

INRAE

➤ **Convention étudiante**

Dr Emmanuelle Kesse

Epidémiologiste de la nutrition

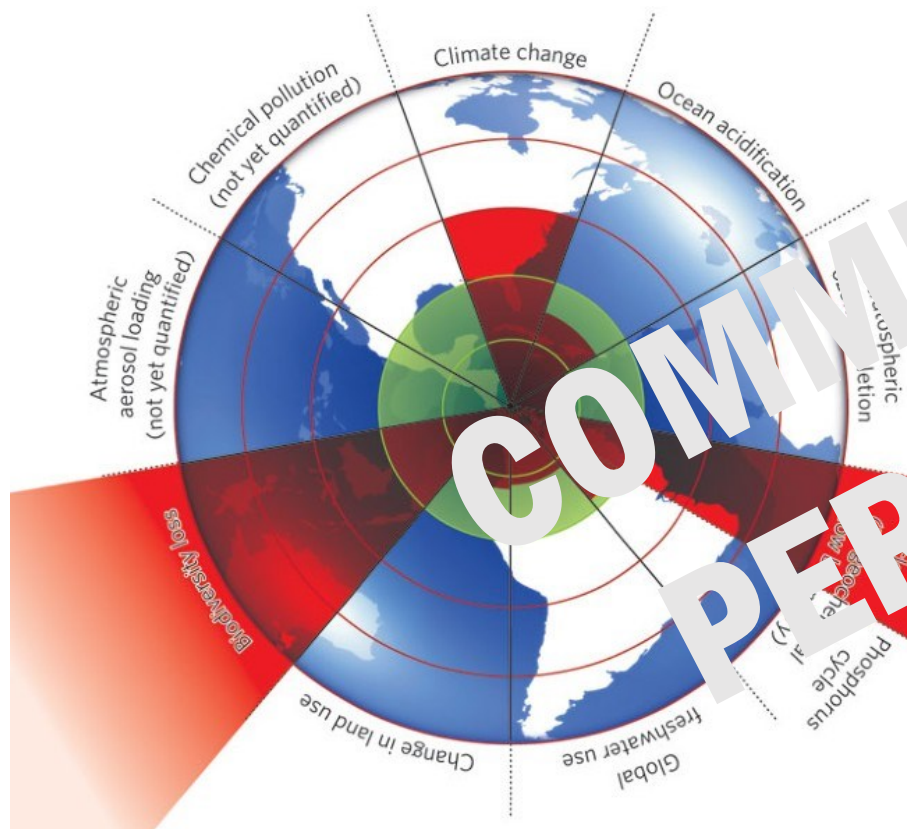
COMMUNICATION
PERSONNELLE

- **Crise environnementale**
- **Situation sanitaire**
- **Systemes alimentaires**
- **Durabilité : aliments, régime, compositions**

COMMUNICATION
PERSONNELLE

➤ Dépassement des limites planétaires

Seuils que l'humanité ne devrait pas dépasser pour ne pas compromettre les conditions favorables d'un écosystème sûr



Les 9 limites planétaires*

Changement climatique

- Les émissions anthropiques perturbent l'équilibre thermique avec de multiples conséquences : hausse des températures, événements climatiques extrêmes, montée des océans, disparition d'espèces.
- Augmentation constante de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère : 414 ppm en 2023 contre 280 ppm en 1850.
- L'empreinte carbone moyenne des Français est de 12 tonnes de CO₂ par an et par habitant.

Érosion de la biodiversité

- La destruction d'habitats, la pollution, le changement climatique et l'exploitation excessive des ressources réduisent la biodiversité.
- Environ 1 000 espèces d'espèces par an sont menacées d'extinction.
- Le risque de risque d'extinction d'espèces augmenté de 99 % entre 2000 et 2022, contre 36 % dans le reste du monde.

Perturbation des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore

- L'excès d'azote et de phosphore apporté aux cultures (engrais) dégrade les milieux aquatiques : eutrophisation des rivières et anoxie des océans.
- 150 Mt d'azote rejetées dans la nature (seuils limites : 62-82 Mt) et 22 Mt de phosphore arrivant en mer par les cours d'eau chaque année (limites : 11-100 Mt).
- L'excès d'azote atteint la limite planétaire (55 kg/ha). L'excès de phosphore (2 kg/ha) respecte la limite.

Changement d'usage des sols

- La déforestation au profit de l'agriculture réduit la capacité des forêts à jouer leur rôle de puits de carbone indispensable à la régulation du climat.
- Seulement 62 % de la surface occupée par des forêts avant 1700 est toujours boisée en 2015.
- Par ses importations de matières premières, la France exerce une pression forte sur la ressource foncière étrangère.

Utilisation et cycle de l'eau douce

- Les prélèvements en eau douce pour les besoins des activités humaines affectent les écosystèmes en perturbant le cycle de l'eau.
- Eau bleue : 2 600 km³/an prélevés (seuils limites : 4 000-6 000 km³/an) Eau verte : anomalie d'humidité pour 18 % des sols (limite : 10 %)
- 0,2 % des prélèvements nets mondiaux annuels pour l'eau bleue, avec localement des tensions saisonnières.

Acidification des océans

- La dissolution de CO₂ dans l'océan réduit le pH de l'eau de mer, entraînant une diminution des carbonates nécessaires à la formation des coquillages en aragonite.
- En 2015, l'état de saturation de l'eau de mer en aragonite est estimé à 84 % du niveau préindustriel.

Appauvrissement de l'ozone stratosphérique

- Les substances appauvrissant la couche d'ozone réduisent son rôle protecteur face aux rayons du soleil, nocifs pour la santé humaine et les écosystèmes.
- La concentration d'ozone dans la stratosphère est estimée à 285 DU (unités Dobson) en 2015 (limite : 275 DU).

Augmentation des aérosols dans l'atmosphère

- Une quantité croissante d'aérosols (petites particules en suspension) émis dans l'atmosphère perturbe le climat et a des effets sur la santé humaine.
- Pas de seuil global défini en l'absence de connaissances suffisantes.

Introduction d'entités nouvelles dans la biosphère

- La production de produits chimiques et plastiques augmente si vite que la capacité d'évaluation des risques pour l'homme et la biosphère est dépassée.
- Produits chimiques : production multipliée par 50 depuis 1950. Produits plastiques : + 79 % entre 2000 et 2015.

Legende

- Limite
- dépassée (risque élevé)
- forte incertitude (risque croissant)
- non dépassée
- non quantifiée

*La situation décrite est celle connue avant la dernière publication du Stockholm Resilience Centre de septembre 2023.

CGDD/SDES, 2023 - Bertrand Gaillat



INRAE

(Rockstrom et al., 2009)



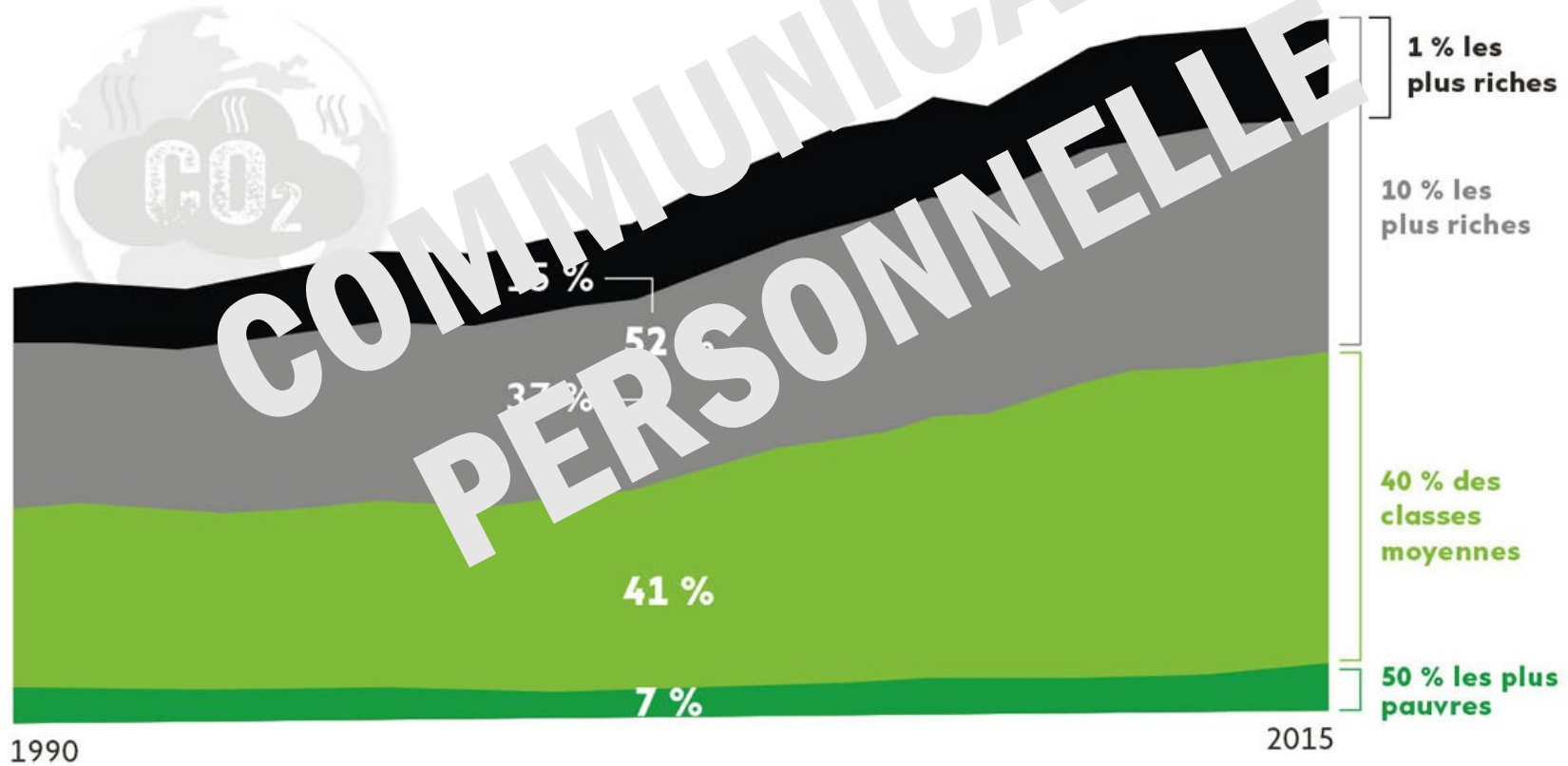
La France face aux neuf limites planétaires

