

## Comment concilier données massives et perspective cycle de vie pour une transition citoyenne durable

**Cécile Bulle**

Entretiens Jacques Cartier

le 13 novembre 2018



# CONCILIER SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE Et ÉCO-RESPONSABILITÉ : IMPACT DES MILLIARDS D'OBJETS CONNECTÉS, DES RÉSEAUX ET DES NUAGES

---

## “Footprint” versus “Handprint”



# La transition est nécessaire... Oui, mais par où commencer ?

---

- 🌐 **Beaucoup de bonne volonté et de motivation, chacun est prêt à « faire sa part »**
- 🌐 **Beaucoup de maladresses et d'intuitions environnementales qui aboutissent souvent à un déplacement d'impact**
- 🌐 **Est-ce que la science peut guider et accompagner une transition citoyenne durable ?**
- 🌐 **Données massives, objets connectés et perspective cycle de vie au service d'une transition citoyenne...**



# Qu'est-ce qu'un objet durable ?

---

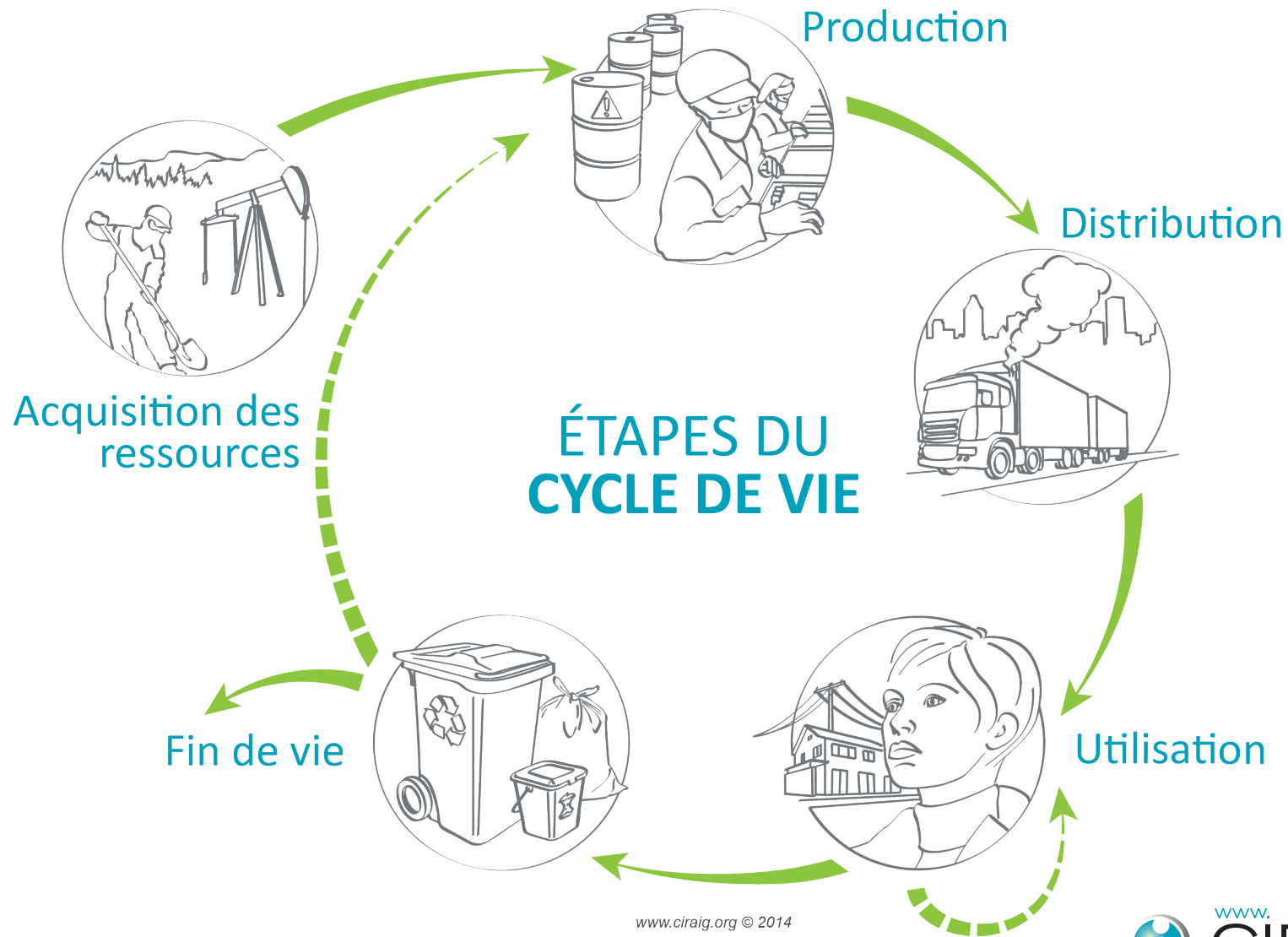
Ça n'existe pas...



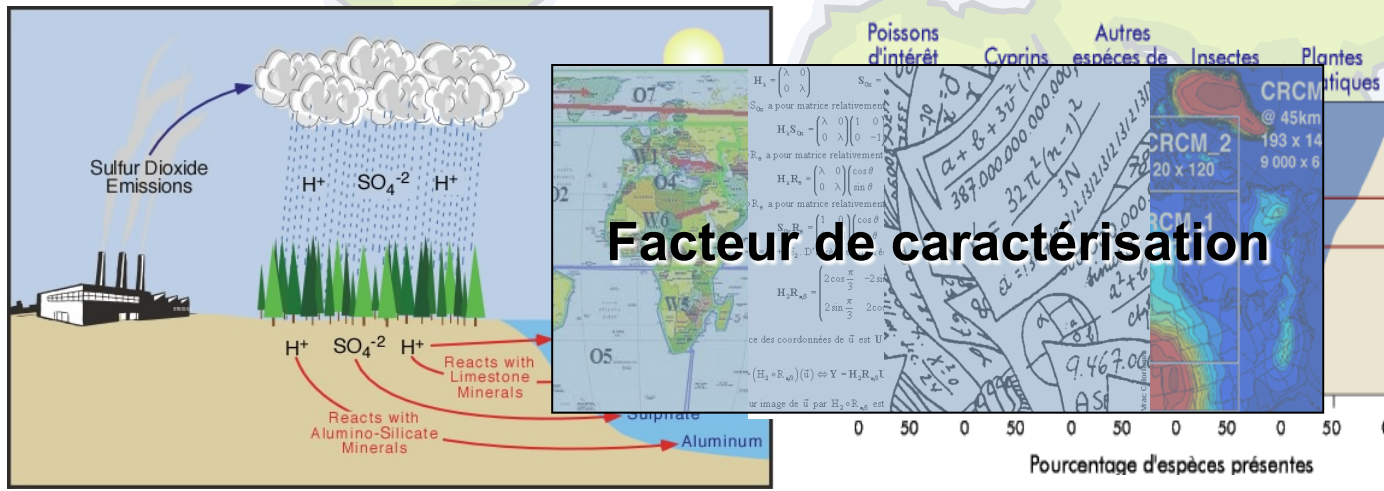
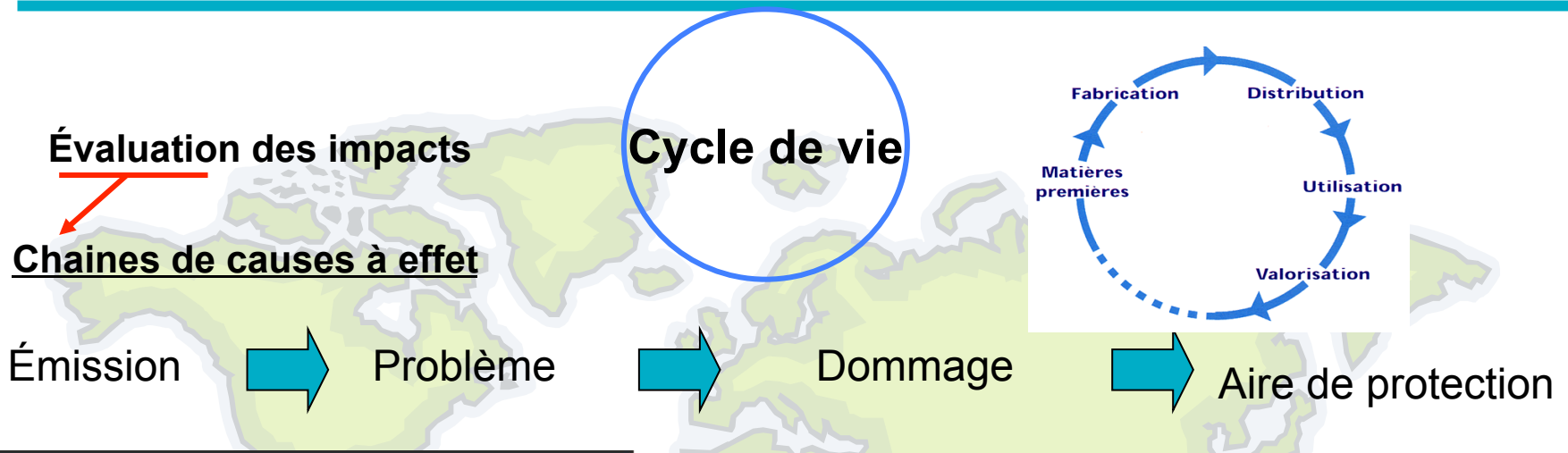
Seulement des objets “plus durable que...”



