

# Troisième révolution industrielle et biosphère

## Transitions écologique et numérique

Jean Carassus  
professeur

19 janvier 2026



## Echange 1

Qu'attendez-vous de mon exposé?



- 1/ Trois révolutions industrielles
- 2/ Le choc: dérèglement climatique, gaspillage des ressources, destruction de la biodiversité
- 3/ Éléments sur le bâtiment
- 4/ Éléments sur les modes de vie
- 5/ L'action



# 1/ Trois révolutions industrielles



Joseph Schumpeter:

Le moteur du capitalisme est **l'innovation**

Sa « donnée fondamentale » est **la destruction créatrice**

destruction d'un monde ancien  
création d'un monde nouveau



Une **révolution industrielle** est une période **d'accélération de l'innovation** et du processus de **destruction créatrice** du capitalisme.

Elle se manifeste par

**des grappes d'innovations radicales,**

qui transforment en profondeur

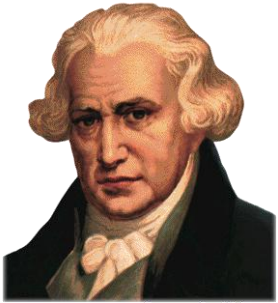
**les modes de production, de consommation, de vie et de penser.**

Années 1770

Prémices de la première révolution industrielle



MS Immobilier et Bâtiment Durables



© Sites.Estvideo.net

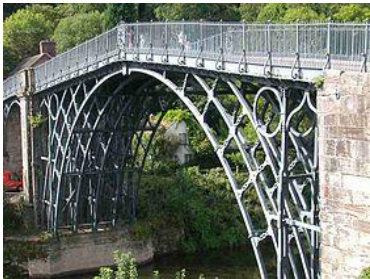
La révolution industrielle du XIXème siècle

La machine à vapeur de James Watt



© wikimedia.org

La machine à filer de James Hargreaves



© wikimedia.org

Le premier pont métallique



## Energie

Transition du bois vers le charbon et utilisation massive de la vapeur

## Transports

Chemin de fer, bateau à vapeur

## Communication

Télégraphe, imprimerie industrielle



Friedrich Engels écrit *La situation de la classe laborieuse en Angleterre* en 1845

L'augmentation des inégalités, notamment de revenu et de patrimoine, durant la première révolution industrielle

génère des résistances et oppositions:

- syndicats
- social-démocratie
- communisme

Années 1870

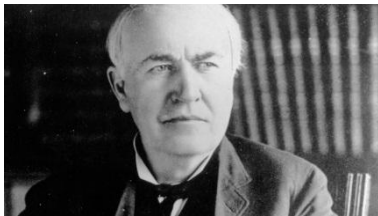
## Prémices de la deuxième révolution industrielle



MS Immobilier et Bâtiment Durables



© wikimedia.org



© biography.com



Pas de ©

## La révolution industrielle du XXème siècle

Pétrole et moteur à explosion

Electricité

Téléphone



Energie

Pétrole, gaz et électricité

Transport

Automobile, avion

Communication

Radio, téléphone, télévision



Durant la deuxième révolution industrielle, les inégalités, notamment de revenu et patrimoine, diminuent,

dans le contexte d'une première guerre mondiale,

de la crise de 1929,

d'une deuxième guerre mondiale,

puis d'une politique de « Welfare State » (« Etat du Bien-Etre »)

# Années 1970

## Prémices de la troisième révolution industrielle

MS Immobilier et Bâtiment Durables

### La révolution industrielle du XXIème siècle

1968 Création d'Intel

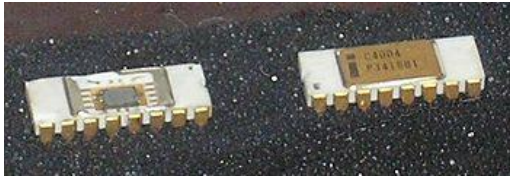
1969 Réseau Arpanet du Ministère de la Défense américain