| www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

➤ Emissions inégales

LES 1 % LES PLUS RICHES ÉMETTENT DEUX FOIS PLUS D'ÉMISSIONS DE CO₂ QUE LES 50 % LES PLUS PAUVRES

Part des émissions totales, 1990-2015



SOURCE : COMBATTRE LES INÉGALITÉS DES ÉMISSIONS DE CO₂, OXFAM 2020

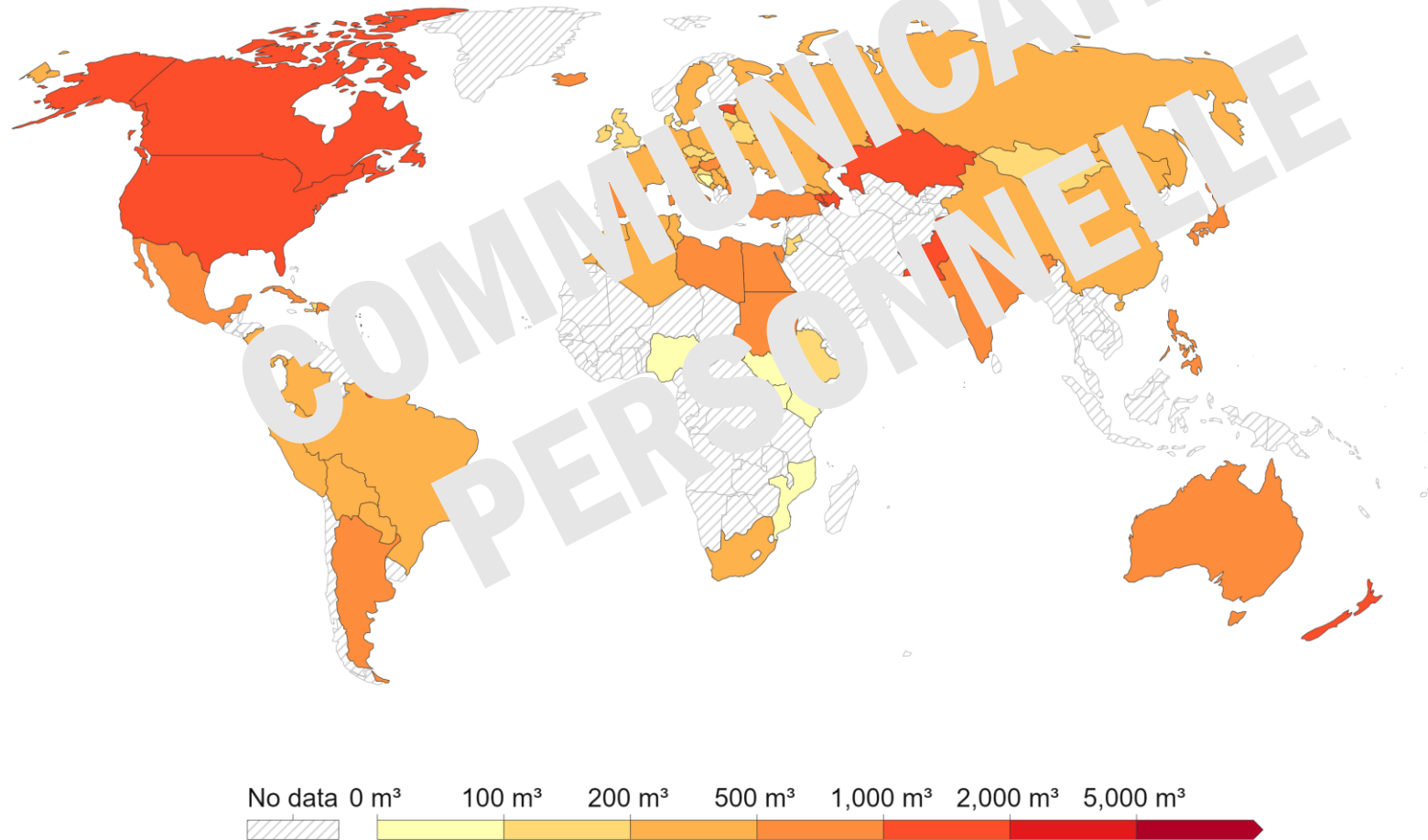
INFOGRAPHIE

➤ Epuisement des ressources en eau

Water withdrawals per capita, 2015

Total water withdrawals from agricultural, industrial and municipal purposes per capita, measured in cubic meters (m³) per year.

Our World
in Data



70 % des prélèvements d'eau douce dans le monde sont utilisés pour l'agriculture



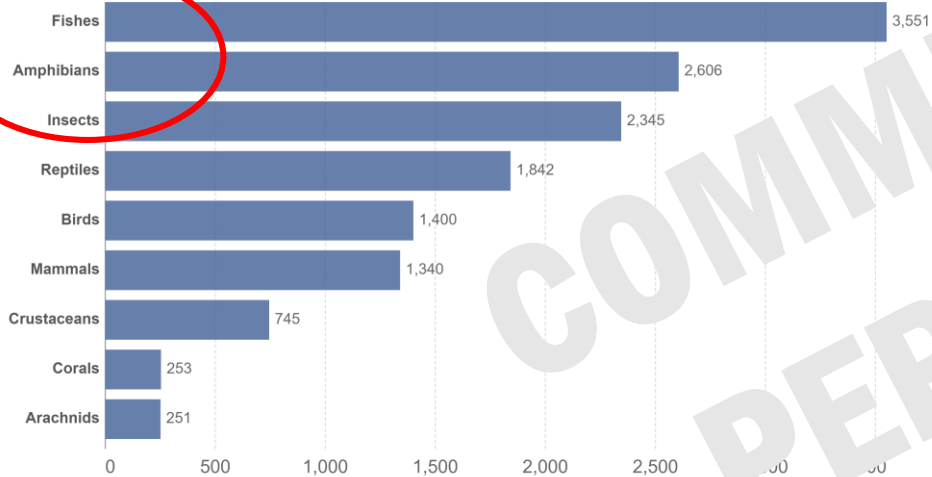
➤ Perte de biodiversité: variable selon les espèces



Number of species threatened with extinction

The IUCN Red List has assessed the extinction risk¹ of only a small share of the total known species in the world. This means the number of species threatened with extinction is likely to be a significant underestimate of the total number of species at risk.

Our World in Data



Source: IUCN Red List (2022)

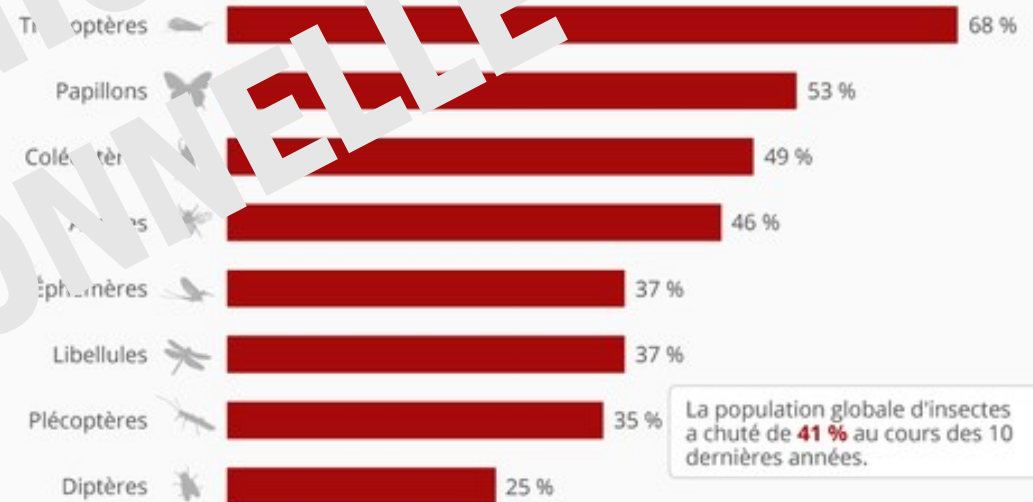
OurWorldinData.org/biodiversity • CC BY

Note: 'Threatened' species are those that are categorized as 'Critically endangered', 'Endangered' or 'Vulnerable' on the IUCN Red List.

1. Extinction risk: The International Union for the Conservation of Nature (IUCN) evaluates the risk of a species going extinct based on several criteria, including their geographical range and current population size. The IUCN publishes these assessments in its flagship Red List. Species are sorted into nine categories, extending through: Not Evaluated, Data Deficient, Least Concern, Near Threatened, Vulnerable, Endangered, Critically Endangered, Extinct in the Wild and Extinct.

Le déclin massif des insectes menace les écosystèmes

Diminution des populations d'insectes détectées sur la dernière décennie*



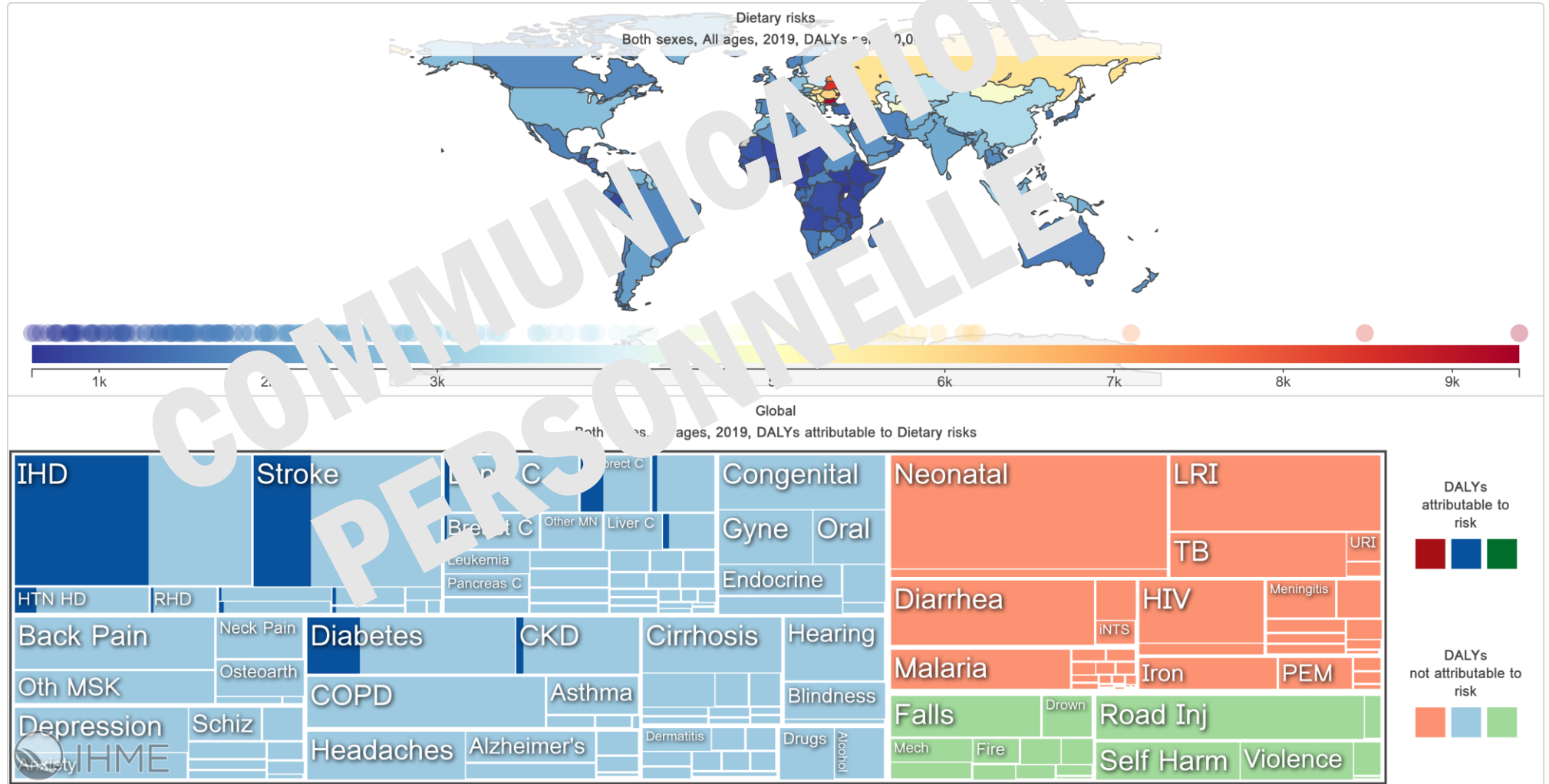
La population globale d'insectes a chuté de **41 %** au cours des 10 dernières années.

* Chiffres issus de l'analyse d'une compilation de 73 études provenant majoritairement d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord, ainsi que quelques-unes d'Australie, de Chine, du Brésil et d'Afrique du Sud.