# L'approche cycle de vie : quantifier « plus durable que... »

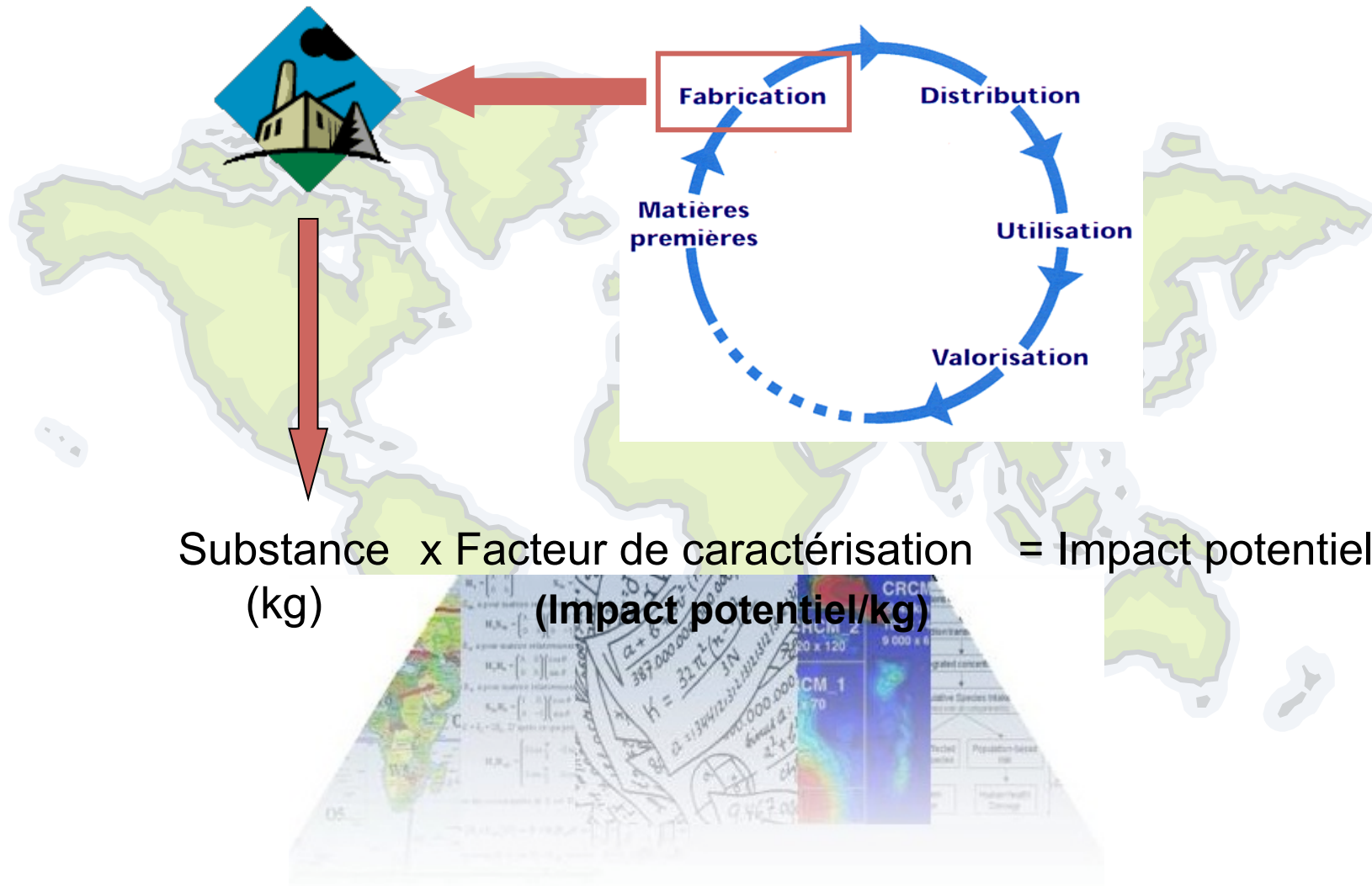


# L'ABC de l'ACV (Analyse du Cycle de Vie)



Écosystèmes  
 Santé humaine  
 Services rendus par les ressources et les écoystèmes

# L'ABC de l'ACV





# Pourquoi une perspective cycle de vie?

---

1. Pour identifier ce qui compte vraiment et identifier où focaliser les efforts
2. Pour anticiper les risques de déplacement d'impact potentiels



Deux principes pour éviter les déplacements d'impact:

- Adopter une perspective cycle de vie holistique
- Adopter une approche multicritères considérant l'ensemble des catégories d'impact

# Déplacement d'impact d'un enjeu environnemental à l'autre

Exemple des systèmes de réfrigération



Chlorométhane,  
Dioxyde de soufre,  
Ammoniac



Created by HeadsOfBirds  
from Noun Project

CFC

1 kg de HCFC  
correspond à  
10 000 kg de CO<sub>2</sub>eq



Created by Adrien Coquet  
from Noun Project

HCFC



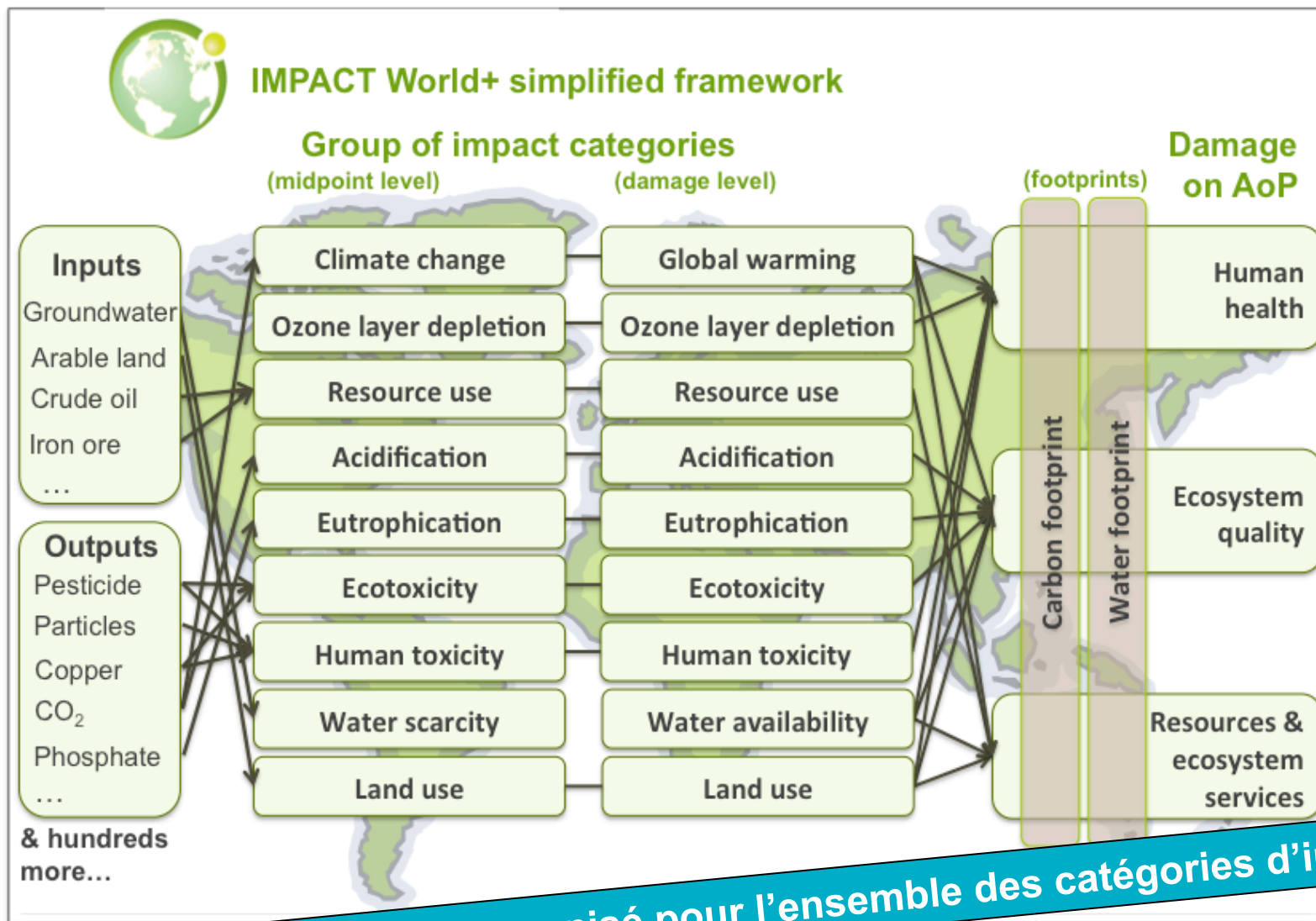
1950 →



1987 →



# Évaluation des impacts du cycle de vie



Un cadre méthodologique harmonisé pour l'ensemble des catégories d'impact



## Mais une perspective cycle de vie suffit-elle ?

---

L'analyse du cycle de vie est comparable à une étiquette nutritionnelle mais les "apports quotidiens recommandés" n'y apparaissent pas...

Globalement, nous sommes de plus en plus efficaces pour produire, mais nous consommons de plus en plus !

A close-up photograph of a nutrition label. The label is tilted and shows the following information:

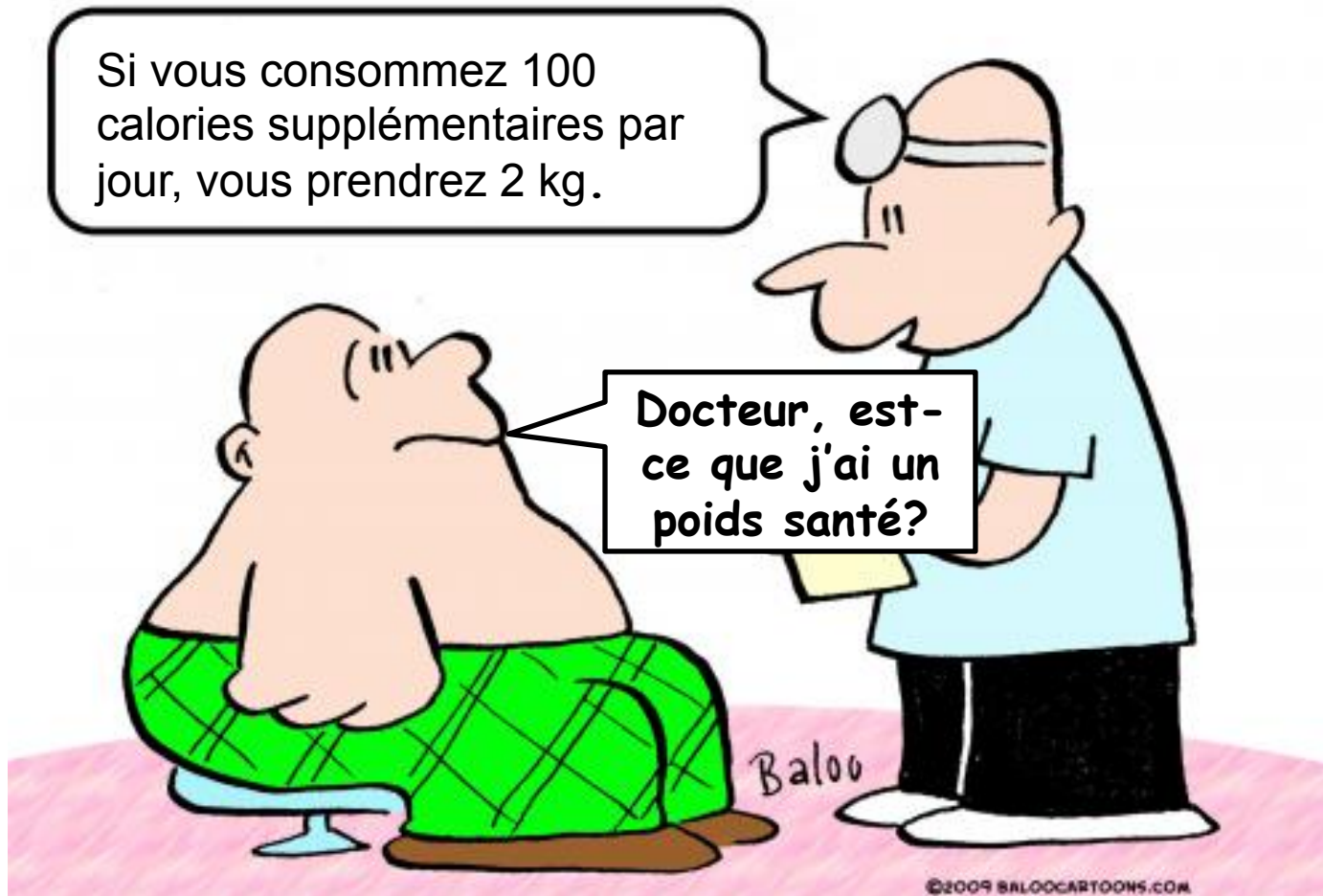
Amount Per Serving	Calories	% Daily Value
Calories 310		20%
<b>Total Fat</b> 7 g		
Saturated Fat 4 g		
Trans Fat 0 g		
Polyunsaturated Fat 1 g		
Monounsaturated Fat 0g		
<b>Cholesterol</b> 15 mg		
um 430 mg		
n 90 mg		
dra		



**Aliment  
santé**

# Durabilité relative versus durabilité absolue...

---



Qu'est-ce qu'un objet durable ?

