



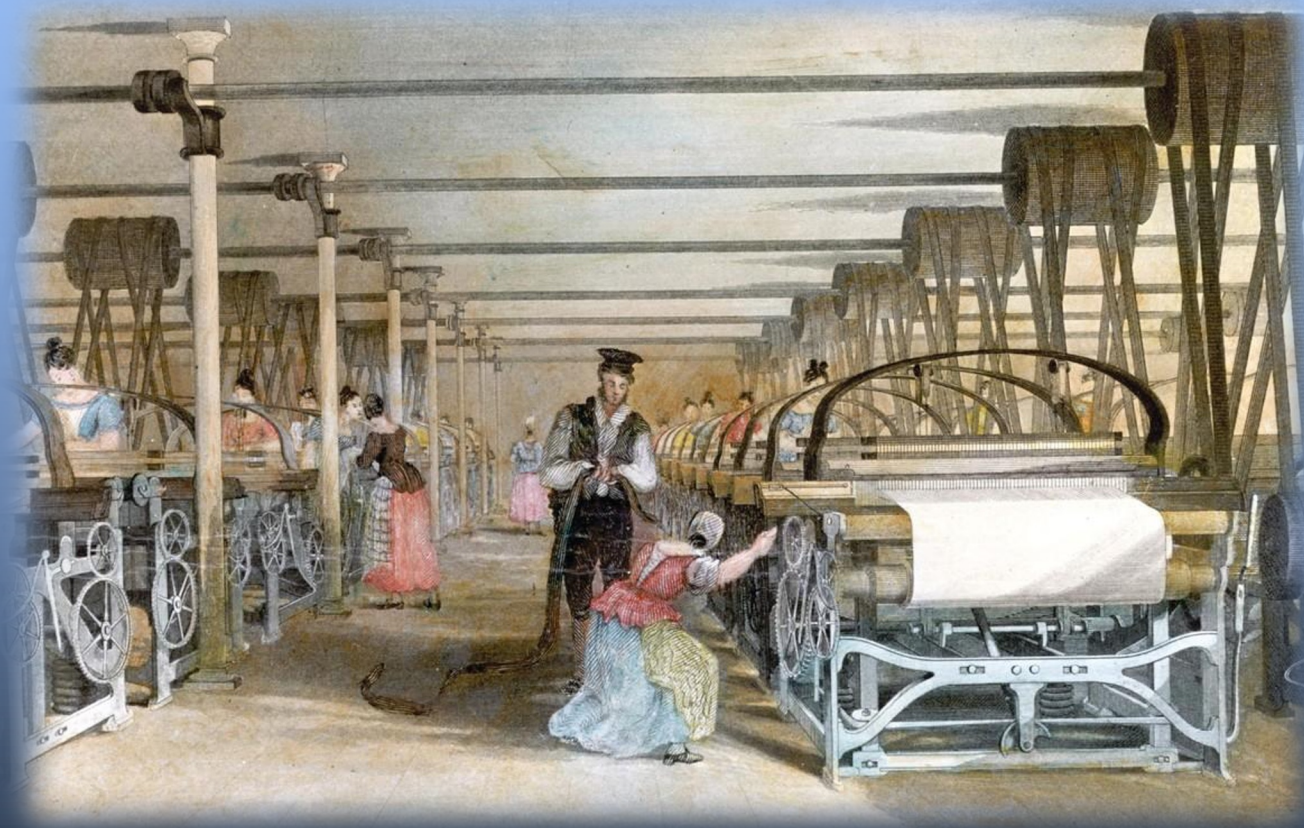
# Introduction à la santé environnementale

**Module Santé Publique, PASS  
5 décembre 2024**

**Dr Marine Sarfati, Pr Roland Chapurlat  
Hospices Civils de Lyon**



Révolution néolithique, 10 000 avant JC

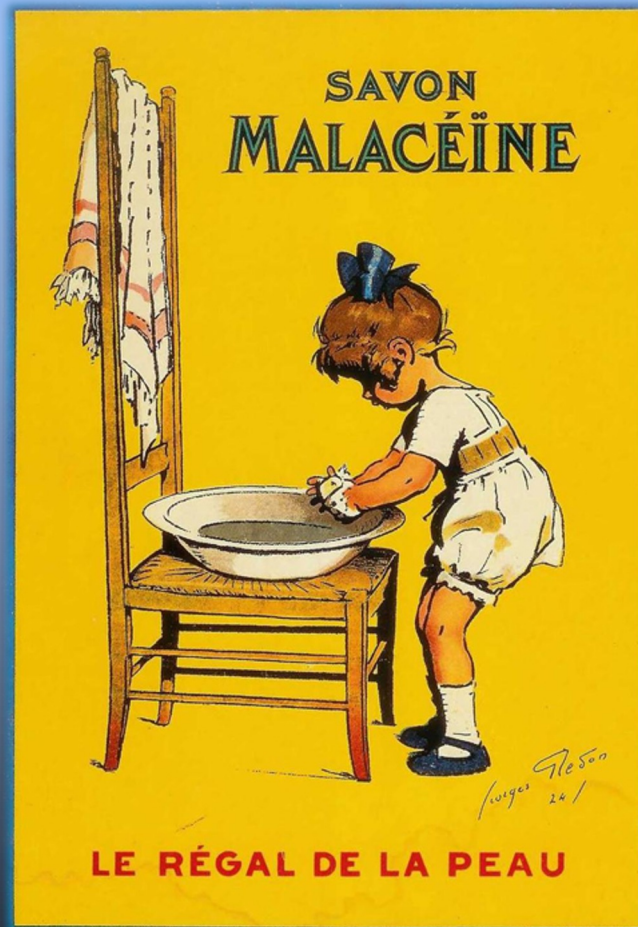


Une usine textile en Angleterre, gravure anglaise, 1833



Le Creusot en 1847

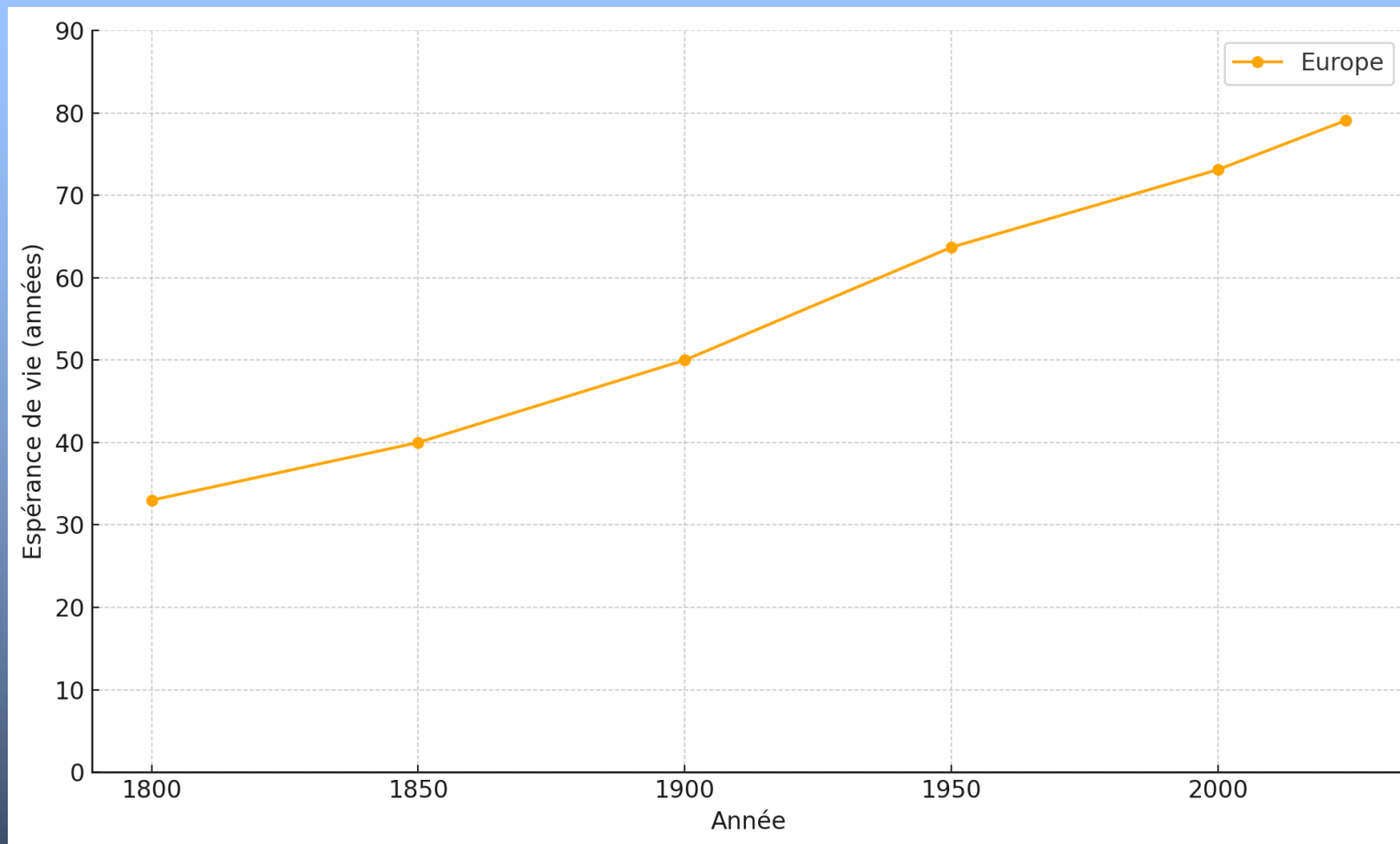
*Lithographie d'après l'aquarelle de Philippe Trémaux*



Révolution hygiénique



Pasteur et la théorie des germes



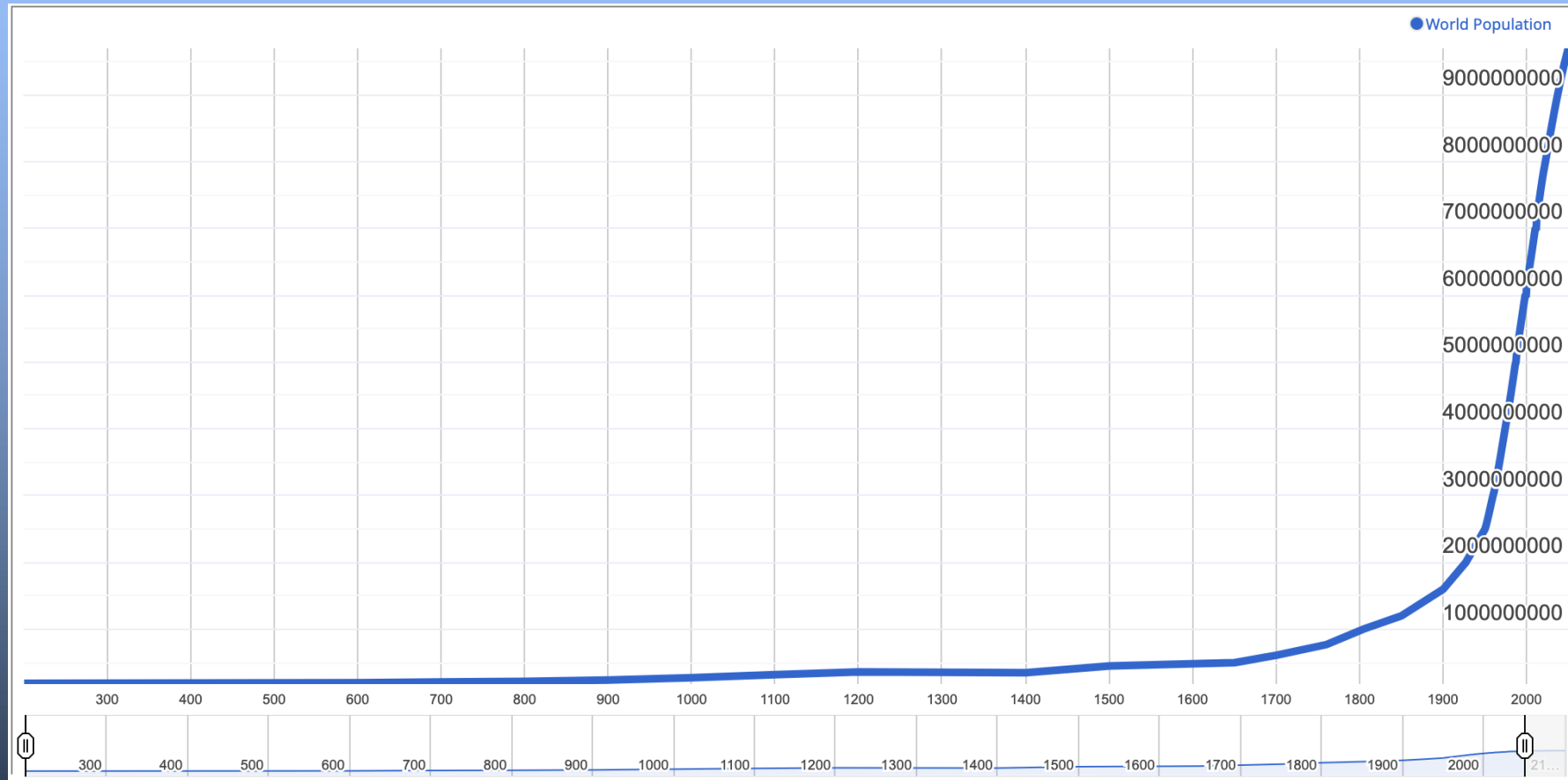
Evolution de l'espérance de vie en Europe entre 1800 et 2024

*INED, Mactrotrends*



Révolution verte (1940-1970)





Evolution de la population mondiale

<https://www.worldometers.info/world-population/>

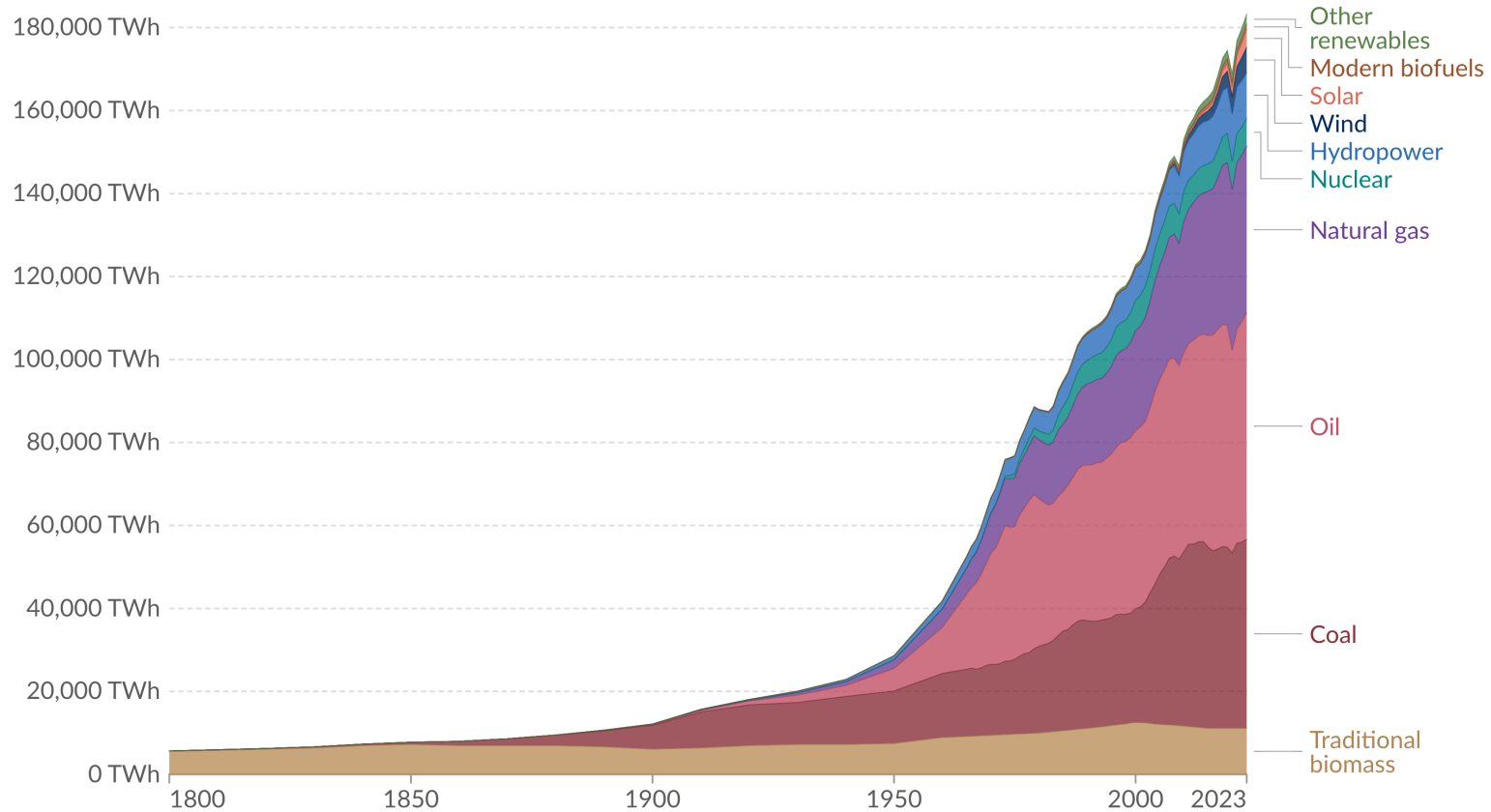


Et l'envers du décor ?

# Global primary energy consumption by source

Our World  
in Data

Primary energy<sup>1</sup> is based on the substitution method<sup>2</sup> and measured in terawatt-hours<sup>3</sup>.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); Smil (2017)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.

Consommation mondiale d'énergie primaire par source

<https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>

# Un problème démographique ?

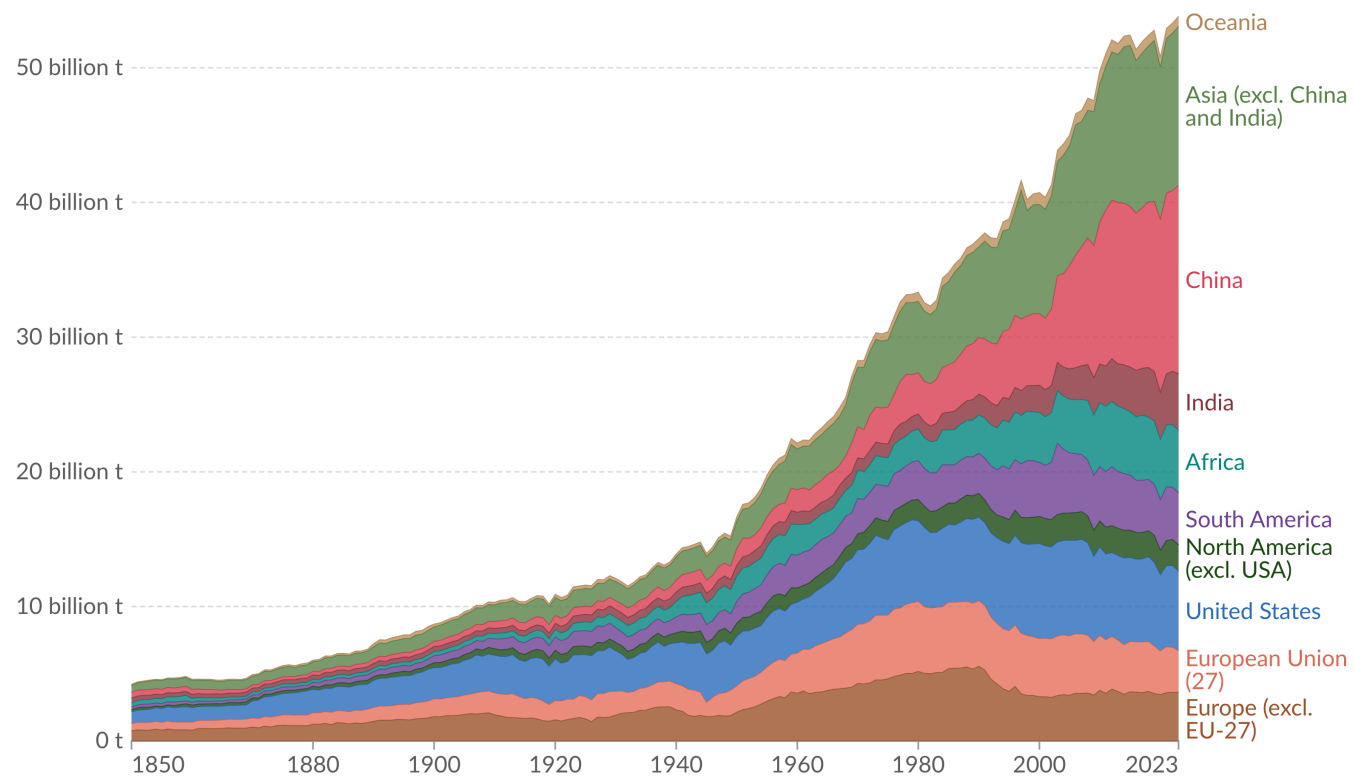
“Entre 1900 et 2023, la **population mondiale** a augmenté d’un facteur 4.8

La consommation d’énergie a augmenté d’un facteur 160, soit **33 fois plus rapidement** sur cette période”

## Annual greenhouse gas emissions by world region, 1850 to 2023

Our World  
in Data

Greenhouse gas emissions<sup>1</sup> include carbon dioxide, methane and nitrous oxide from all sources, including land-use change. They are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents<sup>2</sup> over a 100-year timescale.



Data source: Jones et al. (2024)

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Émissions annuelles de gaz à effet de serre par région du monde  
*Our world in data*



De la révolution verte à l'agriculture intensive



Anthropocène

<https://www.worldometers.info/world-population/>



*Les limites de la croissance, Club de Rome, 1972*



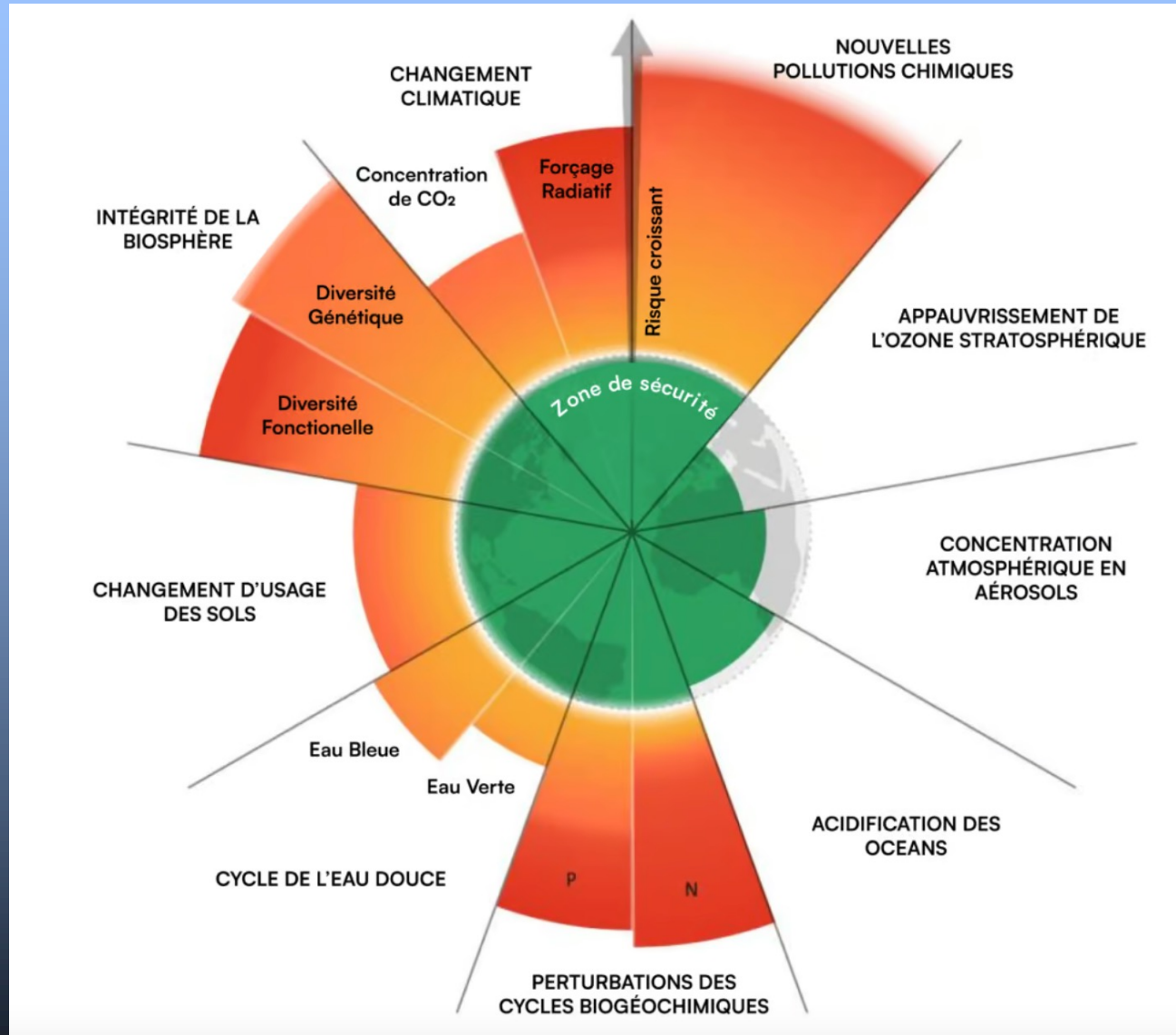
**Stockholm  
Resilience Centre**






**Stockholm  
University**

Limites planétaires, 2009

1. Le changement climatique
2. L'érosion de la biodiversité
3. Les perturbations des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore
4. La déforestation et les changements d'utilisation des sols
5. Les pollutions chimiques
6. L'acidification des océans
7. La déplétion de la couche d'ozone
8. La dégradation de l'eau potable
9. La pollution aux aérosols.