Source : Sánchez-Bayo & Wyckhuys - Biological Conservation (2019)



➤ Décès et DALYs* attribuables aux risques nutritionnels (GBD 2019)



➤ Inégalités d'accès à une alimentation saine dans le monde

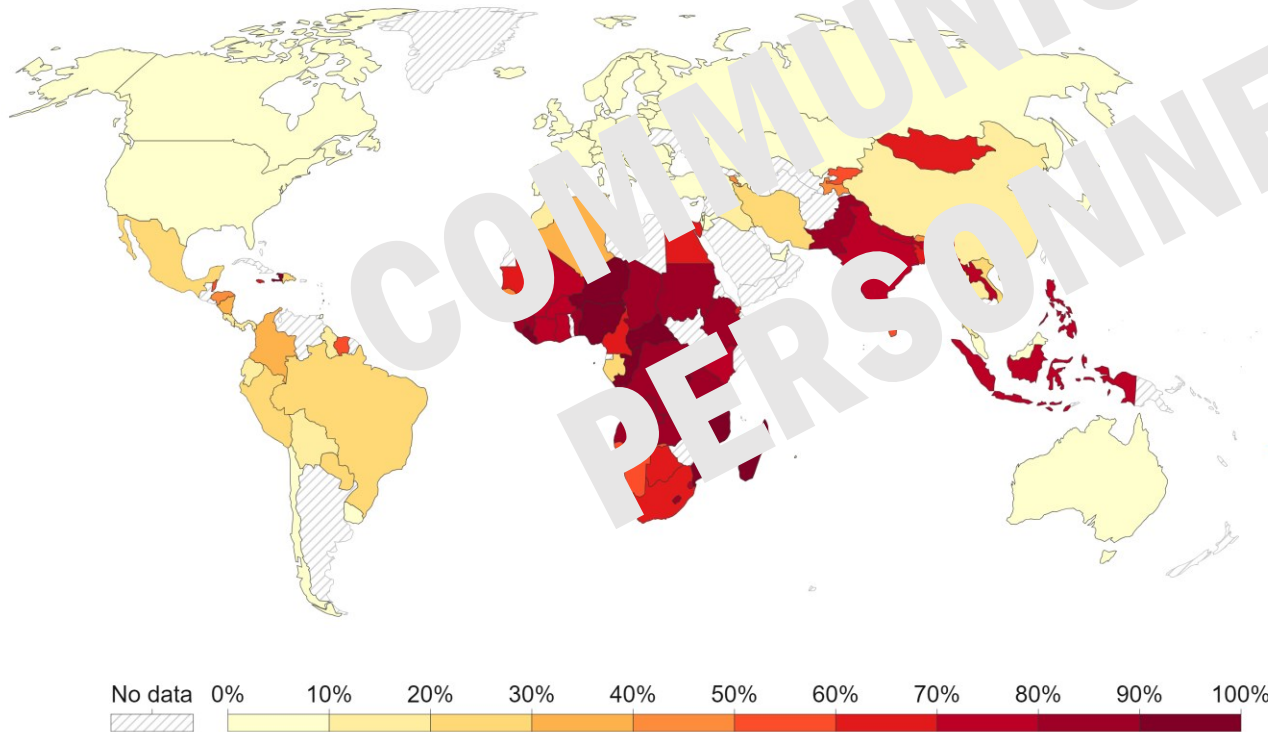
Inaccès à une alimentation saine

Share of population that cannot afford a healthy diet, 2021

A diet is deemed unaffordable if it costs more than 52% of a household's income. The cost of a healthy diet is the lowest-cost set of foods available that would meet requirements in dietary guidelines from government, private, or public health agencies.



Pasai avec Zébu dans la brousse africaine. - Image Libre de Droit



Data source: World Bank, adapted from Herforth et al. (2022)

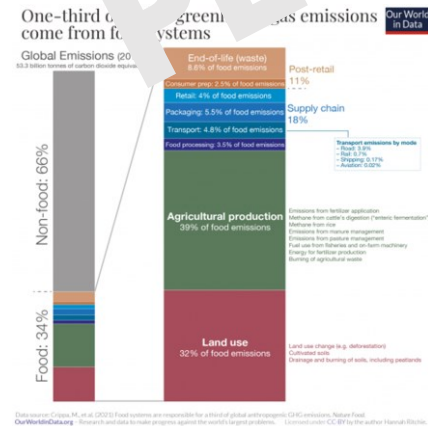
[OurWorldInData.org/food-prices](https://ourworldindata.org/food-prices) | CC BY

Inégalités importantes de l'accès à une alimentation durable et saine : dans le monde et au sein d'un même pays

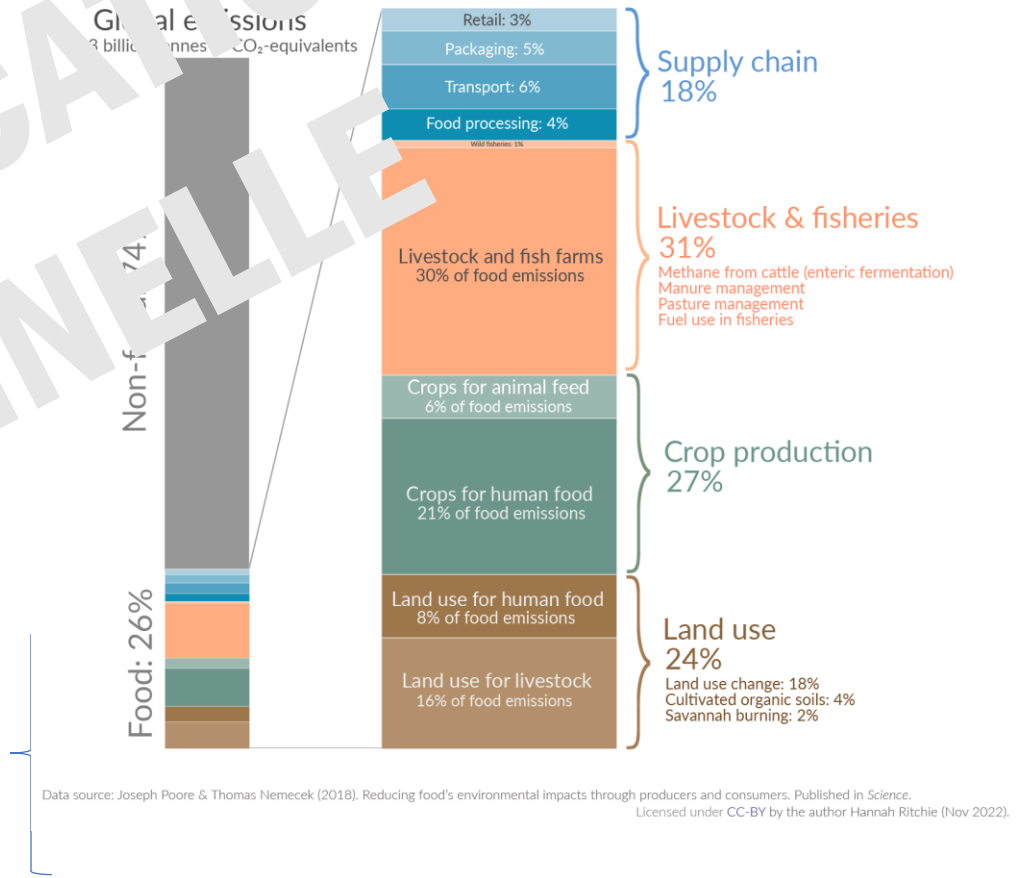
- **Les problématiques varient selon les contextes**

➤ Emissions de gaz à effet de serre des systèmes alimentaires

- Les systèmes alimentaires représentent 1/4 à 1/3 des émissions mondiales totales de gaz à effet de serre (Poore & Nemeck, 2018; Crippa, 2021).
- Une grande part des GES est produite à l'étape de production et à la déforestation, le transport joue un rôle plus faible mais les déchets comptent pour 5%.



Global greenhouse gas emissions from food production

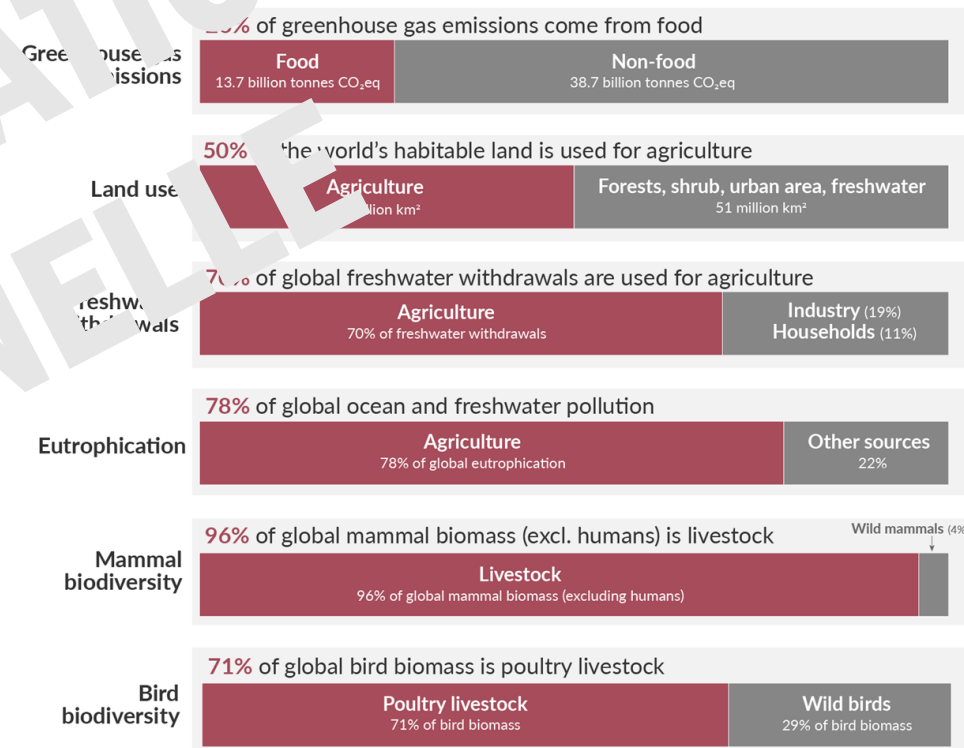


➤ Systèmes alimentaires et environnement : les chiffres

- Les systèmes alimentaires représentent **30 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre** (le bétail à lui seul représente **14,5%** de ces émissions)
- **50% des terres habitables** sont utilisées pour l'agriculture
- **70% des prélèvements mondiaux d'eau douce** sont utilisés pour l'agriculture
- **78 % de l'eutrophisation des océans et de l'eau douce** dans le monde est due à l'agriculture
- Les systèmes alimentaires : principal facteur mondial d'**extinction des espèces** → **perte de biodiversité**
- La majorité (~60%) des stocks mondiaux de poissons sont **pleinement exploités ou surexploités (33%)** - seuls **7%** sont sous-exploités

The environmental impacts of food and agriculture

Our World in Data



Data sources: Poore & Nemecek (2018); UN FAO; UN AQUASTAT; Bar-On et al. (2018). OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie. Date published: November 2022.