---

Ça n'existe pas ?

Peut-être que ça existe bel et bien...



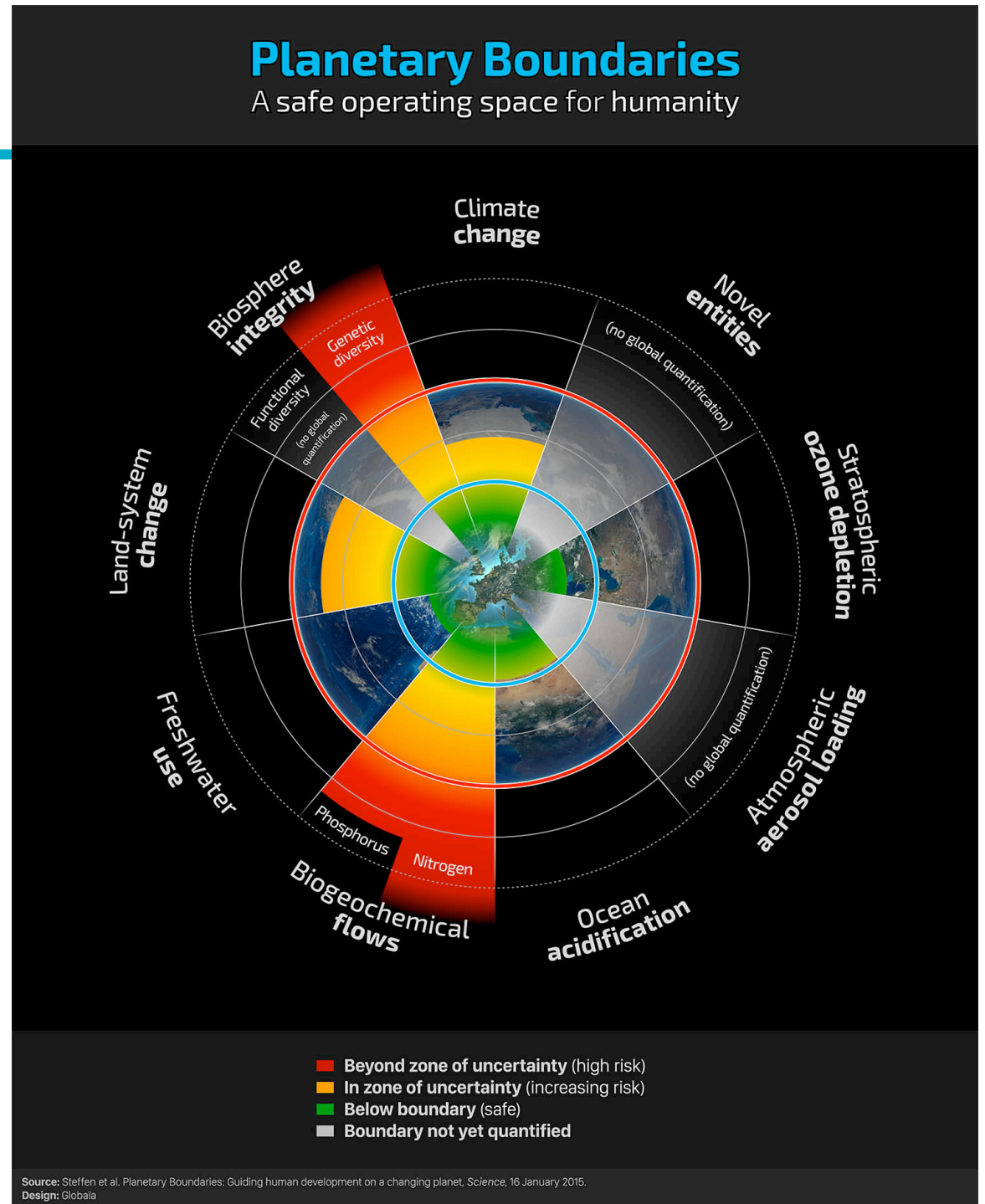
Ce serait un objet qui :

- Permettrait de subvenir à un besoin
- En respectant les limites de la planète

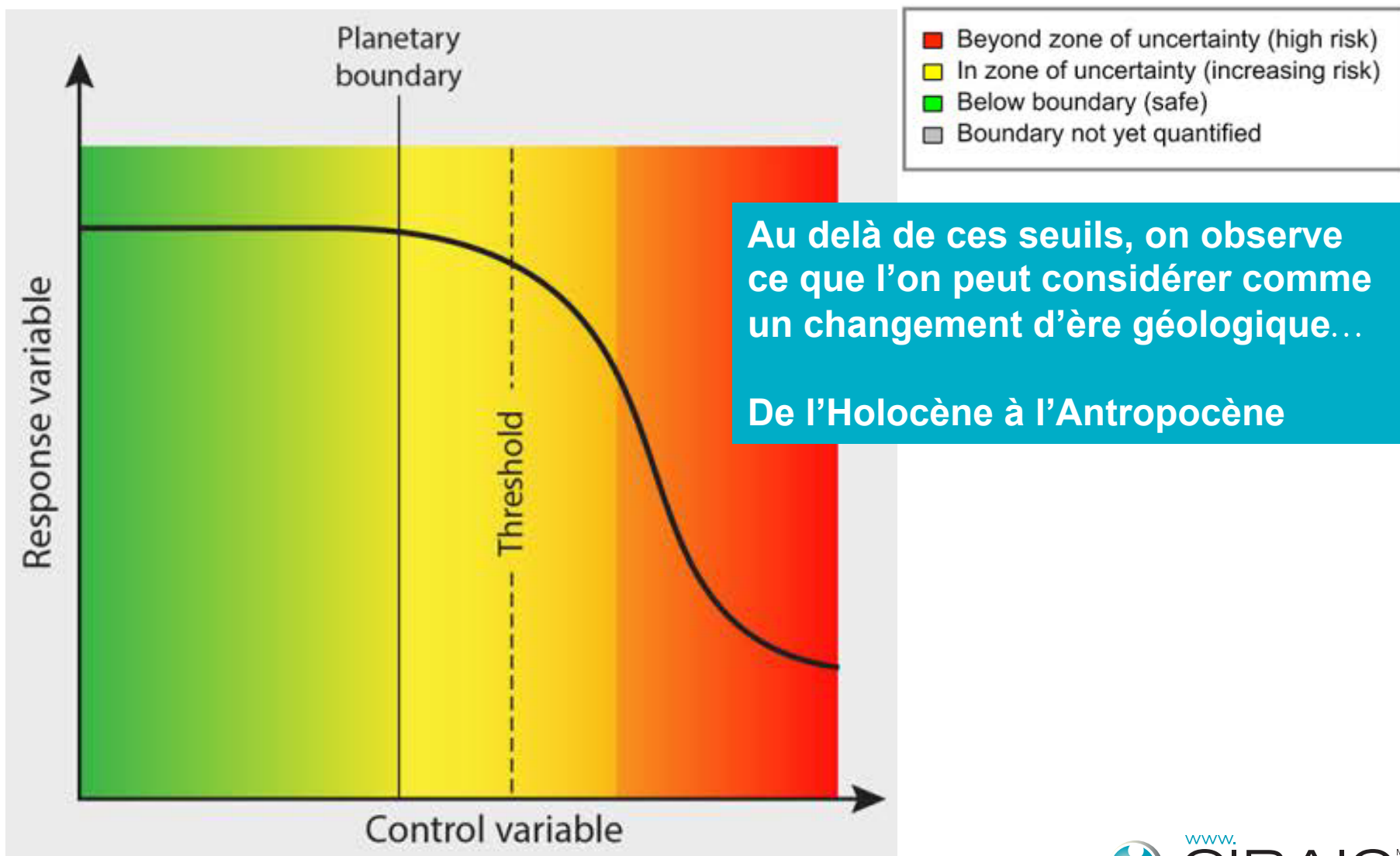


# Les limites planétaires

Steffen et al. 2015. **Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet.** Science Vol. 347 no. 6223