1. Le changement climatique
2. L'érosion de la biodiversité
3. Les perturbations des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore
4. La déforestation et les changements d'utilisation des sols
5. Les pollutions chimiques
6. L'acidification des océans
7. La déplétion de la couche d'ozone
8. La dégradation de l'eau potable
9. La pollution aux aérosols.

-  Sous la limite
-  Dans une zone d'incertitude (risque croissant)
-  Zone d'incertitude dépassée (risque élevé)



# Introduction à la santé environnementale

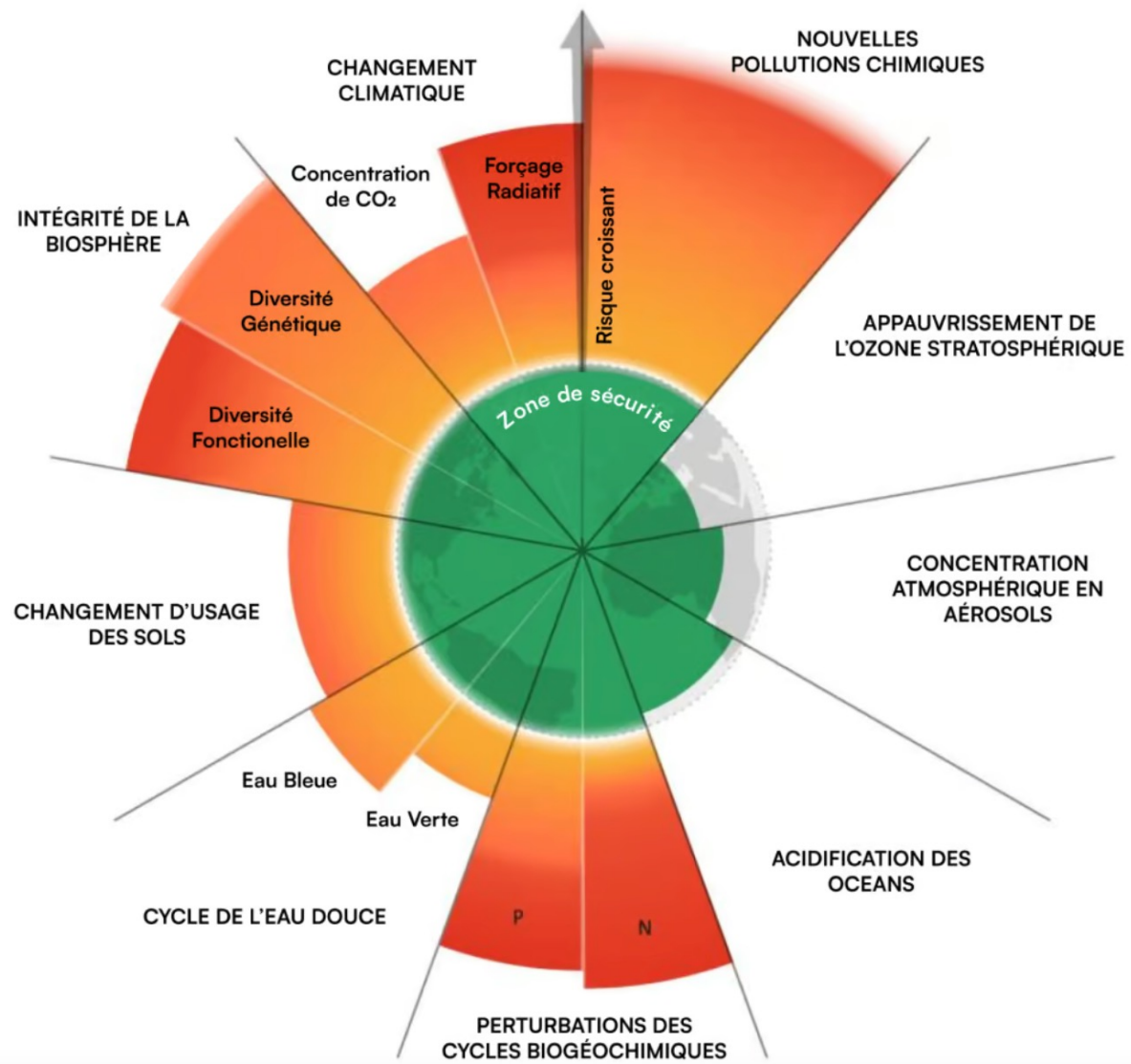
## Plan

### Introduction

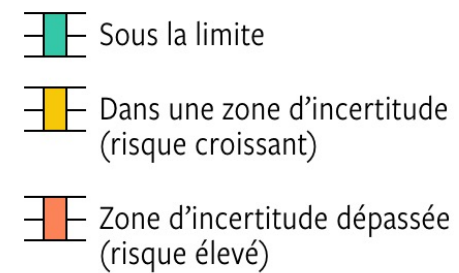
### Limites planétaires et santé humaine

- Pollutions par de « nouvelles entités »
- Changement climatique
- Erosion biodiversité

### Différentes approches de la santé



1. Le changement climatique
2. L'érosion de la biodiversité
3. Les perturbations des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore
4. La déforestation et les changements d'utilisation des sols
5. Les pollutions chimiques
6. L'acidification des océans
7. La déplétion de la couche d'ozone
8. La dégradation de l'eau potable
9. La pollution aux aérosols.



# Pollution par de nouvelles entités

Pollution  
plastique

Pollution  
chimique

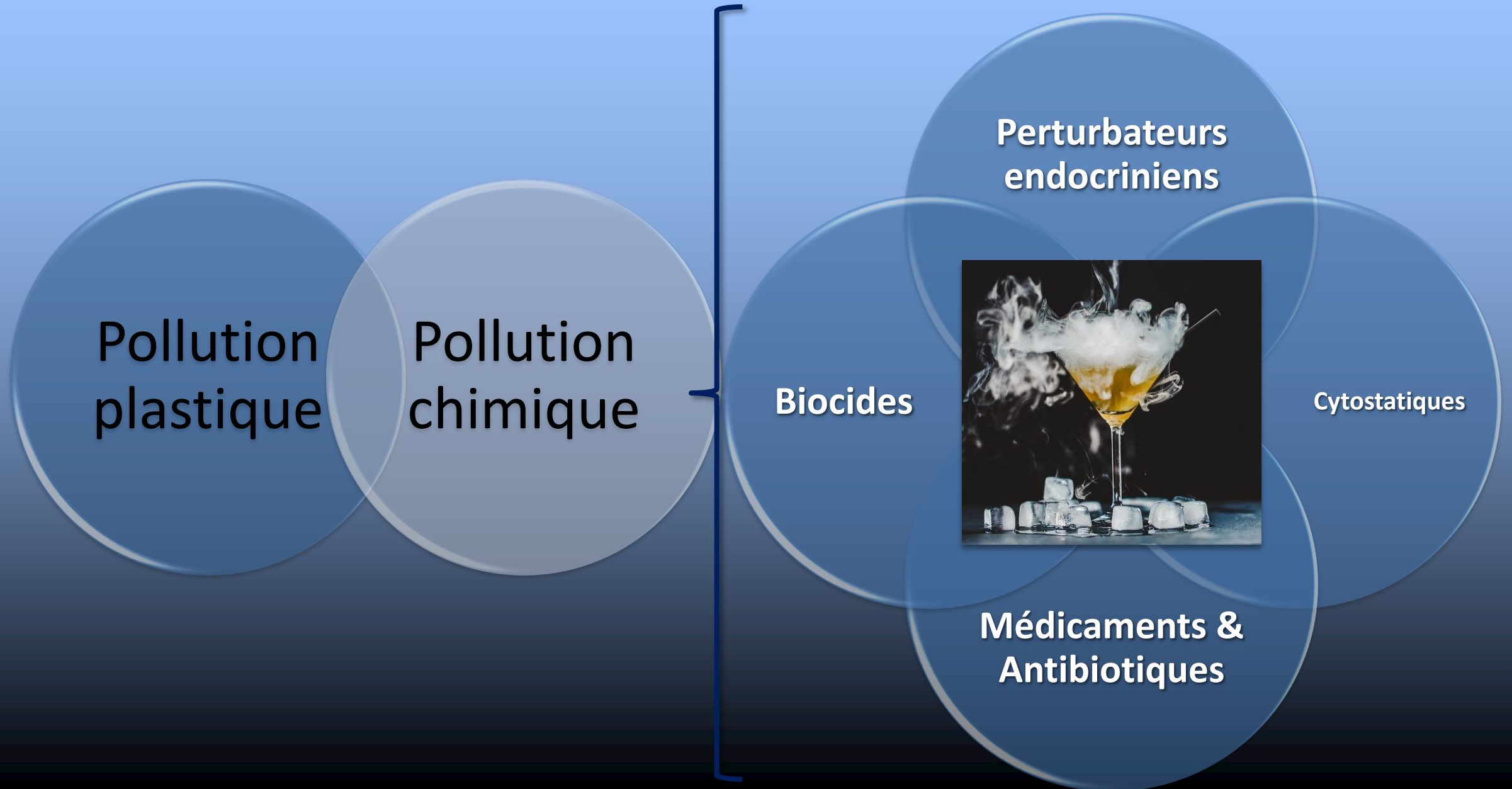


Perturbateurs  
endocriniens

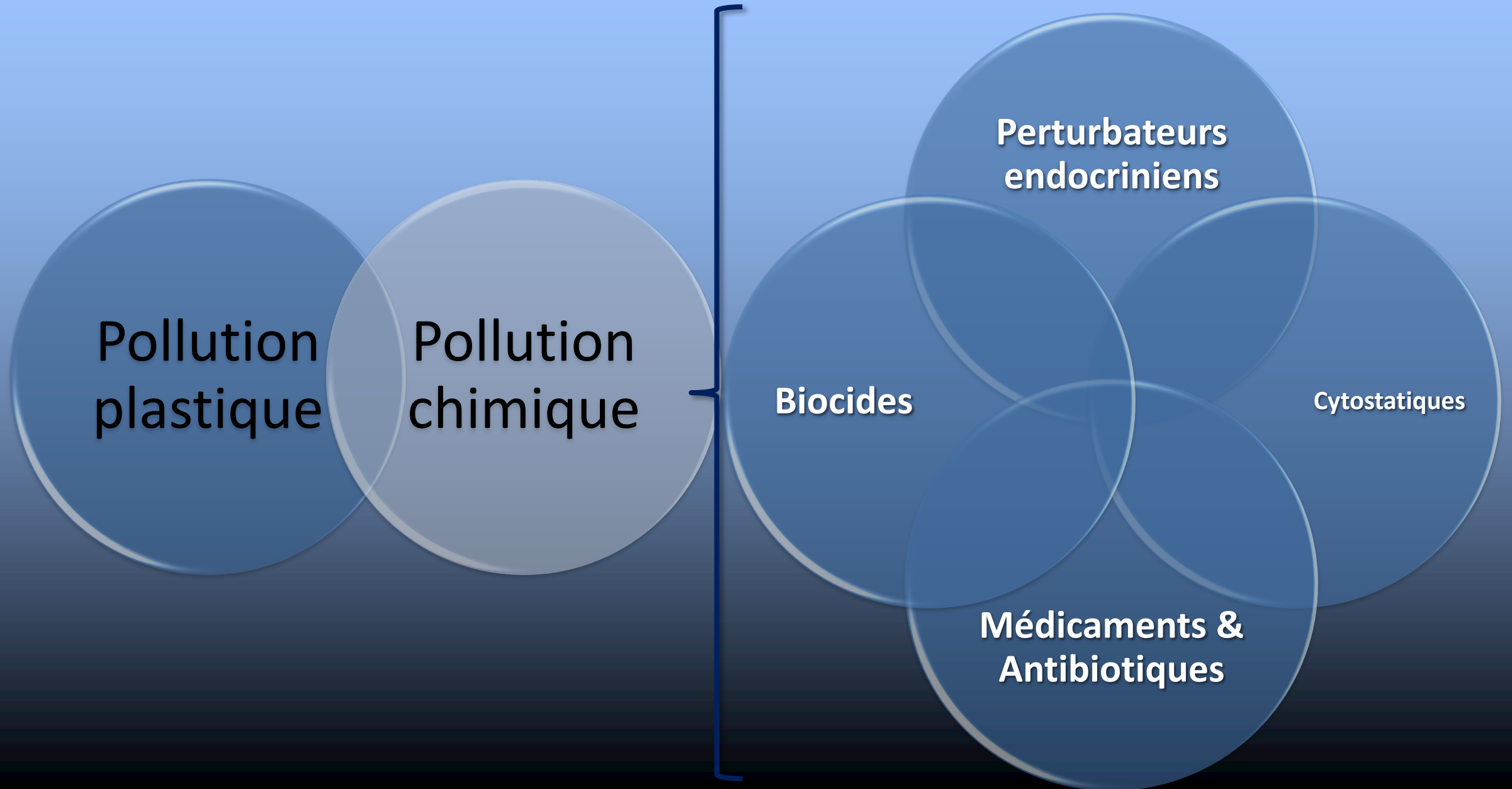
Cytostatiques

Médicaments &  
Antibiotiques

# Pollution par de nouvelles entités



# Pollution par de nouvelles entités

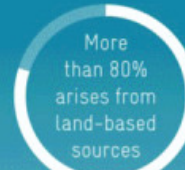




# Pollutions et menaces sur les océans

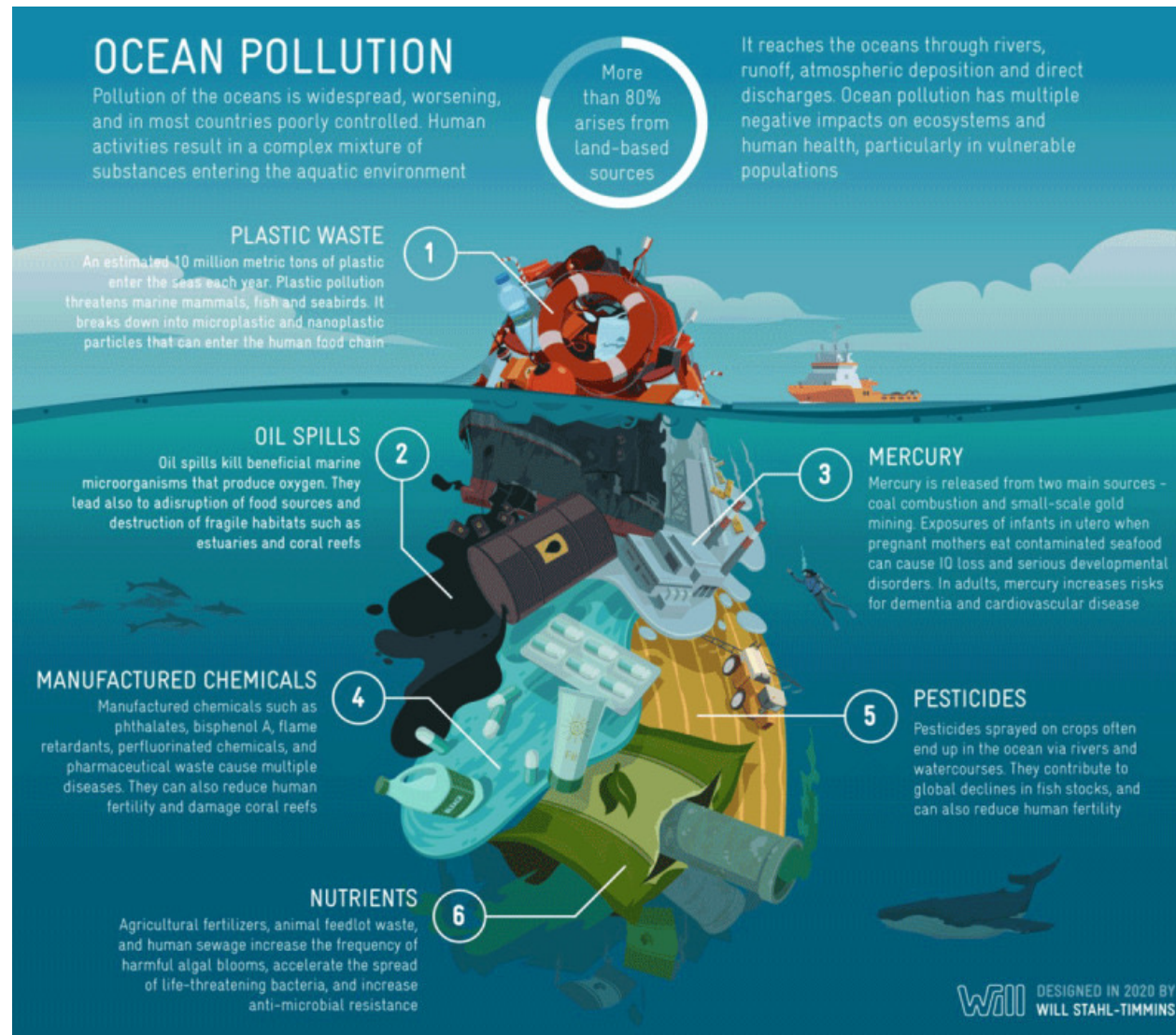
## OCEAN POLLUTION

Pollution of the oceans is widespread, worsening, and in most countries poorly controlled. Human activities result in a complex mixture of substances entering the aquatic environment



It reaches the oceans through rivers, runoff, atmospheric deposition and direct discharges. Ocean pollution has multiple negative impacts on ecosystems and human health, particularly in vulnerable populations

# Pollutions et menaces sur les océans



# Pollution plastique et menaces sur les océans

Macroplastiques, microplastiques et particules de nano plastiques

**10 millions de tonnes de déchets plastique**

**dans les océans chaque année** (*soit l'équivalent en poids de 22 000 Boeing 747*)

Menace pour les mammifères marins, les poissons, les oiseaux de mers

**88 % des espèces marines** en seraient affectées



<https://reporterre.net/Les-océans-etouffent-sous-le-plastique>

Landrigan et al, Human Health and Ocean Pollution. Ann Glob Health. 2020 Dec

# Micro-nano plastiques et santé humaine

## Micro et nano-plastiques

### Pour la santé humaine :

- **50 000 à 100 000** particules de microplastiques ingérées chaque année par l'homme en moyenne
- Stress oxydatif, inflammation locale, apoptose dans les cellules endothéliales et vasculaires, accumulation

Chang X, et al. Potential health impact of environmental micro- and nanoplastics pollution. J Appl Toxicol. 2020 Jan

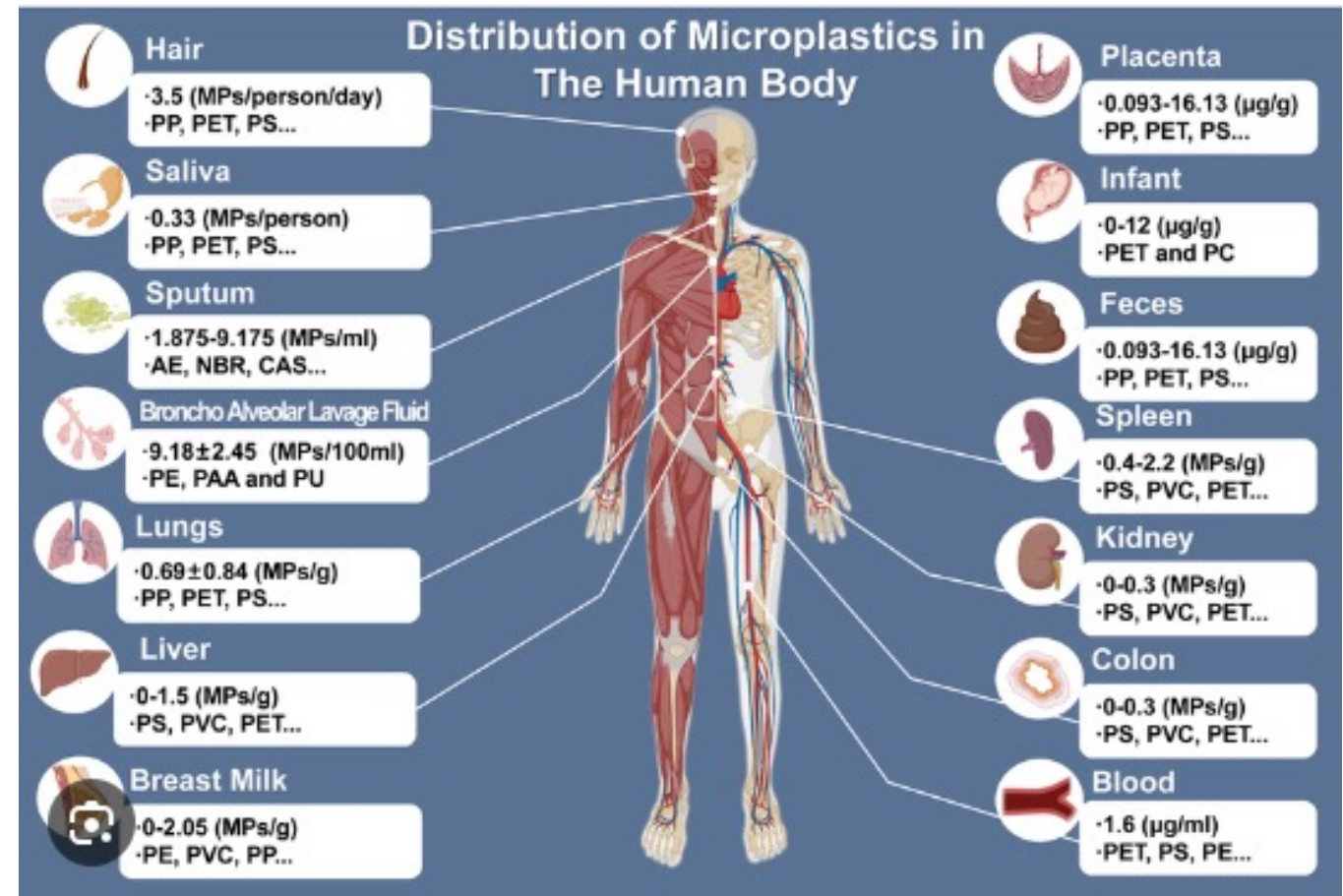
Landrigan et al, Human Health and Ocean Pollution. Ann Glob Health. 2020 Dec

Prata JC, et al, Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. Sci Total Environ. 2020 Feb

# Micro-nano plastiques et santé humaine

Organes contaminés en population générale

Tout sauf le cerveau ?