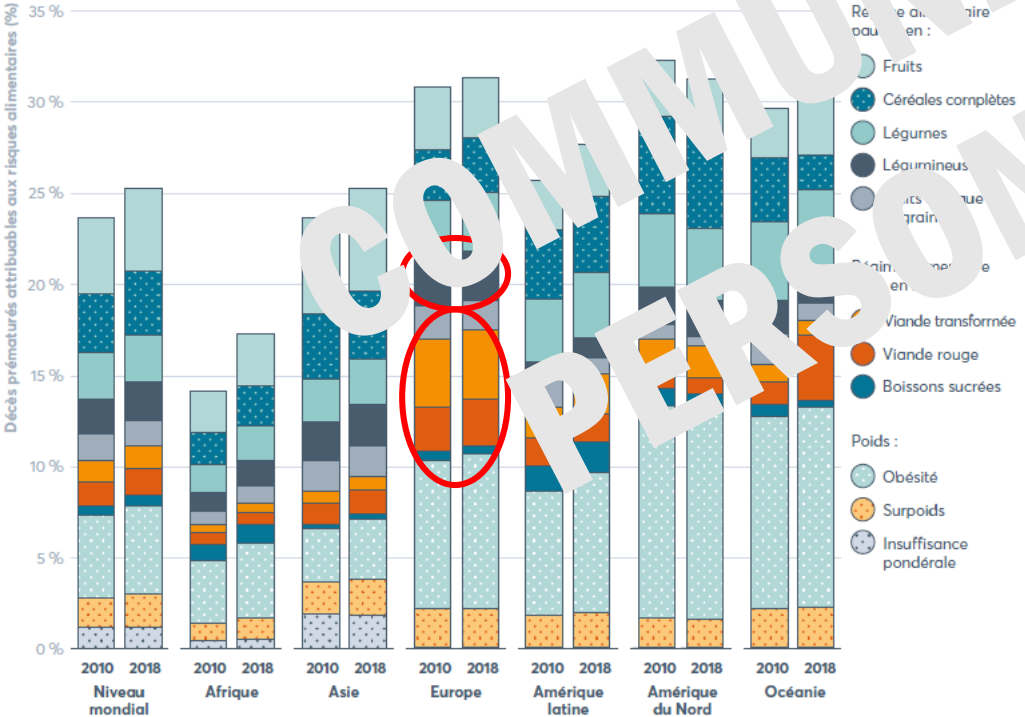
➤ Enjeux doubles

Régimes alimentaires durables

- Régimes alimentaires modernes

- riches en graisses, sel, sucre, aliments non bruts

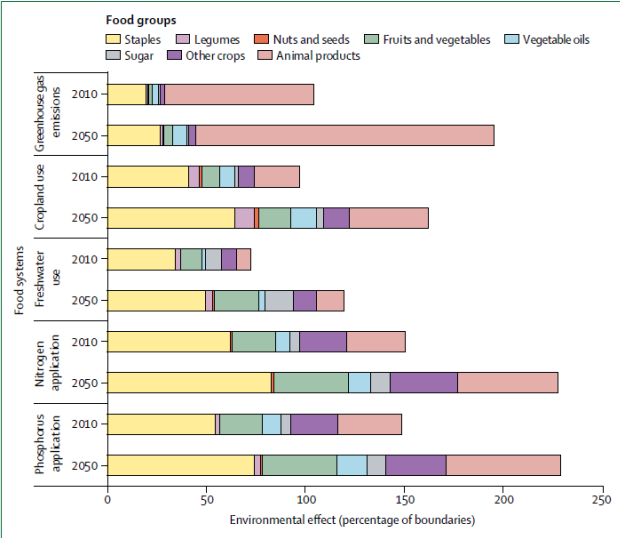
▶ *Contribuent largement au développement de maladies chroniques*



- Effets négatifs à long terme sur l'environnement

- Crise climatique
- Épuisement des ressources naturelles
- Pollution de l'eau et des sols

▶ *nécessité de changement radical et urgent à de multiples niveaux du système alimentaire mondial, du champ à l'assiette*



(Global Nutrition Report, 2021)

(Willett et al., 2019)

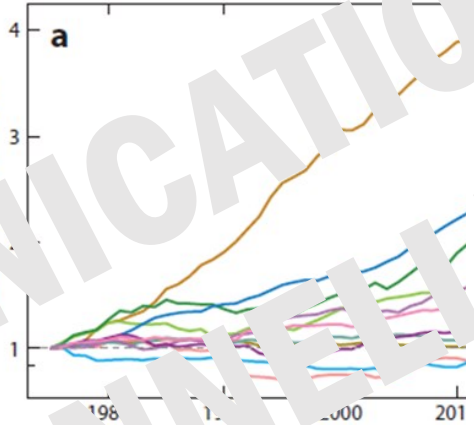
➤ Vers des régimes plus carnés

Demande en produits d'origine animale

- ↑ des richesses → ↑ de la demande pour les produits d'origine animale
- ↑ de la demande en calories la plus rapide dans les régions en développement
- La demande d'aliments d'origine animale en Asie de l'Est a augmenté de 400 % pour atteindre 700 kcal/jour
- La consommation d'aliments d'origine animale ↑ à un rythme plus lent en Afrique subsaharienne

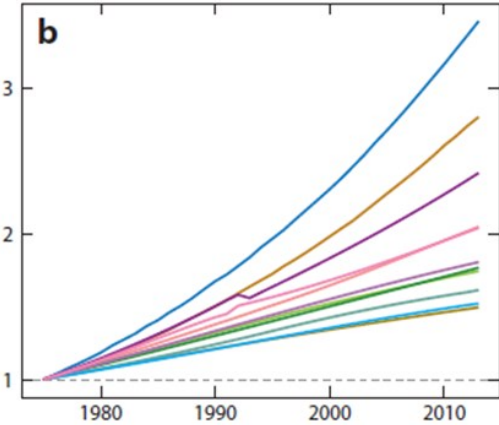
Demande en produits animaux

Proportional change in demand for animal-based foods



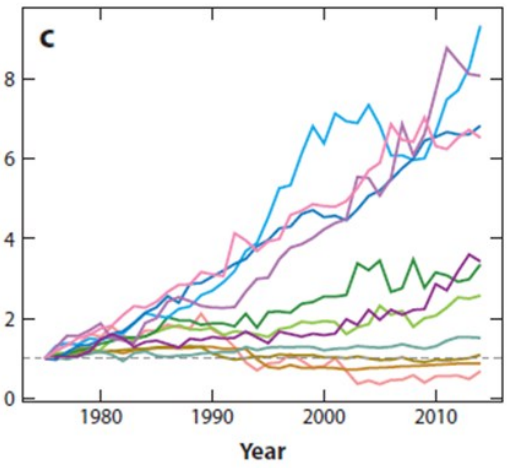
Prévalence d'obésité/surpoids

Proportional change in overweight and obesity prevalence



Demande en engrais azoté

Proportional change in N fertilizer application



- World region**
- Caribbean Islands
 - East Asia
 - Europe
 - Mesoamerica
 - North Africa
 - North America
 - Oceania
 - South and Southeast Asia
 - South America
 - Sub-Saharan Africa
 - West and Central Asia

➤ Le gaspillage alimentaire

- **1/3 des aliments destinés à la consommation humaine est perdue tout au long de la chaîne alimentaire**
- **20kg de déchets/an/personne**
 - À domicile
 - Restauration collective
- **7kg/an/personne non consommé**

Which types of food waste have the biggest environmental impact?

Environmental impact of avoidable food waste (EPs per kilogram)



LE GASPILLAGE ALIMENTAIRE et les contes de l'antigaspi

gaspillagealimentaire.fr
Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

JETER MOINS = MANGER MIEUX

LE GASPILLAGE ALIMENTAIRE À LA CONSOMMATION DES MÉNAGES PRÉSENTÉ EN FRANCE : **20 kg** DE DÉCHETS PAR AN ET PAR PERSONNE
SOURCE : ADEME

MAÎTRE CORBEAU NE LAISSERA PLUS TOMBER SON FROMAGE
SOURCE : ADEME

DONT : **7 kg** DE DÉCHETS ALIMENTAIRES NON CONSOMMÉS ENCORE EMBALLÉS
SOURCE : ADEME

BLANCHE NEIGE AURAIT DU CROQUER UNE POMME MOCHE

QUAND PEAU D'ÂNE PRÉPARE SA GALETTE LE PRINCE N'EN PERD PAS UNE MIETTE

PETIT POUCE ET A COMPRIS COMBIEN LE PAIN EST PRÉCIEUX

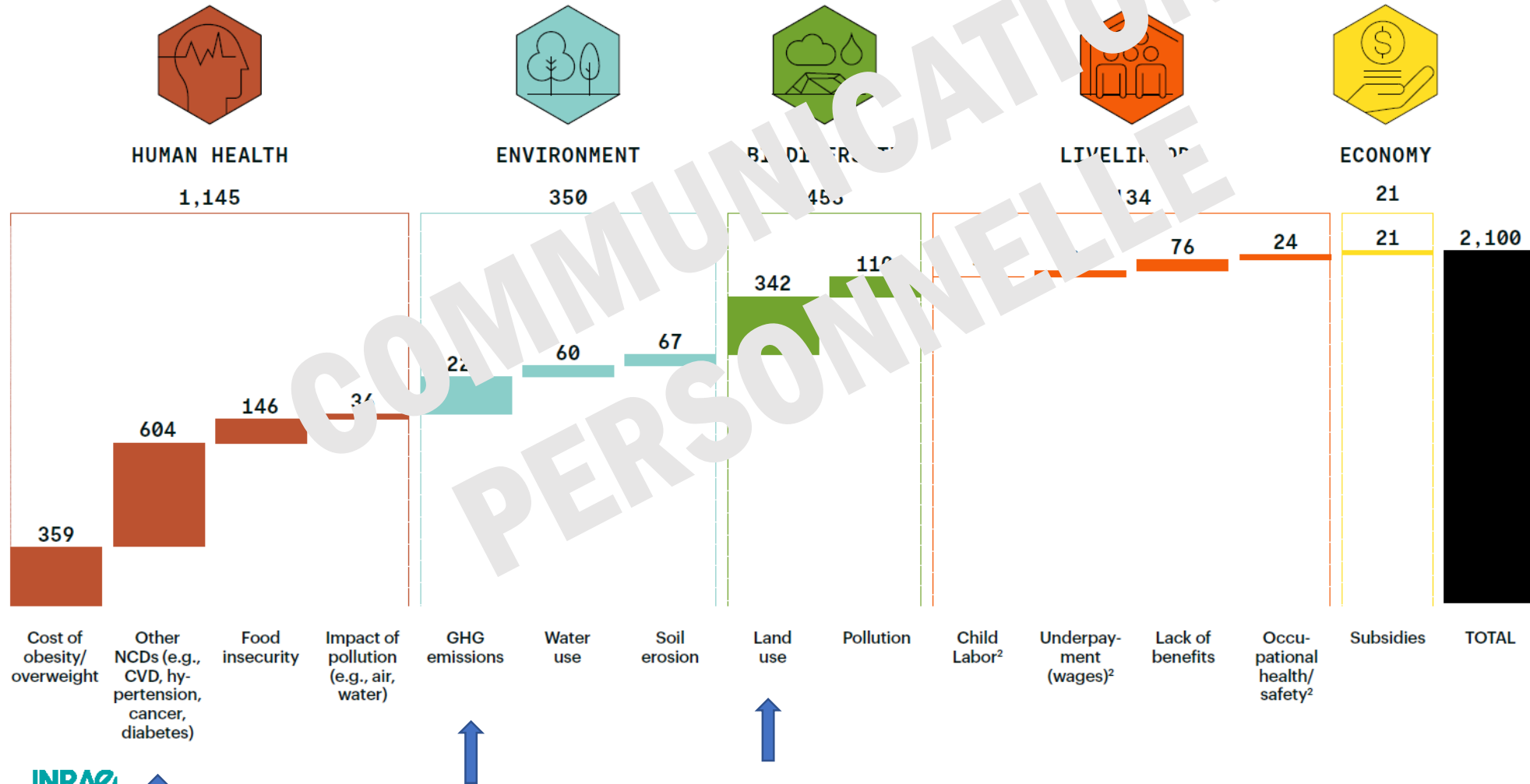
LE COÛT DU GASPILLAGE ALIMENTAIRE EN FRANCE EST ESTIMÉ ENTRE **100 et 160 €** PAR AN ET PAR PERSONNE SOIT DE 12 À 20 MILLIARDS D'EUROS
SOURCE : ADEME

À MINUIT LE POTIRON DE CENDRILLON FERA UN BON BOUILLON

DANS LE MONDE, ENVIRON **1/3** DES ALIMENTS DESTINÉS À LA CONSOMMATION HUMAINE EST PERDUE TOUT AU LONG DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE
SOURCE : FAO

➤ Les coûts cachés de notre alimentation: étude américaine

COSTS FROM QUANTITATIVE METRICS ACROSS 14 KEY METRICS¹, ANNUAL (bn USD)