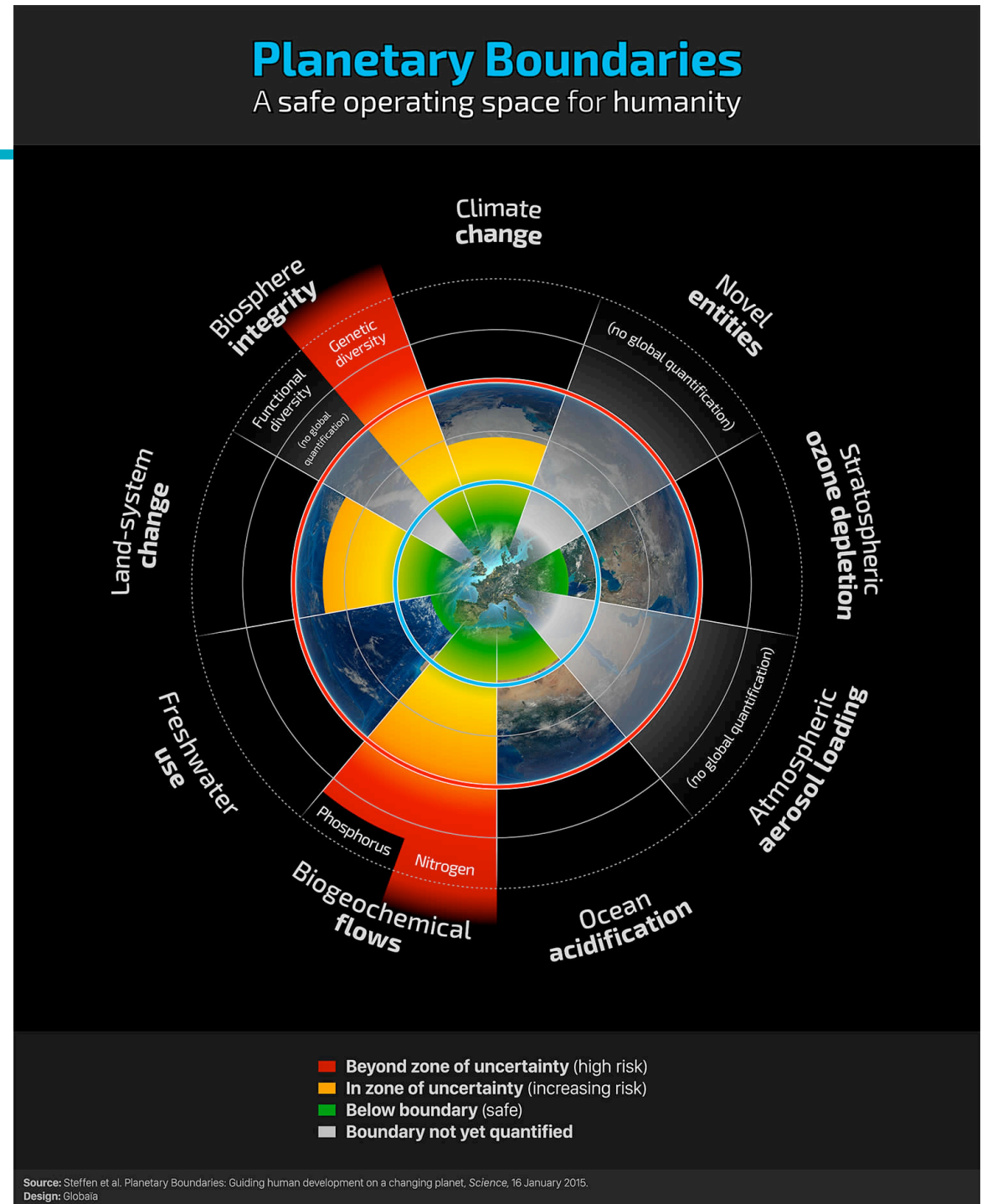


# Les limites planétaires – Un principe très simple : est-ce que l'on dépasse un « seuil irréversible » à l'échelle planétaire



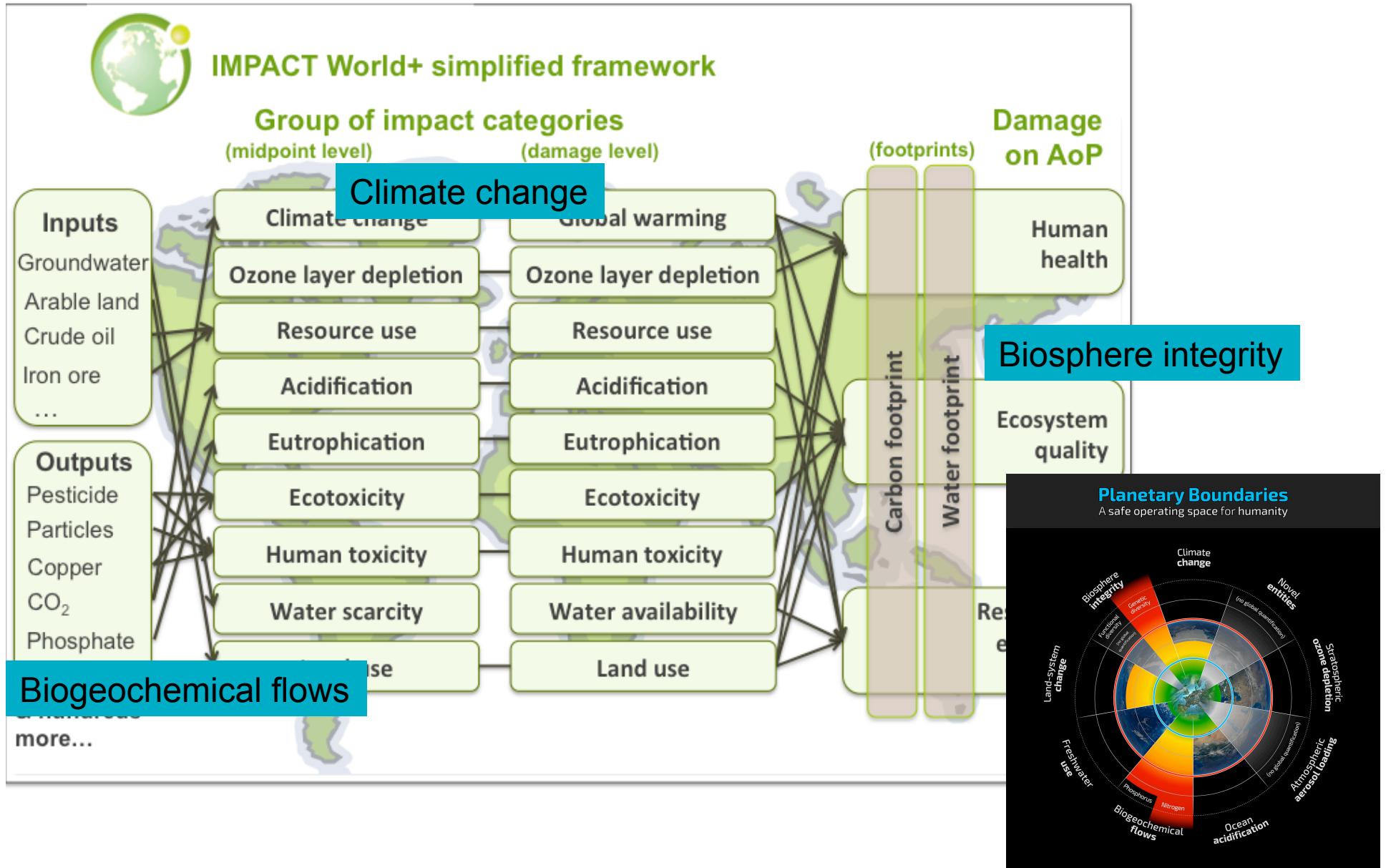
## Exemple : Changement climatique

- **Seuil :**
- Une concentration de CO<sub>2</sub> de 350 ppm et une augmentation du forçage radiatif en haute atmosphère de +1.0 W.m<sup>-2</sup> de plus que le niveau pré-industriel
- **Niveau actuel :**  
398.5 ppm CO<sub>2</sub>  
& 2.3 W m<sup>-2</sup>

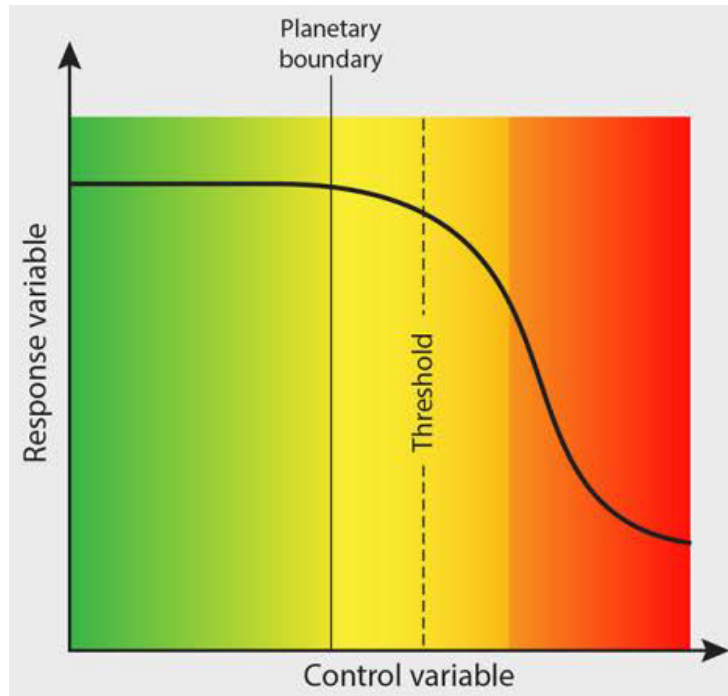




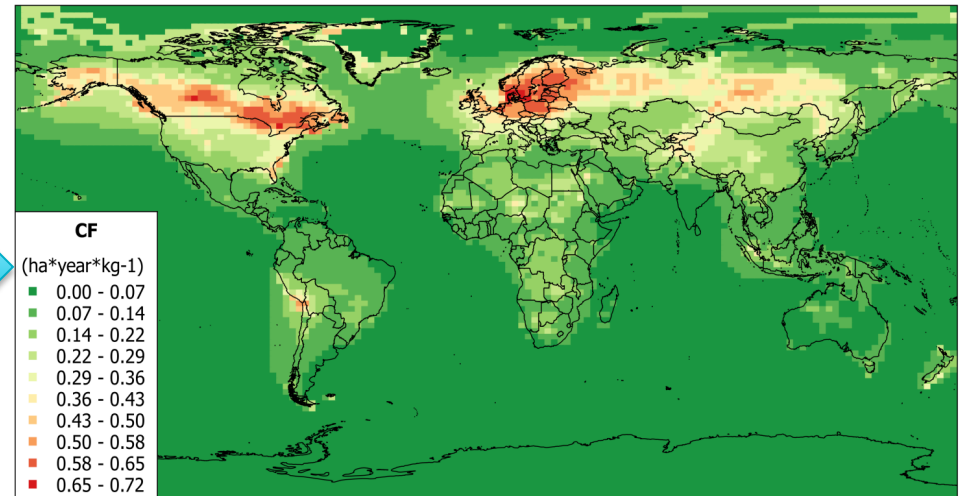
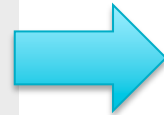
# Intégrer les limites planétaires et l'ACV : quelques enjeux de cohérence et d'harmonisation



# Travaux exploratoires en cours pour intégrer les limites planétaires en analyse du cycle de vie...



- Beyond zone of uncertainty (high risk)
- In zone of uncertainty (increasing risk)
- Below boundary (safe)
- Boundary not yet quantified



Bjørn, Anders ; Margni, M. ; Bulle, C. ; Hauschild, Michael Zwicky Presented at: SETAC Europe 25th Annual Meeting, 2015, Barcelona  
**Quantifying spatially derived carrying capacity occupation: Framework for characterisation modelling and application to terrestrial acidification**