1971 Premier micro processeur Intel

1975 Création de Microsoft

1976 Création d'Apple

1977 Premier ordinateur de bureau Apple



© John Pilge

Microprocesseur 4400 Intel



© Rama

Apple II



## Energie

Fonctionne avec mix électrique de la 2<sup>ème</sup> révolution industrielle: charbon, pétrole, gaz, hydroélectricité, nucléaire

## Transport

Voiture électrique, sans chauffeur, train ultrarapide

## Communication

Internet, transition numérique, intelligence artificielle



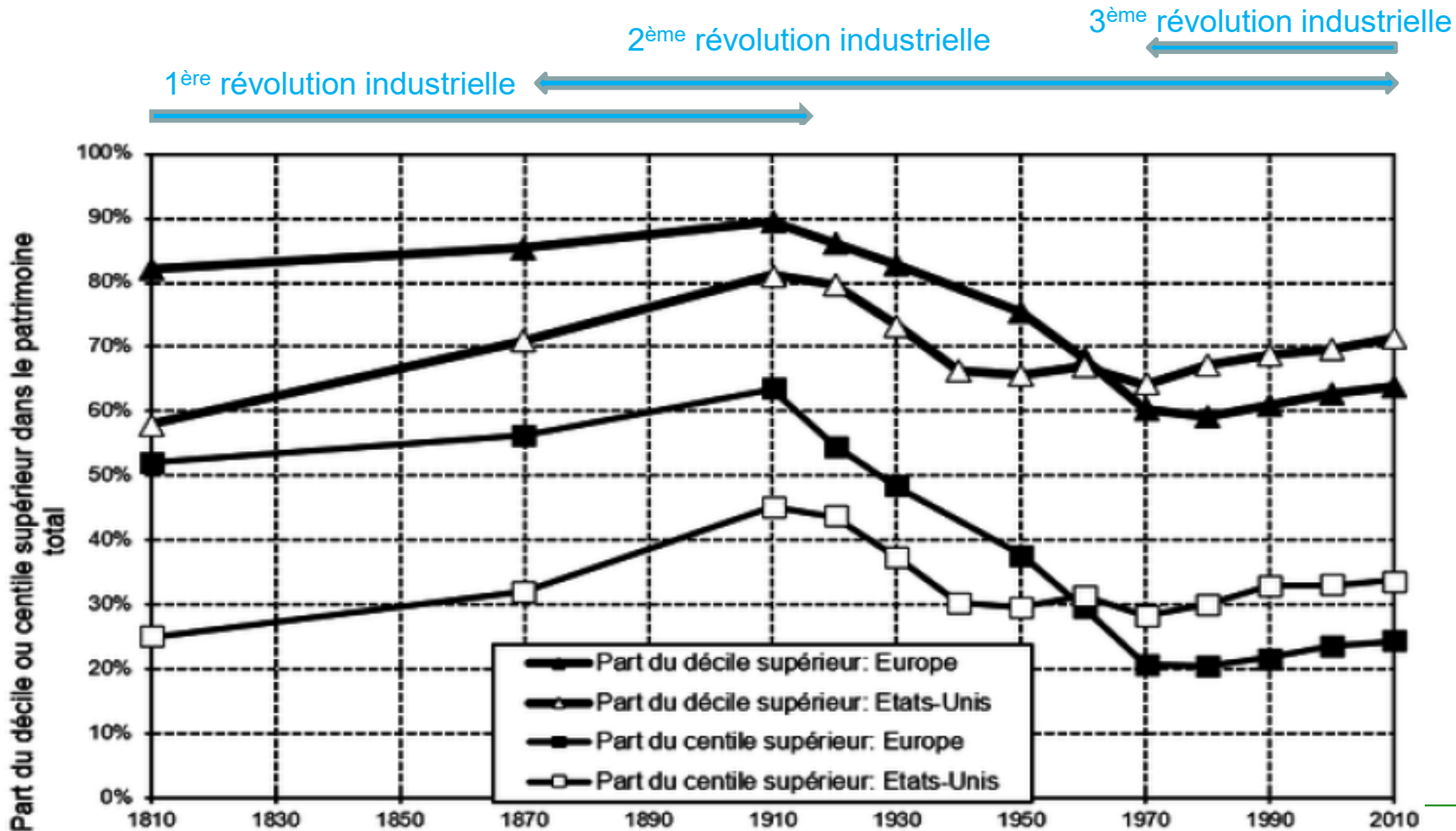
## Echange 2

Quel est le premier groupe hôtelier mondial?

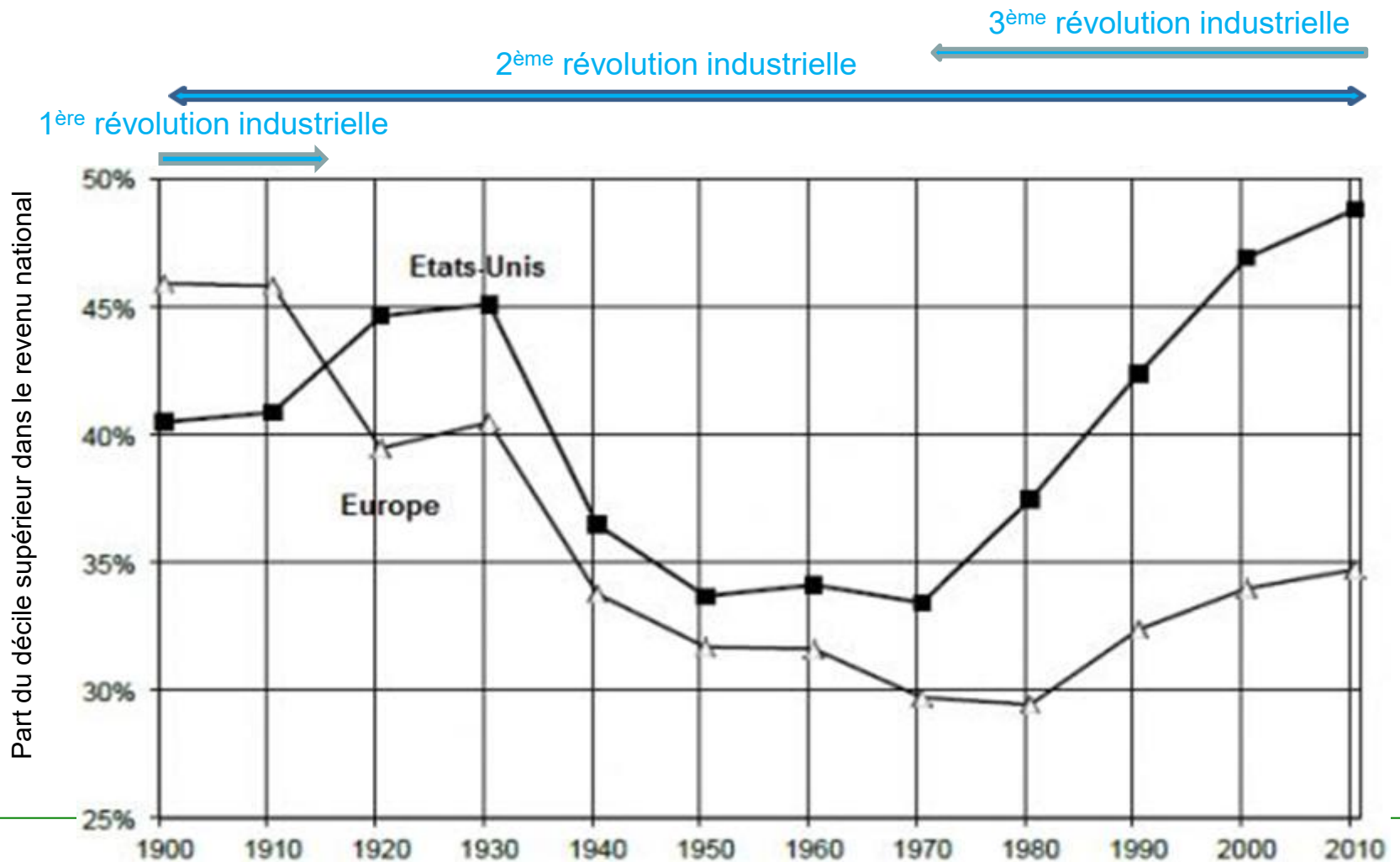
# La troisième révolution industrielle: une relance des inégalités?