INRAE

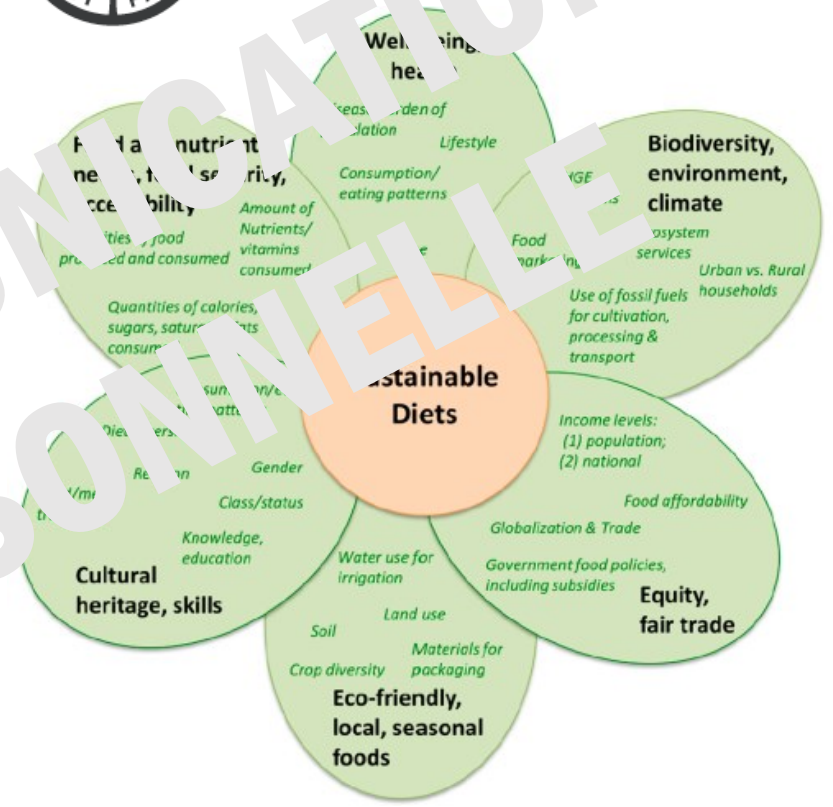
➤ Objectifs de développement durable des Nations unies

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

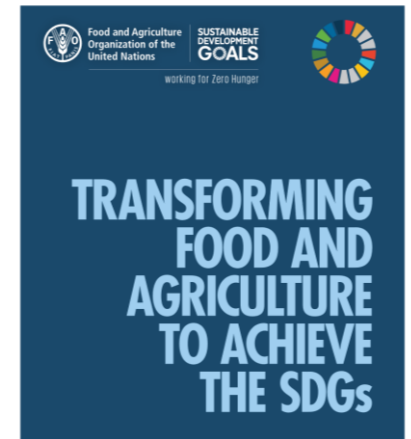
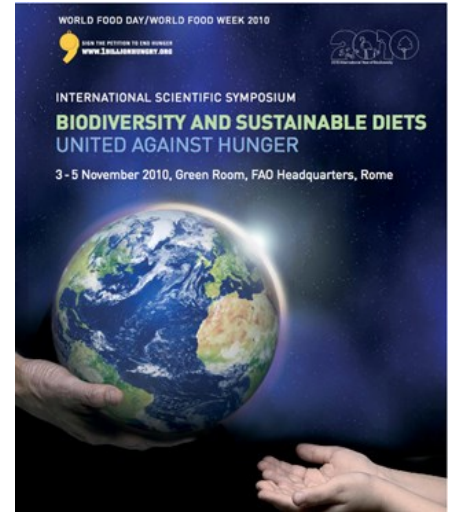


➤ Définition des régimes durables

- ▶ Les régimes alimentaires durables sont des régimes alimentaires ayant de faibles conséquences sur l'environnement, qui contribuent à la sécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi qu'à une vie saine pour les générations actuelles et futures.
- ▶ Les régimes alimentaires durables contribuent à protéger et à respecter la biodiversité et les écosystèmes, sont culturellement acceptables, économiquement équitables et accessibles, abordables, nutritionnellement sûrs et sains, et permettent d'optimiser les ressources naturelles et humaines.



(📖 Johnston et al., 2014)



TECHNICAL REFERENCE DOCUMENT
20 interconnected actions to guide decision-makers

(📖 FAO, Biodiversité et régimes alimentaires durables, 2010)

Novembre 2010, FAO, Rome
FAO publication, 2012



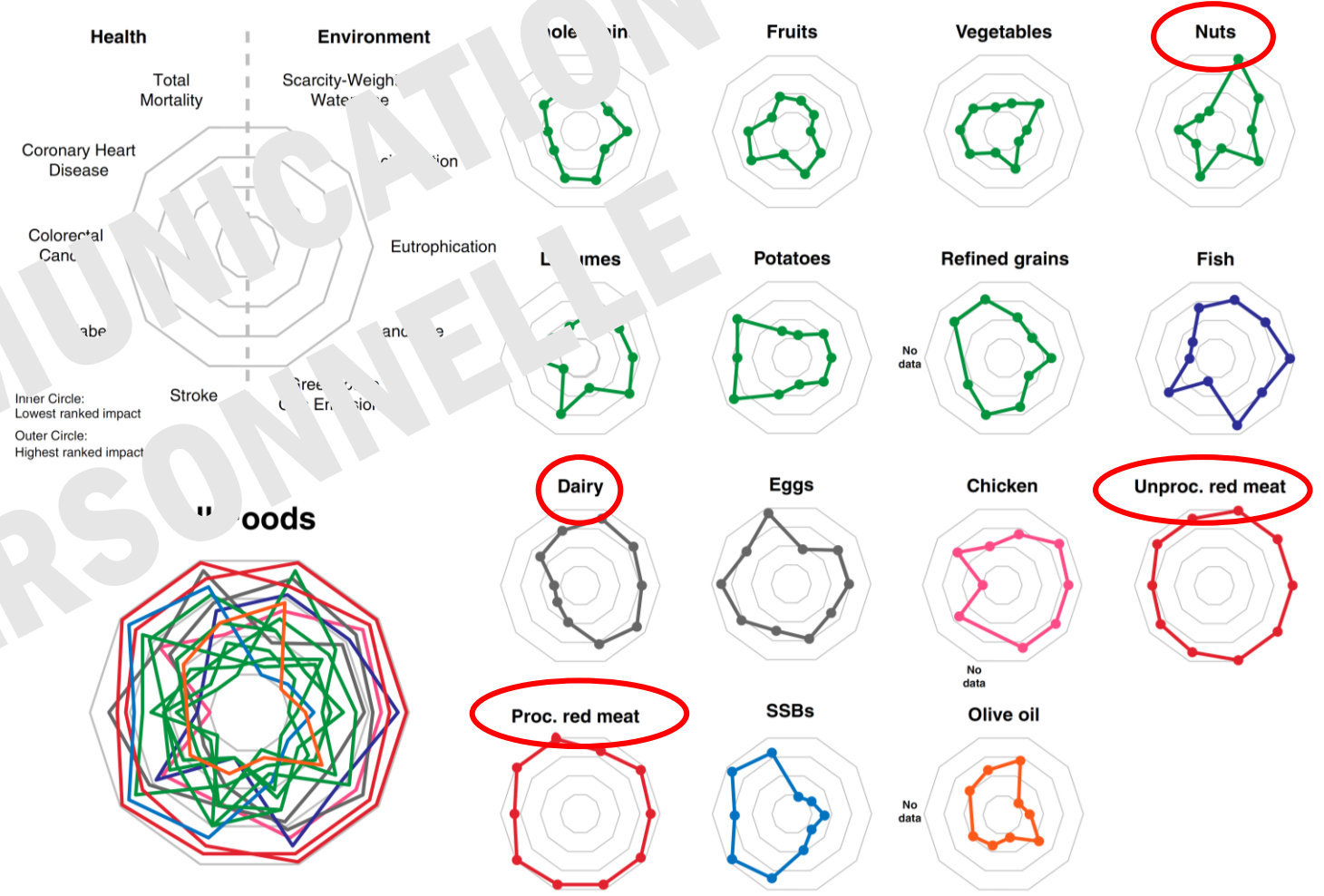
➤ Éléments de contexte - Introduction

Les régimes alimentaires durables

- Quels impacts pour quels aliments?

↓ GES n'est pas toujours en faveur de la santé : le sucre et les matières grasses émettent peu

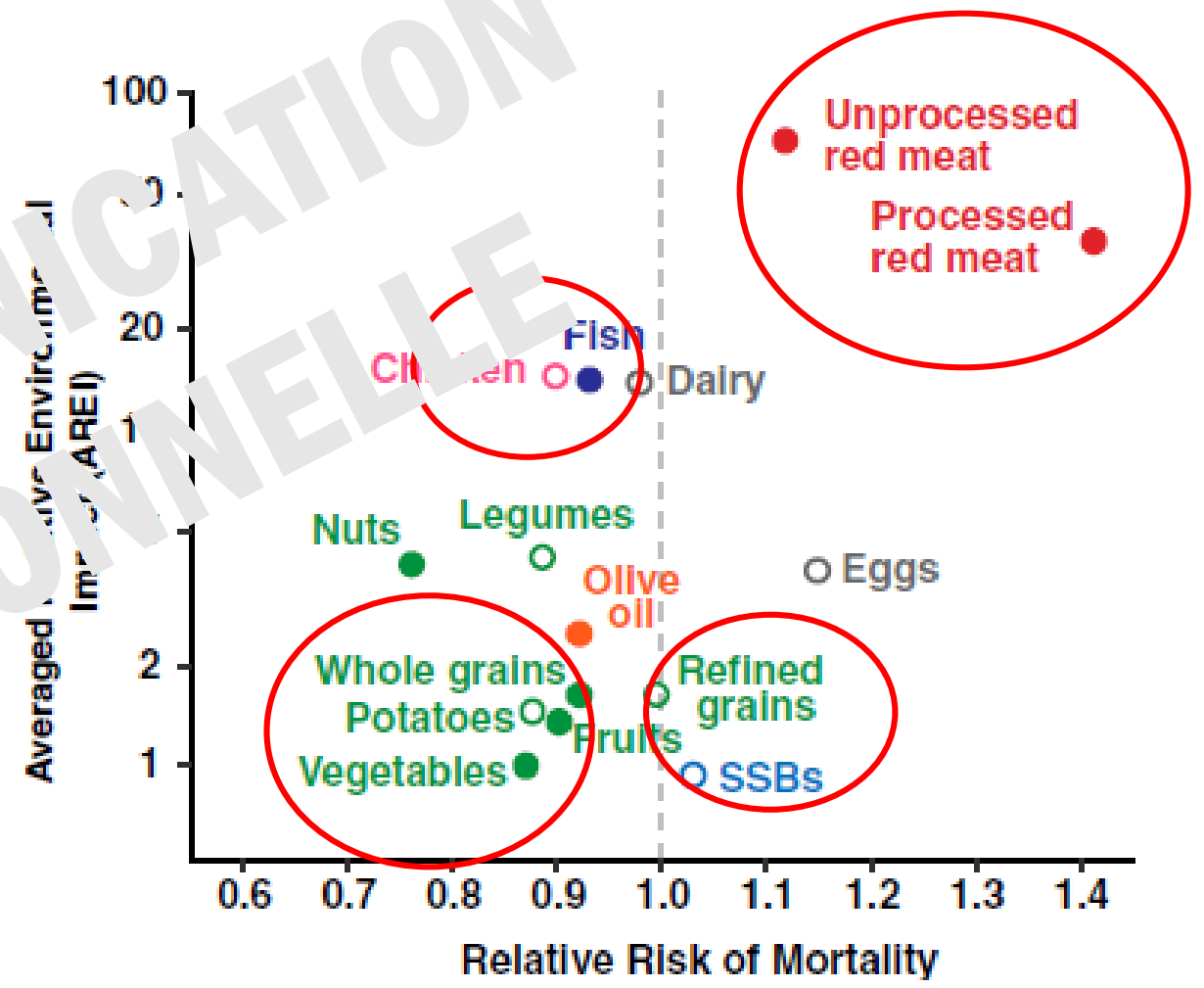
➔ Existence de conflit santé/environnement ► UPF : produits gras/sucrés/salés moins impactant