Pour l'acidification terrestre

# L'acidification terrestre dans IMPACT World+

$$CF_{i,p} = \sum_j FF_{i,j,p} \times SF_{j,p} \times EF_j$$

**Devenir  
atmosphérique (FF)**

**Sensibilité des  
environnements  
récepteurs  
(SF)**

**Facteur d'effet  
(EF)**

Air emissions of NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>x</sub>  
↓  
Atmospheric dispersion, transport and chemical reactions  
↓  
Atmospheric deposition

Changes in ecosystem (terrestrial or aquatic) quality

Indicator's threshold exceedance

No exceedance of indicator's threshold

Biodiversity losses

Buffered area

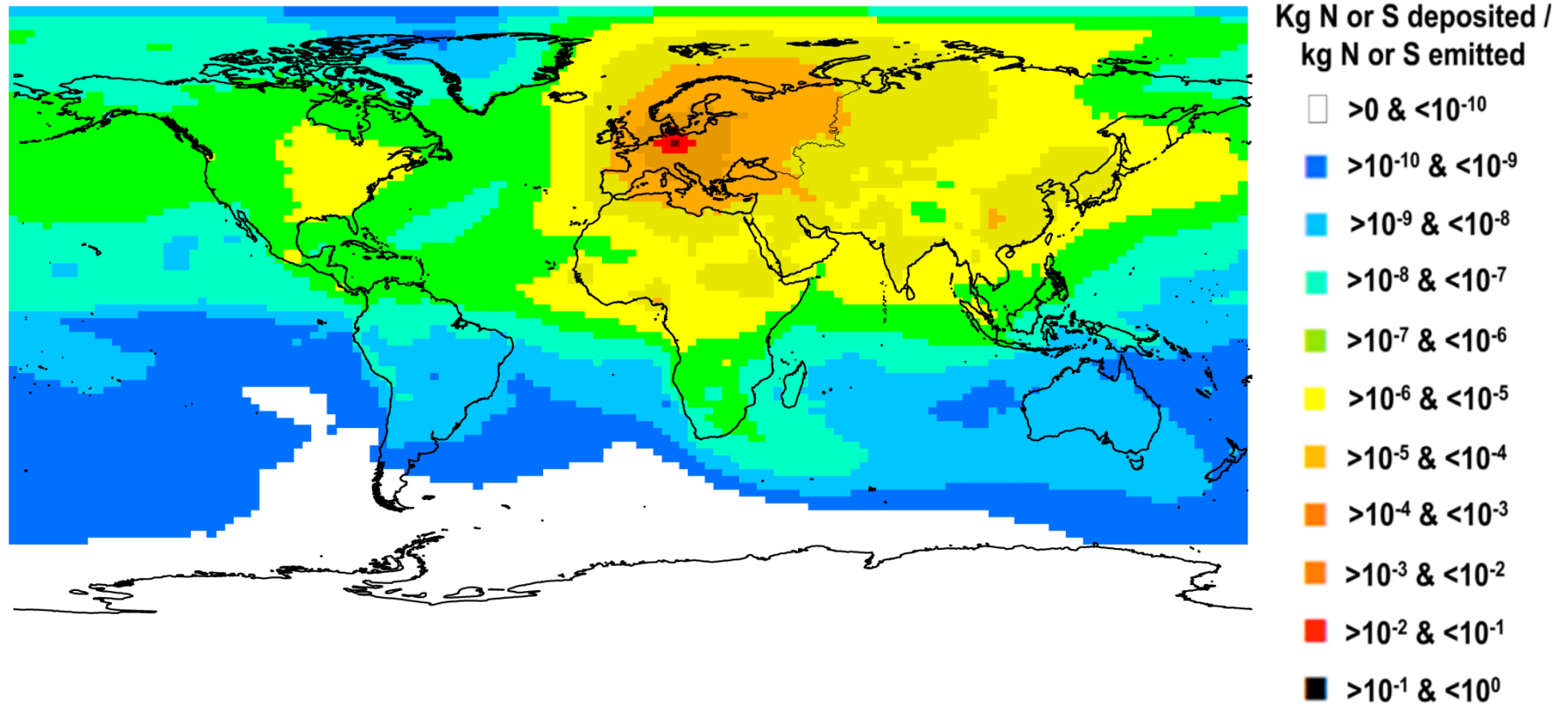
"No" consequences

i: lieu d'émission

j: lieu de réception

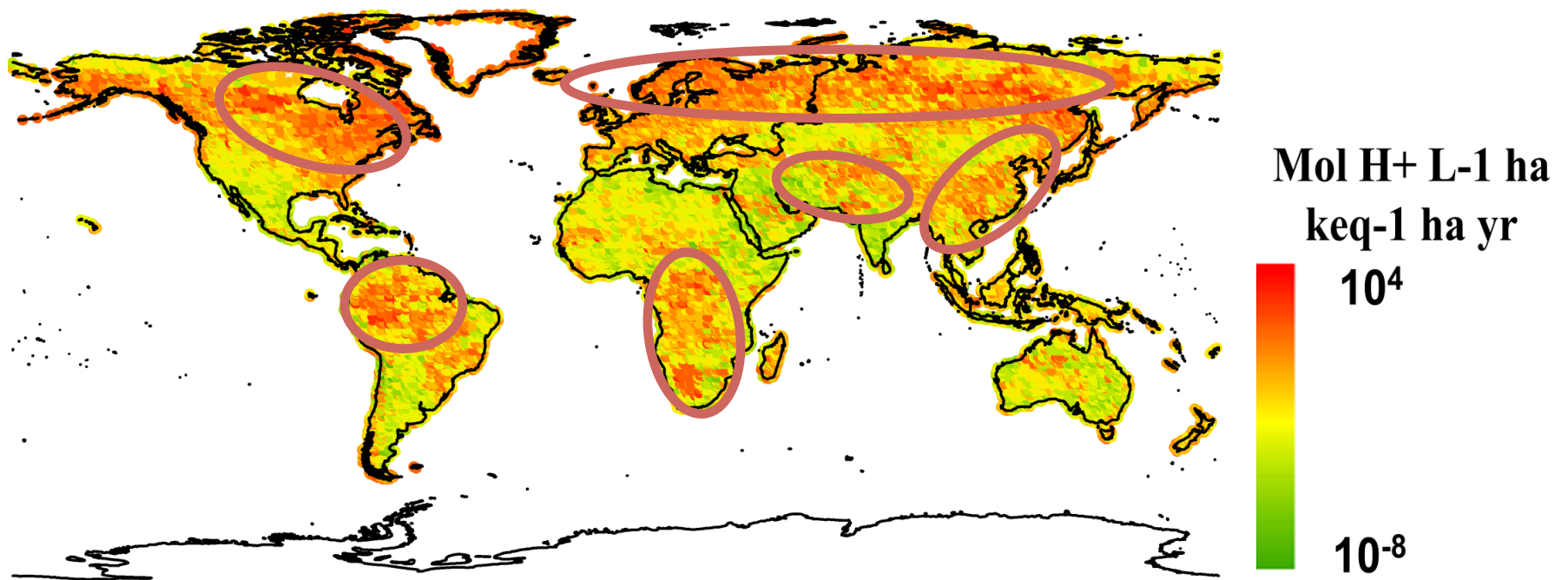
p: polluant

# Facteurs de devenir atmosphérique (pour une émission à Berlin)



GEOS Chem global atmospheric model

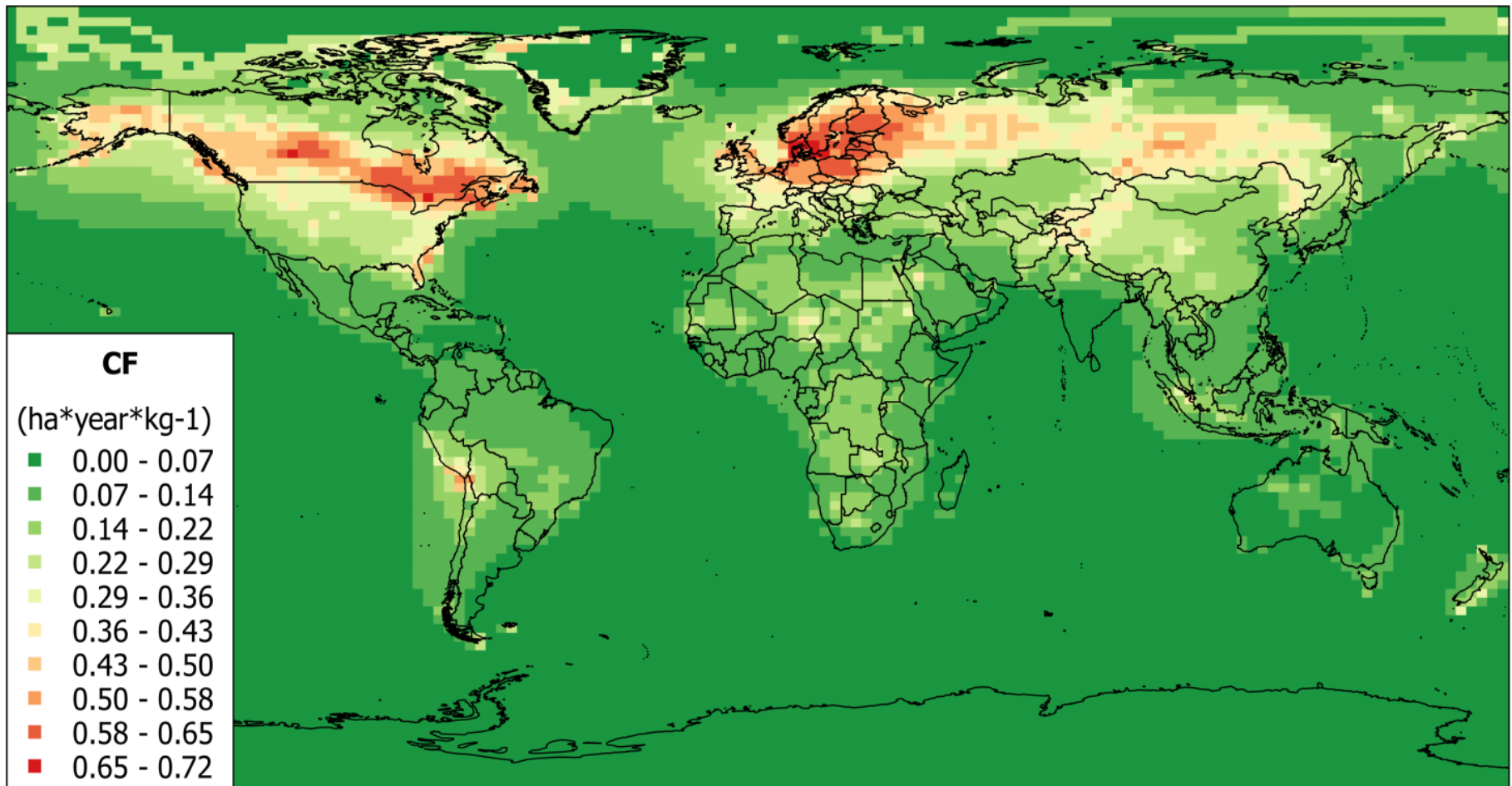
# Sensibilité des environnements récepteurs