Human Microplastics Exposure and Potential Health Risks to Target Organs by Different Routes: A Review

Microplastics are infiltrating brain tissue, studies show: 'There's nowhere left untouched'

# Micro-nano plastiques et santé humaine



► [Nanomaterials \(Basel\)](#). 2023 Apr 19;13(8):1404. doi: [10.3390/nano13081404](https://doi.org/10.3390/nano13081404) [↗](#)

## Micro- and Nanoplastics Breach the Blood–Brain Barrier (BBB): Biomolecular Corona’s Role Revealed

[Verena Kopatz](#)<sup>1,2,3,4</sup>, [Kevin Wen](#)<sup>5</sup>, [Tibor Kovács](#)<sup>6</sup>, [Alison S Keimowitz](#)<sup>5</sup>, [Verena Pichler](#)<sup>3,7</sup>, [Joachim Widder](#)<sup>2,4</sup>, [A Dick Vethaak](#)<sup>8,9</sup>, [Oldamur Hollóczki](#)<sup>6,\*</sup>, [Lukas Kenner](#)<sup>1,3,4,10,11,\*</sup>, [†](#)

Original Investigation | Environmental Health [🔒](#)

September 16, 2024

## Microplastics in the Olfactory Bulb of the Human Brain

Luis Fernando Amato-Lourenço, PhD<sup>1,2</sup>; Katia Cristina Dantas, PhD<sup>2</sup>; Gabriel Ribeiro Júnior, PhD<sup>2</sup>; [et al](#)

[» Author Affiliations](#) | [Article Information](#)

*JAMA Netw Open.* 2024;7(9):e2440018. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.40018

# Micro-nano plastiques et santé humaine : une menace de santé publique

Science

Current Issue First release papers Archive

HOME > SCIENCE > VOL. 373, NO. 6550 > THE GLOBAL THREAT FROM PLASTIC POLLUTION

SPECIAL ISSUE REVIEW

## The global threat from plastic pollution

MATTHEW MACLEOD · HANS PETER H. ARP · MINE B. TEKMAN · AND ANNIKA JAHNKE · [Authors Info & Affiliations](#)

## How do plastics, including microplastics and plastic-associated chemicals, affect human health?

[Bhedita J. Seewoo](#), [Louise M. Goodes](#), [Kevin V. Thomas](#), [Cassandra Rauert](#), [Ahmed Elagali](#), [Anne-Louise](#)

[Ponsonby](#), [Christos Symeonides](#) & [Sarah A. Dunlop](#)

[Nature Medicine](#) (2024) | [Cite this article](#)

ORIGINAL ARTICLE

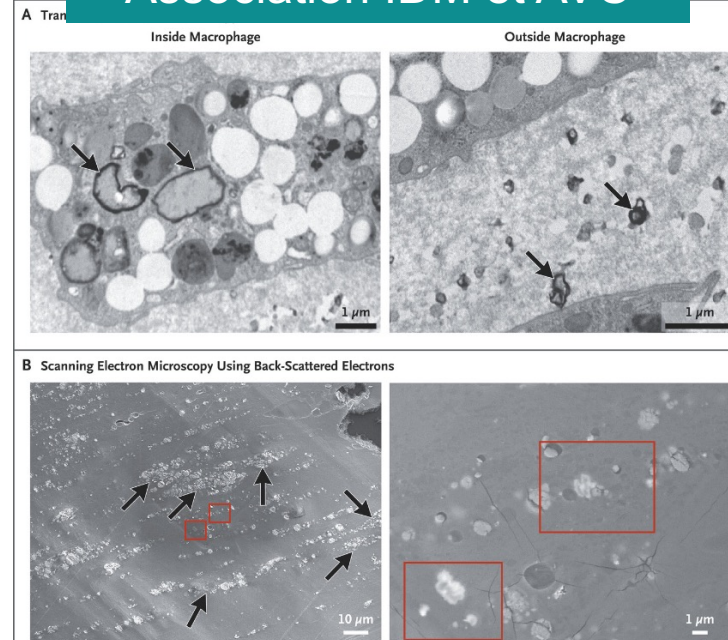
f X in

## Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events

**Authors:** Raffaele Marfella, M.D., Ph.D., Francesco Prattichizzo, Ph.D., Celestino Sardu, M.D., Ph.D., Gianluca Fulgenzi, Ph.D., Laura Graciotti, Ph.D., Tatiana Spadoni, Ph.D., Nunzia D'Onofrio, Ph.D., +35, and Giuseppe Paolisso, M.D. [Author Info & Affiliations](#)

Published March 6, 2024 | N Engl J Med 2024;390:900-910 | DOI: 10.1056/NEJMoa2309822 | VOL. 390 NO. 10

### Association IDM et AVC





# Plastique médical



PERSPECTIVES | The art of medicine · Volume 400, Issue 10360, P1298-1299, October 15, 2022

[Download Full Issue](#)

## How medicine becomes trash: disposability in health care

[Jeremy Greene](#)<sup>a</sup> [Caroline L Skolnik](#)<sup>b</sup> · [Maria W Merritt](#)<sup>c</sup>

## Why medical products must not be excluded from the Global Plastics Treaty

[Alice Street](#)<sup>a</sup> · [Ruth Stringer](#)<sup>b</sup> · [Peter Mangesho](#)<sup>c</sup> · [Rob Ralston](#)<sup>a</sup> · [Jeremy Greene](#)<sup>d</sup>

[Affiliations & Notes](#) [Article Info](#)

► [J R Soc Med.](#) 2020 Feb 7;113(2):49–53. doi: [10.1177/0141076819890554](#)

## Plastics in healthcare: time for a re-evaluation

[Chantelle Rizan](#)<sup>1,2,3,✉</sup>, [Frances Mortimer](#)<sup>2</sup>, [Rachel Stancliffe](#)<sup>2</sup>, [Mahmood F Bhutta](#)<sup>1,4</sup>



# Plastique d'origine médicale

Ingestion

**Microplastic Transfer into the Bloodstream from Intravenous Fluid Infusion Systems**  
14 Pages • Posted: 30 Jan 2024

- polyamide (PA) microplastics
- polyethylene (PE) microplastics
- polyurethane (PU) microplastics
- polyethylene terephthalate (PET) microplastics

artery, guiding catheter, coronary stent system, coronary guide wire

**Ingestion**  
Microplastics, Mucosa, Villi  
• Larger particles are trapped in villi and block the nutrient adsorption  
• Smaller particles penetrate the villi

**Infusion**  
Microplastics, RBC, Monocyte, Basophil, Platelets, Nanoplastic  
• Plastic products (tubes, bags, bottles and syringes) used for infusion therapy can release micro/nanoplastic particles during usage  
• Microplastics can cause oxidative stress, cytotoxicity, inflammation in the lung cells  
• Depending on the hydrophilicity, size and surface charge, plastic particles can translocate to other organs

Perfusion/infusion

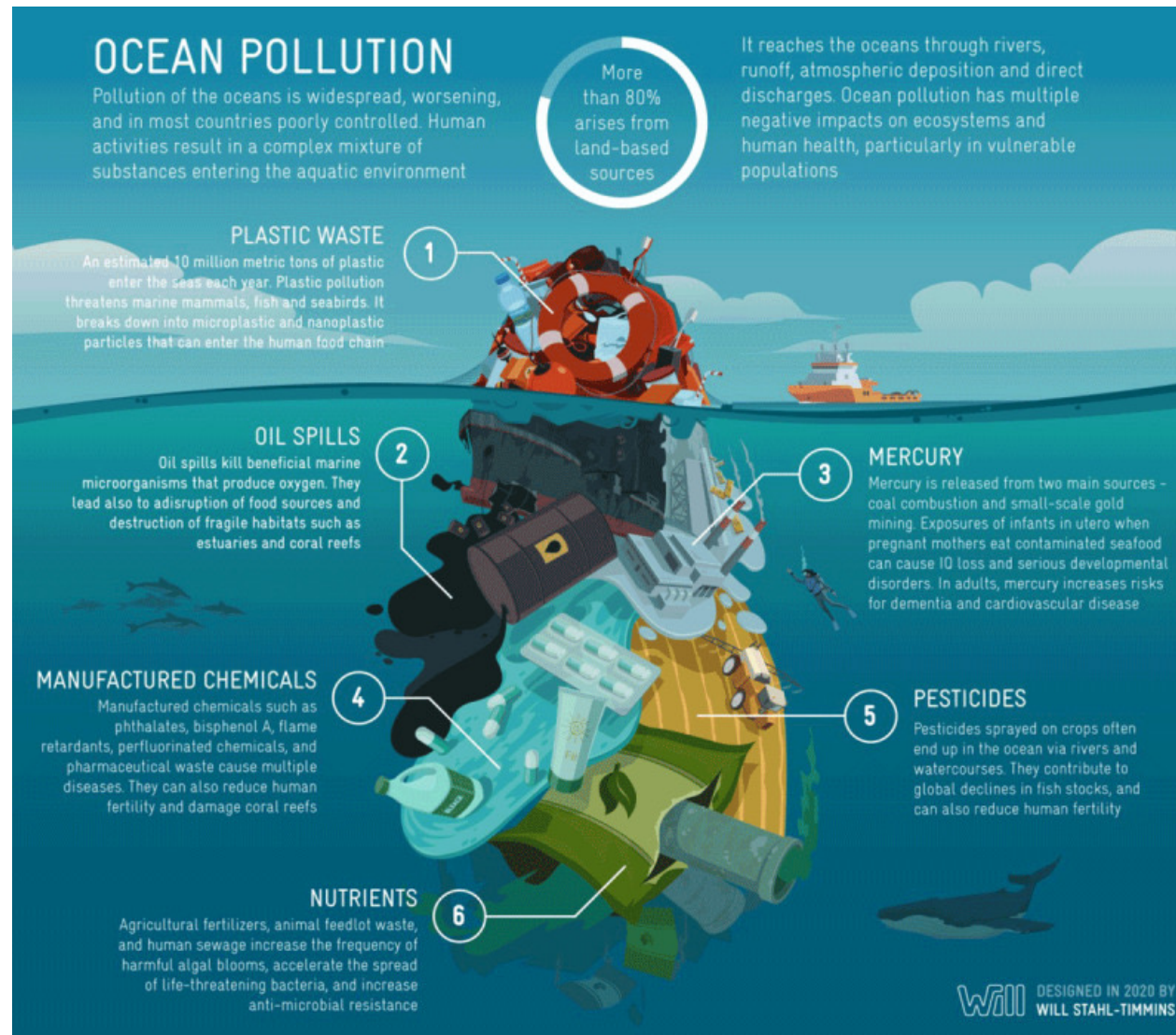
Inhalation

**Inhalation of micro/nanoplastics**

Microplastics, Inhalation, Large airway, Alveoli, Alveolar type I, Alveolar type II, Club cell, Basal cell, Ciliated cell, Macrophage, Nanoplastic

• Plastic container, inhaler, and nebulizer used for respiratory therapy releases MNPs due to heat and other mechanical actions

# Pollutions et menaces sur les océans



# Pollutions et menaces sur les océans



## Pollution au Mercure et santé humaine

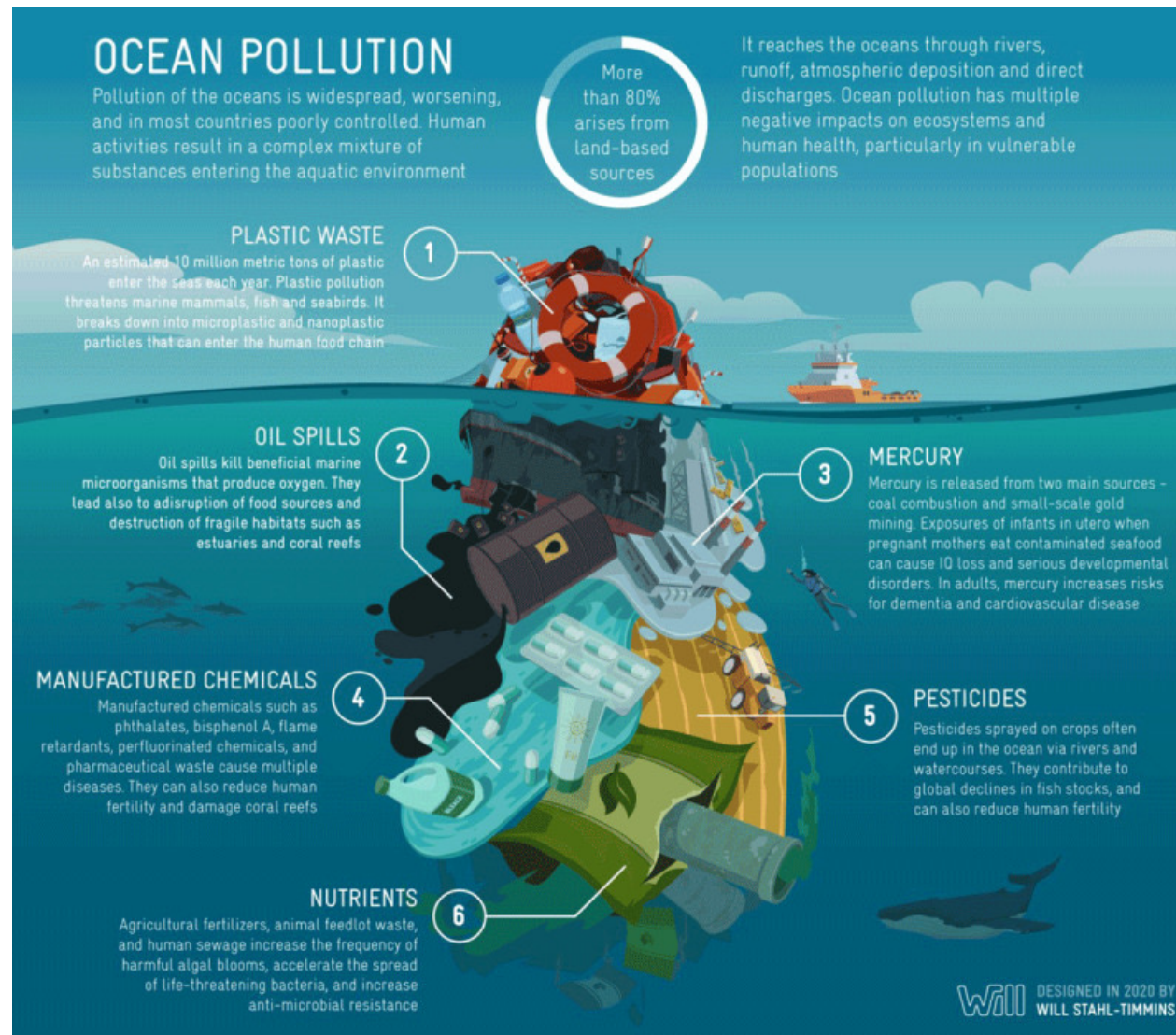


**In utero** : trouble développement cérébral (baisse QI et hausse risque autisme, TDAH et troubles de l'apprentissage)

➔ Femmes enceintes et jeunes enfants vulnérables

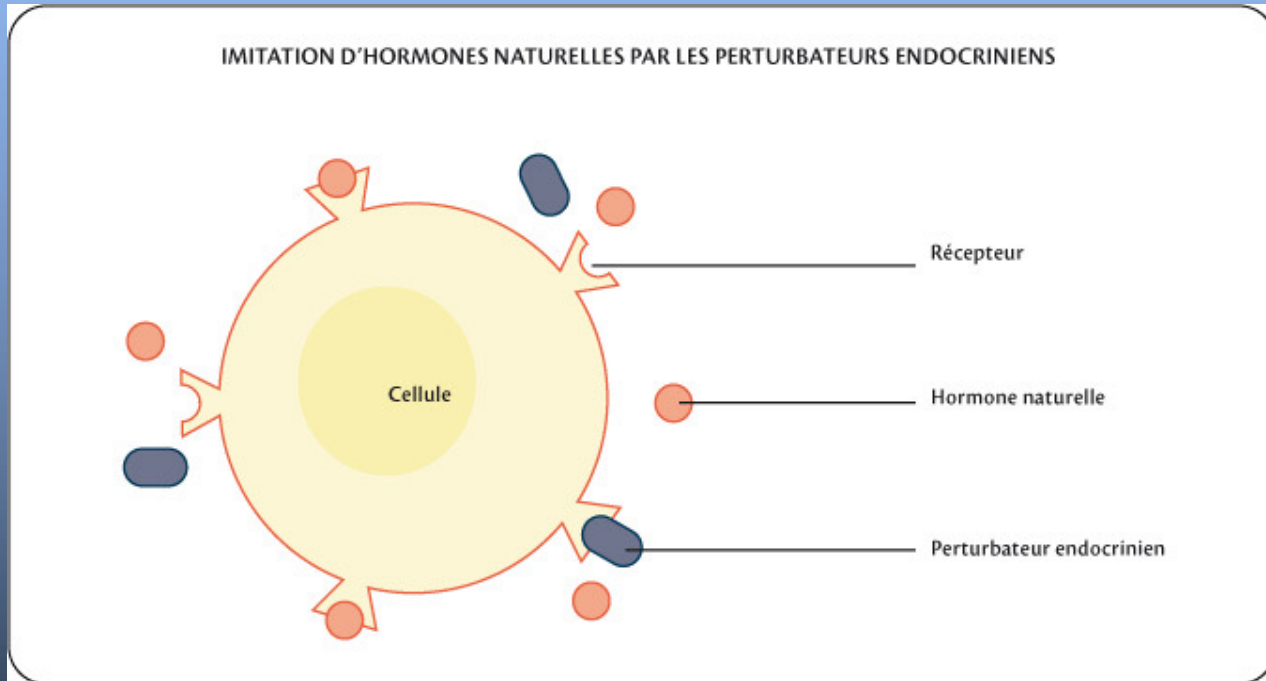
**Exposition adulte** : hausse du risque cardio-vasculaire et de démence

# Pollutions et menaces sur les océans



# Pollution par de nouvelles entités

## Perturbateurs endocriniens



- Substance avec des propriétés hormono-mimétiques, qui va interférer avec le système endocrinien
- Cause des anomalies physiologiques et notamment reproductives, sur la santé d'individu **ou de sa descendance**

# Pollution par de nouvelles entités

## Perturbateurs endocriniens

### Modes de contamination :






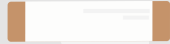


- **Ingestion** : aliments, eau, médicaments
- **Inhalation** : air, poussières
- **Contact cutané** : produits cosmétiques, plastiques

# Pollution par de nouvelles entités

## Perturbateurs endocriniens

**PERTURBATEURS ENDOCRINIENS**  
Des sources multiples

PHTALATES	PFOA ET PFOS
 Vernis à ongles  Contenants alimentaires  Ustensiles de cuisine en plastique recyclé  Cosmétiques  Produits d'entretien  Bouteilles en plastique  Jouets en plastique  Lingettes de toilette jetables  Médicaments  Cosmétiques	 Cosmétiques  Peinture  Poêles anti-adhésives  Ustensiles de cuisine en plastique recyclé  Textiles imperméables 
PARABENES ET PHÉNOXYÉTHANOLS	ALKYLPHÉNOLS
 Cosmétiques  Lingettes jetables 	 Détergents  Cosmétiques  Lessives

PESTICIDES	FORMALDÉHYDES
 Insecticides et répulsifs anti-moustiques, anti-poux...  Nourriture	 Produits de construction, de décoration et d'ameublement  Combustions sous toutes leurs formes  Produits domestiques
BISPHÉNOLS	
 Films alimentaires  Canettes	 Boîtes de conserve  Bouteilles en plastique



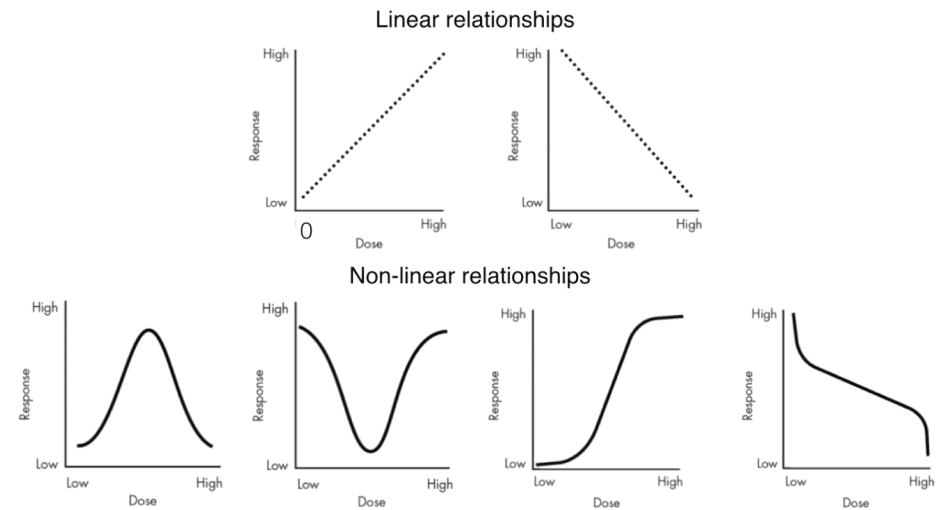
# Pollution par de nouvelles entités

## Perturbateurs endocriniens

### 4 caractéristiques majeures :

- Courbe dose réponse non monotone
- Une exposition n'entraîne pas forcément d'effets cliniques
- Effet clinique variable selon les individus
- Effets de dose toxique dépendant de la sensibilité du récepteur ciblé par le produit

Examples of linear and non-linear relationships



# Pollution par de nouvelles entités

## Perturbateurs endocriniens

### Effets probables sur :

- la santé reproductive : troubles de la fertilité, malformations génitales, ou puberté précoce
- les troubles métaboliques : obésité, diabète
- les pathologies thyroïdiennes
- les processus de cancérogenèse

### Exemple du Bisphénol A (BPA)

- Suspecté de troubles de la reproduction et d'effets cancérogènes
- Interdiction BPA dans tous les contenants alimentaires depuis 2015
- Reconnu PE depuis 2017
- Interdiction dans le papier thermique depuis 2020

# Pollutions et pesticides



En 30 ans, la consommation mondiale de pesticides a augmenté de 82 %

***Dans le monde, chaque année, 4 millions de tonnes de pesticides chimiques sont pulvérisées dans l'environnement***

Mateo-Sagasta, J. et al, 2018. More people, more food, worse water? a global review of water pollution from agriculture. Rome, Italy: FAO. 225p.



# Dispersion et toxicité des pesticides

<b>Toxicité directe</b>	<b>Toxicité indirecte</b>
Effets immédiats sur les organismes exposés	Impacts environnementaux à long terme, différés et systémiques Contamination des sols, de l'eau, ou de l'air, bioaccumulation dans les chaînes alimentaires, et perturbation des écosystèmes

# Dispersion et toxicité des pesticides

Toxicité directe	Toxicité indirecte
Effets immédiats sur les organismes exposés	Impacts environnementaux à long terme, différés et systémiques Contamination des sols, de l'eau, ou de l'air, bioaccumulation dans les chaînes alimentaires, et perturbation des écosystèmes
<b>Irritation cutanée ou oculaire</b> chez les agriculteurs <b>Troubles respiratoires</b> par inhalation de pesticides pulvérisés  <b>Mortalité immédiate des abeilles</b> après contact avec des pesticides néonicotinoïdes <b>Empoisonnement des oiseaux</b> (graines enrobées de pesticides)	<b>Contamination des sols</b> , affectant leur fertilité à long terme <b>Pollution des eaux souterraines</b> , pouvant impacter l'eau potable  <b>Baisse des rendements agricoles</b> (Diminution des populations d'insectes pollinisateurs) <b>Effets chroniques sur la santé humaine</b> : cancer ou perturbations endocriniennes (expositions prolongées via les aliments)

# Pesticides et toxicité directe sur la biodiversité

RESEARCH ARTICLE | ECOLOGY | 



## Farmland practices are driving bird population decline across Europe

[Stanislas Rigal](#)  , [Vasilis Dakos](#) , [Hany Alonso](#),  , and [Vincent Devictor](#)  [Authors Info & Affiliations](#)

Edited by Ivette Perfecto, University of Michigan, Ann Arbor, MI; received September 28, 2022; accepted March 6, 2023

May 15, 2023 | 120 (21) e2216573120 | <https://doi.org/10.1073/pnas.2216573120>

Journal of Applied Ecology



REVIEW |  Open Access |  

## Pesticide effects on soil fauna communities—A meta-analysis

[Léa Beaumelle](#) , [Léa Tison](#), [Nico Eisenhauer](#), [Jes Hines](#), [Sandhya Malladi](#), [Céline Pelosi](#), [Lise Thouvenot](#), [Helen R. P. Phillips](#)

First published: 07 June 2023 | <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14437>

# Pesticides et exposition professionnelle

Lien entre l'exposition professionnelle aux pesticides et plusieurs pathologies :

- Lymphomes non hodgkiniens, myélome multiple, cancer de la prostate,
- Maladie de Parkinson, troubles cognitifs,
- BPCO et bronchite chronique

Orsi L, et al. Occupational exposure to pesticides and lymphoid neoplasms among men: results of a French case-control study. *Occup Environ Med.* 2009

# Conséquences néfastes de l'agriculture intensive

Perte de  
biodiversité

Pollution des  
sols et des  
eaux

Changement  
climatique

Affecte la  
santé  
humaine



Wagner DL. Insect Declines in the Anthropocene. Annu Rev Entomol. 2020 Jan

Demeneix BA. How fossil fuel-derived pesticides and plastics harm health, biodiversity, and the climate. Lancet Diabetes Endocrinol. 2020





# Introduction à la santé environnementale

## Plan

### Introduction

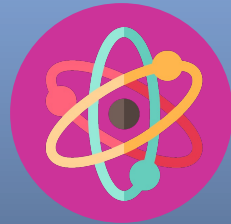
### Limites planétaires et santé humaine

- Pollutions par de « nouvelles entités »
- **Changement climatique**
- Erosion biodiversité

### Différentes approches de la santé

# Différents types d'énergie

## Energies non Renouvelables

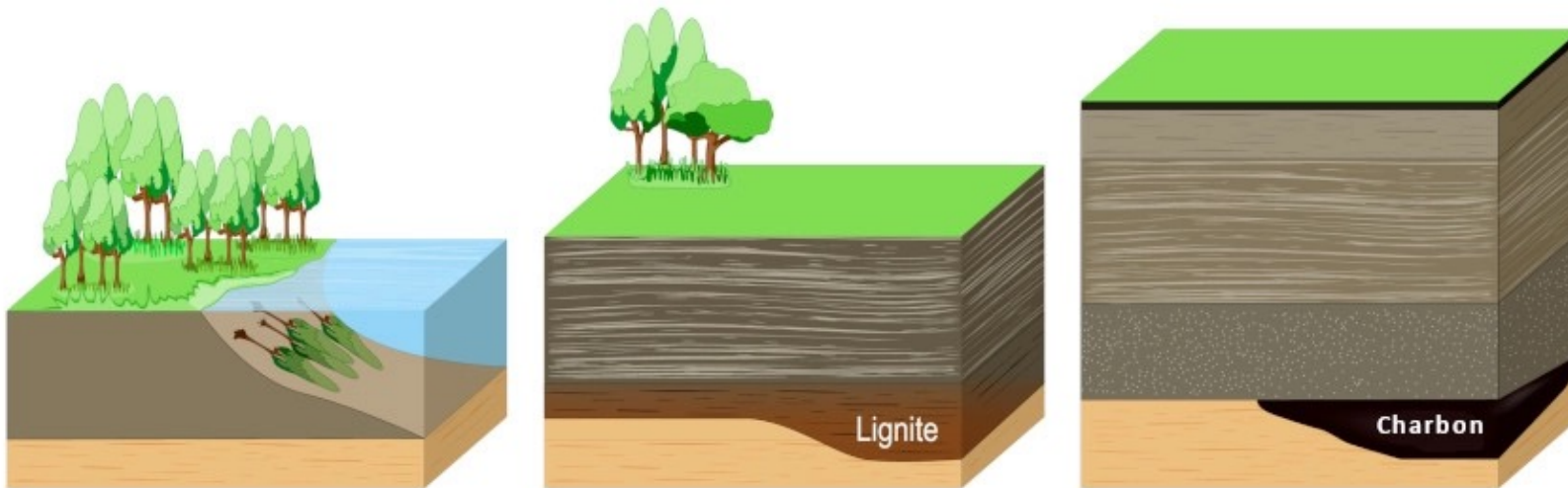
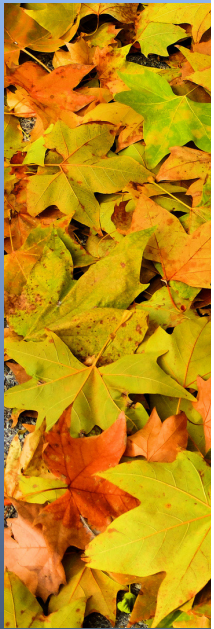


