées aux contributions de la nature aux populations
- Liens entre la nature, les contributions de la nature aux populations et les facteurs, s'agissant des cibles et des objectifs
- Scénarios intégrés et études de modélisation
- Approches politiques potentielles
- Peuples autochtones et communautés locales

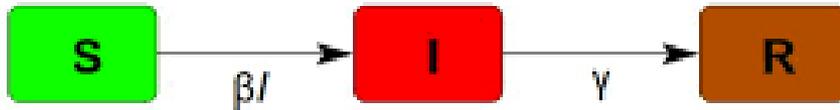
Les sciences computationnelles

- A partir de connaissances théoriques, les sciences computationnelles utilisent les mathématiques et la simulation informatique pour étudier le comportement du système.
- La comparaison aux données empiriques permet de tester la théorie
- Permet la comparaison entre modèles et théories contradictoires ou complémentaires
- Peut remplacer des expériences impossibles pour des raisons éthiques, techniques ou financières
- Si le modèles est « fiable », il peut être utilisé pour guider des politiques publiques
- Exemple : modèles du GIEC

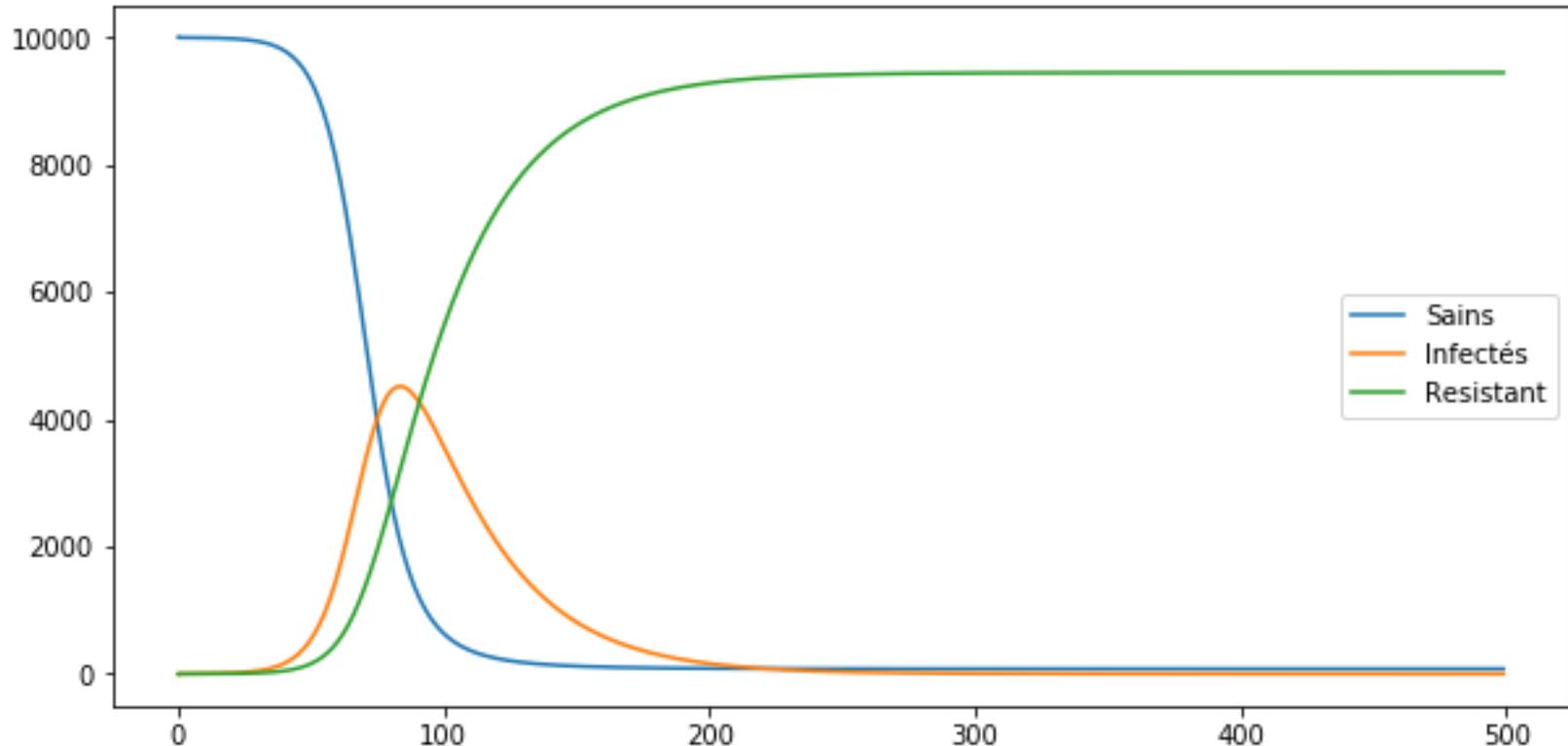


Exemple (1/2) : le modèle “SIR” (1927)