- 99 515 milieux récepteurs (modèle PROFILE)
- Régions les plus sensibles:
  - Scandinavie et bouclier canadien
  - Amazonie, Afrique Centrale, quelques zones en Asie

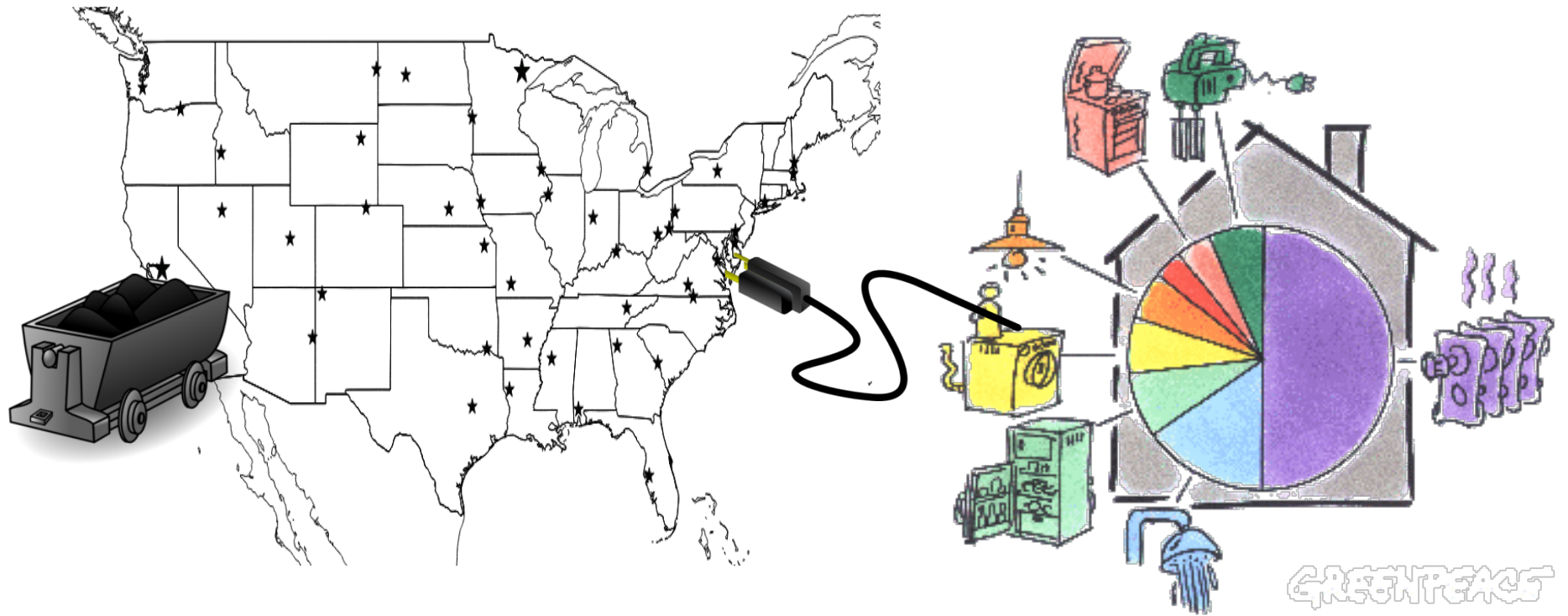


# Nouveaux facteurs de caractérisation basés sur le principe des limites planétaires (carrying capacity)

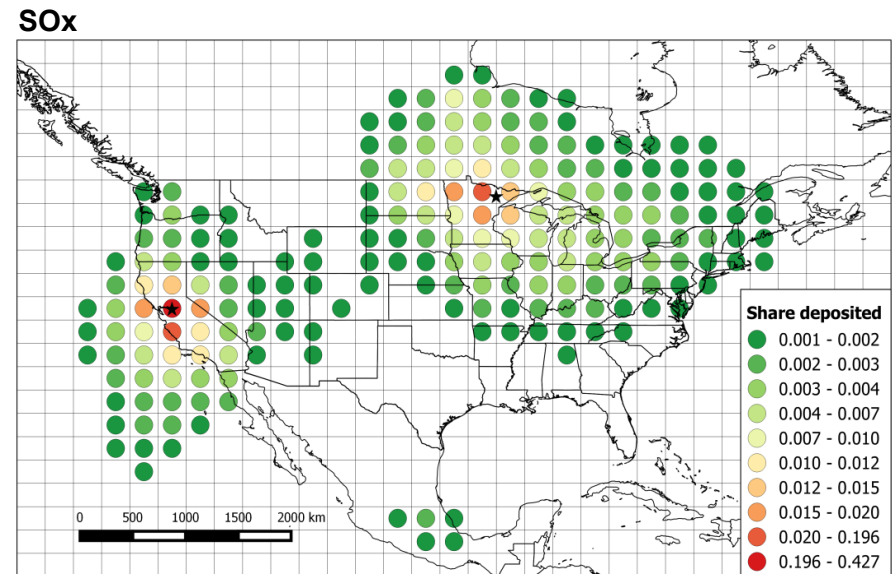
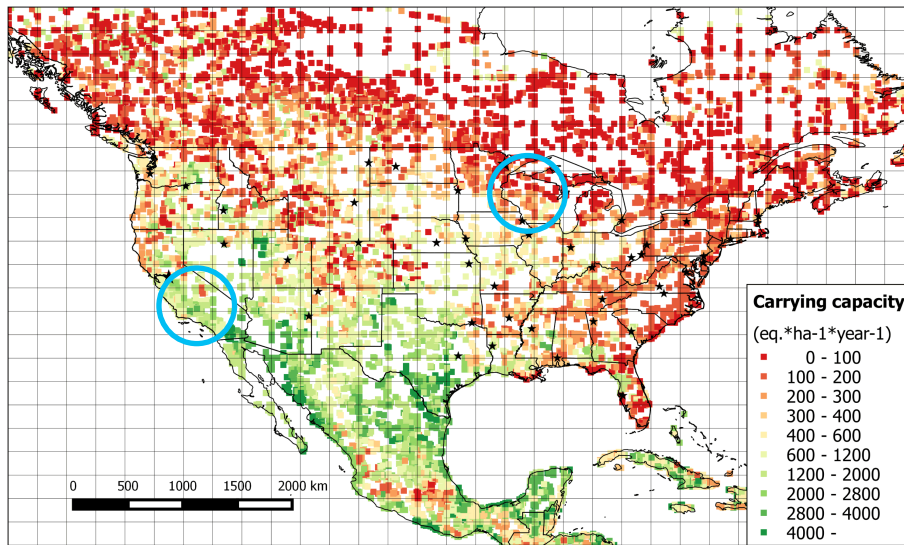


# Étude d'un cas hypothétique : la consommation électrique d'un Américain respecte-t-elle le "safe operating space" pour l'acidification ?