### Energies Fossiles

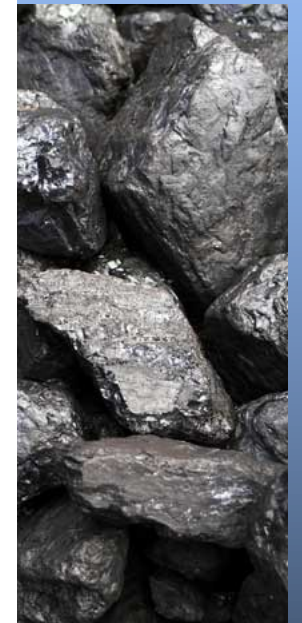
Emissions de CO2

## Energies Renouvelables



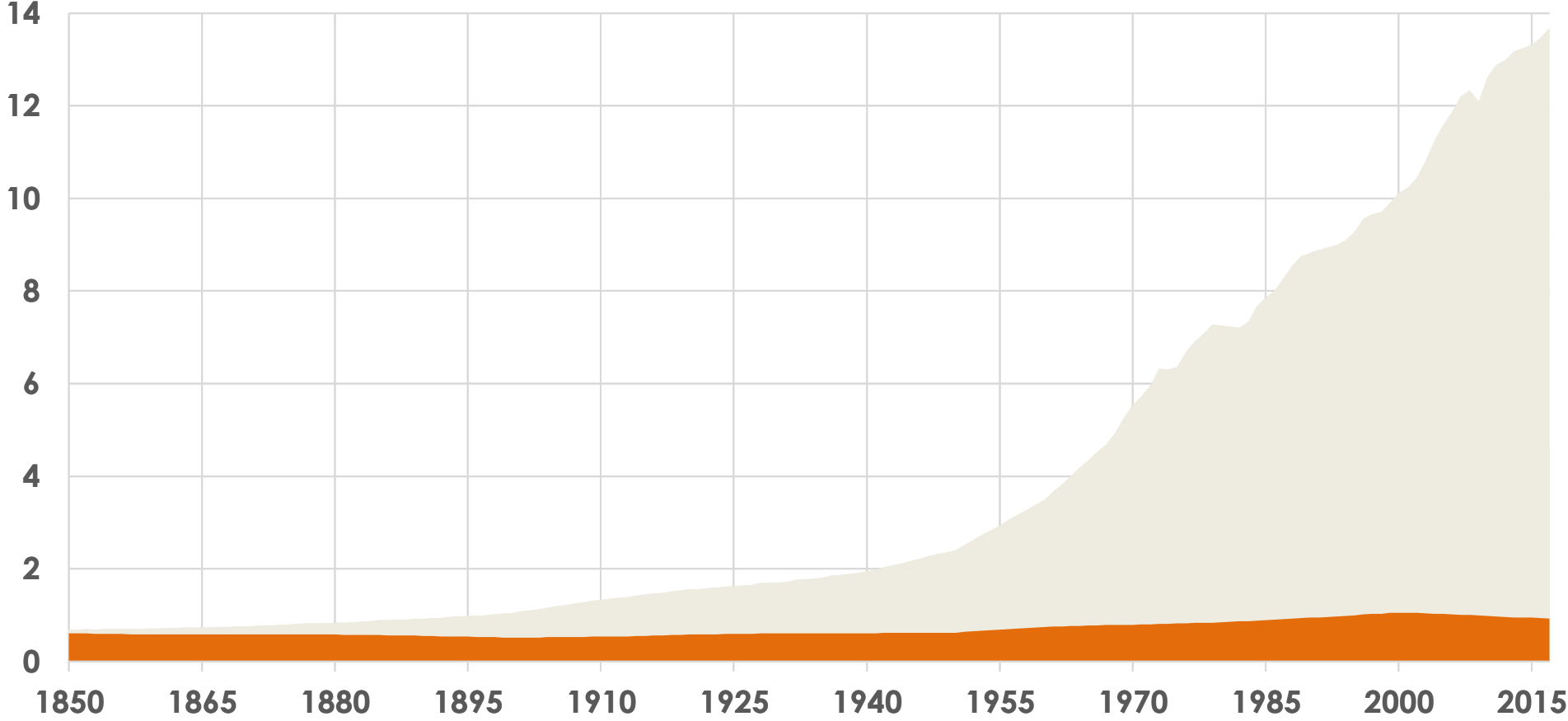


Millions d'années



# Consommation mondiale d'énergie

Milliards de tonnes  
équivalent  
Pétrole - Gtep



Evolution de la consommation l'énergie primaire dans le monde (Gtep)



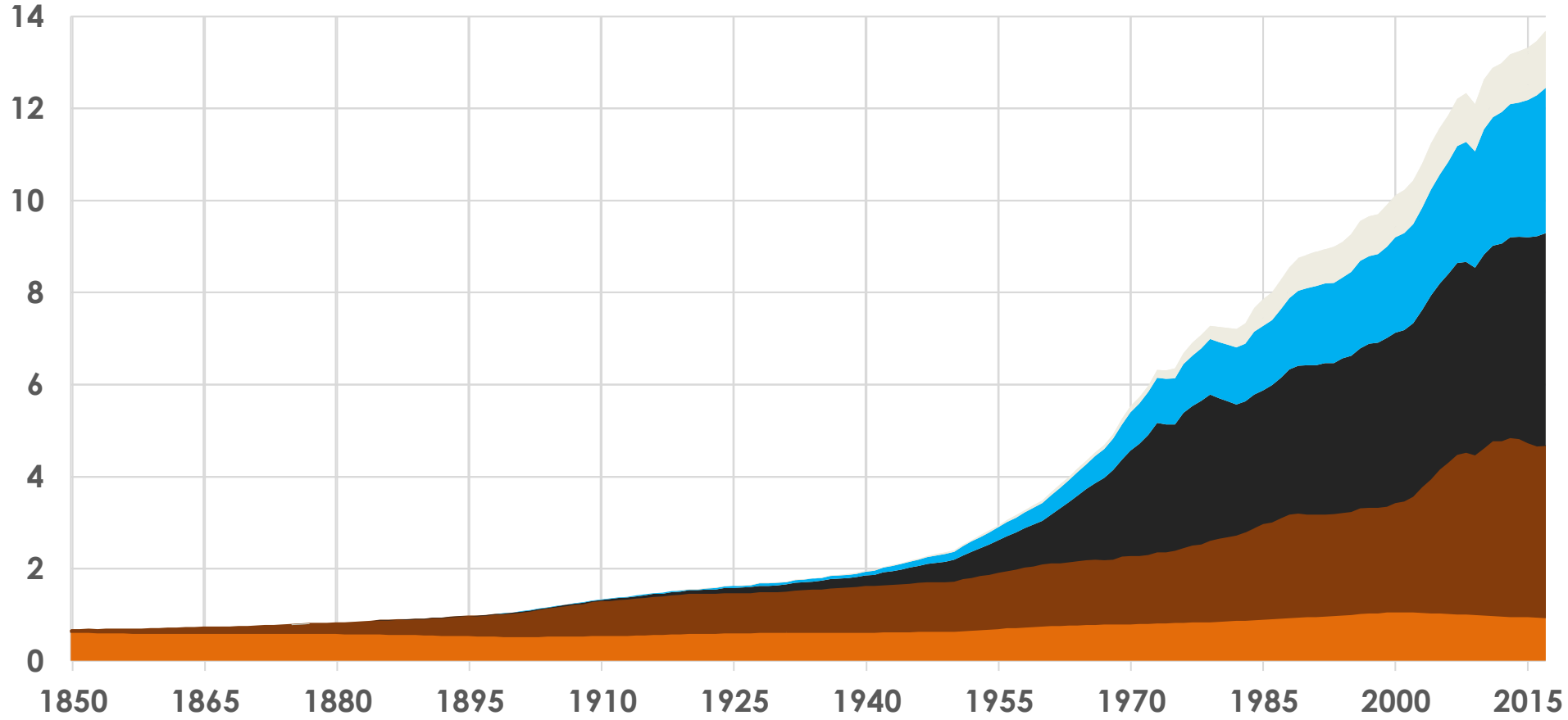
7%

Vaclav Smil (2017). Energy Transitions: Global and National Perspectives. & BP Statistical Review of World Energy : 2017

# Consommation mondiale d'énergie

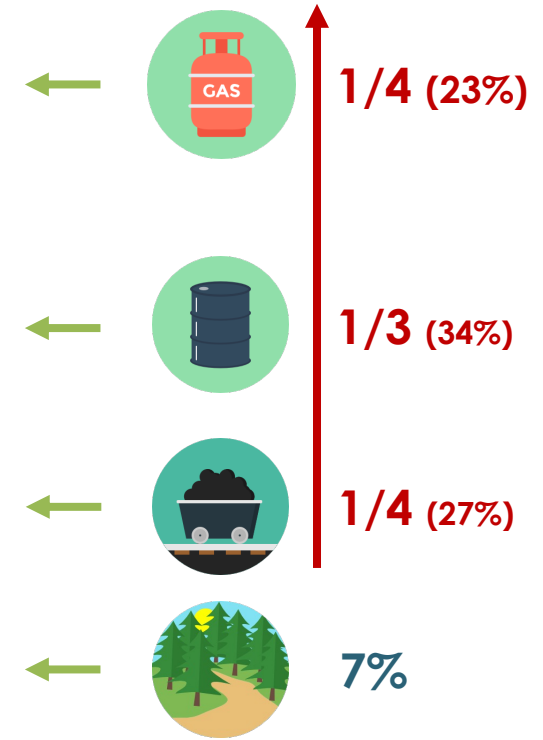
Le monde repose sur les énergies fossiles

Milliards de tonnes équivalent Pétrole - Gtep



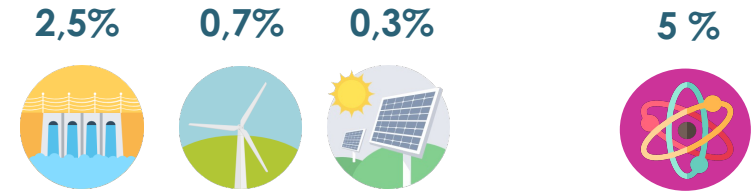
Evolution de la consommation l'énergie primaire dans le monde (Gtep)

84% Energies Fossiles



Vaclav Smil (2017). Energy Transitions: Global and National Perspectives. & BP Statistical Review of World Energy : 2017

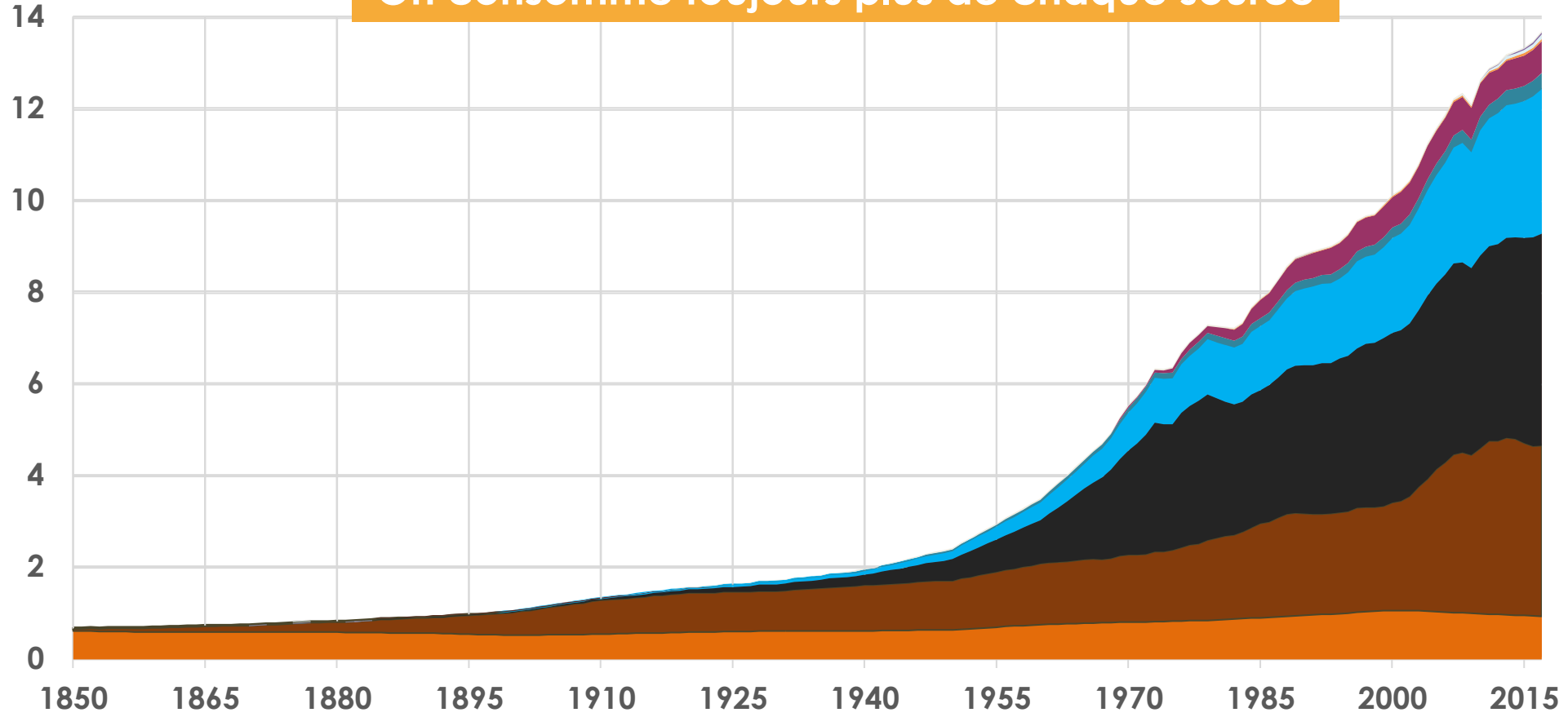
# Consommation mondiale d'énergie



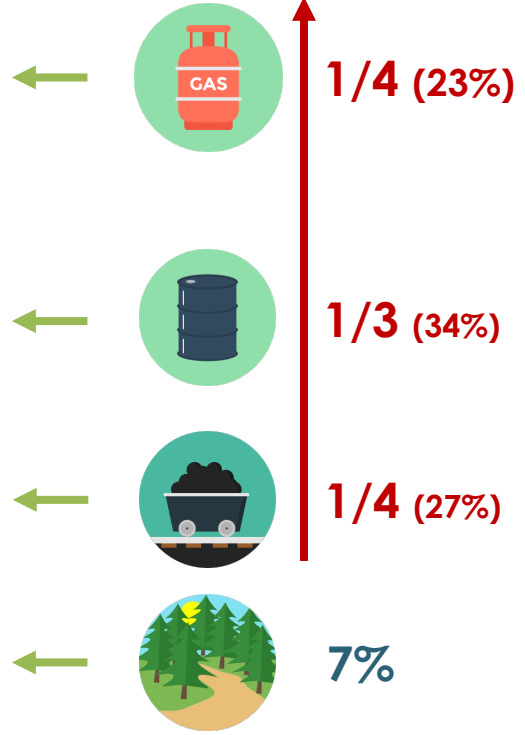
Le monde repose sur les énergies fossiles

On consomme toujours plus de chaque source

Milliards de tonnes équivalent Pétrole - Gtep



84% Energies Fossiles

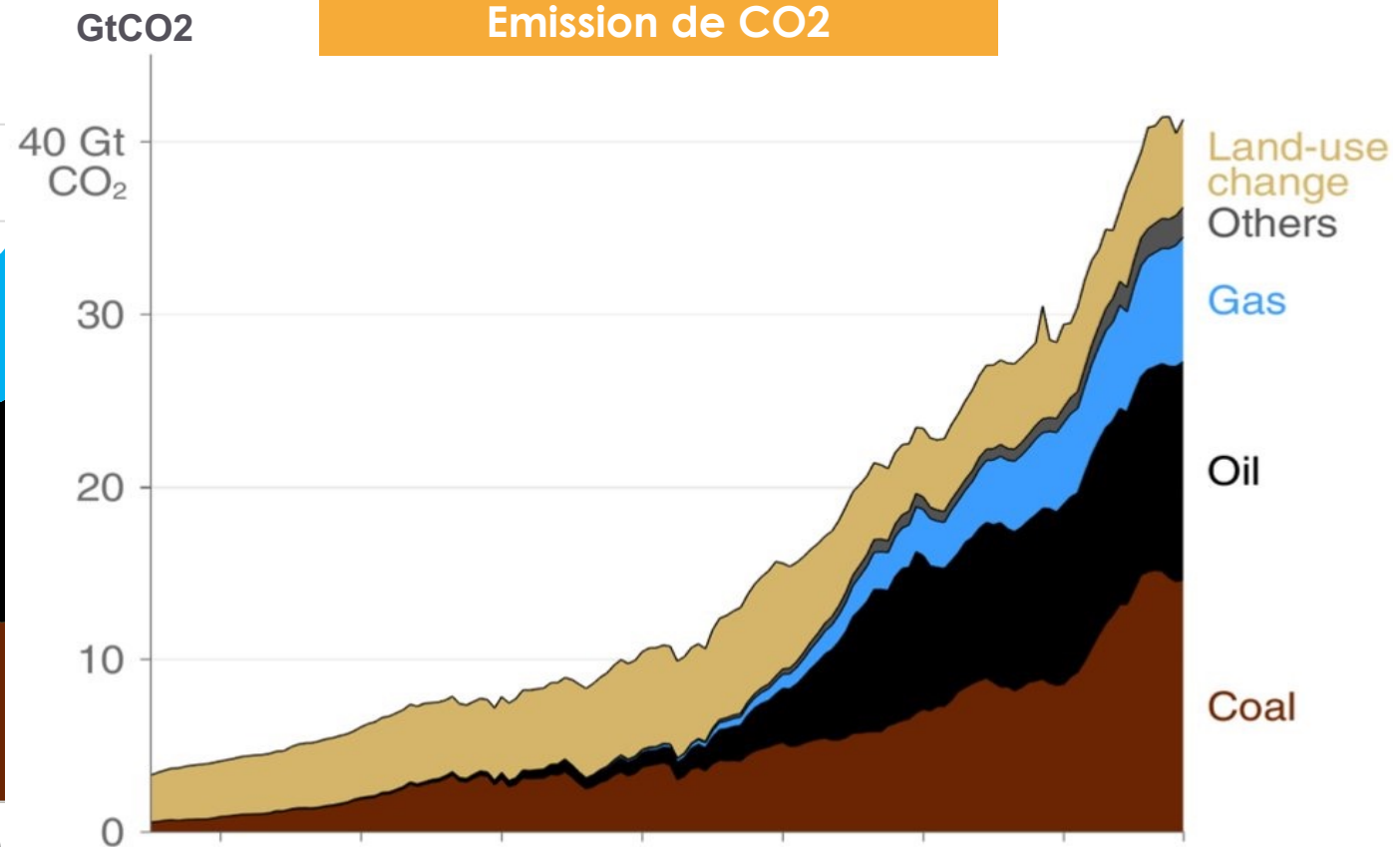
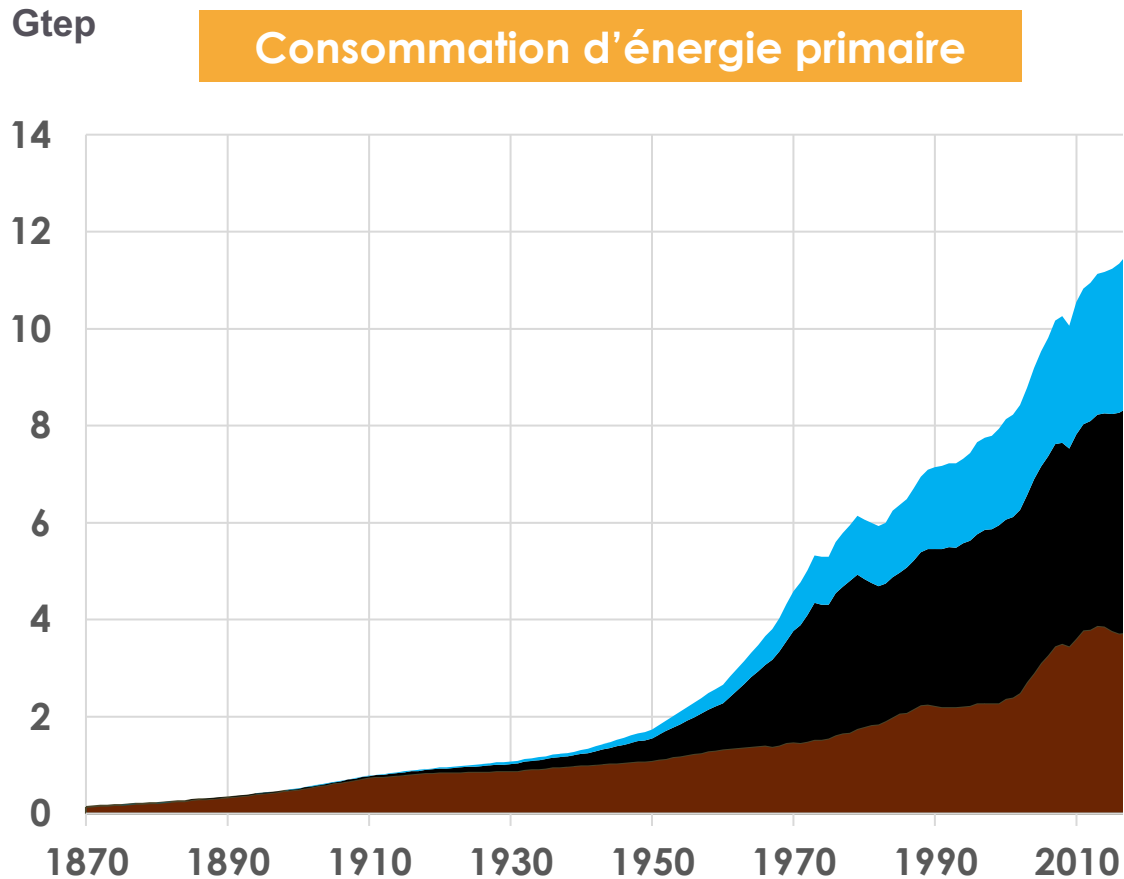


Evolution de la consommation l'énergie primaire dans le monde (Gtep)

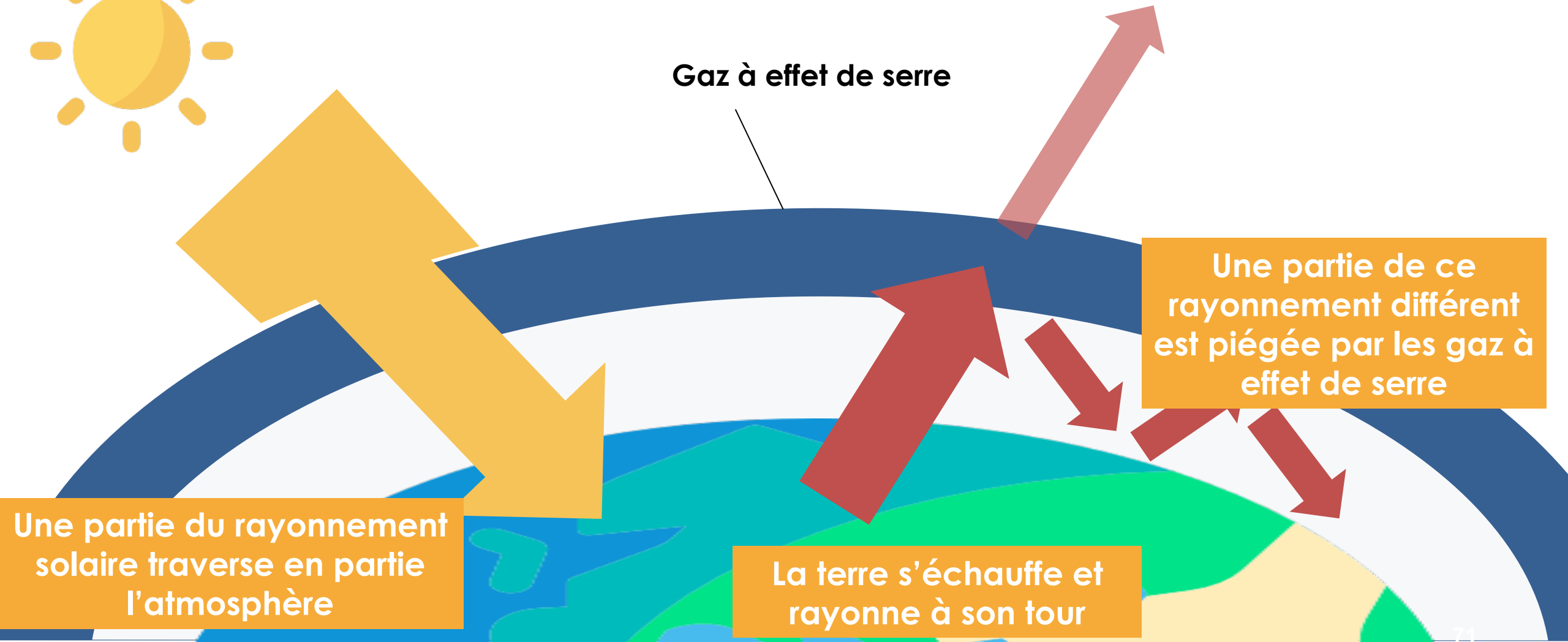
Vaclav Smil (2017). Energy Transitions: Global and National Perspectives. & BP Statistical Review of World Energy : 2017