➤ Éléments de contexte - Introduction

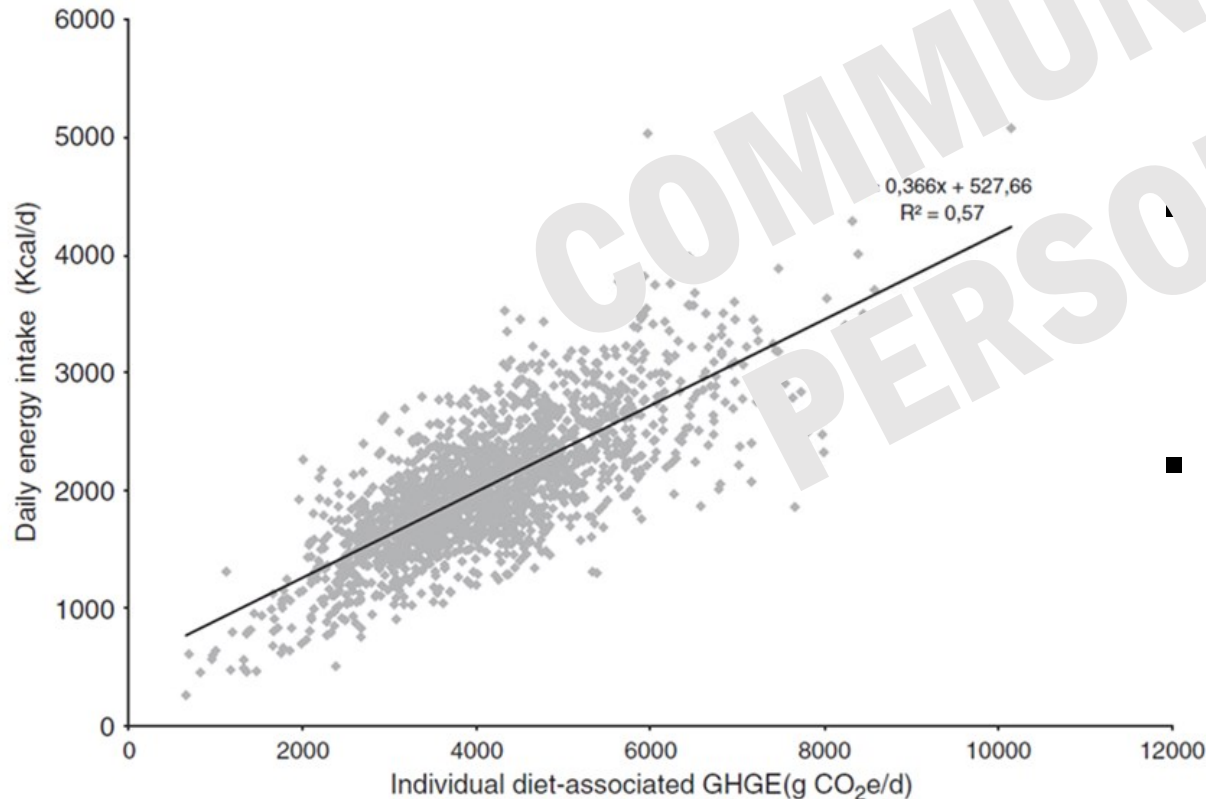
Les régimes alimentaires durables

- Quels impacts pour quels aliments?
- GES n'est pas toujours en faveur de la santé : le sucre et les matières grasses émettent peu
- ➔ Existence de conflit santé/environnement ➤ UPF : produits gras/sucrés/salés moins impactant



➤ Emissions de gaz à effet de serre des régimes en France : manger mieux ou manger moins?

- Etude menée auprès 1918 adultes (INCA2)
- Emissions disponibles pour pour 73 aliments
- Evaluation de l'impact carbone (GES) des régimes des individus



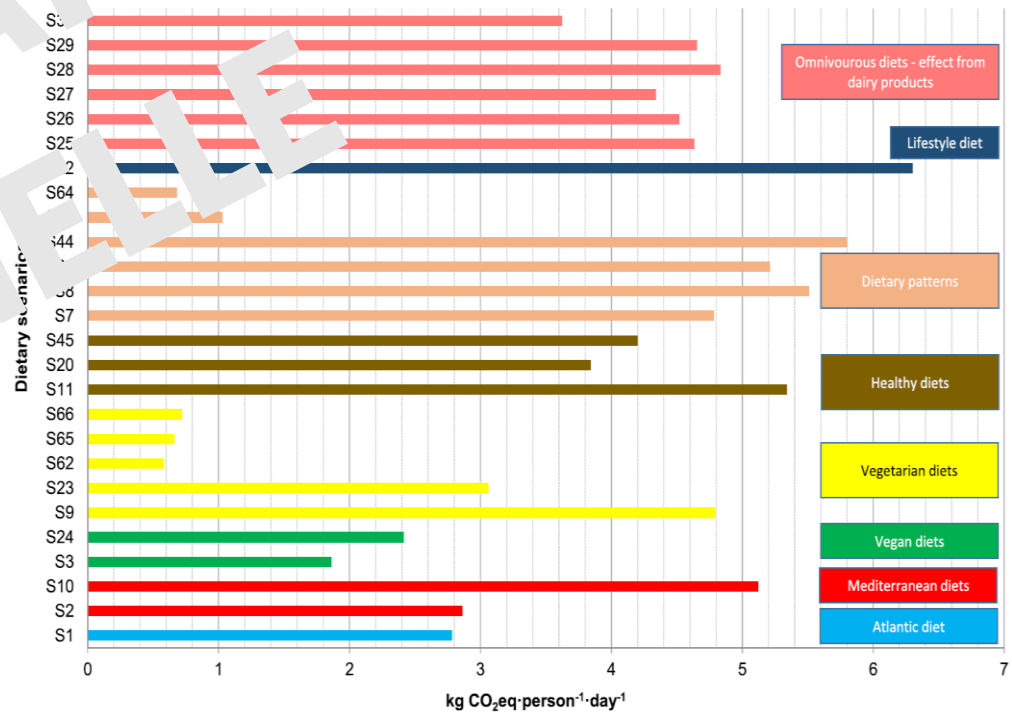
• **Toute association positive entre les GES associées à l'alimentation et la quantité d'aliments et de calories consommées**

- **L'autre facteur principal jouant sur les GES est la consommation de viande et de charcuterie**

➤ Éléments de contexte - Introduction

Régimes alimentaires durables

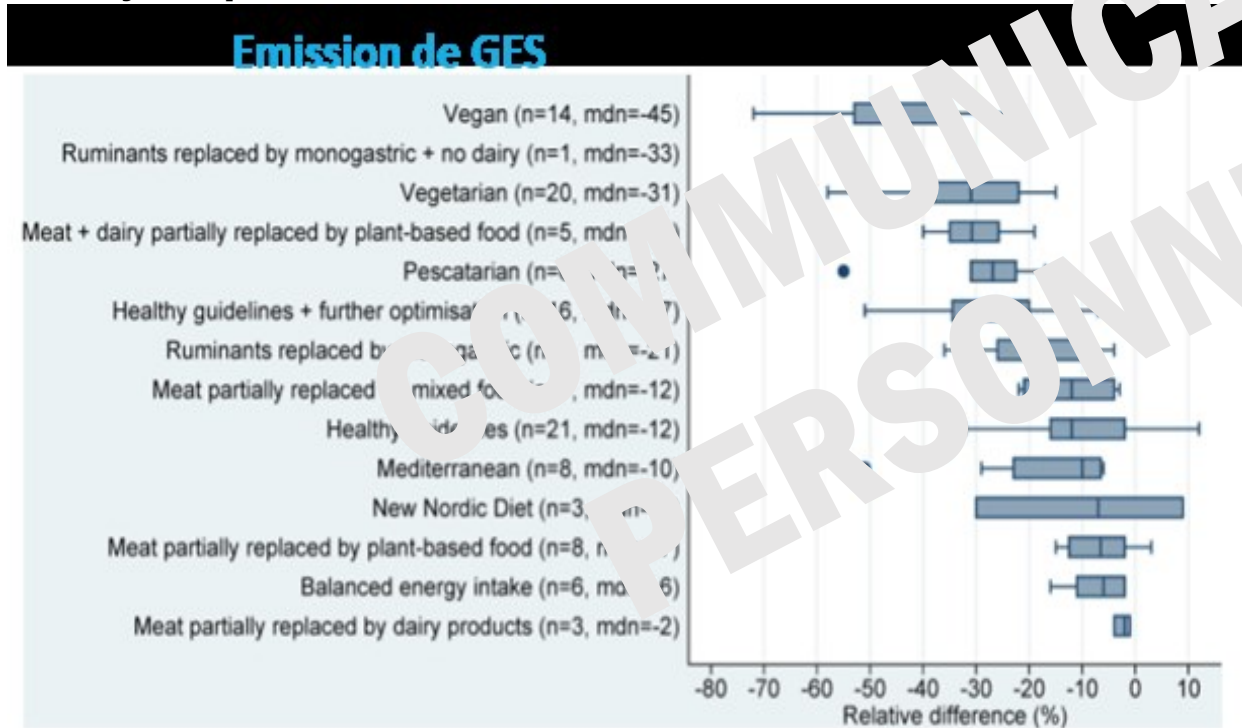
- **D'ici 2050**
 - les émissions de gaz à effet de serre (GES), l'utilisation des terres, l'utilisation de l'eau, ainsi que l'application d'azote et de phosphore conduiraient *les processus naturels au-delà des limites planétaires*
- **Régimes riches en végétaux ou végétarisme** moins impactant
 - Les alimentations alternatives (régimes Méditerranéen, pesco-végétarien, végétalien) permettraient de limiter cette augmentation des GES.
- **Transition nutritionnelle**
 - une ↗ de la demande en viande, en calories vides et en calories totales → consommation d'UPF
 - L'élevage, en particulier la viande bovine, est responsable d'une grande partie des GES liés à l'alimentation



(Gonzales-Garcia et al., 2018)

➤ Changement de régime alimentaire, environnement, santé

- ▶ 210 scénarios testés : 197 impacts positifs, 13 impacts négatifs ou absence d'impact
- ▶ Diminution (médianes) des -22% GES, -28% utilisation des terres, -18% besoin en eau
- ▶ Effet majeurs pour les scénarios diminuant la consommation de viandes.



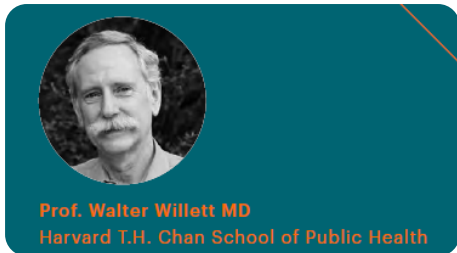
- ▶ Un régime Western → un régime plus durable
- ➔ Une diminution de 70-80% des émissions de GES
- ➔ Une diminution de 70-80% de l'utilisation des terres
- ➔ Une diminution de 50% du besoin en eau

Fig 2. Relative differences in GHG emissions (kg CO₂eq/capita/year) between current average diets and sustainable dietary patterns. Note: n = number of studies, mdn = median.

doi:10.1371/journal.pone.0165797.g002

➤ Régime universel en adéquation avec les limites planétaires

Food is the single strongest lever to optimize human health and environmental sustainability on Earth