Modèle SIR



$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta IS & S(0) = S_0 \\ \frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I & I(0) = I_0 \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I & R(0) = R_0 \end{cases}$$

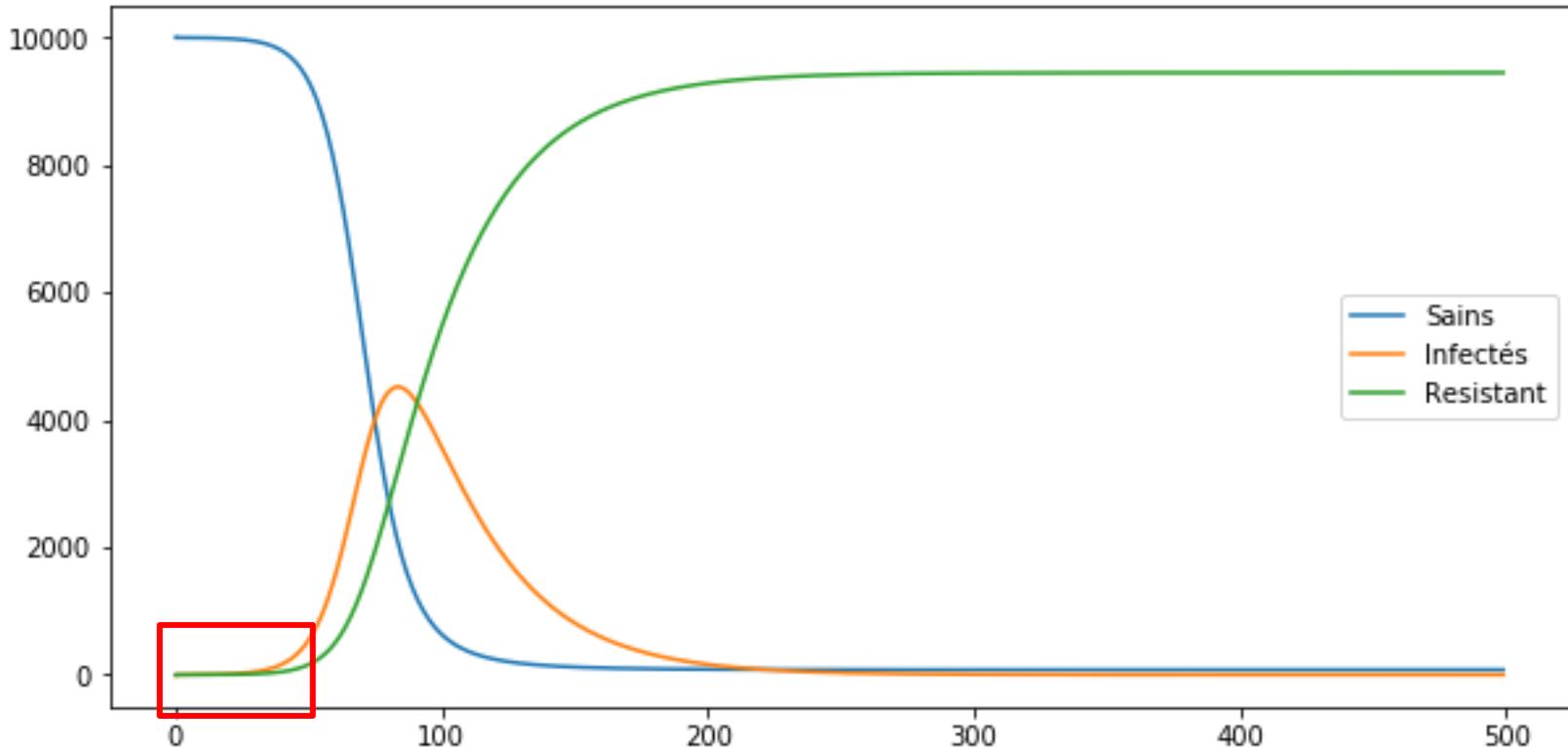


Exemple (1/2) : le modèle “SIR” (1927)

Modèle SIR



$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta IS & S(0) = S_0 \\ \frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I & I(0) = I_0 \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I & R(0) = R_0 \end{cases}$$