## L'inégalité patrimoniale en Europe et aux Etats-Unis entre 1810 et 2010

MS Immobilier et Bâtiment Durables



# L'inégalité des revenus en Europe et aux Etats-Unis entre 1900 et 2010



# L'inégalité des revenus et des patrimoines n'est pas la plus importante



MS Immobilier et Bâtiment Durables

Les inégalités de capacité sont essentielles

l'approche de l'économiste Amartya Sen



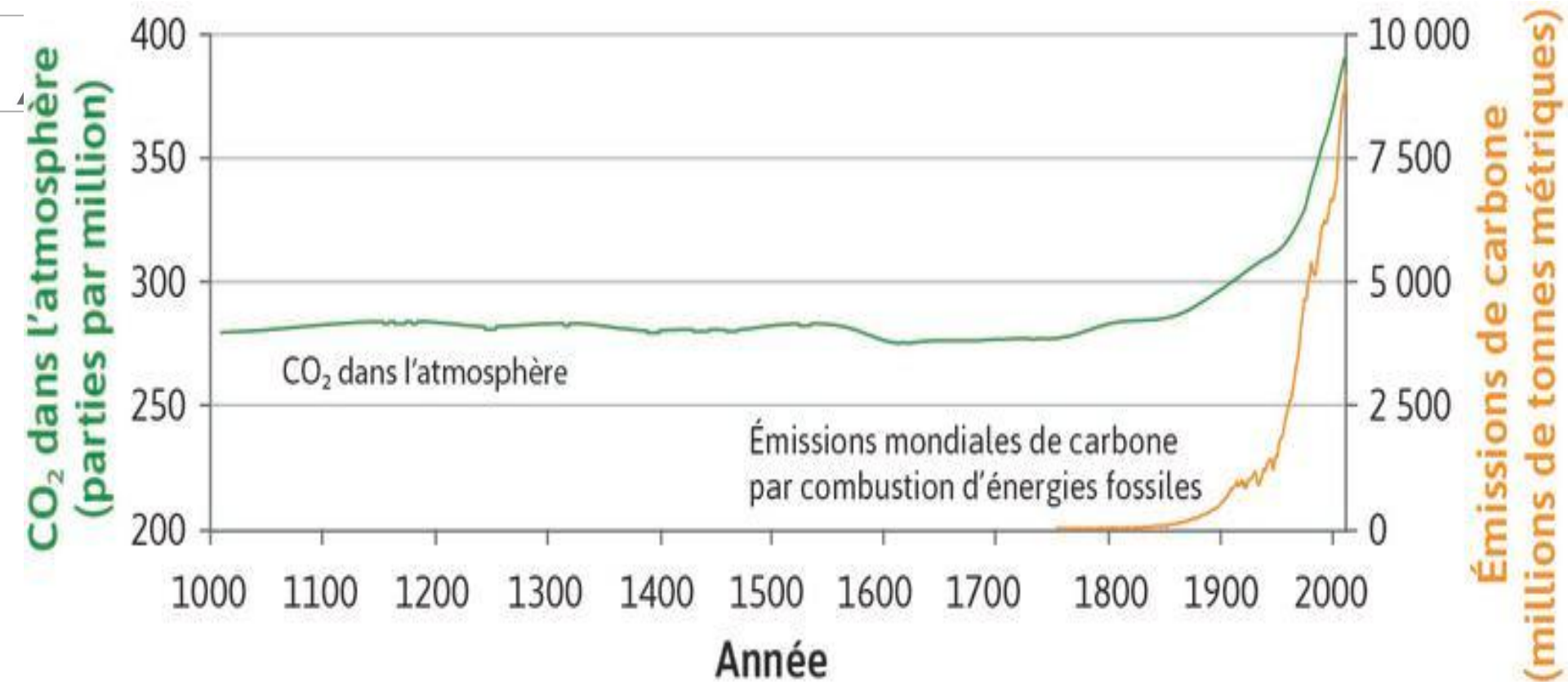