# L'énergie et le climat

Le CO<sub>2</sub> c'est 75% des gaz à effet de serre



# Principe de l'effet de serre





# La température moyenne sur Terre

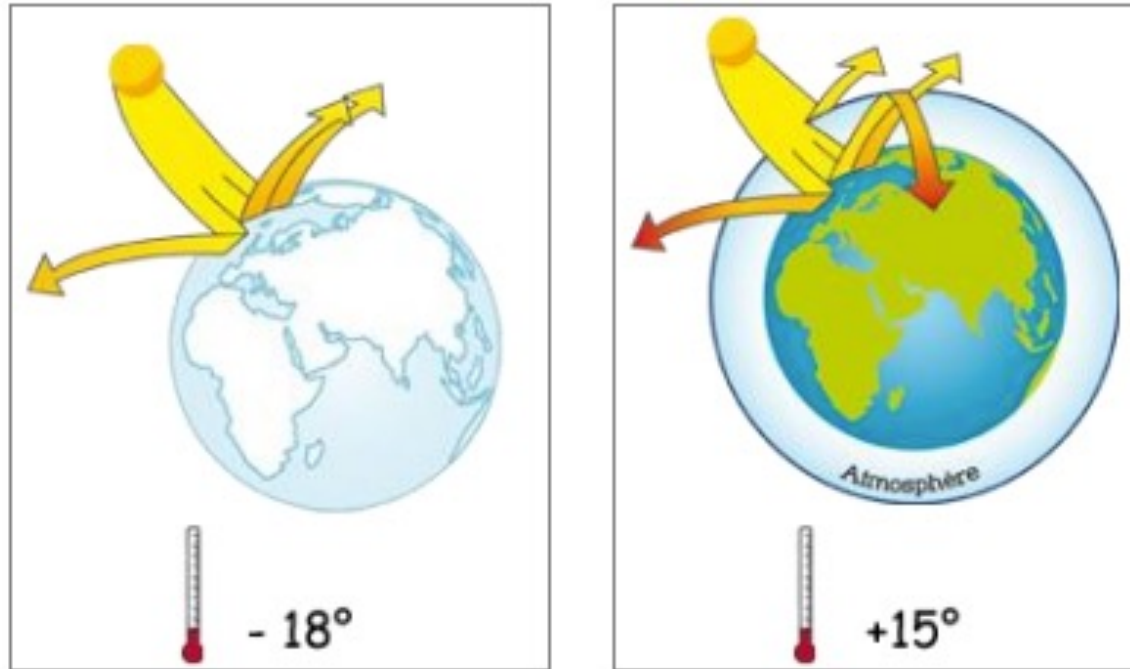
Sans effet de serre, la terre serait entièrement gelée



Absence d'effet de serre :  $-18^{\circ}\text{C}$



# Impact des GES

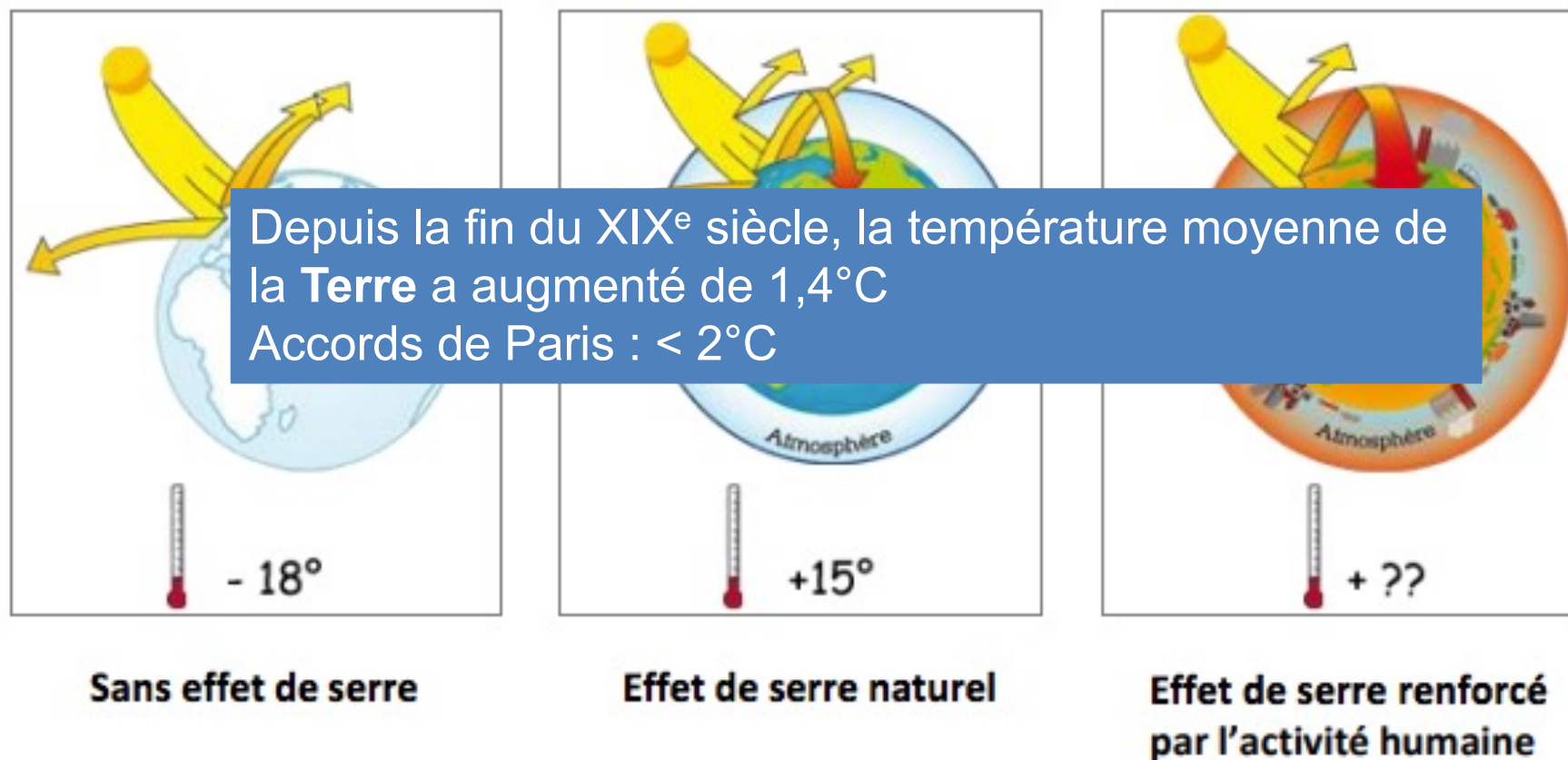


**Sans effet de serre**

**Effet de serre naturel**

**Source :** Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2013.

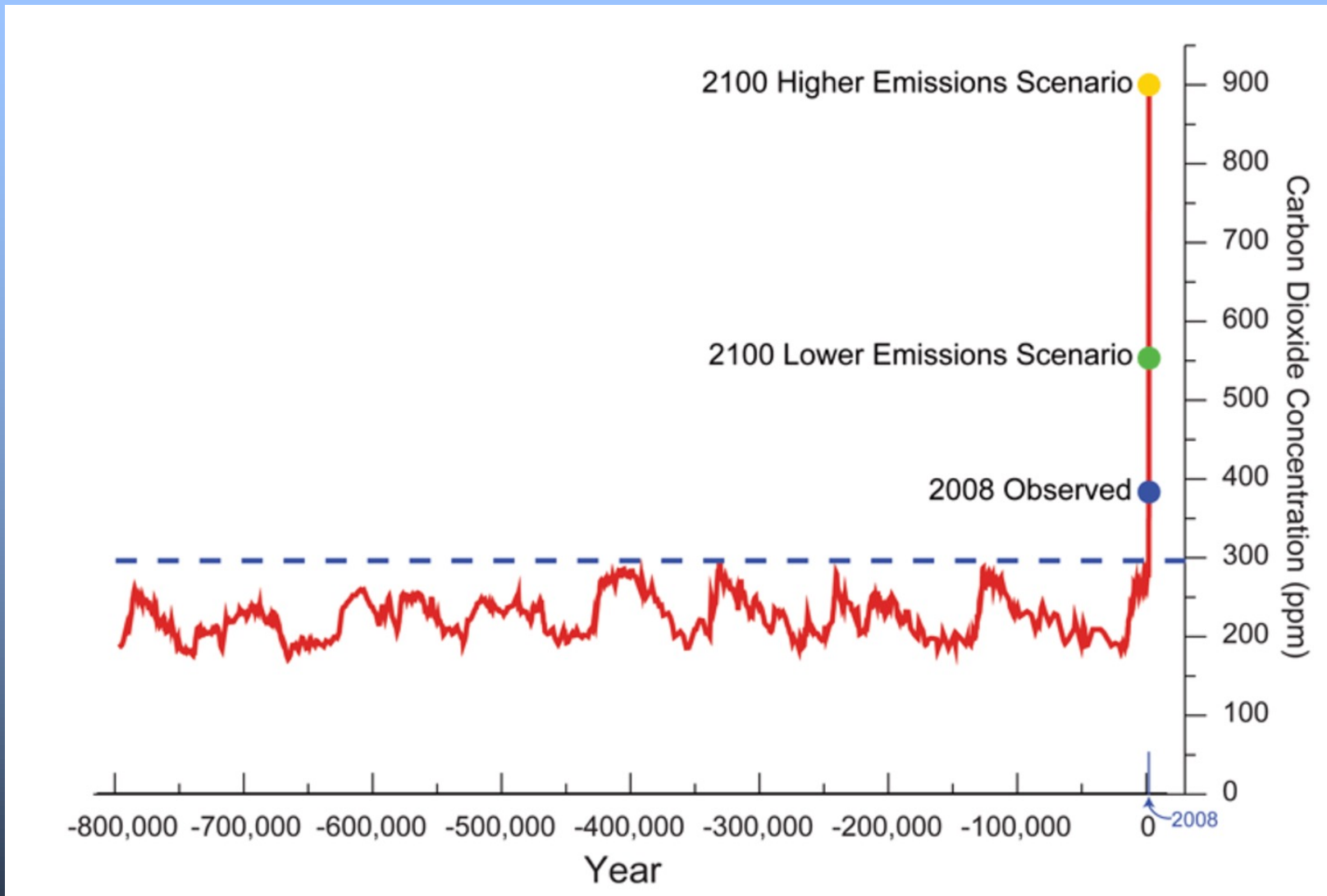
# Impact des GES



**Source** : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2013.



Il est **sans équivoque** que  
l'**influence humaine** a réchauffé  
l'atmosphère, les océans et les  
terres



Teneur de l'atmosphère en CO<sub>2</sub> des 800 000 dernières années et projection pour 2100 (NOAA)



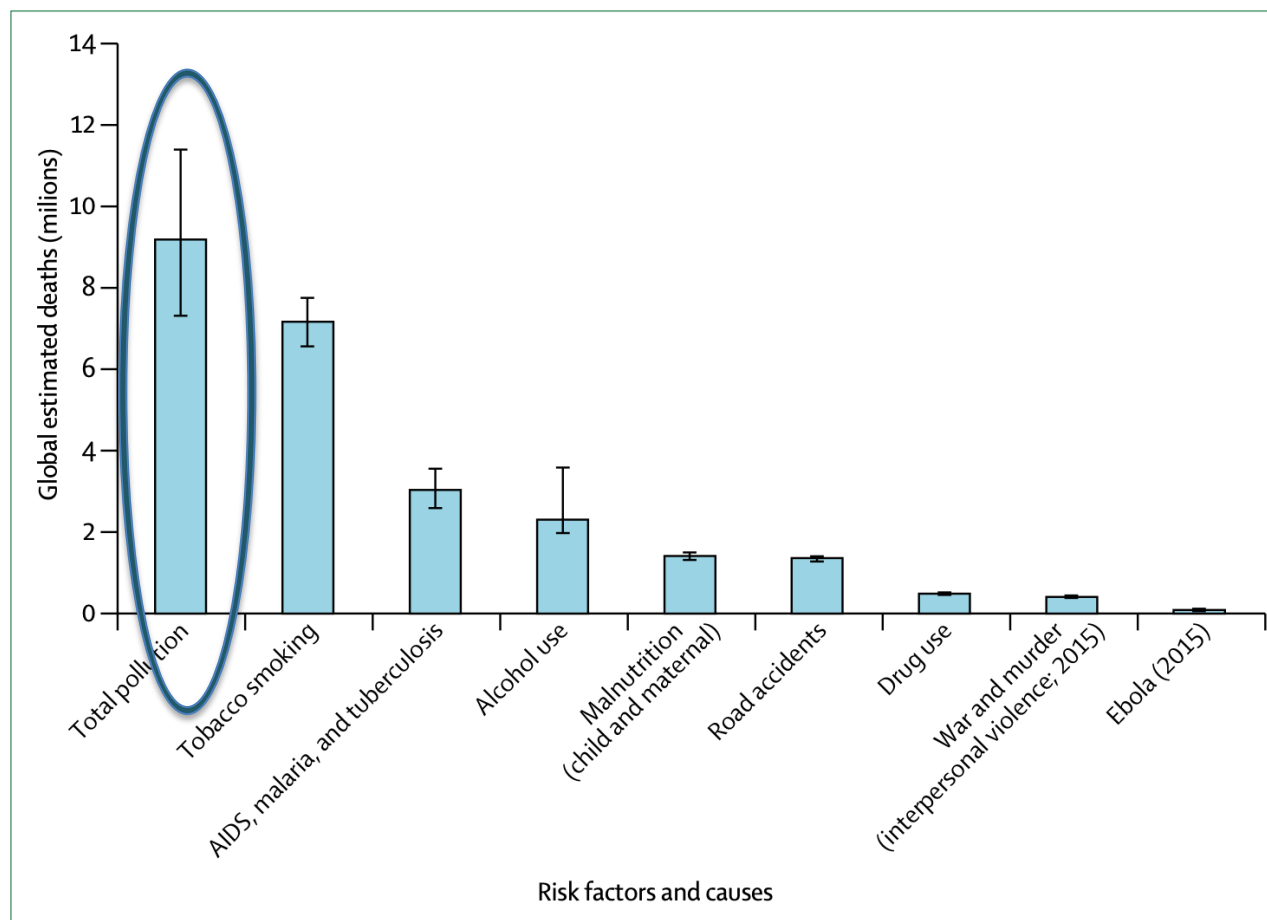
« Le changement climatique est l'une  
des plus grandes menaces pour la  
santé du XXI<sup>e</sup> siècle »  
(Costello et al. *Lancet* 2009)



Review > [Lancet](#). 2018 Feb 3;391(10119):462-512. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Epub 2017 Oct 19.

**The Lancet Commission on pollution and health**



**Figure 5: Global estimated deaths by major risk factor and cause, 2015**

Using data from the GBD Study, 2016.<sup>41</sup>



# Impact du dérèglement climatique sur la santé

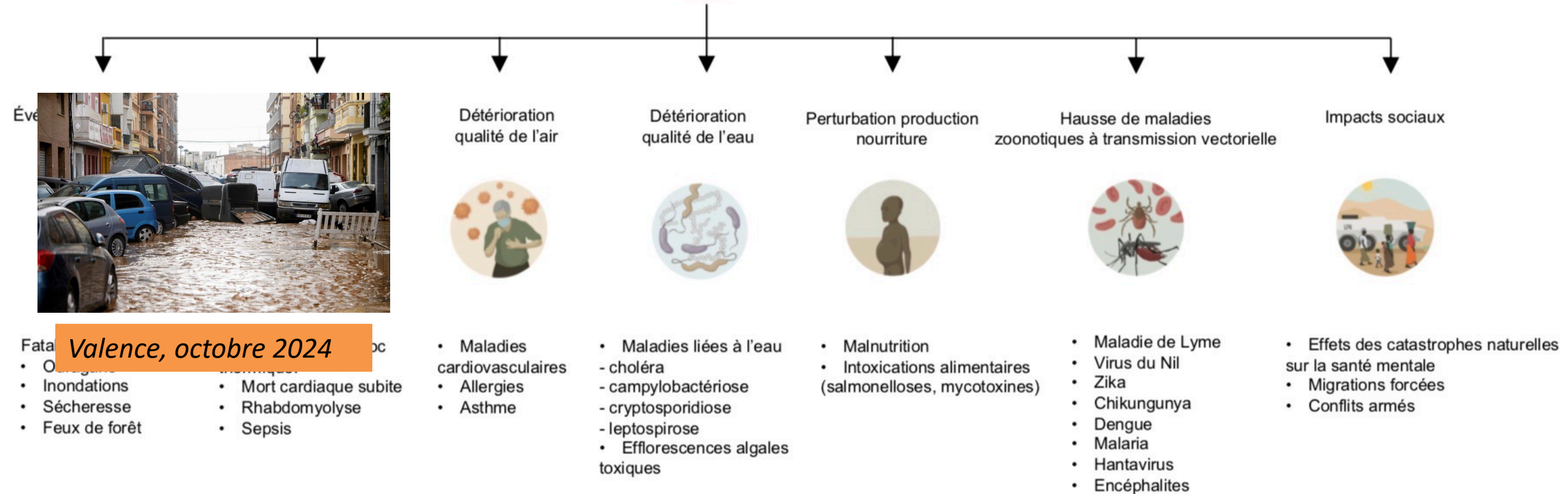


Figure 2. Principales conséquences des changements climatiques sur la santé. Adapté de Haines et Ebi (2019).

# Impact du dérèglement climatique sur la santé

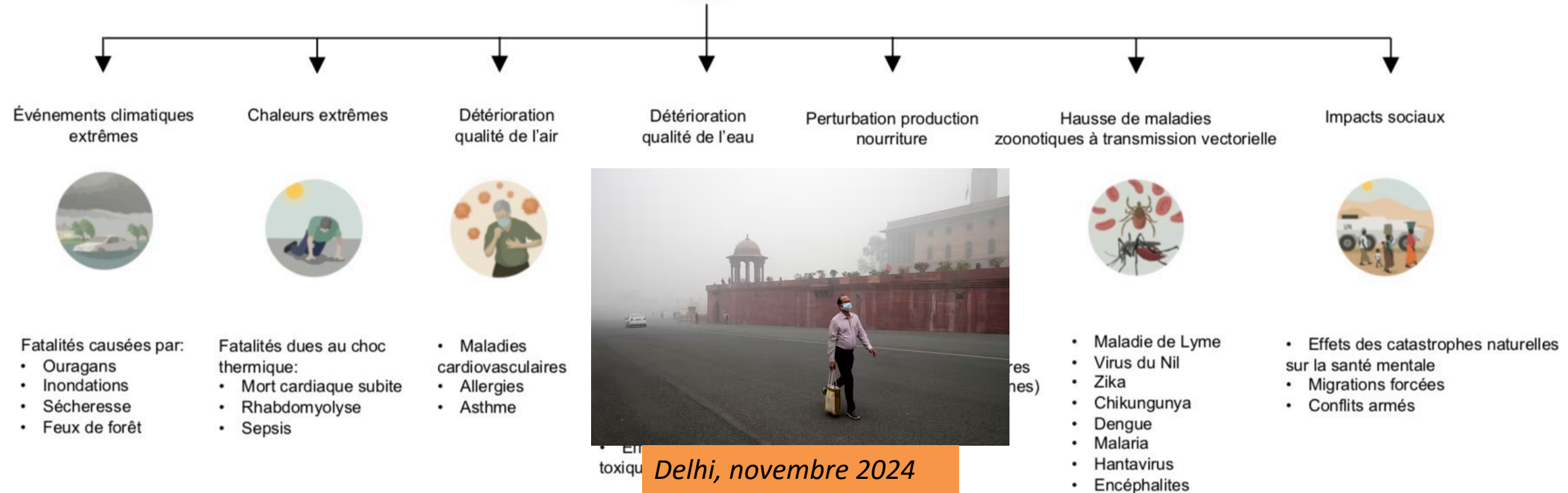


Figure 2. Principales conséquences des changements climatiques sur la santé. Adapté de Haines et Ebi (2019).

# Impact du dérèglement climatique sur la santé

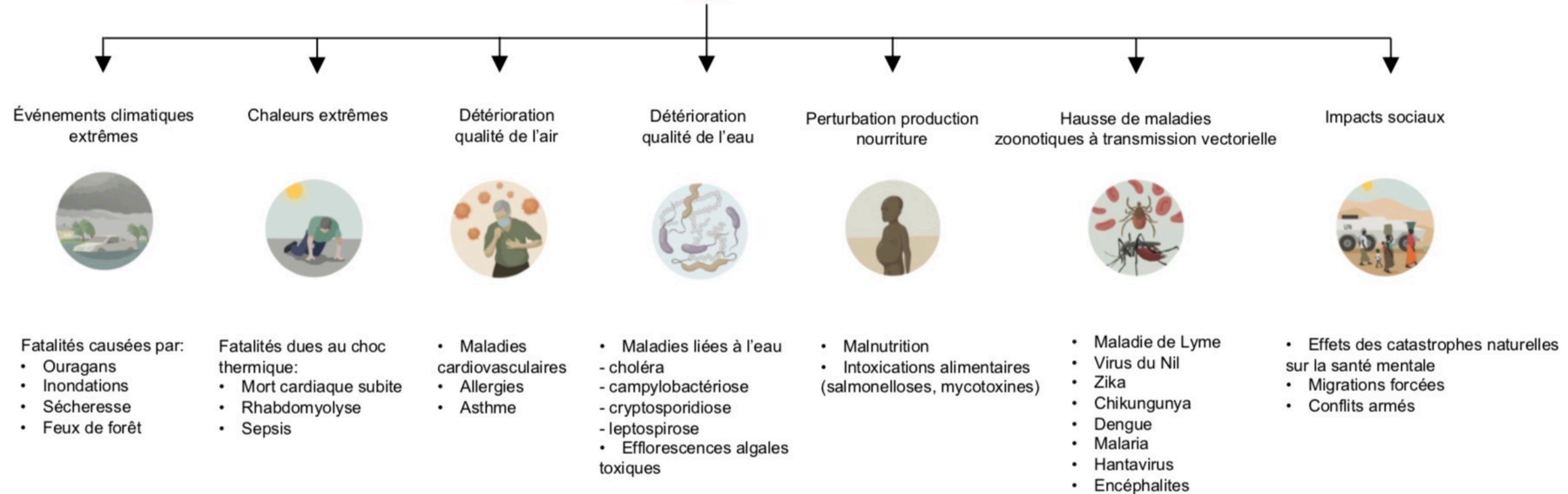
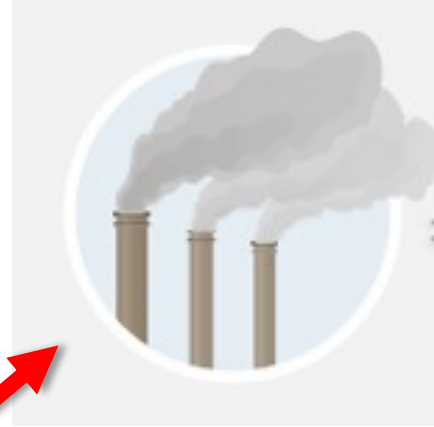


Figure 2. Principales conséquences des changements climatiques sur la santé. Adapté de Haines et Ebi (2019).