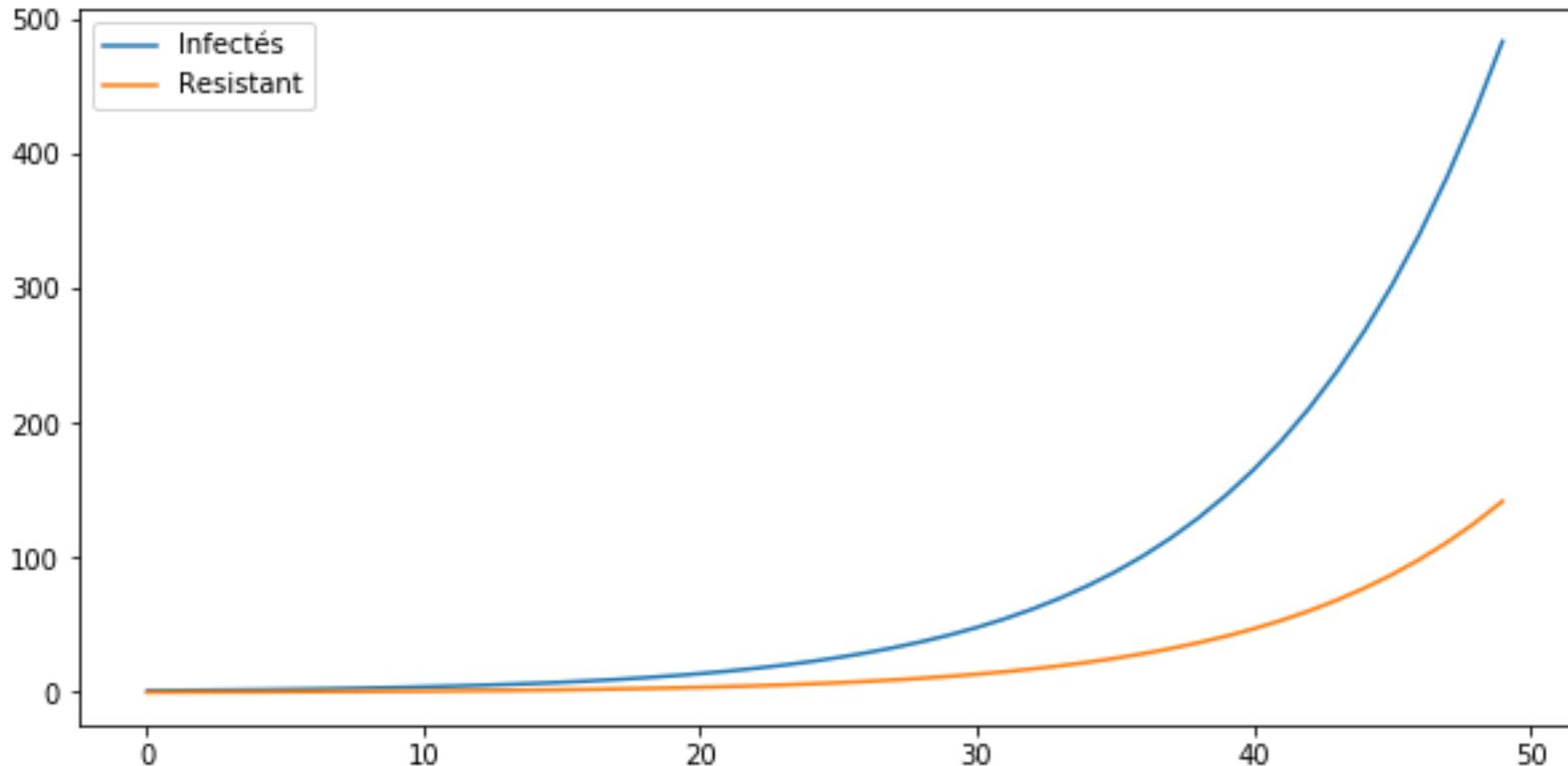


Exemple (1/2) : le modèle “SIR” (1927)