## Echange 3

Vis-à-vis de l'énergie et de la nature, quels sont les deux points communs essentiels des trois révolutions industrielles?



## 2/ Le choc: dérèglement climatique, gaspillage des ressources, destruction de la biodiversité

## CO<sub>2</sub> ÉVOLUTION DEPUIS 1000 ANS



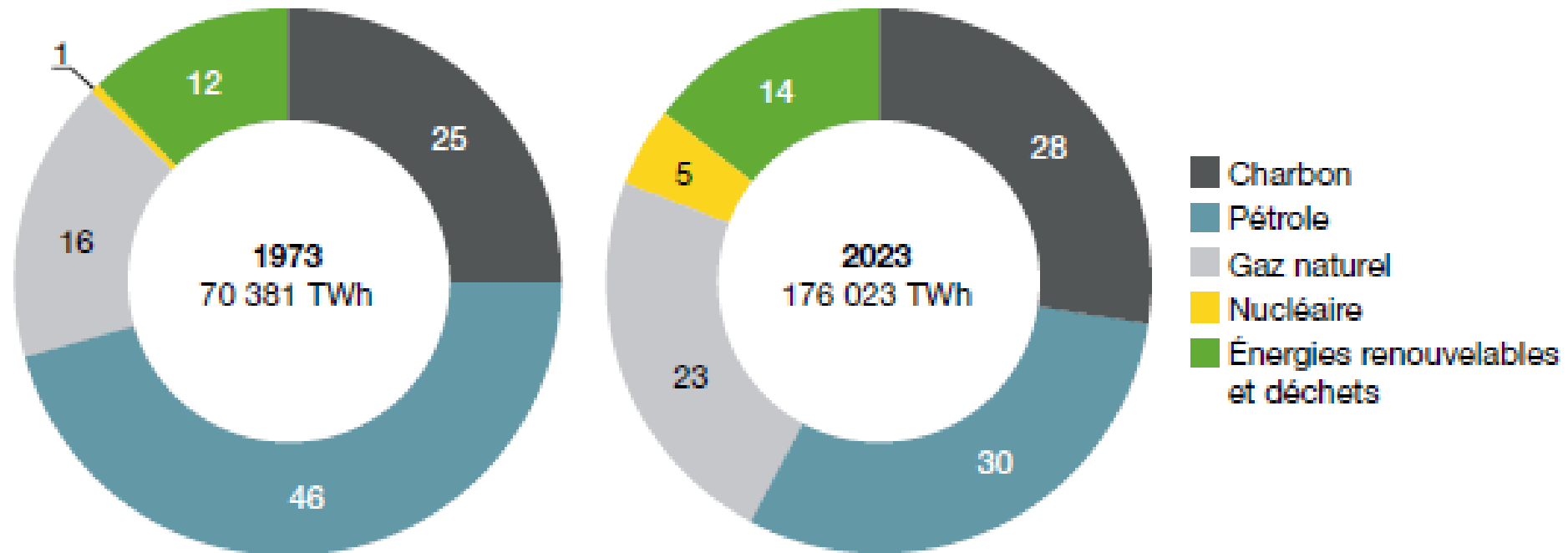
CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (1000–2010) et émissions mondiales de carbone par combustion d'énergies fossiles (1750–2010).