---

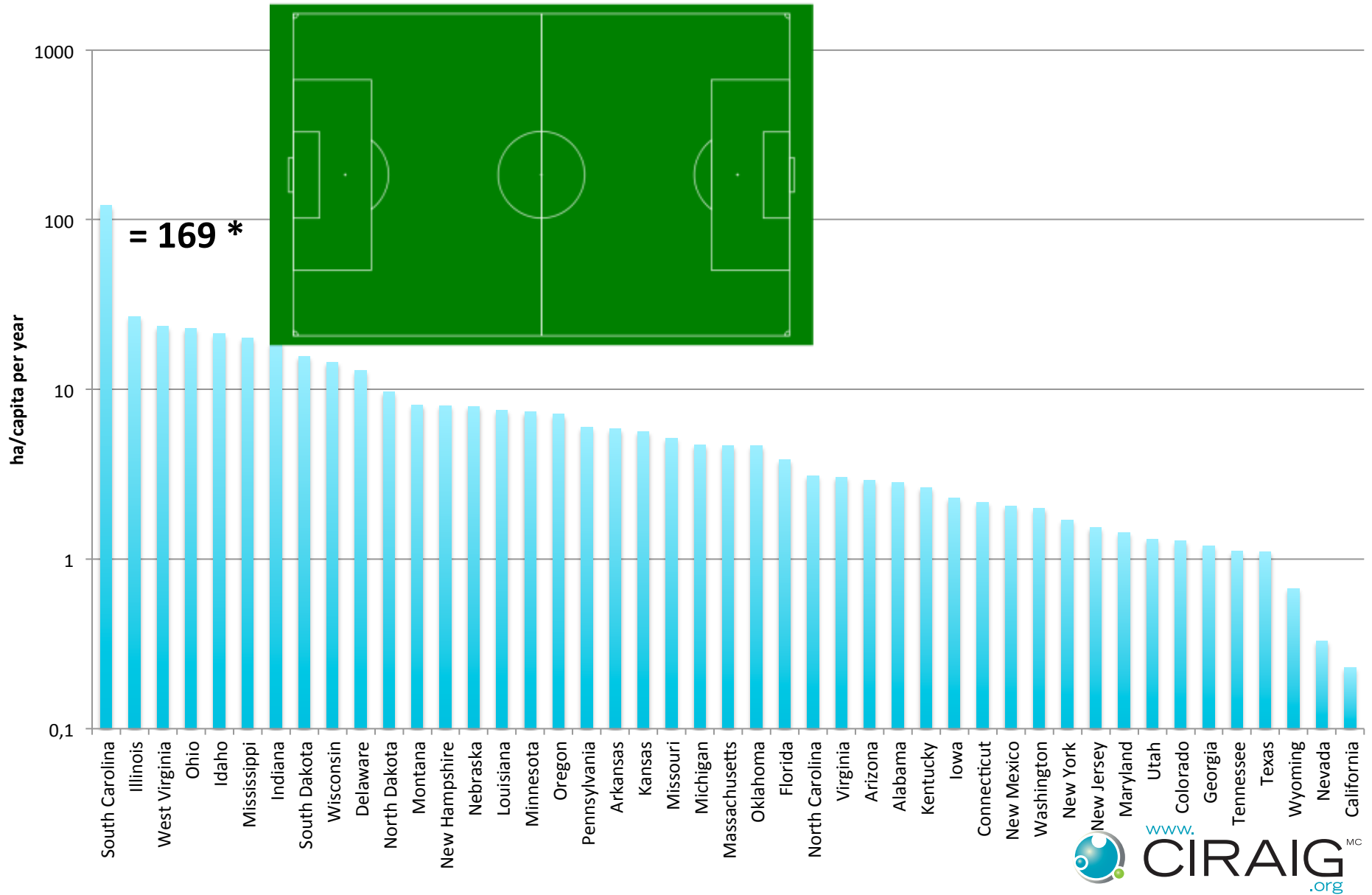


# Selon l'emplacement de la centrale thermique, une "marge de manoeuvre" très différente...

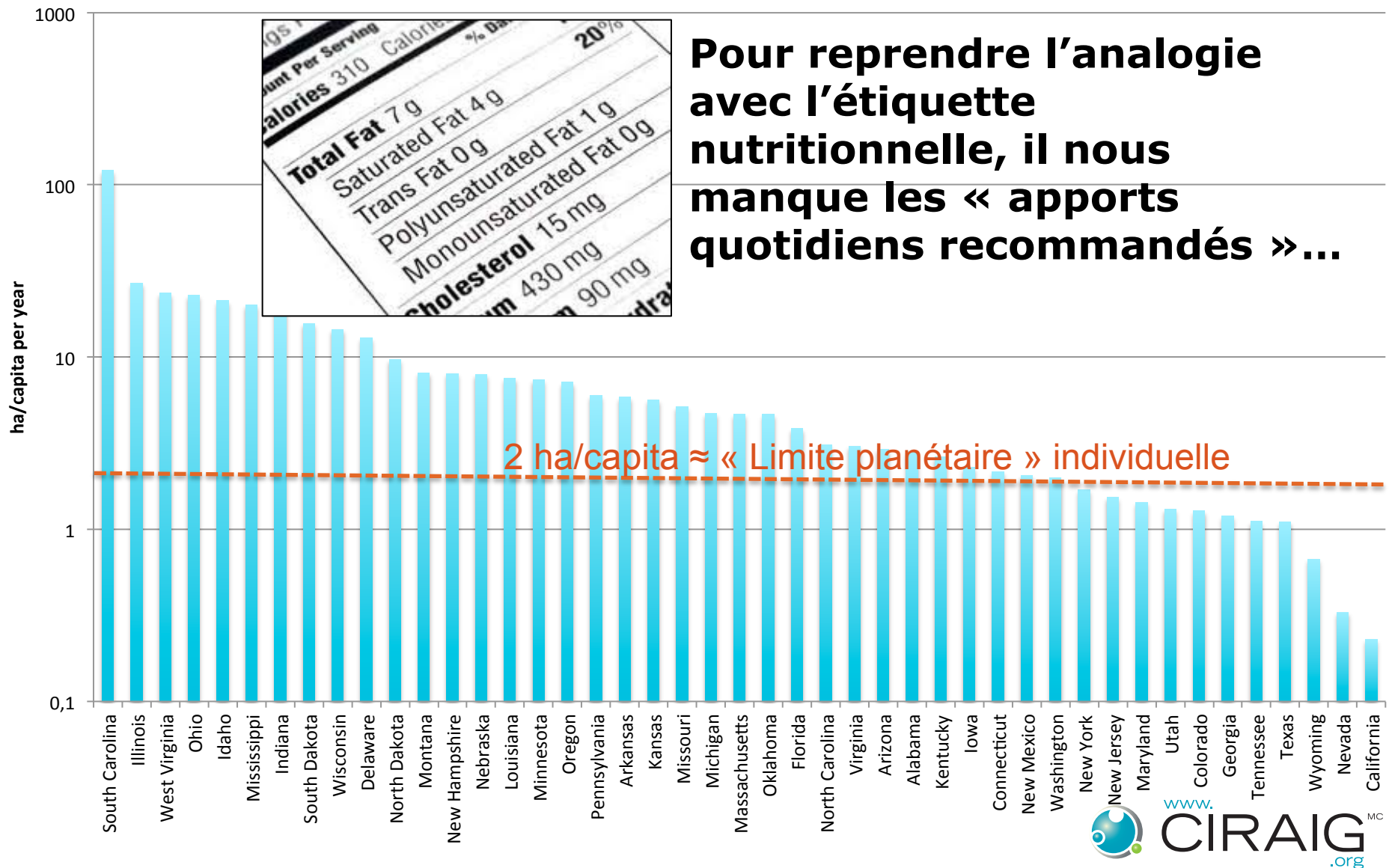


Et il y a une intensité d'émission également différente selon les états et les centrales thermiques ...

# Impact de la consommation électrique annuelle “per capita” – Uniquement pour l’acidification...



# Quelle serait une valeur “acceptable” pour la consommation électrique annuelle per capita ?



**Pour reprendre l’analogie avec l’étiquette nutritionnelle, il nous manque les « apports quotidiens recommandés »...**





**Un autre enjeu majeur : comment allouer / distribuer / partager les limites de la planète**

- **entre les individus**
- **À l'échelle des produits...**

## Modes de vie durables et limites planétaires...

---

### Si on estime

- qu'il faut protéger 95% des espèces – Approche HC5<sub>NOEC</sub> (« acceptable » d'affecter 5% des espèces) – en référence à la limite planétaire « biosphere integrity »
- Qu'il faut protéger 95% de notre espérance de vie (« acceptable » d'affecter 5% de la durée de vie de l'humanité)

### Si on partage équitablement les limites planétaires ainsi définies entre ses habitants

### Alors chaque personne peut « utiliser » par an la fraction suivante de la capacité de support de la planète :

- 0,05 DALY (année de vie perdue en bonne santé)
- 3640 PDF.m2.an (Fraction d'espèces potentiellement disparues sur une surface donnée pendant un temps donné)

## **Pour un Américain moyen, la consommation électrique annuelle (tous impacts confondus) correspond à...**

---



**106% de la part de la planète qui lui est allouée annuellement en terme d'impact sur les écosystèmes**



**50% de la part de la planète qui lui est allouée en terme d'impact sur la santé humaine**

**Uniquement pour la consommation d'électricité...  
En considérant toutes les catégories d'impact**

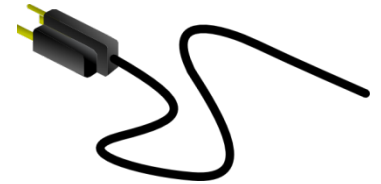
**Il est donc probable que le mode de vie d'un Américain moyen n'est pas « durable » dans l'absolu**

## Pour un Québécois moyen, la consommation électrique annuelle correspond à...

---



3% de la part de la planète qui lui est allouée annuellement en terme d'impact sur les écosystèmes



2% de la part de la planète qui lui est allouée en terme d'impact sur la santé humaine

**Uniquement pour la consommation d'électricité...  
En considérant toutes les catégories d'impact**

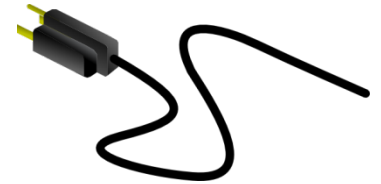
**Il est donc potentiellement possible d'avoir un mode de vie « relativement » plus durable à Montréal...**

# Pour un Québécois moyen, la consommation électrique annuelle correspond à...

---



3% de la part de la planète qui lui est allouée annuellement en terme d'impact sur les écosystèmes



2% de la part de la planète qui lui est allouée en terme d'impact sur la santé humaine

**Uniquement pour la consommation d'électricité...  
En considérant toutes les catégories d'impact**

**Est-ce suffisant pour qu'un Montréalais soit durable dans l'absolu ?**



## Pour un Québécois moyen, la consommation électrique annuelle correspond à...

---

3% de la part de la planète qui lui est allouée annuellement en terme d'impact sur les écosystèmes



2% de la part de la planète qui lui est allouée en terme d'impact sur la santé humaine

En ajoutant les déplacements en voitures annuels moyens d'un Québécois ?

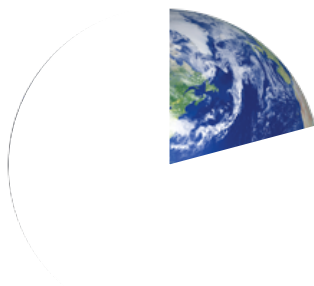


## Pour un Québécois moyen ...

---



**58% de la part de la planète qui lui est allouée  
annuellement en terme d'impact sur les  
écosystèmes**



**22% de la part de la planète qui lui est allouée en  
terme d'impact sur la santé humaine**

**En ajoutant les déplacements en voitures annuels  
moyens d'un Québécois ...**

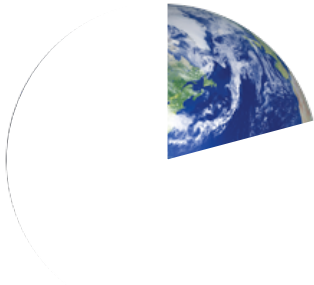
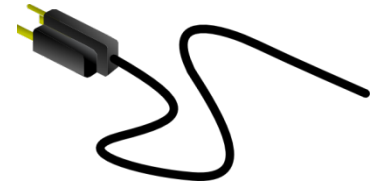


## Pour un Québécois moyen ...

---

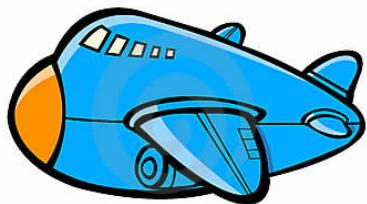


58% de la part de la planète qui lui est allouée annuellement en terme d'impact sur les écosystèmes



22% de la part de la planète qui lui est allouée en terme d'impact sur la santé humaine

En ajoutant les déplacements en voitures annuels moyens...



Et un aller-retour en avion vers la France ?

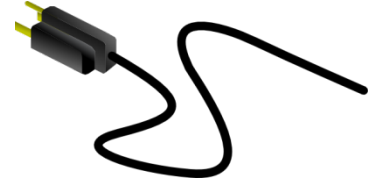
## Pour un Québécois moyen ...