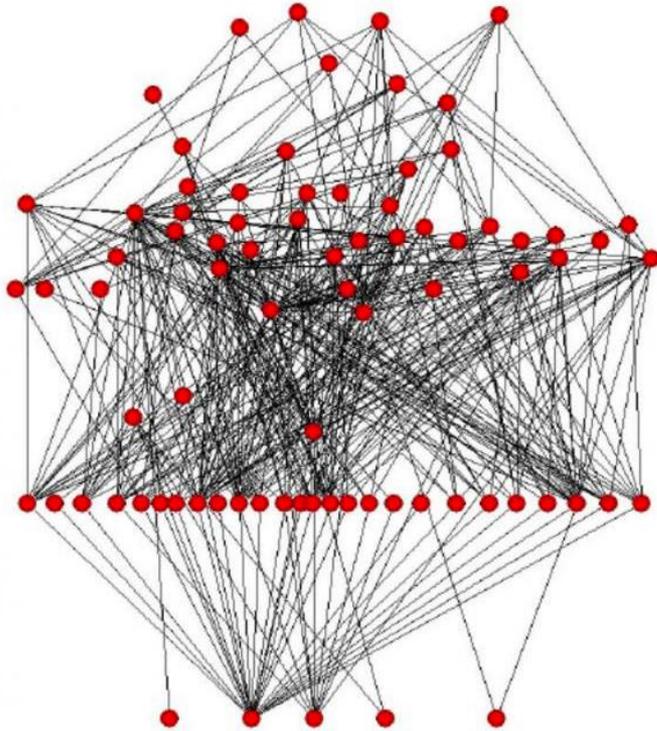
Modèle SIR



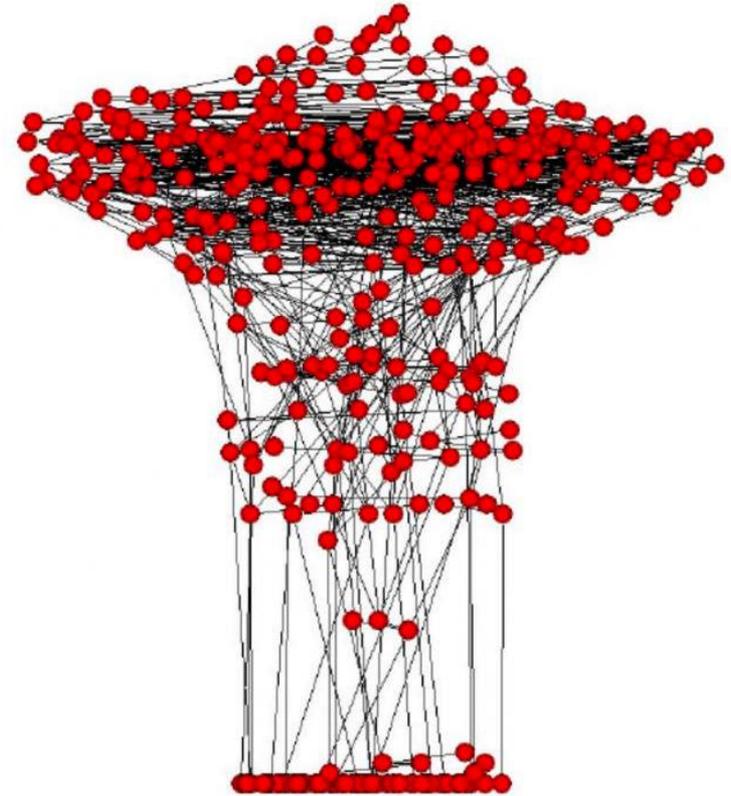
$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta IS & S(0) = S_0 \\ \frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma I & I(0) = I_0 \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I & R(0) = R_0 \end{cases}$$



Exemple (2/2) : quelles sont les conditions de stabilité des réseaux trophiques ?



Réseau trophique,
estuaire de l'Ythan



Réseau métabolique de
Chlamydia pneumoniae

Johnson, S., & Jones, N. S. (2017). Looplessness in networks is linked to trophic coherence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(22), 5618-5623.

Enjeux du Vivant

Quelle(s) implication(s) pour le numérique ?

– 3^{ème} partie : bilan –

Guillaume Beslon

3IF – Ressources, Enjeux du Vivant, Energie – REVE

Année 2024/2025

Bilan ?



A *mon* avis, le compte n'y est pas ...



Un bilan pour le moins contrasté ...

- L'informatique détruit d'une main ce qu'elle produit de l'autre
 - Fake news, économie de l'attention
- PlantNet, eBird
 - Au final, PlantNet et eBird nous rapproche-t-ils de la nature ou nous en éloigne-t-ils ?
 - Qu'apprenez-vous de la biodiversité avec PlantNet ou eBird ?
- Aide à la décision et conservation des espèces menacées
 - L'homme détruit la biodiversité mais la biodiversité n'a pas pas besoin de l'homme pour se conserver !
 - Elle a « juste » besoin qu'on la laisse tranquille !
- Combien d'informaticiens pour préserver la nature ?
- Combien pour à la détruire ?
 - Informatique et valeurs sociales ?
 - Et vous, pourquoi êtes-vous sur ces bancs ?

Le numérique n'est-il pas « juste » en train de réinventer le mythe de Dédale ?



La chute d'Icare. Merry-Joseph Blondel 1819. Musée du Louvre

Alors, on fait quoi ?



Alors, on fait quoi ?



Alors, on fait quoi ?



Conclusion

Pour la première fois dans l'histoire de la biodiversité, une extinction de masse est directement due à une espèce capable de l'anticiper ...

Et nous ne ferions rien ? Alors à quoi nous sert notre « intelligence » ?

Le numérique peut aider à sauvegarder la biodiversité mais surtout, le numérique doit être conscient des dégâts directs et indirects qu'il provoque et les limiter au maximum !

Et ... « le numérique », c'est vous ...

Merci !