# Systeme de la sante et empreinte carbone

---



# Systeme de la sante et empreinte carbone en France

2,6 millions de professionnels, soit plus de 9 % de l'emploi en France

Empreinte carbone du secteur de la sante estimée à **49 MtCO<sub>2</sub>eq**

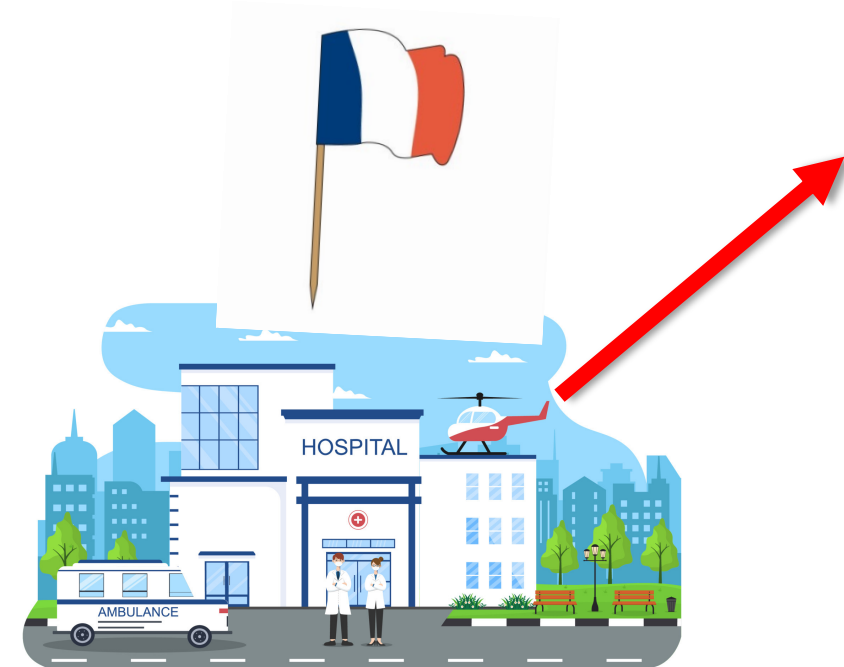
Soit près de  
**8%**  
l'empreinte  
nationale

**DÉCARBONER  
LA SANTÉ  
POUR SOIGNER  
DURABLEMENT**

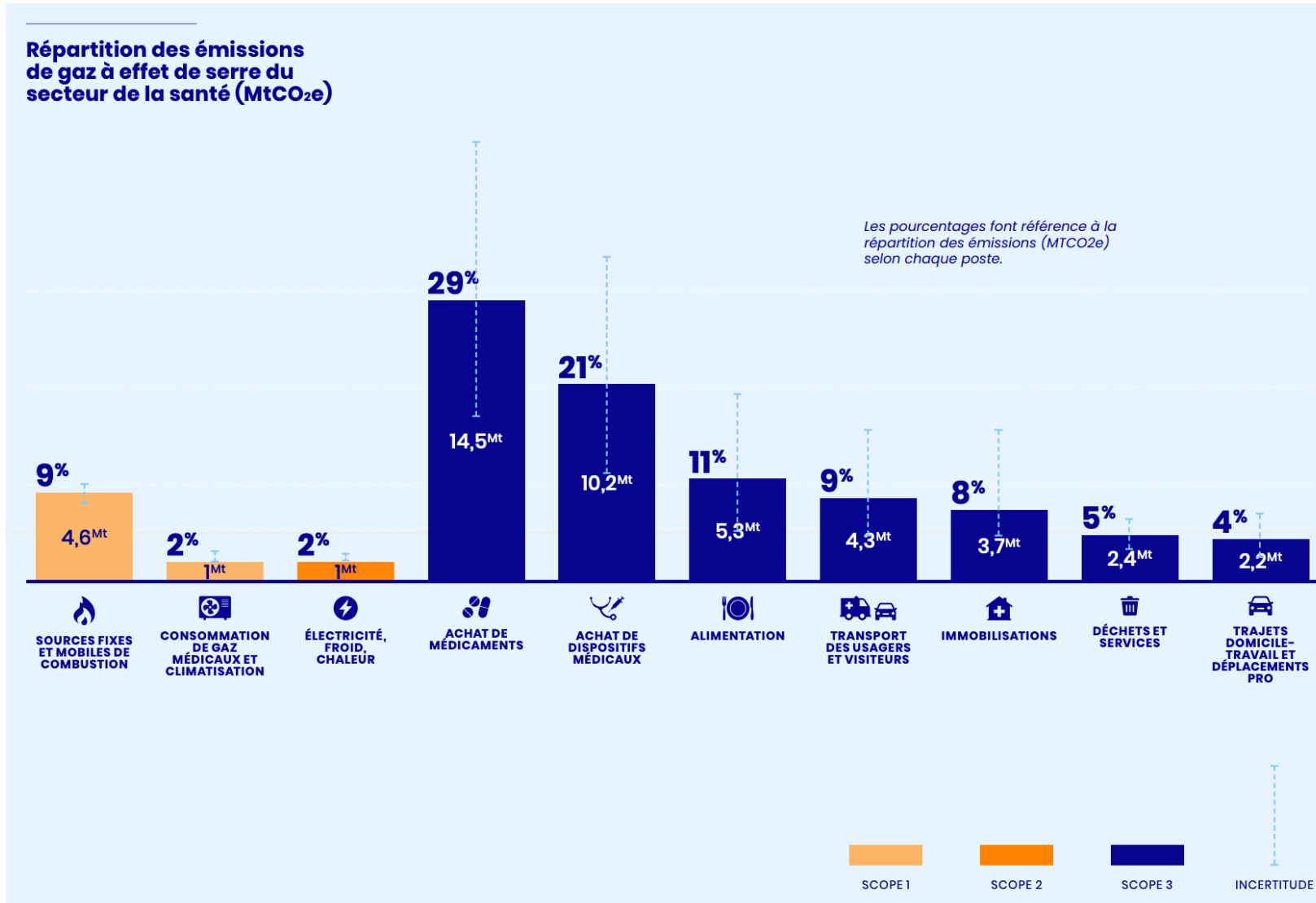
DANS LE CADRE DU  
**PLAN DE TRANSFORMATION  
DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE**

**THE SHIFT  
PROJECT**

SYNTHÈSE - NOVEMBRE 2021



# Systeme de la sante et empreinte carbone en France

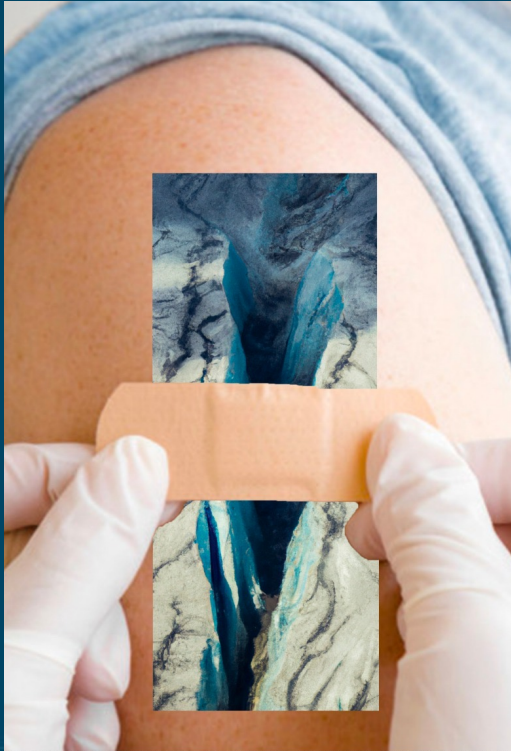


**DÉCARBONER  
LA SANTÉ  
POUR SOIGNER  
DURABLEMENT**

DANS LE CADRE DU  
**PLAN DE TRANSFORMATION  
DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE**

**THE SHIFT  
PROJECT**

SYNTHÈSE - NOVEMBRE 2021



# Introduction à la santé environnementale

## Plan

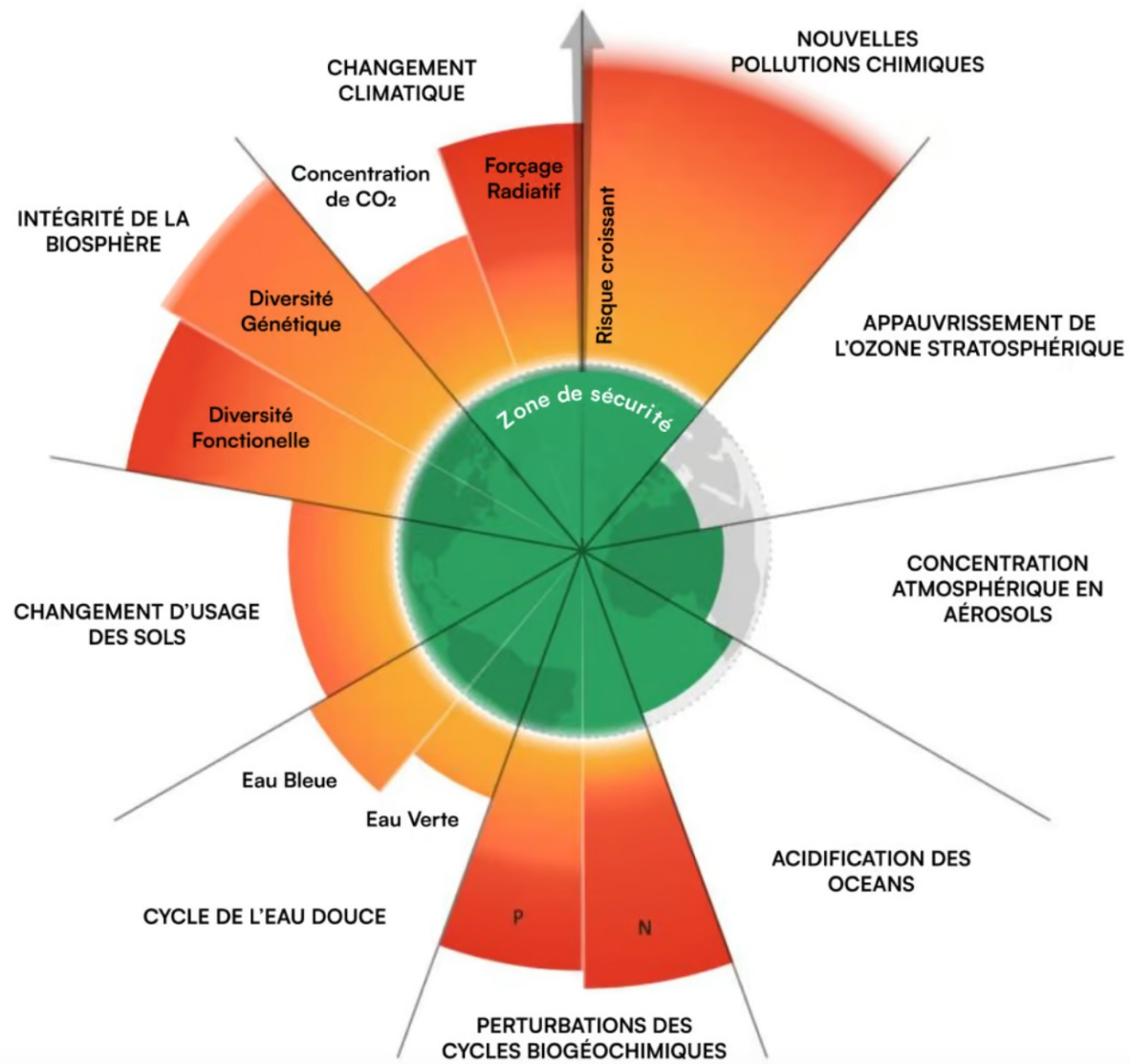
### Introduction

### Limites planétaires et santé humaine




- Pollutions par de « nouvelles entités »
- Changement climatique
- Erosion biodiversité

### Différentes approches de la santé

### La Santé Environnementale en pratique



1. Le changement climatique
2. L'érosion de la biodiversité
3. Les perturbations des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore
4. La déforestation et les changements d'utilisation des sols
5. Les pollutions chimiques
6. L'acidification des océans
7. La déplétion de la couche d'ozone
8. La dégradation de l'eau potable
9. La pollution aux aérosols.

-  Sous la limite
-  Dans une zone d'incertitude (risque croissant)
-  Zone d'incertitude dépassée (risque élevé)



# Apport de la biodiversité en santé humaine

- **Microbiote intestinal** : le plus peuplé des microbiotes humains, avec  $10^{13}$  micro-organismes
- Rôle direct dans la digestion
- Des animaux élevés sans microbiote (axéniques) : besoins énergétiques 20 à 30 % fois supérieurs



# Apport de la biodiversité en santé humaine

- Découverte de la **pénicilline** : toxines issues d'une souche de champignons ascomycètes appelés *Penicillium notatum* par Duchesne puis Fleming (Prix Nobel 1945)
- Traitement du **paludisme** :
  - Quinquinas (arbre sud américain) → quinine
  - *Artemisia annua* ou *qing-hao* (plante chinoise) → artésunate
- **Traitement post transplantation** : utilisation de Ciclosporine provenant d'un champignon nommé *Tolypocladium inflatum*, trouvé dans un sol norvégien



# Service des Ecosystèmes

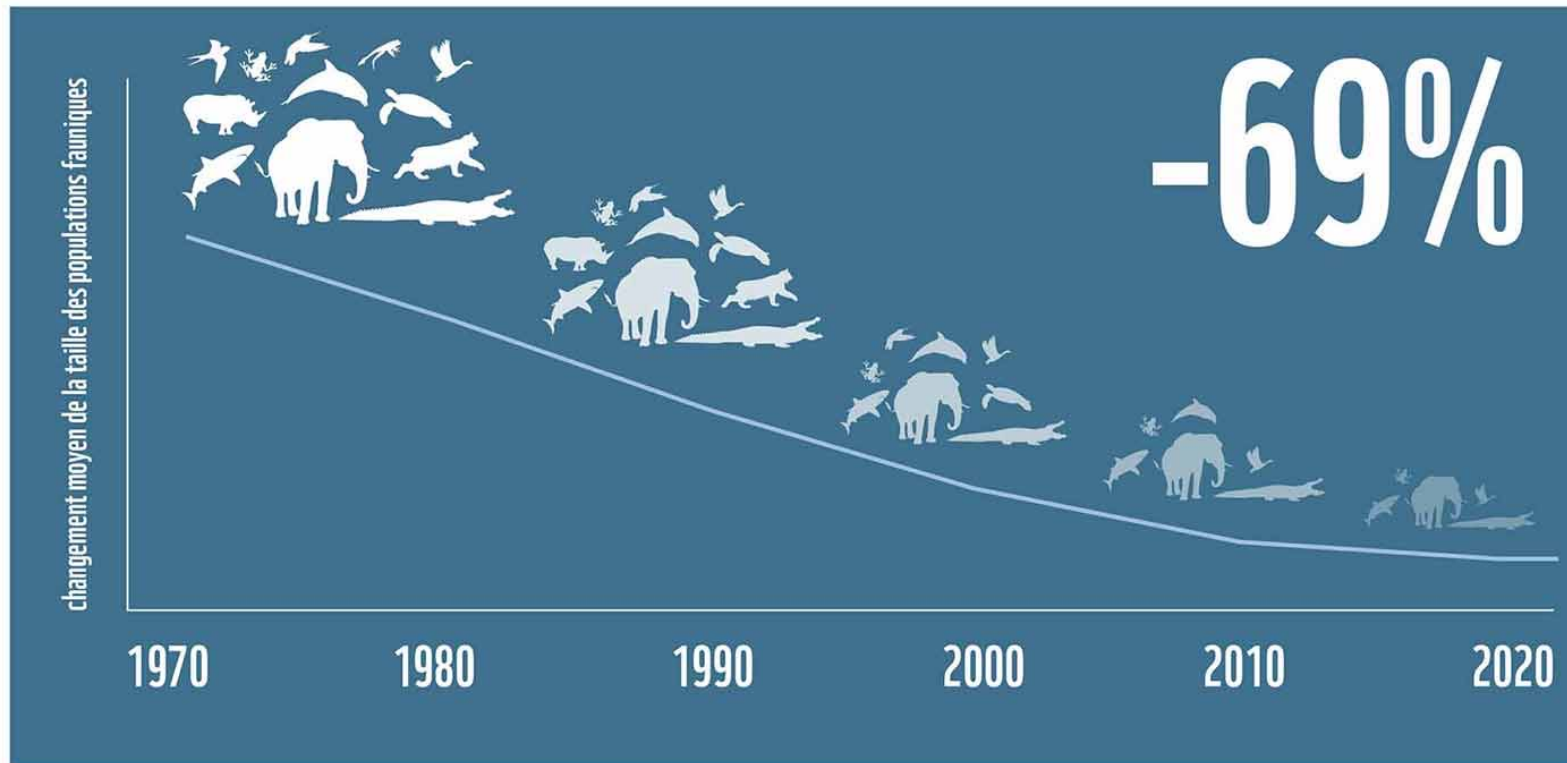
- Bénéfices que les écosystèmes apportent à l'humanité :
  - **Services d'approvisionnement** (alimentation, eau douce, médicaments)
  - **Services de régulation** : pollinisation, régulation du climat
  - **Services de soutien** : cycle des nutriments
  - **Services culturels** : récréation, éducation, loisirs



# Perte de la biodiversité

- **6ème extinction de masse de la biodiversité**
  - Jusqu'à un million d'espèces animales et végétales menacées d'extinction, dont de nombreuses au cours des prochaines décennies

# Perte de la biodiversité



L'indice des planètes vivantes (IPV) suit les populations de mammifères, d'oiseaux, de poissons, de reptiles et d'amphibiens, et révèle une diminution moyenne de 68 % des populations d'espèces sauvages surveillées depuis 1970.

L'IPV de 2022 a analysé près de 32 000 populations d'espèces. il fournit la mesure la plus complète de la façon dont ils réagissent aux pressions dans leur environnement.



CE RAPPORT  
A ÉTÉ RÉALISÉ EN  
COLLABORATION  
AVEC

**ZSL**  
Zoological  
Society  
of London

# Perte de la biodiversité



Depuis les années 1970, déclin alarmant des populations d'insectes à l'échelle mondiale

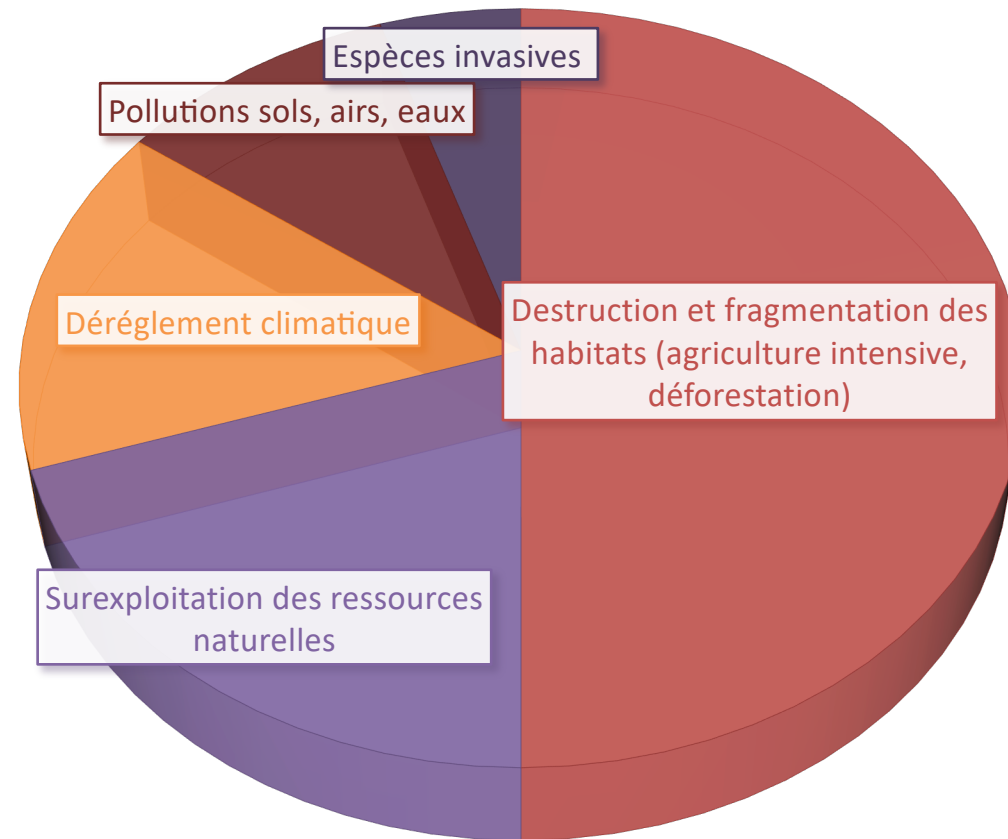
# Service des Ecosystèmes



*Sichuan, Chine*

# Chute de la biodiversité

## CAUSES DES PERTES DE BIODIVERSITÉ

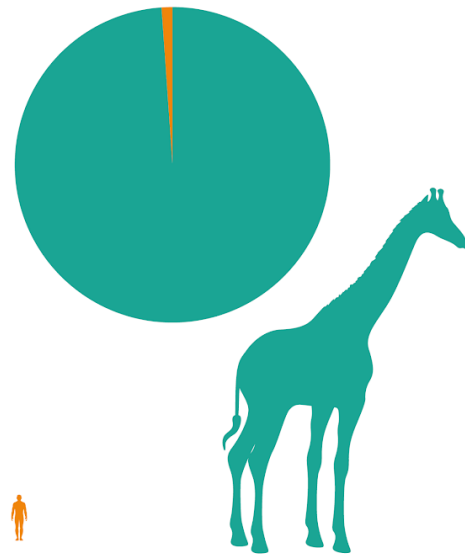




# Extinction de l'Holocène

## MAMMIFÈRES VERTÉBRÉS

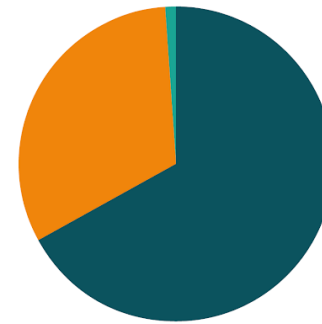
IL Y A 10 000 ANS



1% D'HUMAINS  
10 millions

99% D'ANIMAUX SAUVAGES

AUJOURD'HUI




1% D'ANIMAUX SAUVAGES

32% D'HUMAINS  
7,8 milliards

67% D'ANIMAUX ÉLEVAGE

# Biodiversité et santé humaine

60% des maladies infectieuses humaines



At least 75% des maladies infectieuses humaines émergentes



# Emergence de pandémies

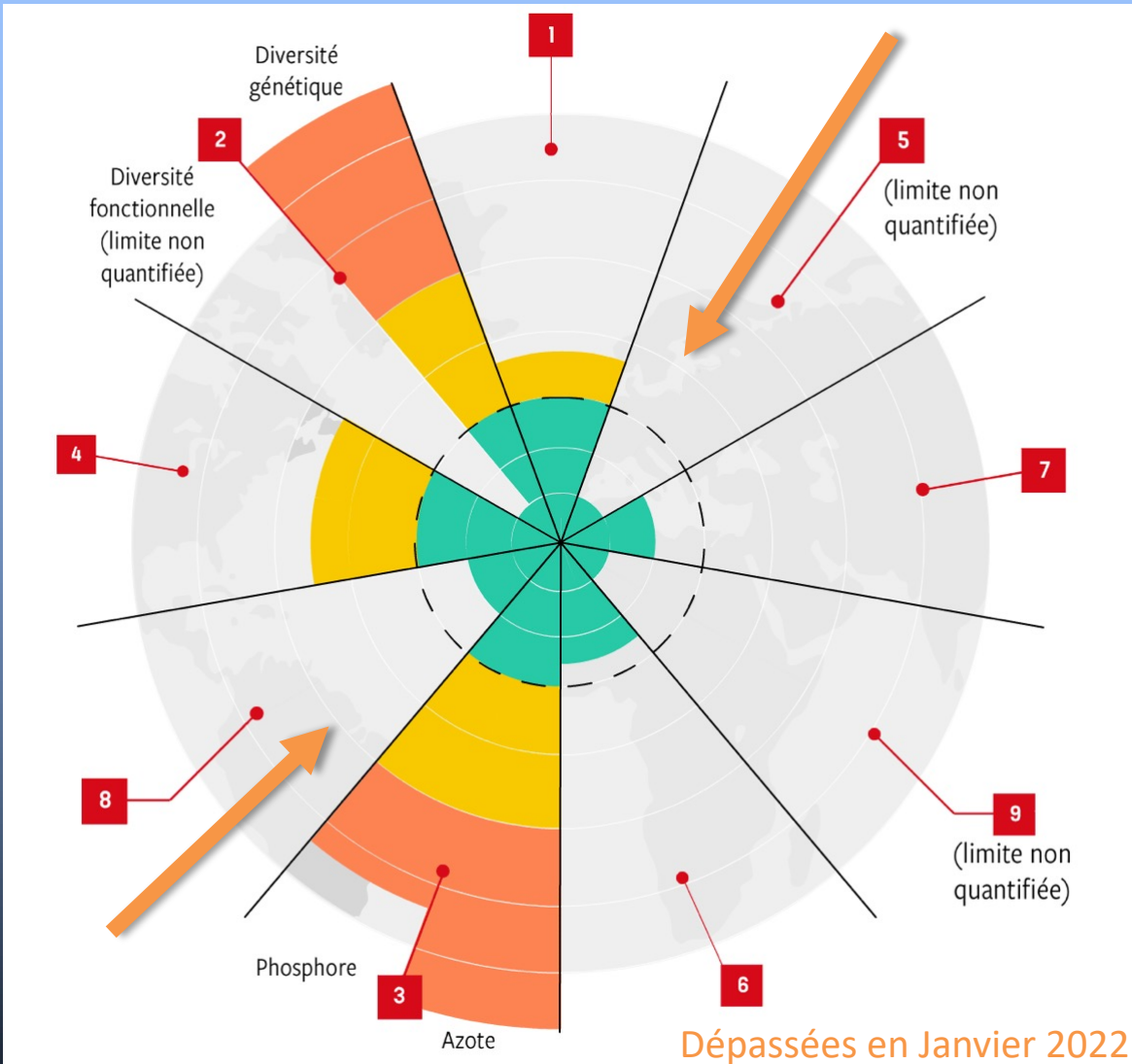
Perte de la biodiversité

Déforestation




Surexploitation des ressources naturelles et de l'environnement

Changement climatique

Exploitation agricole, commerce illégal d'animaux



1. Le changement climatique
2. L'érosion de la biodiversité
3. Les perturbations des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore
4. La déforestation et les changements d'utilisation des sols
5. Les pollutions chimiques
6. L'acidification des océans
7. La déplétion de la couche d'ozone
8. La dégradation de l'eau potable
9. La pollution aux aérosols.