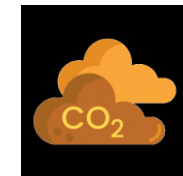


COMMUNICATION PERSONNELLE

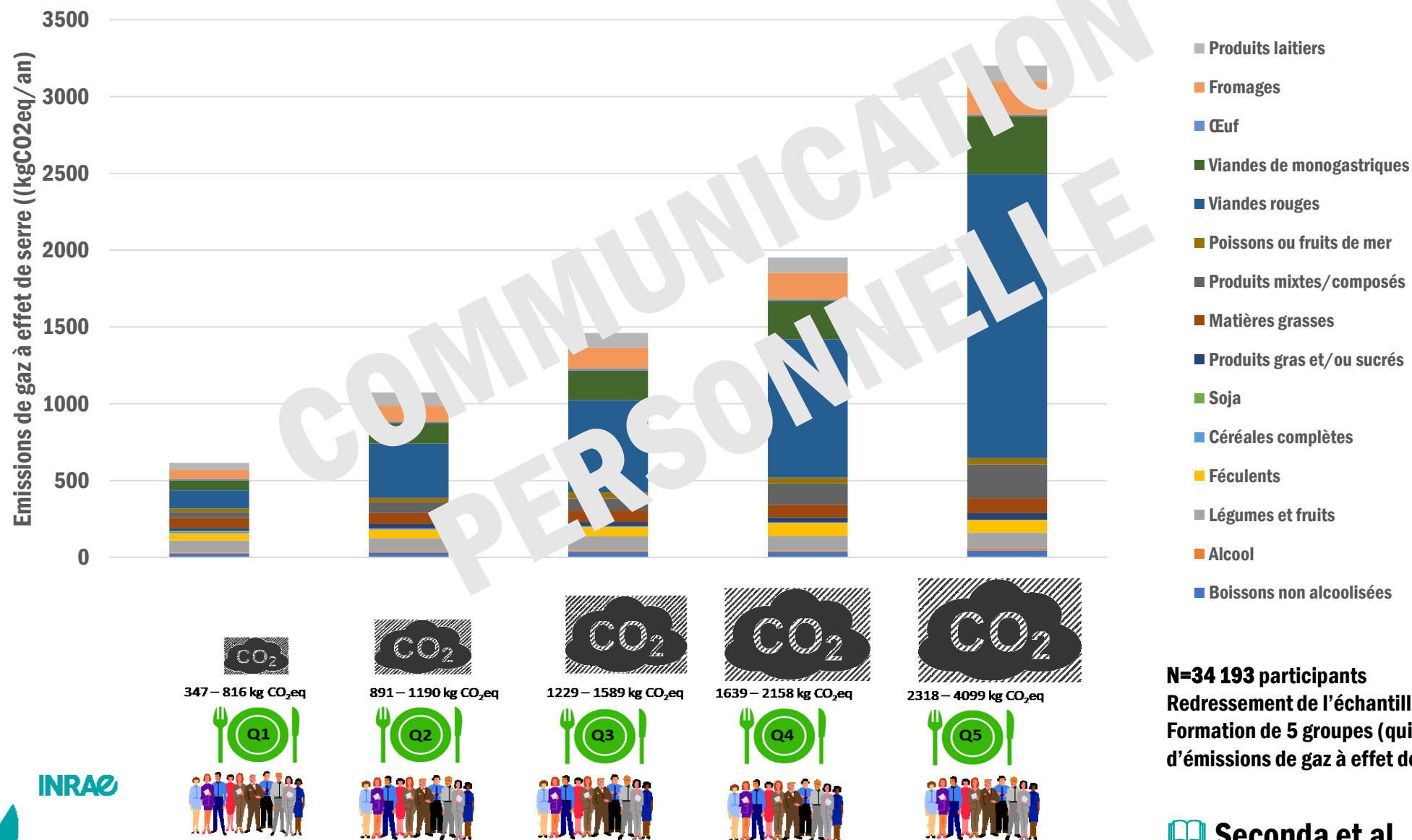
	Maximum nutrient intake grams per day (possible range)	Caloric intake kcal per day
Whole grains Wheat, corn and other cereals	232	811
Beans, starchy vegetables Potatoes and cassava	50 (0-100)	39
Vegetables All vegetables	500 (200-600)	78
Fruits All fruits	200 (100-300)	126
Dairy foods Whole milk or equivalents	250 (0-500)	153
Protein sources Beef, lamb and pork	14 (0-28)	30
Chicken and other poultry	29 (0-58)	62
Eggs	13 (0-25)	19
Fish	28 (0-100)	40
Legumes	75 (0-100)	284
Nuts	50 (0-75)	291
Added fats Unsaturated oils	40 (20-80)	354
Saturated oils	11.8 (0-11.8)	96
Added sugars All sugars	31 (0-31)	120

Table 1
Scientific targets for a planetary health diet, with possible ranges, for an intake of 2500 kcal/day.

➤ Régimes alimentaires selon émissions à la production

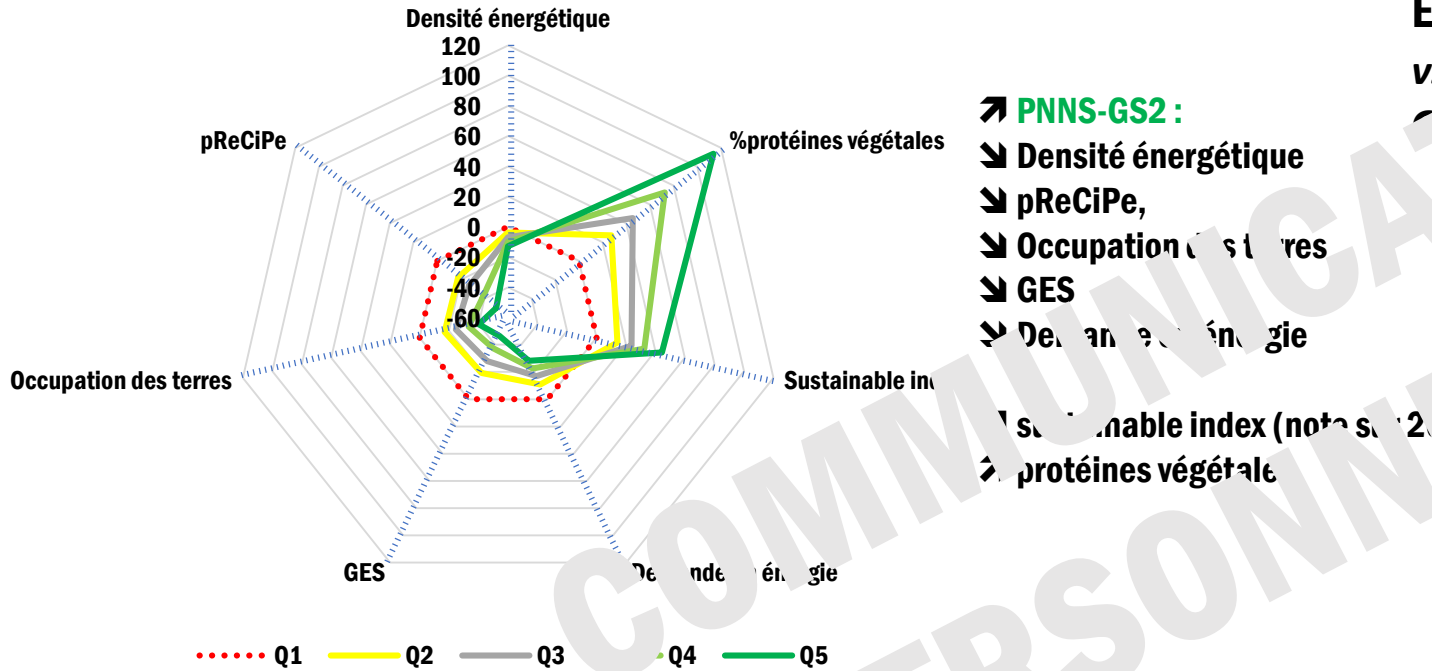


Contribution par groupe alimentaire aux émissions de gaz à effet de serre par quintile



N=34 193 participants
Redressement de l'échantillon
Formation de 5 groupes (quintiles) en fonction du niveau d'émissions de gaz à effet de serre

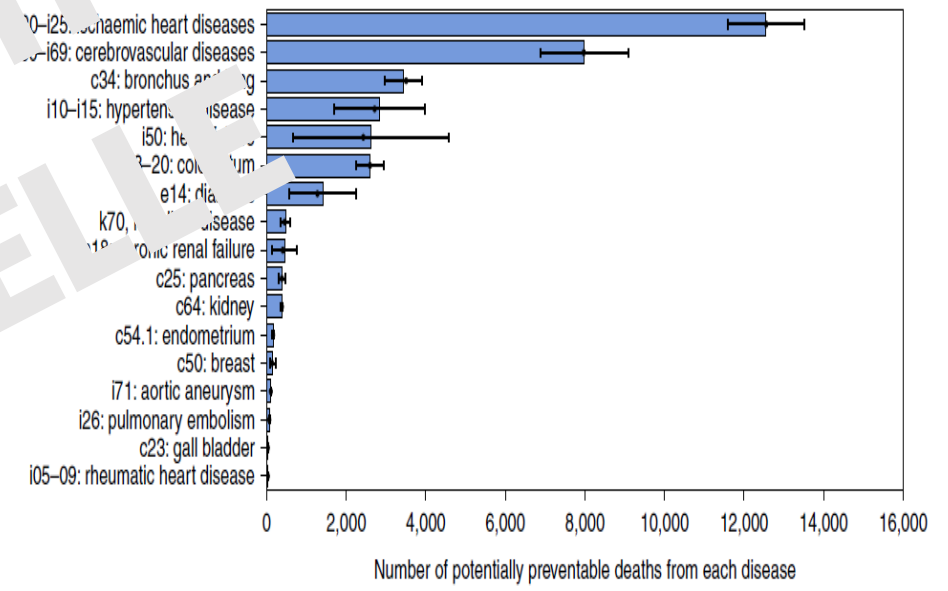
➤ Durabilité des recommandations alimentaires françaises



Non prise en compte des pesticides : composantes nutritionnelles uniquement

Mais augmentation du coût : Q5 vs. Q1 = + 0.91 €

Évaluation comparative des risques : PNNS-GS2 haut (Q5) vs. bas (Q1) → + 3500 décès (en 2014) PNNS-GS2 haut versus bas



nature sustainability **ARTICLES**
<https://doi.org/10.1038/s41893-020-0495-8>
 Check for updates

Sustainability analysis of French dietary guidelines using multiple criteria

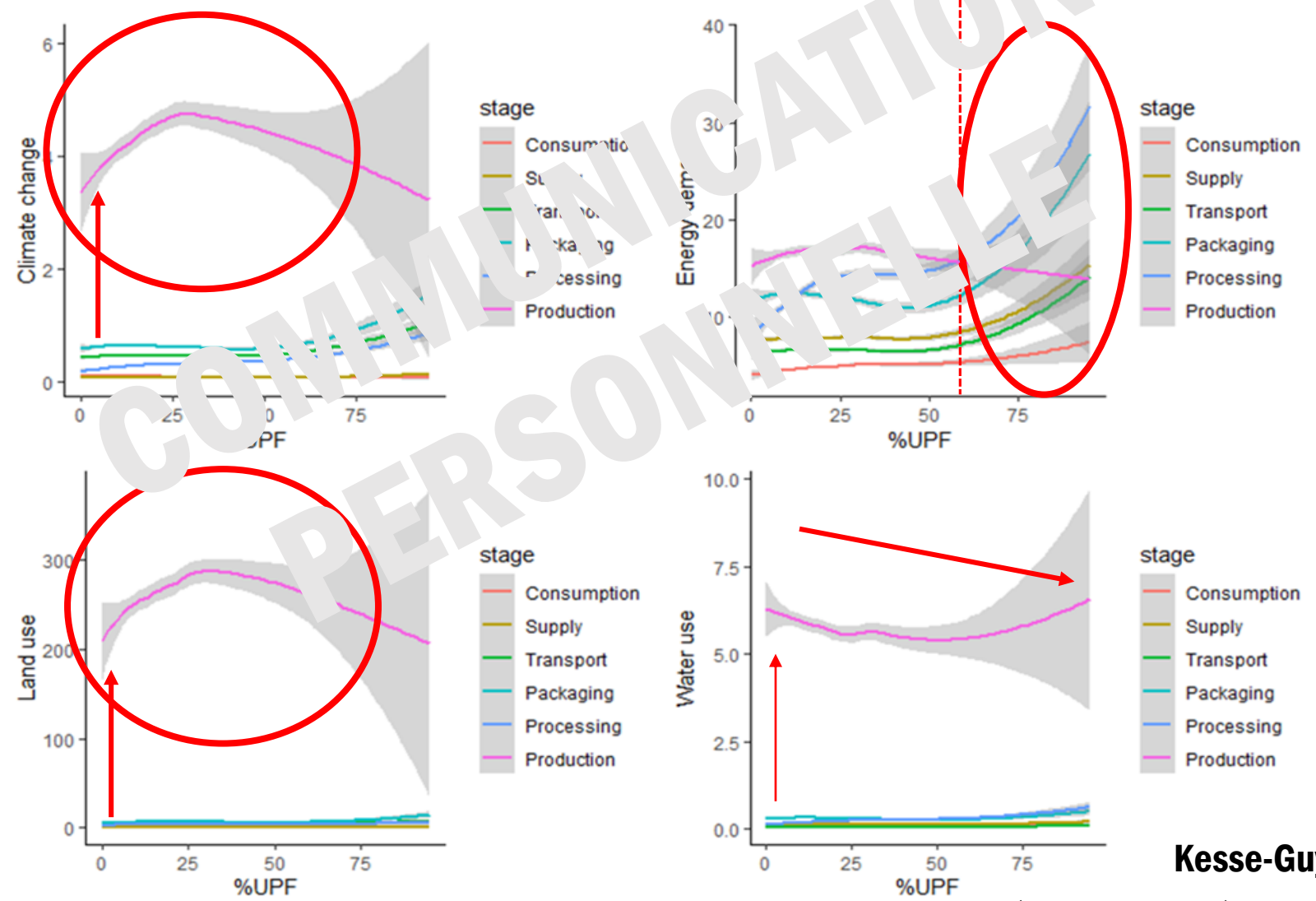
Emmanuelle Kesse-Guyot^{1,5*}, Dan Chaltiel^{1,7}, Juhui Wang^{2,7}, Philippe Pointereau³, Brigitte Langevin⁴, Benjamin Allès¹, Pauline Rebouillat¹, Denis Lairon⁴, Rodolphe Vidal⁵, François Mariotti², Manon Egnell¹, Mathilde Touvier¹, Chantal Julia^{1,6}, Julia Baudry¹ and Serge Hercberg^{1,6}