102%

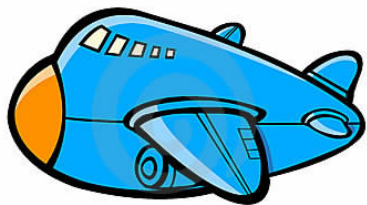
C'est trop...

est allouée  
à impact sur les



151% de la part de la planète qui lui est allouée en terme d'impact sur la santé humaine

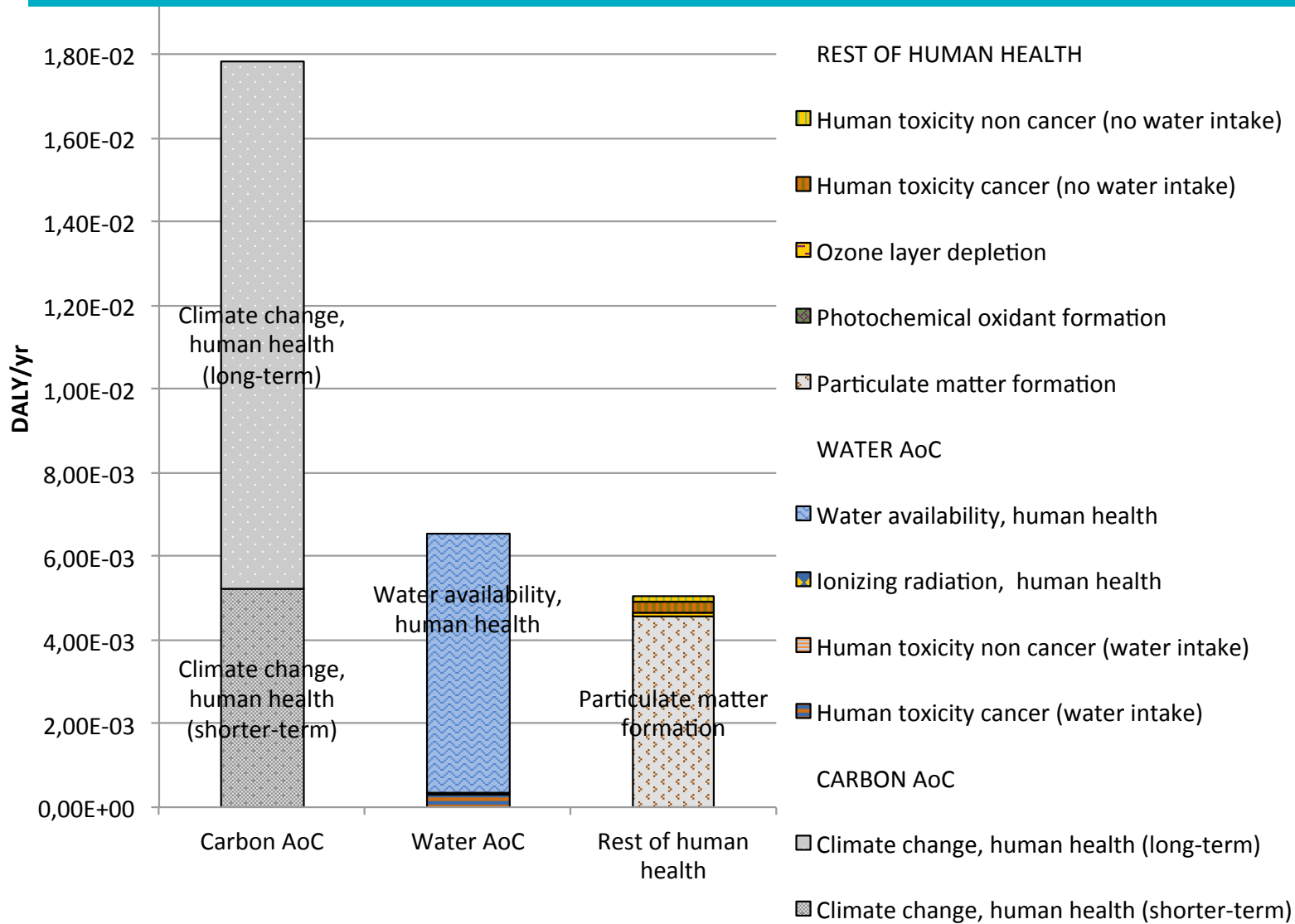
En ajoutant les déplacements en voitures annuels moyens...



Et un aller-retour en avion vers la France...

# Et pour un humain moyen (ACV du monde) ?

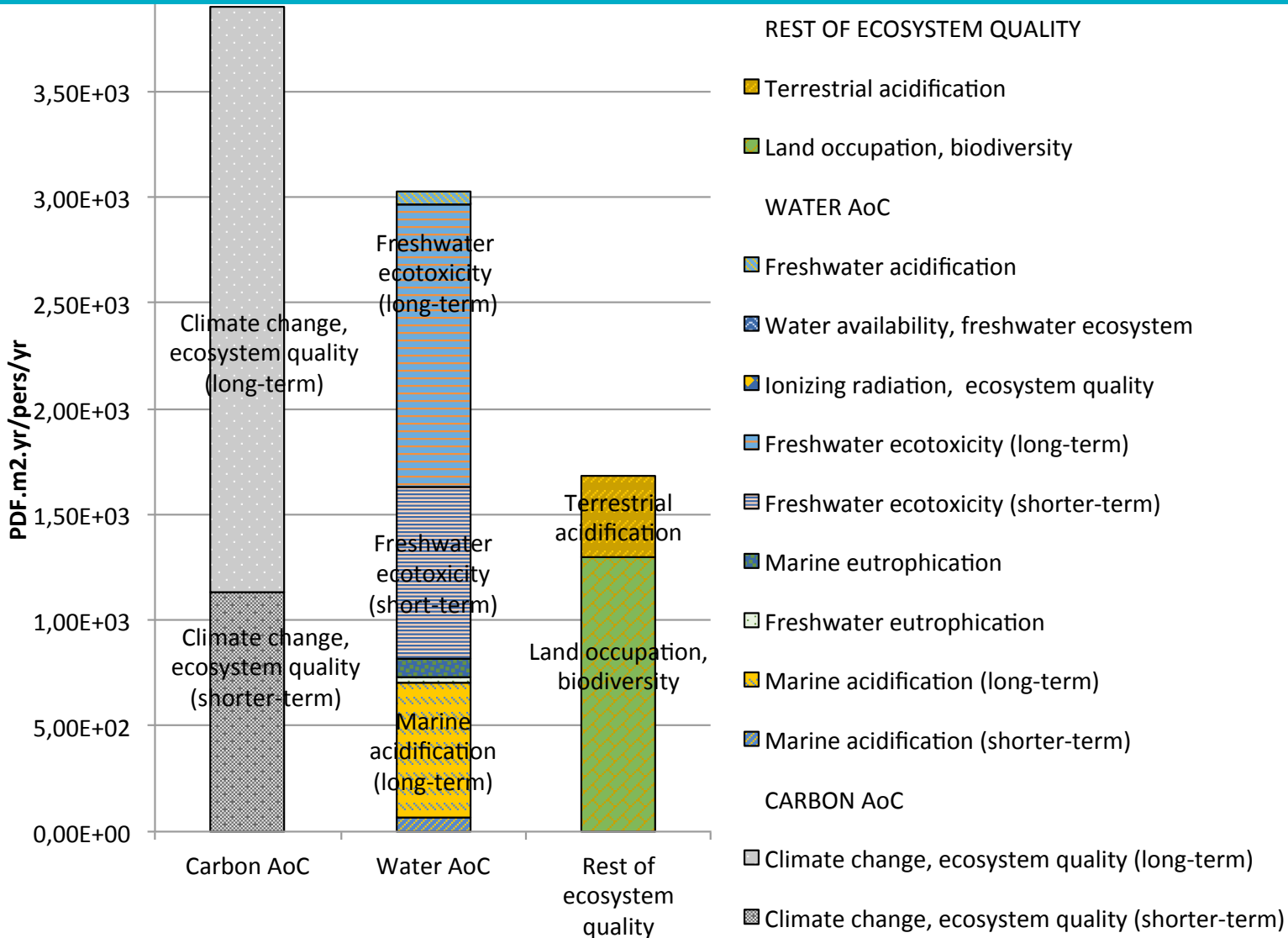
Environ de 0,3 DALY par an per capita au total (Rappel : le seuil est à 0,5 DALY)





# Et pour un humain moyen (ACV du monde) ?

Environ de 8500 PDF.m2.an par an per capita au total (Rappel : le seuil est à 3640 PDF.m2.an )



# Un mode de vie durable ?

Les « limites planétaires » sont dépassées... Une transition est nécessaire vers une certaine sobriété.

Il est important d'informer et de sensibiliser les citoyens à propos de leurs choix les plus influents



# Projet Myko

---

Objectif : Informer le citoyen en temps réel des conséquences de son comportement en vue du bien commun



L'augmentation constante des impacts collectifs ne peut pas rester à l'intérieur des limites planétaires sans l'ajustement continu des normes sociales

# Partenaires

The McGill Sustainability  
Systems Initiative (MSSI)

# LEED

LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN



# Google™

Israel

Réalité  
Climatique



The Climate  
Reality Project  
CANADA



# CIRAIG™

International Institute for  
Urban and Regional Planning and  
Development



▲  
**NORTON ROSE  
FULBRIGHT**

ekodéfi



# Machine learning et deep learning

---

- 🌐 Identification automatique des comportements
- 🌐 Optimisation des “nudges”





## Exemple en cours de déploiement : les habitudes de transport

---



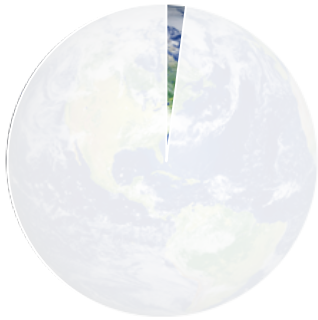
# Diagnostic automatisé

---



# Diagnostic automatisé

---



# Nudging

---

- 🌐 Architecture des choix
- 🌐 Nudging renforcé
- 🌐 Enjeux éthiques





# Au delà des transports...



**Compass for Sustainability**

## De nombreux enjeux de recherche en vue

---

- 🌐 Données génériques / données spécifiques
- 🌐 Incertitudes / communication des résultats
- 🌐 Confidentialité / traçabilité
- 🌐 Automatisation de l'entrée des données
- 🌐 Nudging / Éthique



***Compass for  
Sustainability***



# Éclairer les comportements du citoyen, mais aussi...

---

Plateforme LEED / Arc de suivi et d'affichage de la performance du bâtiment :

- **Énergie**
- **Eau**
- **Transport**
- **Gestion des matières résiduelles**
- **Confort des habitants**

Actuellement peu d'automatisation d'entrée des données  
Ne vise pas à influencer les utilisateurs du bâtiment



Couplage Myko / Plateforme LEED/Arc :

- **Suivi interactif automatisé en temps réel des usagers du bâtiment**
- **Outil de gestion du bâtiment couplé à Myko**
- **Intelligence artificielle utilisée pour influencer positivement les comportements des usagers**
- **Plateforme de communication occupant / gestionnaire**

## Quartier durable et limites planétaires

---

“Créer une plateforme interactive de communication entre les différentes parties prenantes d’un quartier, d’un territoire ou d’une ville pour, tous ensemble, contribuer à faire entrer le citoyen à l’intérieur de ses limites planétaires individuelles”



***Compass for  
Sustainability***



# CONCILIER SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE Et ÉCO-RESPONSABILITÉ : IMPACT DES MILLIARDS D'OBJETS CONNECTÉS, DES RÉSEAUX ET DES NUAGES

---

## “Footprint” versus “Handprint”



# DES PARTENAIRES ENGAGÉS!

---



QUESTIONS?