-  Sous la limite
-  Dans une zone d'incertitude (risque croissant)
-  Zone d'incertitude dépassée (risque élevé)



# Introduction à la santé environnementale

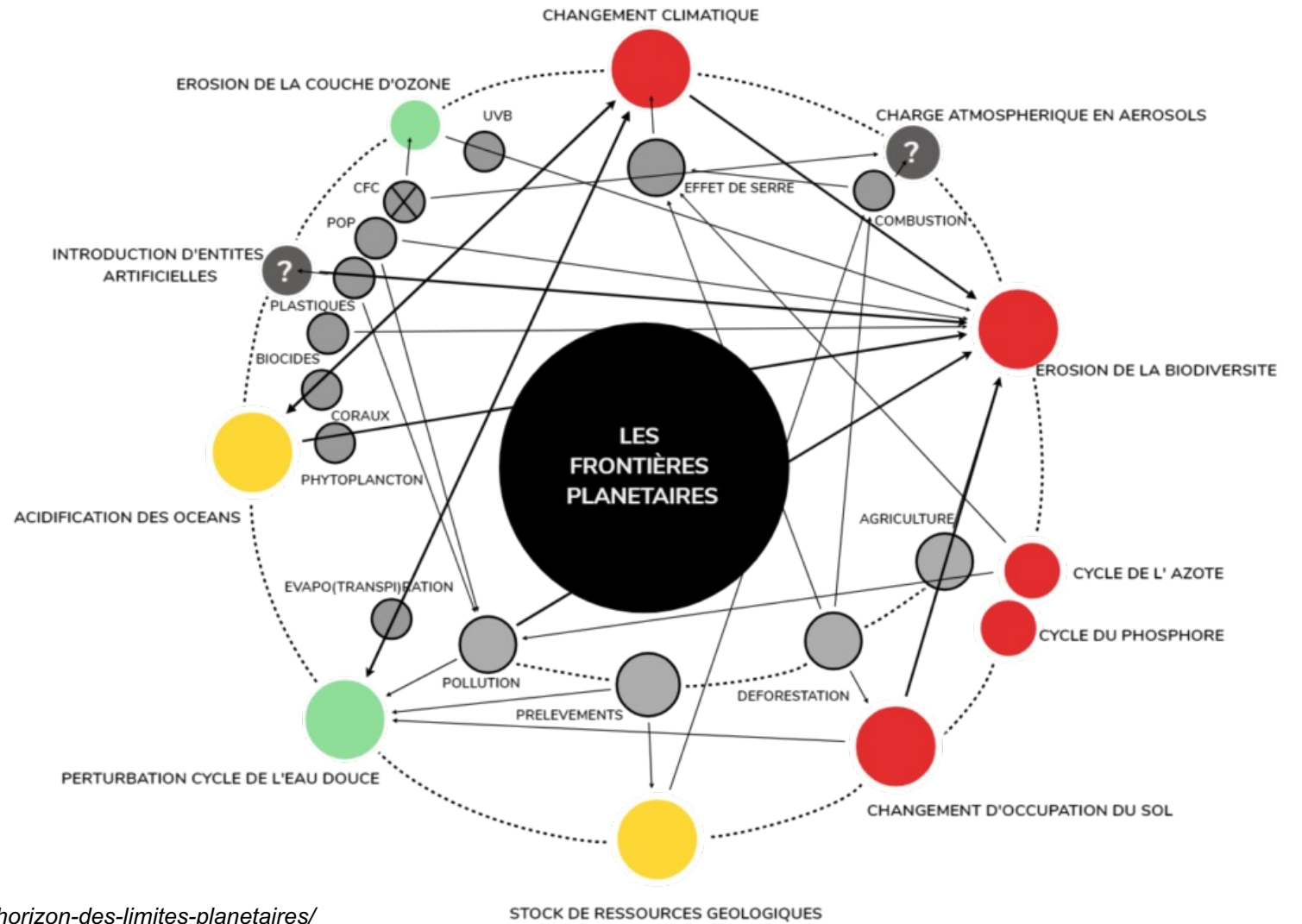
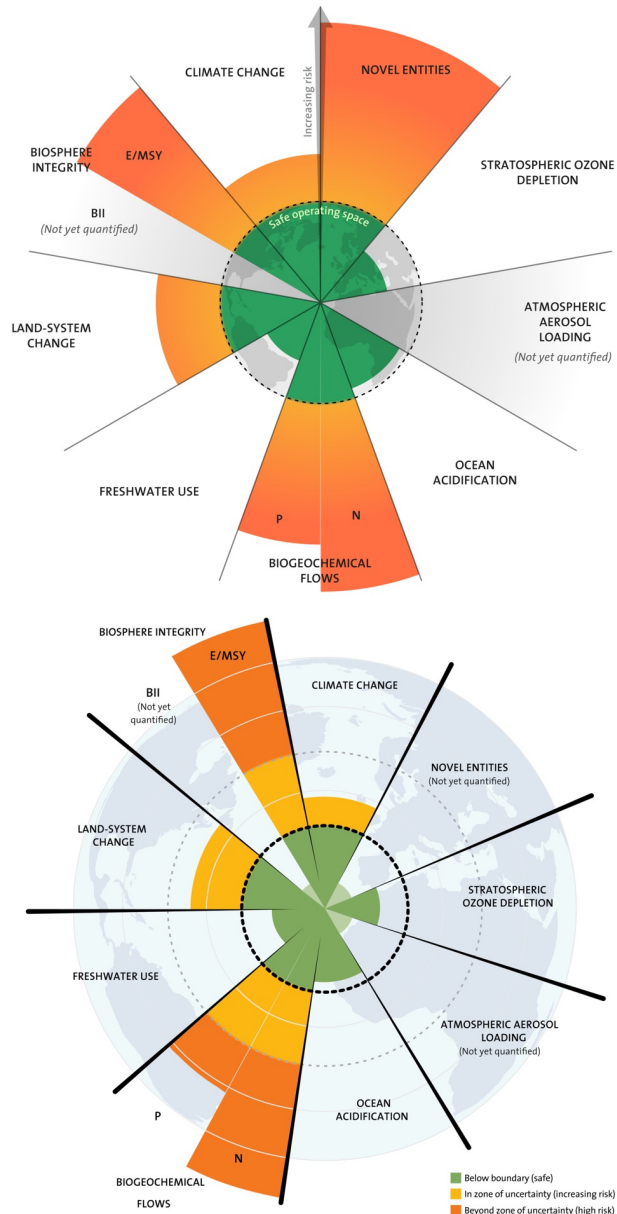
## Plan

Introduction

Limites planétaires et santé humaine

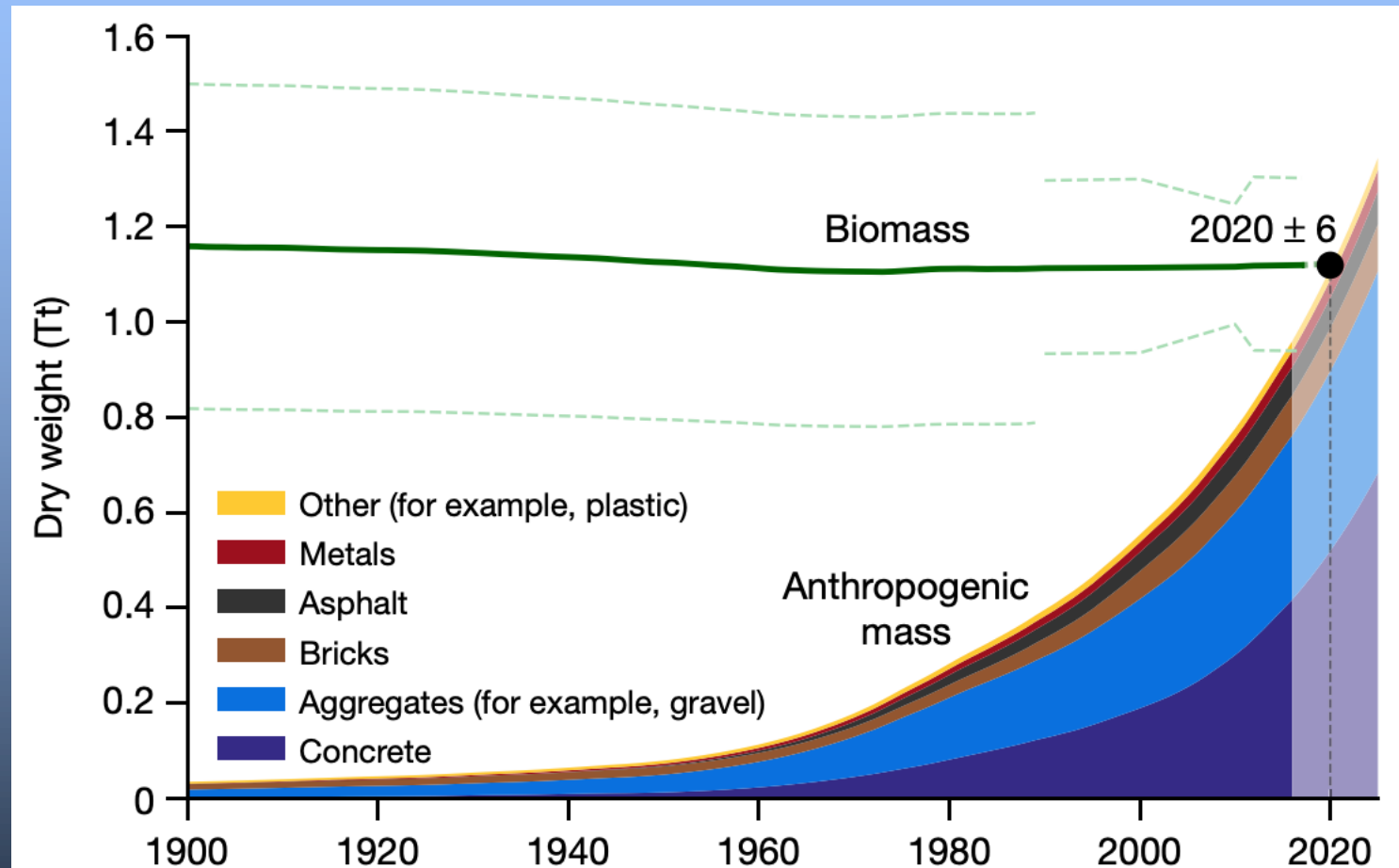
Différentes approches de la santé

# Interconnexions et de boucles de rétro-actions



<https://exnatura.org/tour-dhorizon-des-limites-planetaires/>  
 Infographie inspirés du livre : *Les limites planétaires* [Boutaud & Gondran, 2020]

# Masse anthropogénique



Biomass and anthropogenic mass estimates since the beginning of the twentieth century on a dry-mass basis

Global human-made mass exceeds all living biomass, Elhacham et al., *Nature*, 2020

# Masse anthropogénique



Contrasting key components of global biomass and anthropogenic mass in the year 2020 (dry-weight basis)

Global human-made mass exceeds all living biomass ( 2020 )

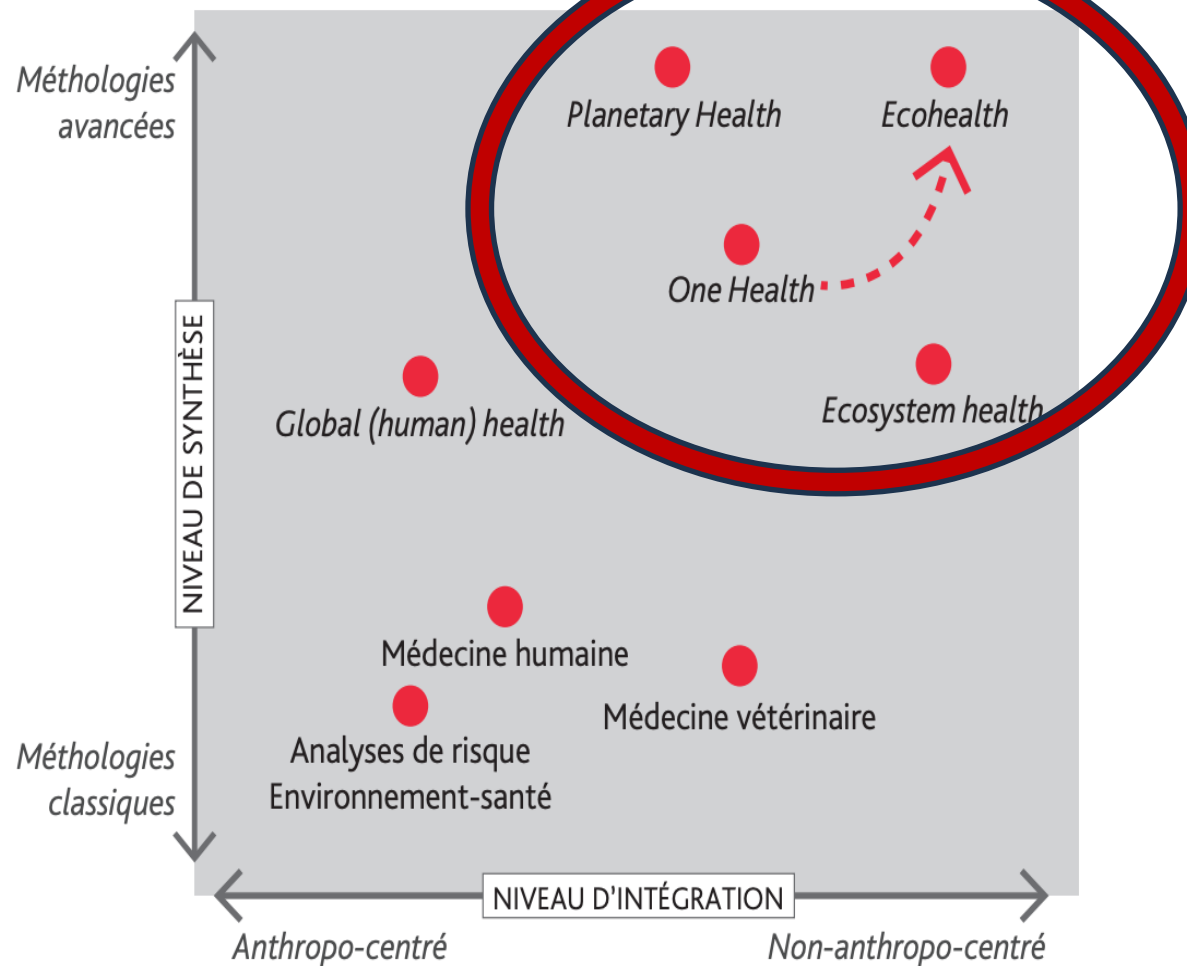
**nature**  
International journal of science



# Différentes approches de la santé

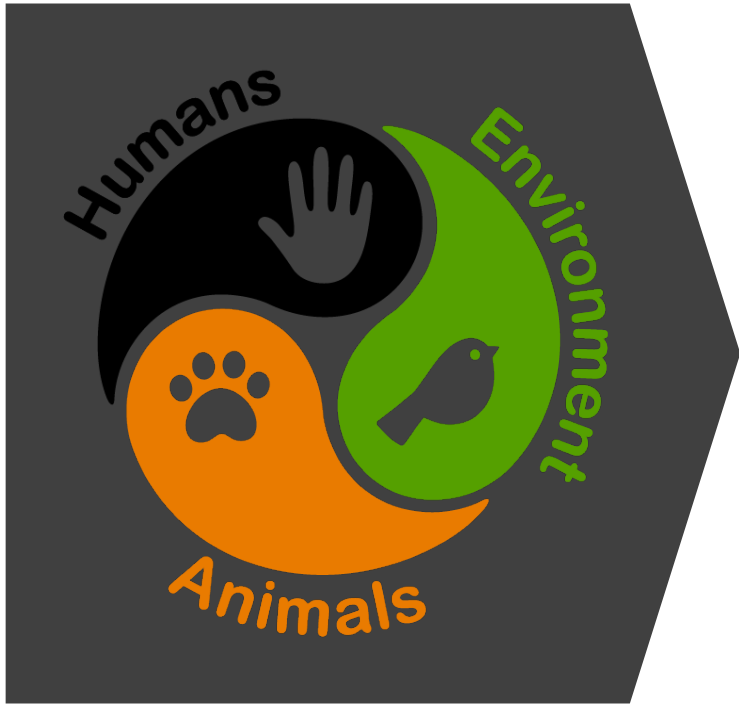
Intégrer la santé humaine à son environnement animal et écologique

Un point commun : la reconnaissance des interdépendances complexes entre la santé des écosystèmes, les humains et les autres espèces

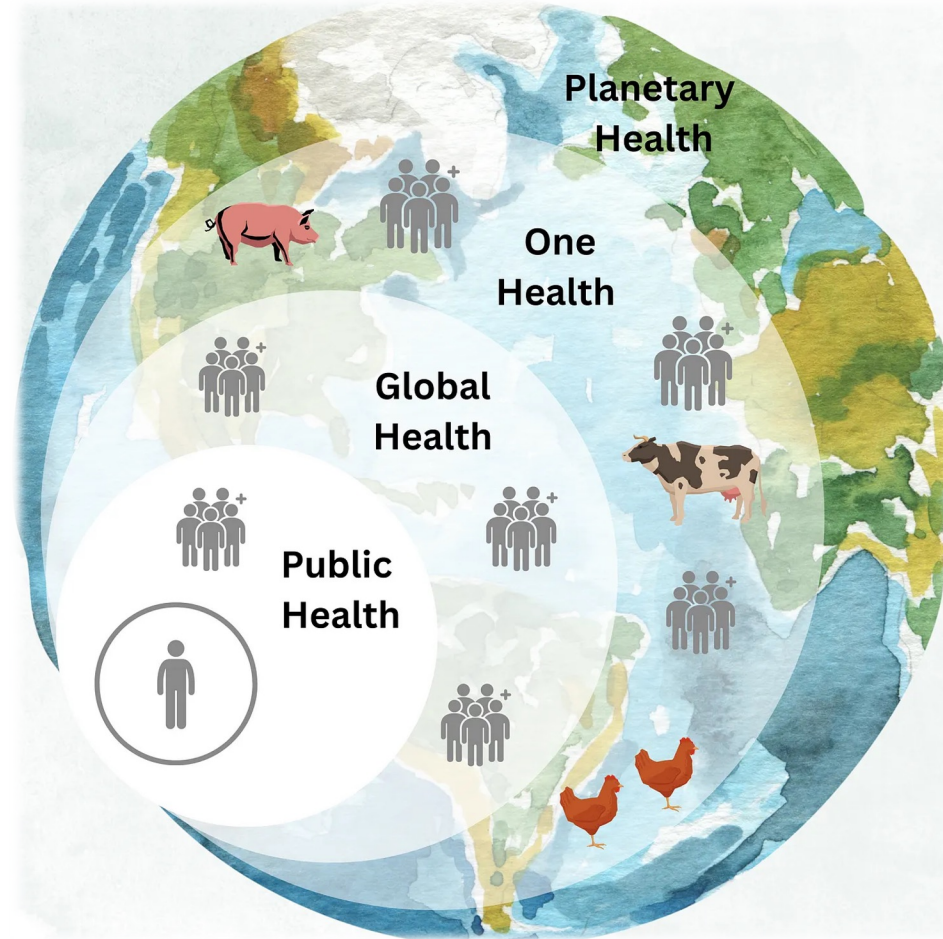


Source : Modifié d'après Assmuth et al. (2019). Note : Le concept *One Health* s'est, au cours du temps, rapproché du concept *Ecohealth* en devenant plus inclusif.

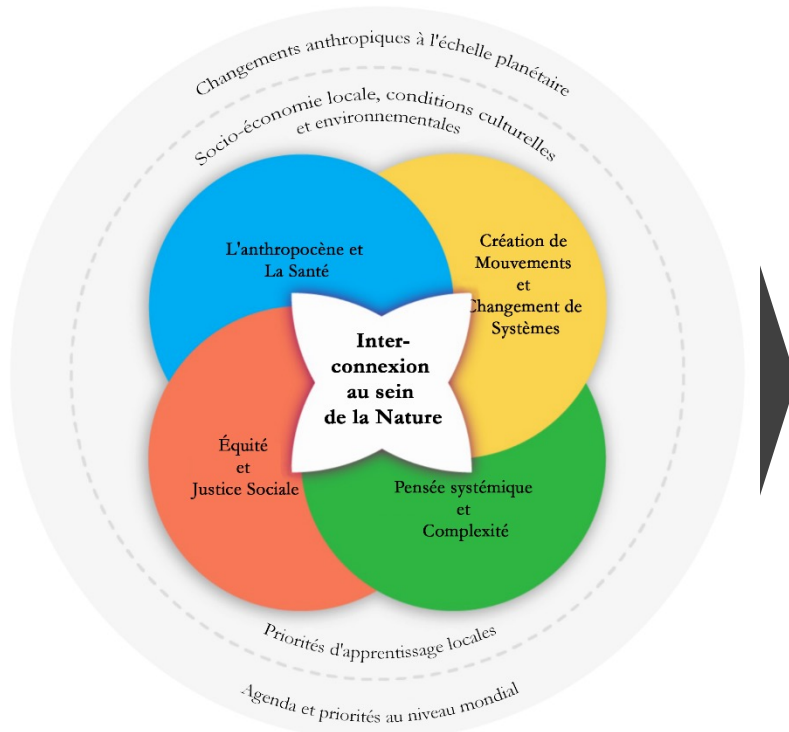
# Différentes approches de la santé



Un point commun : la reconnaissance des interdépendances complexes entre la santé des écosystèmes, les humains et les autres espèces

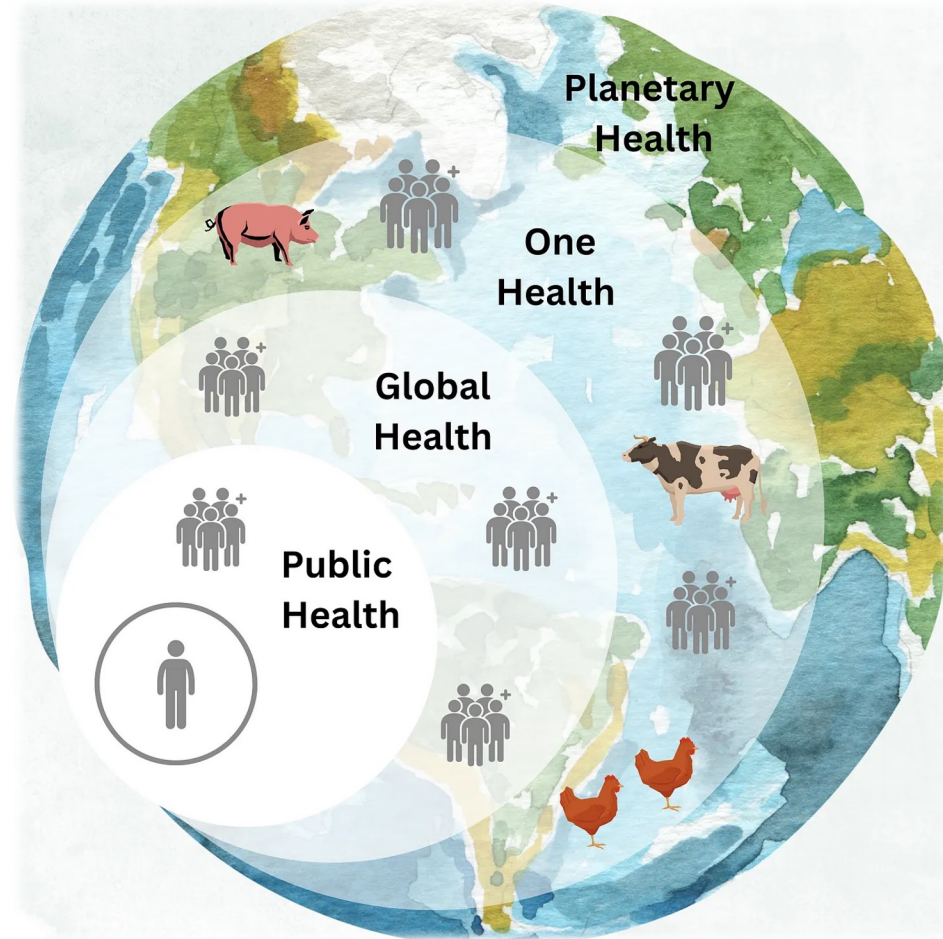


# Différentes approches de la santé



Le cadre d'éducation de la Santé Planétaire

Un point commun : la reconnaissance des interdépendances complexes entre la santé des écosystèmes, les humains et les autres espèces



# La réponse des soignants

EDITORIAL

## Call for Emergency Action to Limit Global Temperature Increases, Restore Biodiversity, and Protect Health

Lukoye Atwoli, Abdullah H. Baqui, Thomas Benfield, Raffaella Bosurgi, Fiona Godlee, Stephen Hancocks, Richard Horton, Laurie Laybourn-Langton, Carlos Augusto Monteiro, Ian Norman, Kirsten Patrick, Nigel Praities, [et al.](#)