Kesse-Guyot et. al, 2020



➤ Consommation d'AUT et empreinte environnementale

Bases de Données Agribalyse et INCA3 – substitution de NOVA1 à NOVA2 (AUT)



Climate change (Greenhouse gas emissions), energy demand, land use and water use are expressed in kg CO2eq, m³ world eq, pt, MJ, respectively

Kesse-Guyot et al., 2022

Résultats ajustés sur AET, NOVA2 & NOVA3

➤ Optimisation multicritère de réduction des émissions

- **Minimiser les écarts aux régimes observés avec réduction graduelle des émissions de GES au périmètre de la ferme**
- **Solution fournie en conso + bio**
- **Sous contraintes : nutritionnelles, acceptabilité, coproduits**



Reducing food-related greenhouse gas emissions can be achieved by redistributing meat consumption: Progressive optimization results of the NutriNet-Santé cohort

Emmanuelle Kesse-Guyot ^{a,*}, Hélène Fouillet ^b, Julia Baudry ^a, Alison Dussot ^b, Brigitte Langevin ^c, Benjamin Allès ^a, Pauline Rebouillat ^a, Joséphine Brunin ^{a,f}, Mathilde Touvier ^a, Serge Hercberg ^{a,c}, Denis Lairon ^d, François Mariotti ^b, Philippe Pointereau ^e

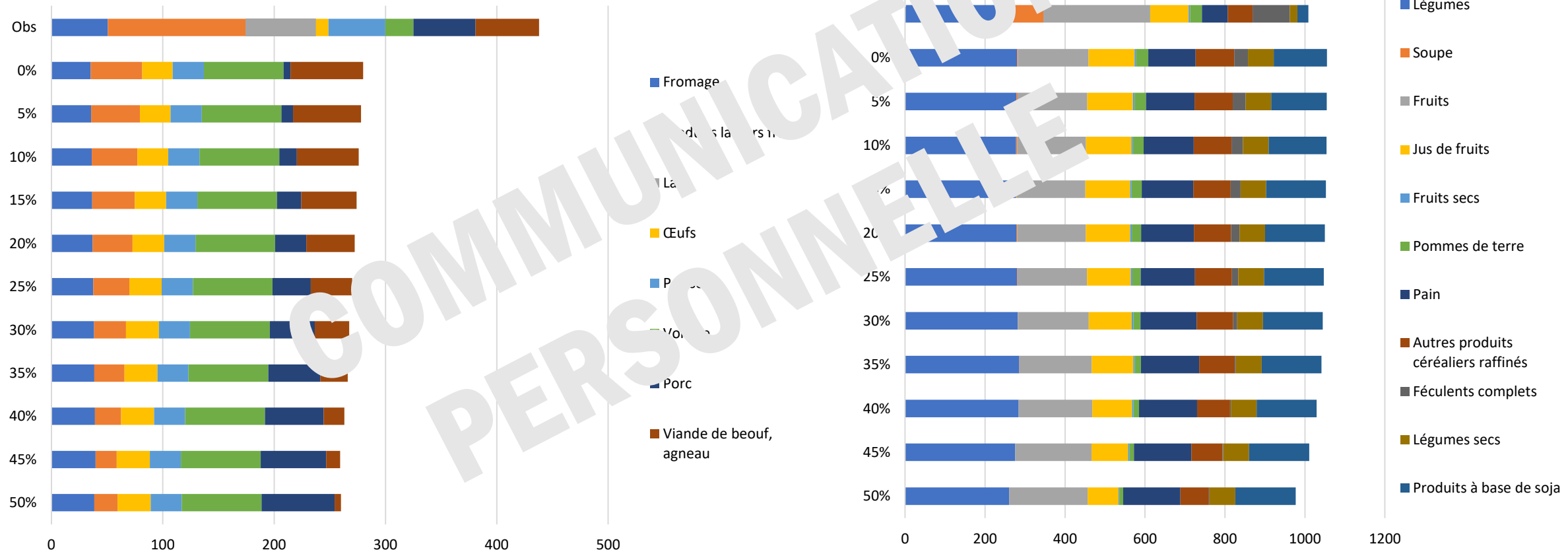
Définition des contraintes

- Les apports énergétiques du régime
- Les apports pour les principaux nutriments
- Fer et zinc biodisponibles
- Les quantités maximums des groupes alimentaires (acceptabilité)

➤ Réduction graduelle des émissions : type de produits



Résultats chez les hommes



✓ Réduction importante de la consommation d'animaux (réductions marquées des produits laitiers ainsi qu'une consommation de viande moins importante mais largement répartie en faveur de la volaille et du porc au détriment de la viande de ruminants). Les quantités de légumineuses augmentent de façon spectaculaire.

Kesse-Guyot al., 2021

➤ Sustainable Diet Index (SDI) –

Développement d'un score

Sous-index	Indicateurs	Pondération	Pondération en fonction des quintiles de l'indicateur				
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Environnement	pReCiPe (fonction de GES, LO et CED)	$\frac{3}{4}$	5	4	3	2	1
	Proxi biodiversité (AB)	$\frac{1}{4}$	1	2	3	4	5
Nutrition	PANDiet	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5
	Balance énergétique	$\frac{1}{2}$	5	4	3	2	1
Economie	Part du budget consacré à l'alimentation	$\frac{1}{4}$	5	4	3	2	1
Pratiques alimentaires	Fréquentation des circuits courts	$\frac{1}{4}$	1	2	3	4	5
	Consommation d'aliments biologiques	$\frac{1}{2}$	5	4	3	2	1

Un SDI plus élevé est associé à

- un impact environnemental plus faible (tel que reflété par le ReCIPE),
- un écart plus faible entre le contenu énergétique nécessaire et l'apport,
- une plus grande consommation d'aliments biologiques,
- une plus faible contribution de l'alimentation au budget total,
- à la consommation de produits prêts à l'emploi,
- une meilleure qualité nutritionnelle (reflétée par l'indice PANDiet basé sur les nutriments),
- un plus grand nombre de lieux d'achat d'aliments

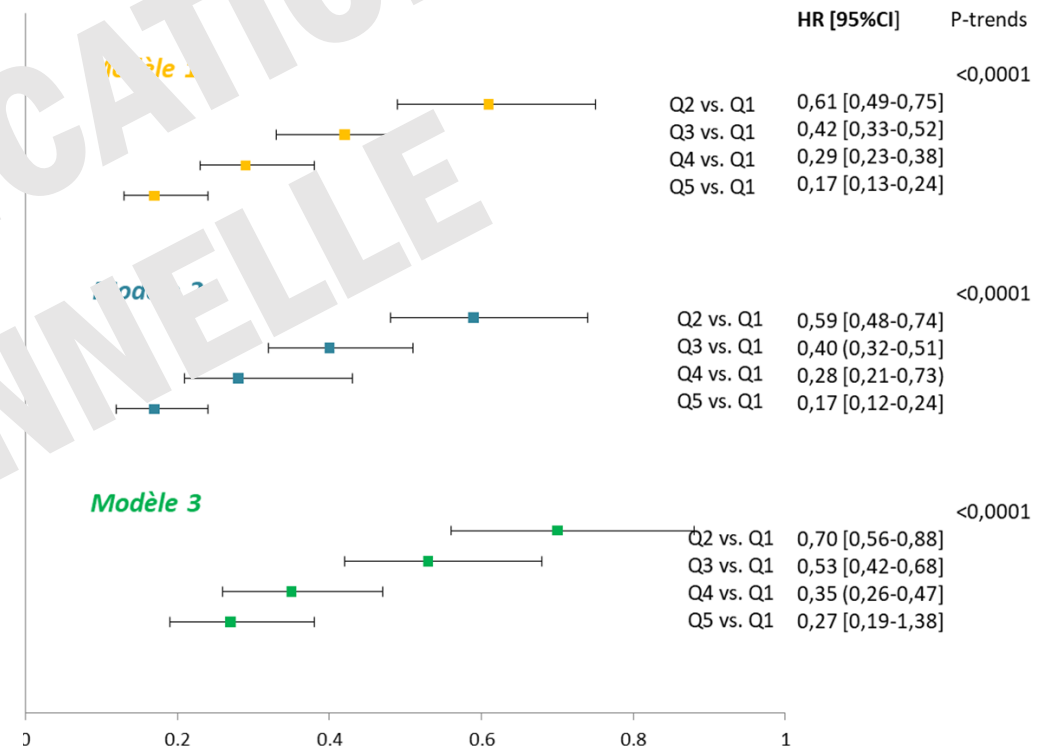
➤ Sustainable Diet Index (SDI) –

Développement d'un score

Les régimes alimentaires hautement durables sont associés à

- ☀ des profils socio-économiques favorables :
- ☀ des profils socio-économiques favorables
- ☀ le fait d'être une femme
- ☀ le fait d'être végétarien
- ☀ Cependant, le SDI est inversement corrélé au coût monétaire de l'alimentation

➔ soulève la question de l'accessibilité et du caractère abordable des régimes alimentaires durables pour certains sous-groupes



➤ Synthèse des connaissances

Approche systèmes alimentaires: levier de l'amont à l'aval

☀ Modifier les modes de production vers des modes agroécologiques

➔ Scénarios : Afterres 2050 (Solagro), Tyfa (Iddri)

☀ Diminution des pollutions et épuisement des ressources naturelles

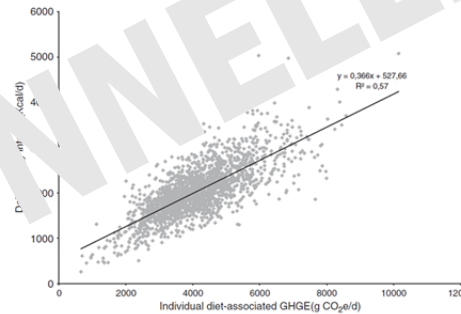
➔ Réduction des intrants

☀ Modifier les comportements alimentaires

➔ qualité nécessité d'identifier les freins et leviers

➔ quantité

☀ Réduire pertes et gaspillages : 1/3 des aliments destinés à la consommation humaine est perdue tout au long de la chaîne alimentaire



(Vieux et al., 2012)

6% of global greenhouse gas emissions come from food losses and waste

Emissions from food that is never eaten accounts for 6% of total emissions



Note: One-quarter of food emissions comes from food that is never eaten; 15% of food emissions from food lost in supply chains, and 9% from consumer waste.
Data source: Joseph Poore & Thomas Nemecek (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science.
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.



SUSTAINABLE HEALTHY DIETS GUIDING PRINCIPLES