The NEW ENGLAND  
JOURNAL of MEDICINE

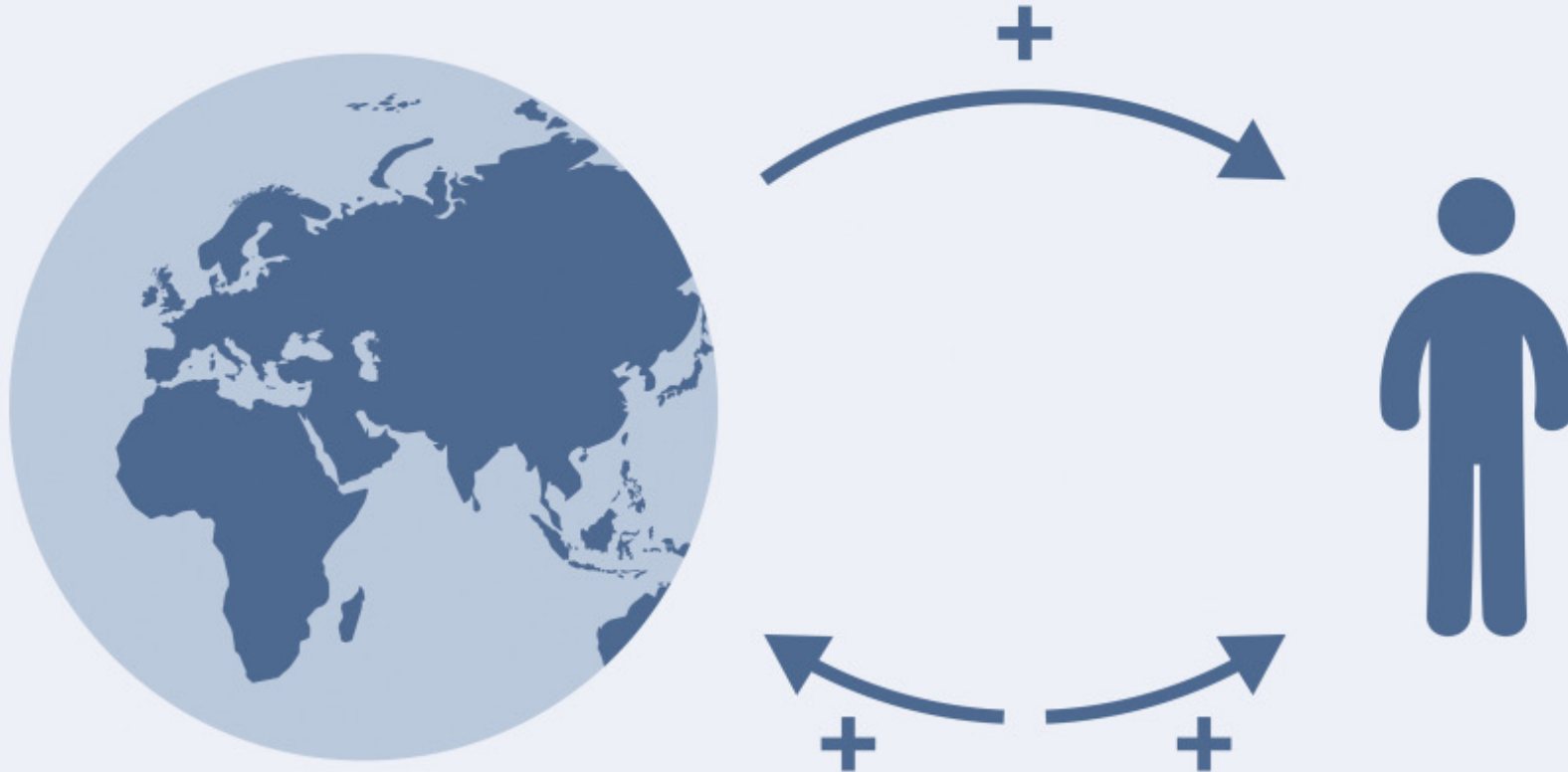
# Eco conception des soins

**A qualité et sécurité de soin égale, choisir le parcours de soin le moins impactant sur le plan environnemental**



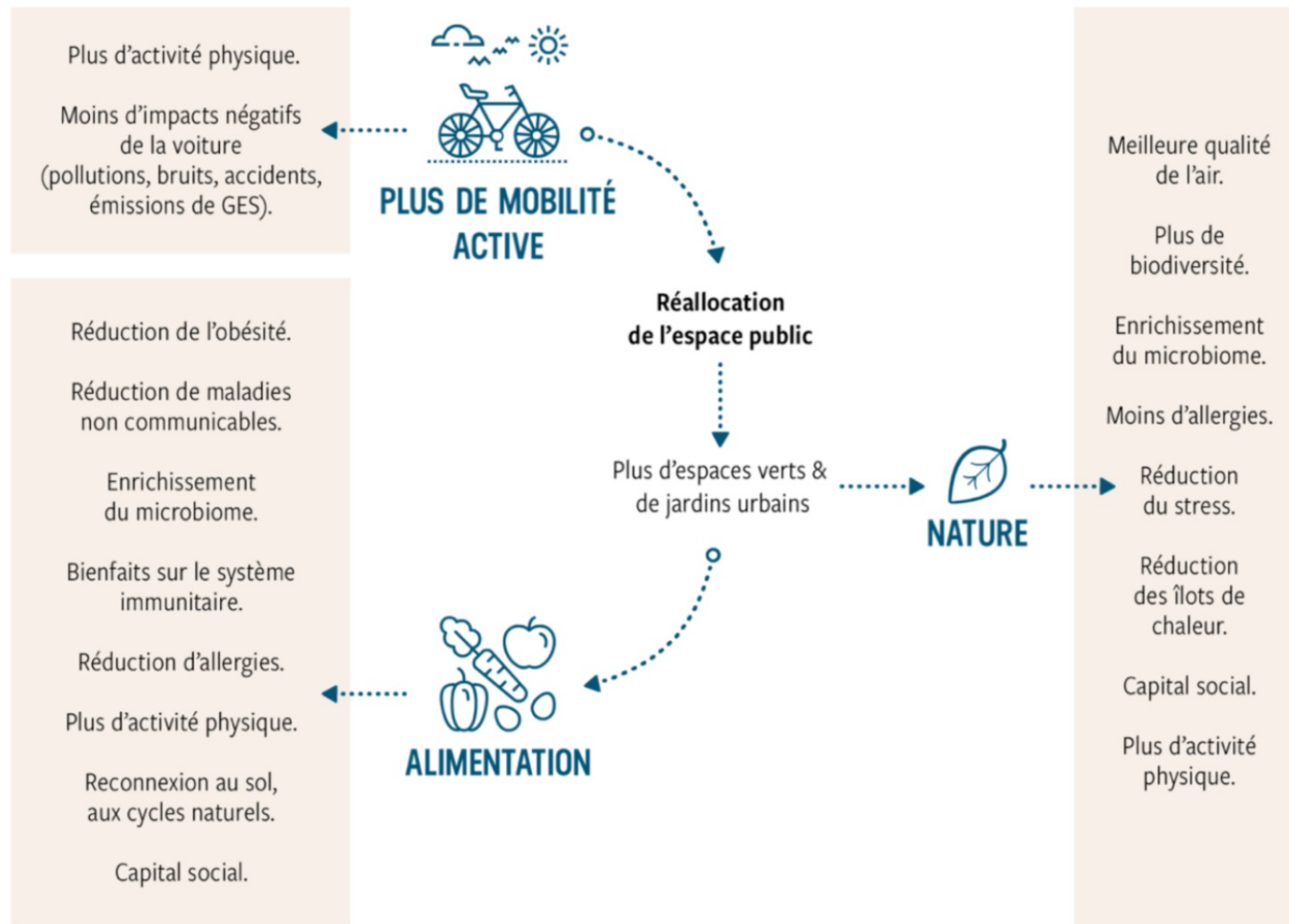
## Co-bénéfices Santé-Environnement

Action bénéfique à l'humain et à son environnement

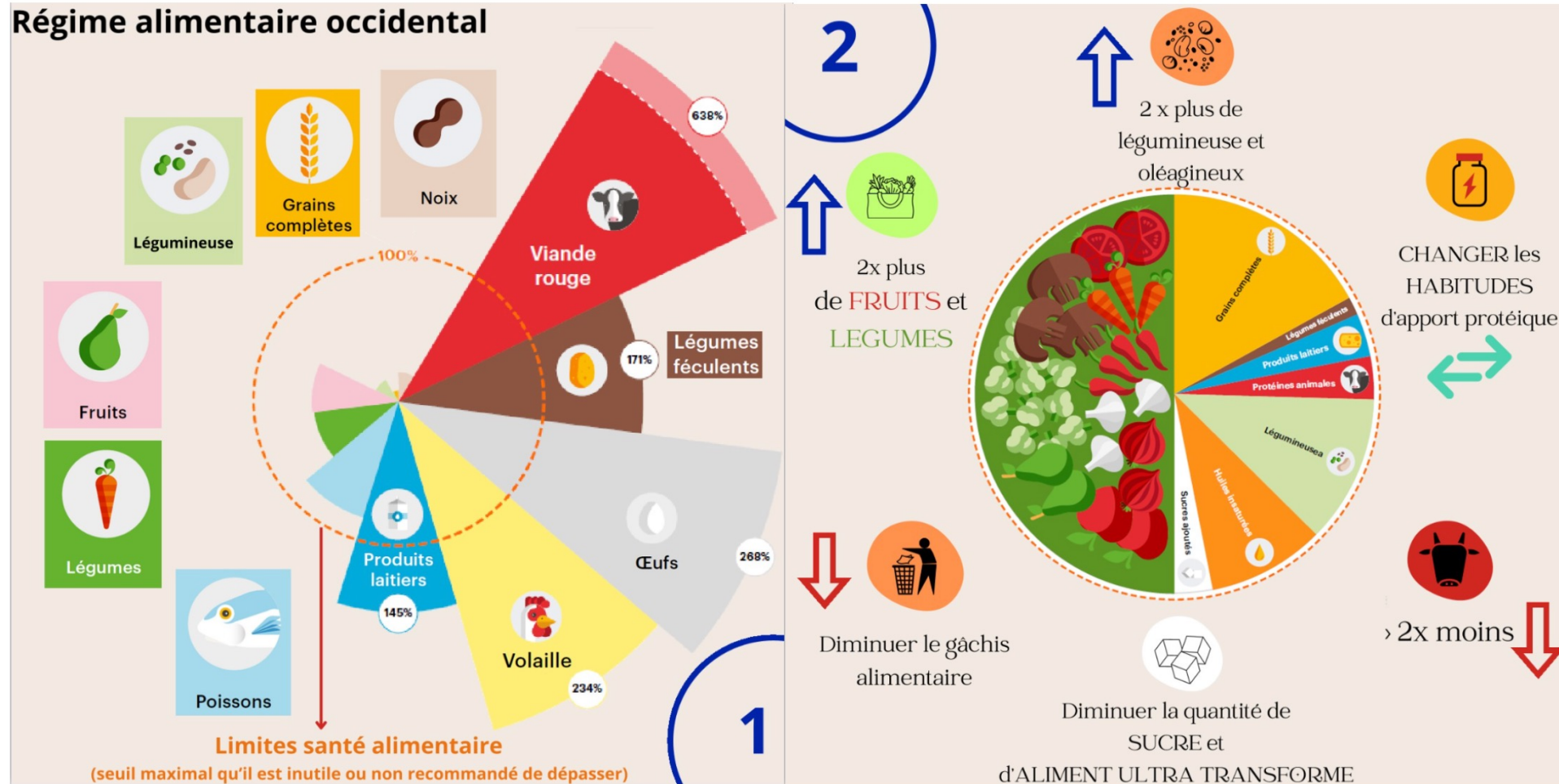


# Co bénéfices santé environnement

Points de croisements entre la mobilité, l'alimentation et le contact avec la nature au travers de l'espace public.



# Co bénéfiques santé environnement





# Un changement de paradigme ?

Passer du paradigme pathogène, centré sur la maladie  
au paradigme **salutogène** : comprendre ce qui nous rend en bonne santé

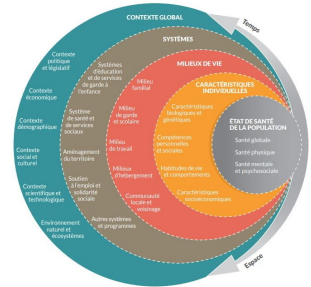
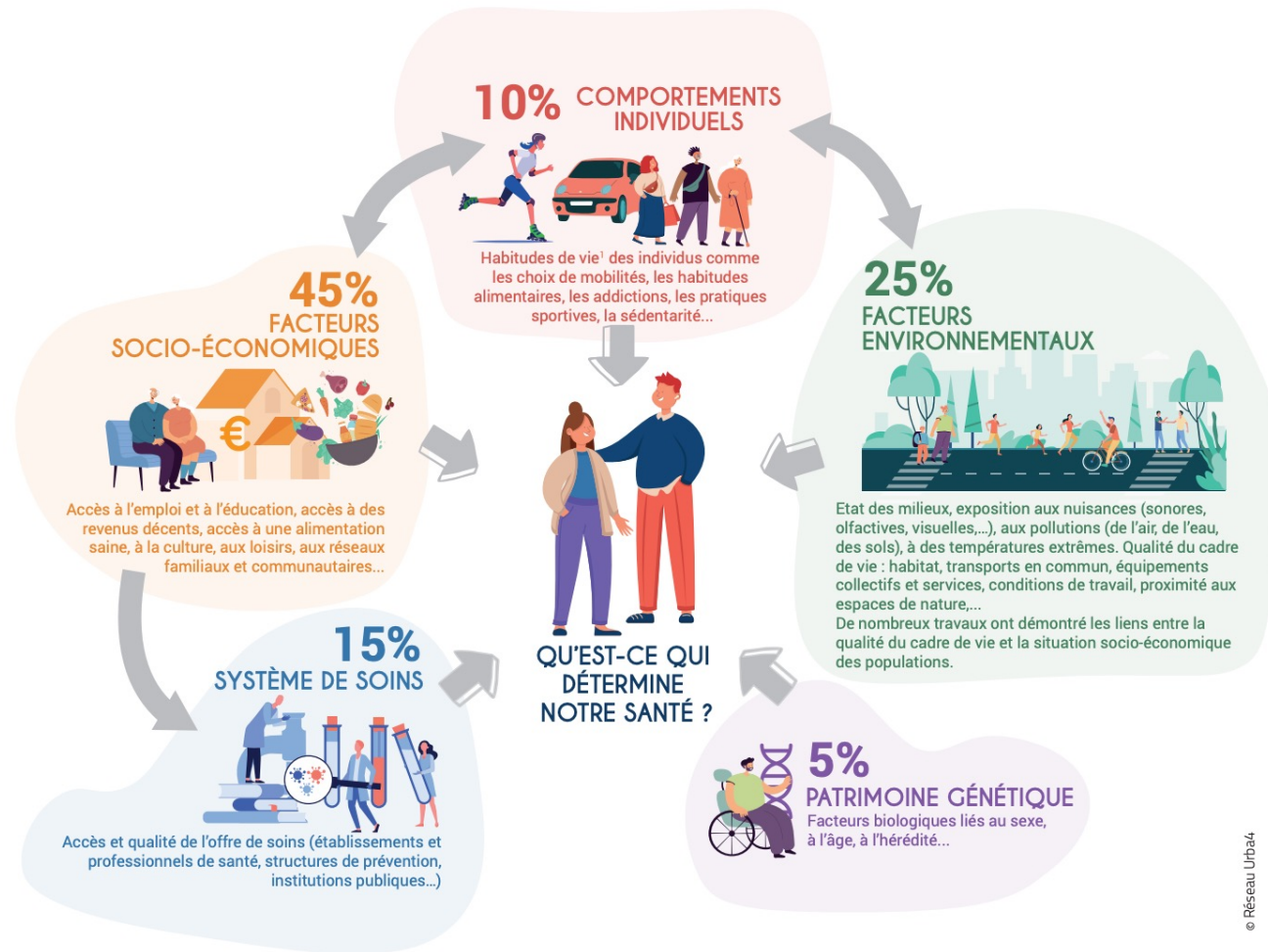
**Investir dans une santé globale** (alimentation, activité physique, bien-être mental, environnement sain) au-delà de la seule gestion des maladies



- Approche préventive
- Promotion de la santé



# Modèle des déterminants de santé



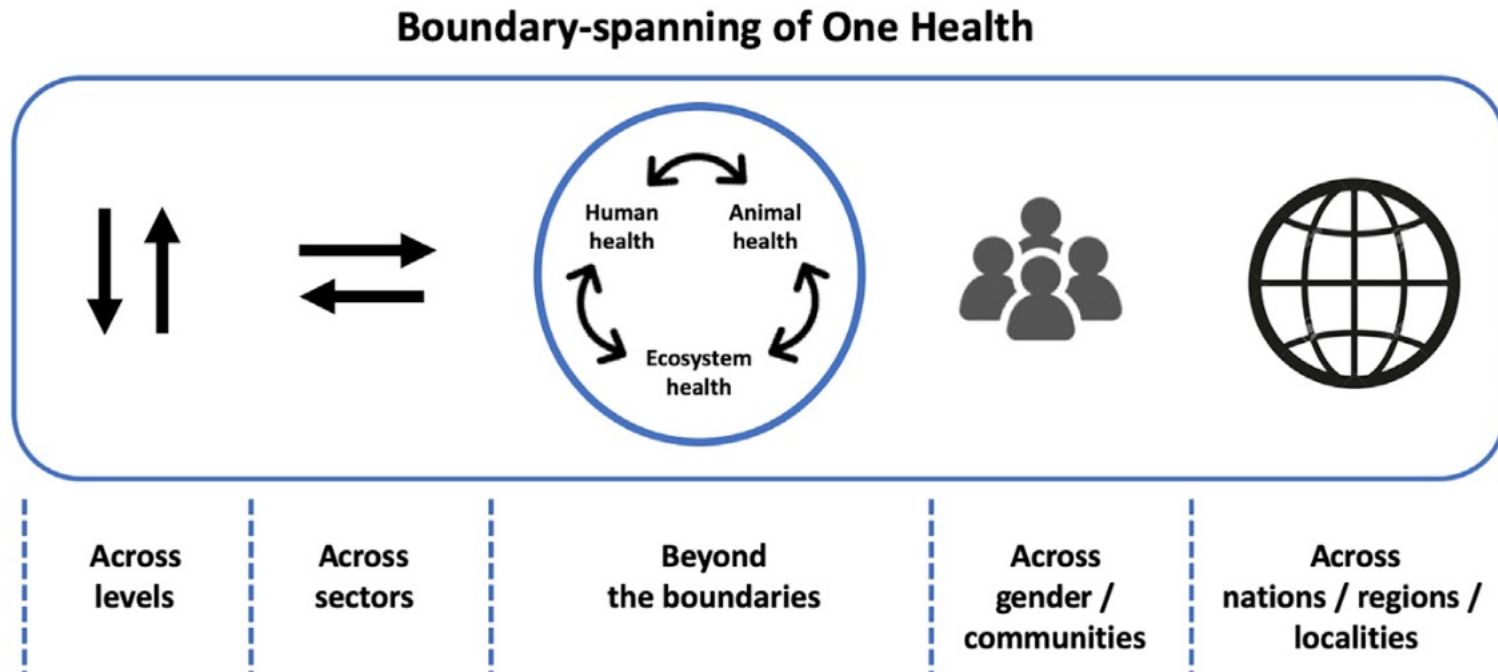
Dahlgren et Whitehead (1991)

Sources : Représentation de Lalonde / Synthèse des travaux Barton et al., 2015 ; OMS, 2010 ; Cantoreggi N, et al. 2010- Pondération des déterminants de la santé en Suisse, université de Genève ; Los Angeles County Department of Public Health, 2013 : How Social and Economic Factors Affect Health

# Conclusion 1



# Conclusion 2



**Figure 1. Boundary spanning helps us to think about a new way for the One Health approach to tackle the risk of emerging zoonotic diseases at the interface between humans, animals, and the environment**



**Introduction à la santé environnementale**

**Merci de votre attention**

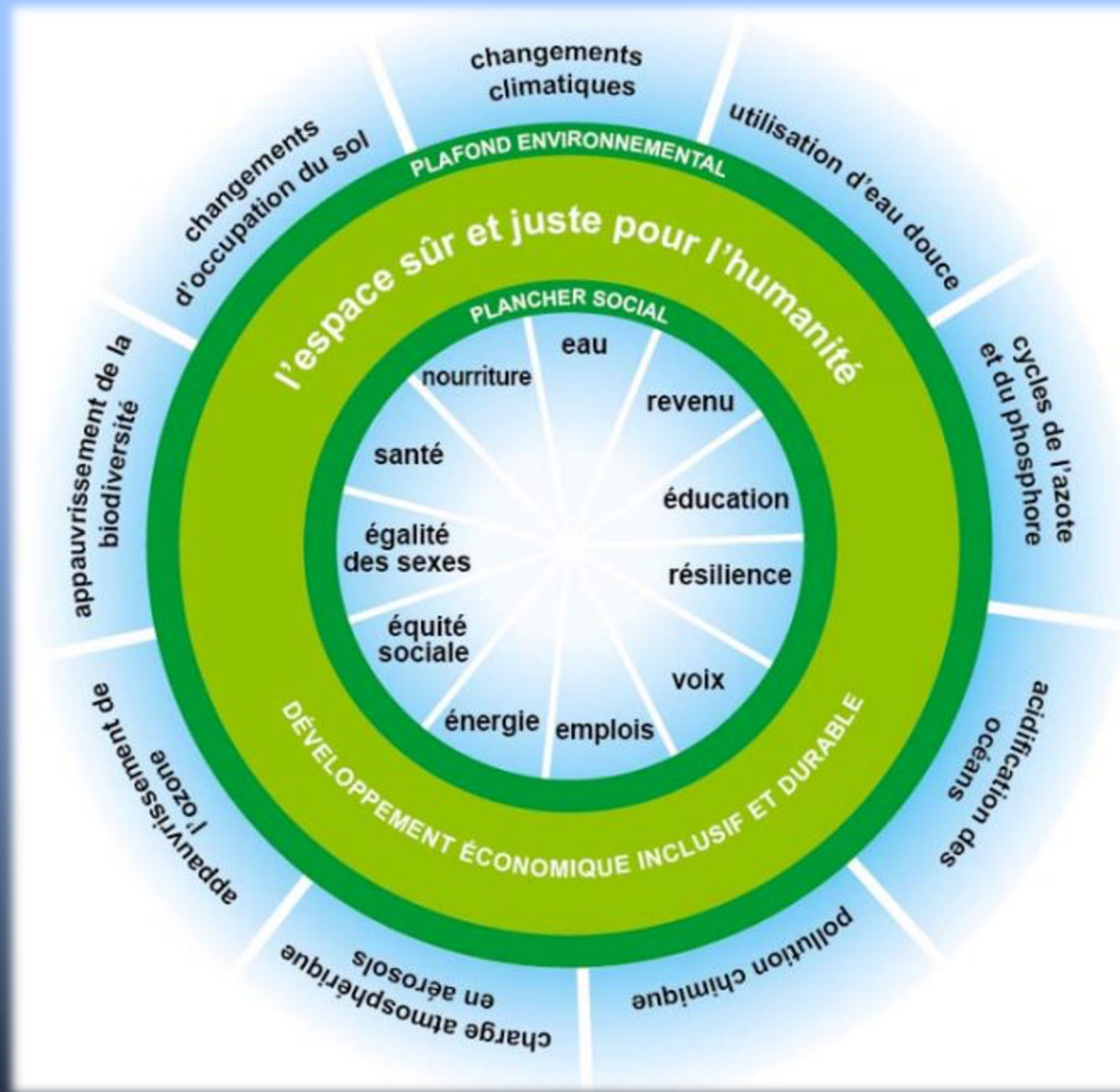
Dr Marine Sarfati



**Introduction à la santé environnementale**

**Merci de votre attention  
Q & R**

Dr Marine Sarfati

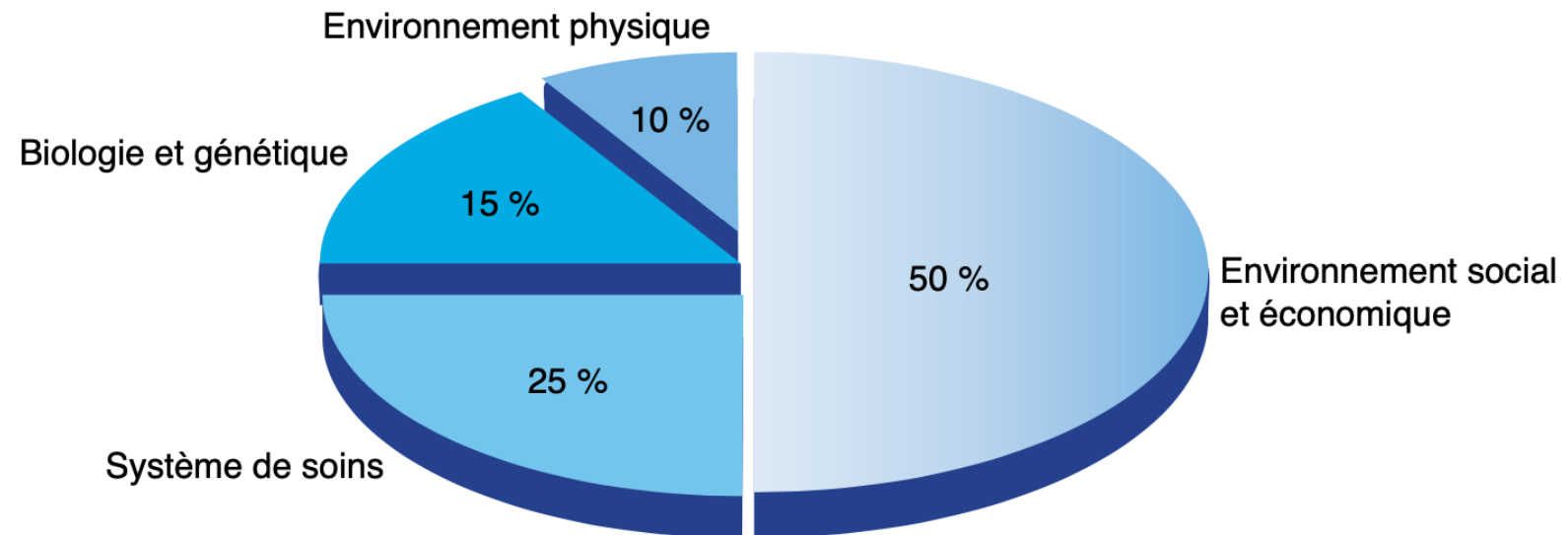


Théorie du Donut, Kate Raworth  
Oxfam University





**Figure 3.2** Effet estimé des déterminants de santé sur l'état de santé et de bien-être de la population



Source: INSPQ (2017).

# A rajouter éventuellement (changer ref)

Elevage impact infographie : <https://app.brief.science/article/2024-07-05-772-lelevage-transforme-notre-planete?search=true&access=4b7ac47c-cbad-11ec-9d64-0242ac120002>

Obésité : <https://app.brief.science/article/2024-03-08-750-lobesite-une-pandemie-silencieuse?search=true&access=4b7ac47c-cbad-11ec-9d64-0242ac120002>

PFAS : <https://app.brief.science/article/2023-07-07-579-les-pfas-des-polluants-eternels-presents-partout?search=true&access=4b7ac47c-cbad-11ec-9d64-0242ac120002>

PFAS le monde : [https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/02/23/polluants-eternels-quels-sont-les-effets-des-pfas-sur-la-sante\\_6162939\\_4355770.html](https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/02/23/polluants-eternels-quels-sont-les-effets-des-pfas-sur-la-sante_6162939_4355770.html)

Infertilité : <https://app.brief.science/article/2024-03-29-754-linfertilite-un-enjeu-de-sante-publique>



Wagner DL. Insect Declines in the Anthropocene. Annu Rev Entomol. 2020 Jan

Demeneix BA. How fossil fuel-derived pesticides and plastics harm health, biodiversity, and the climate. Lancet Diabetes Endocrinol. 2020