Source projet core-econ.org

Source des graphiques des pages suivantes: « Les chiffres clés du climat France et Monde » Edition novembre 2025 Ministère chargé de la Transition écologique

## BOUQUET ÉNERGÉTIQUE PRIMAIRE DANS LE MONDE

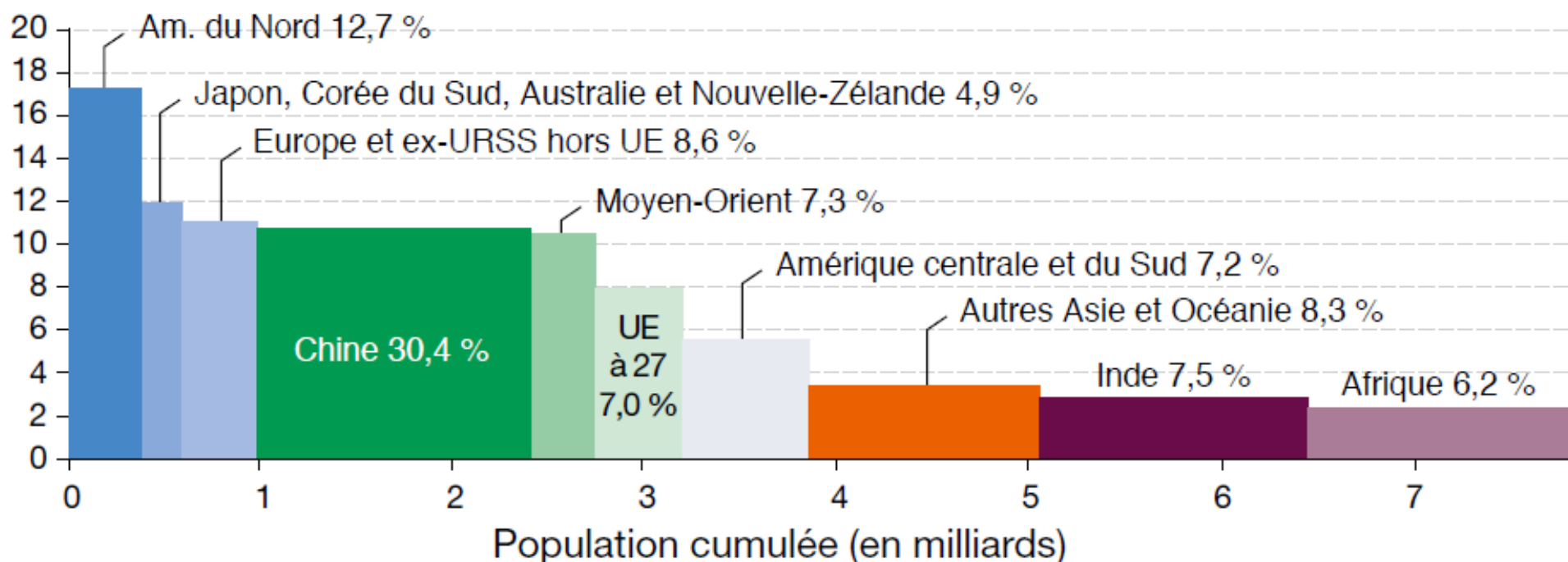
En %



Source : AIE, 2025

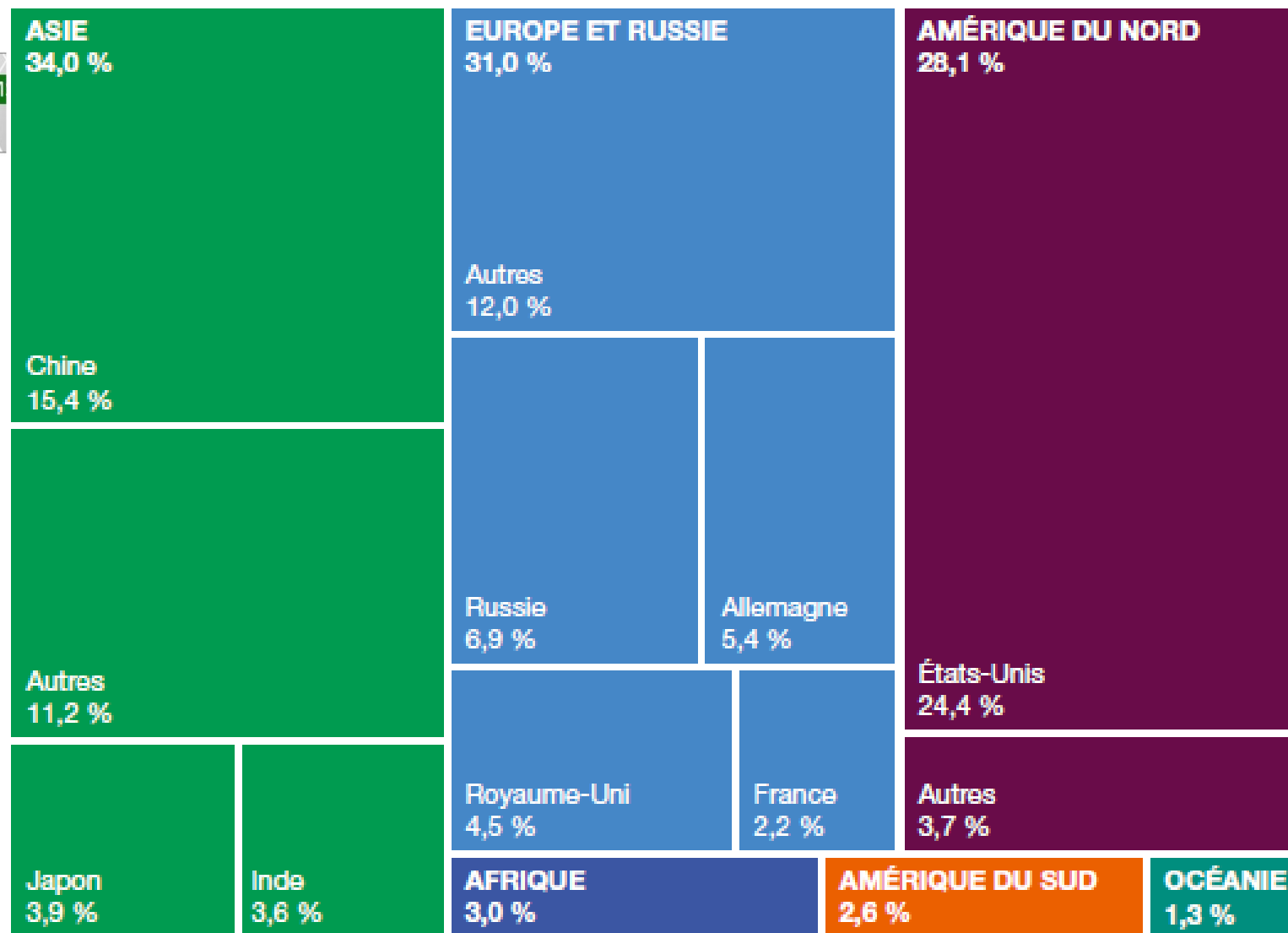
## RÉPARTITION RÉGIONALE DES ÉMISSIONS DE GES PAR HABITANT EN 2021 HORS UTCATF

En t CO<sub>2</sub> éq/habitant



# ÉMISSIONS CUMULÉES DE CO<sub>2</sub> DEPUIS 1750 PAR GRANDE RÉGION DU MONDE

En Mt CO<sub>2</sub>



Note : émissions issues de la combustion du carbone fossile (hors UTCATF et transport international) de 1750 à 2023.

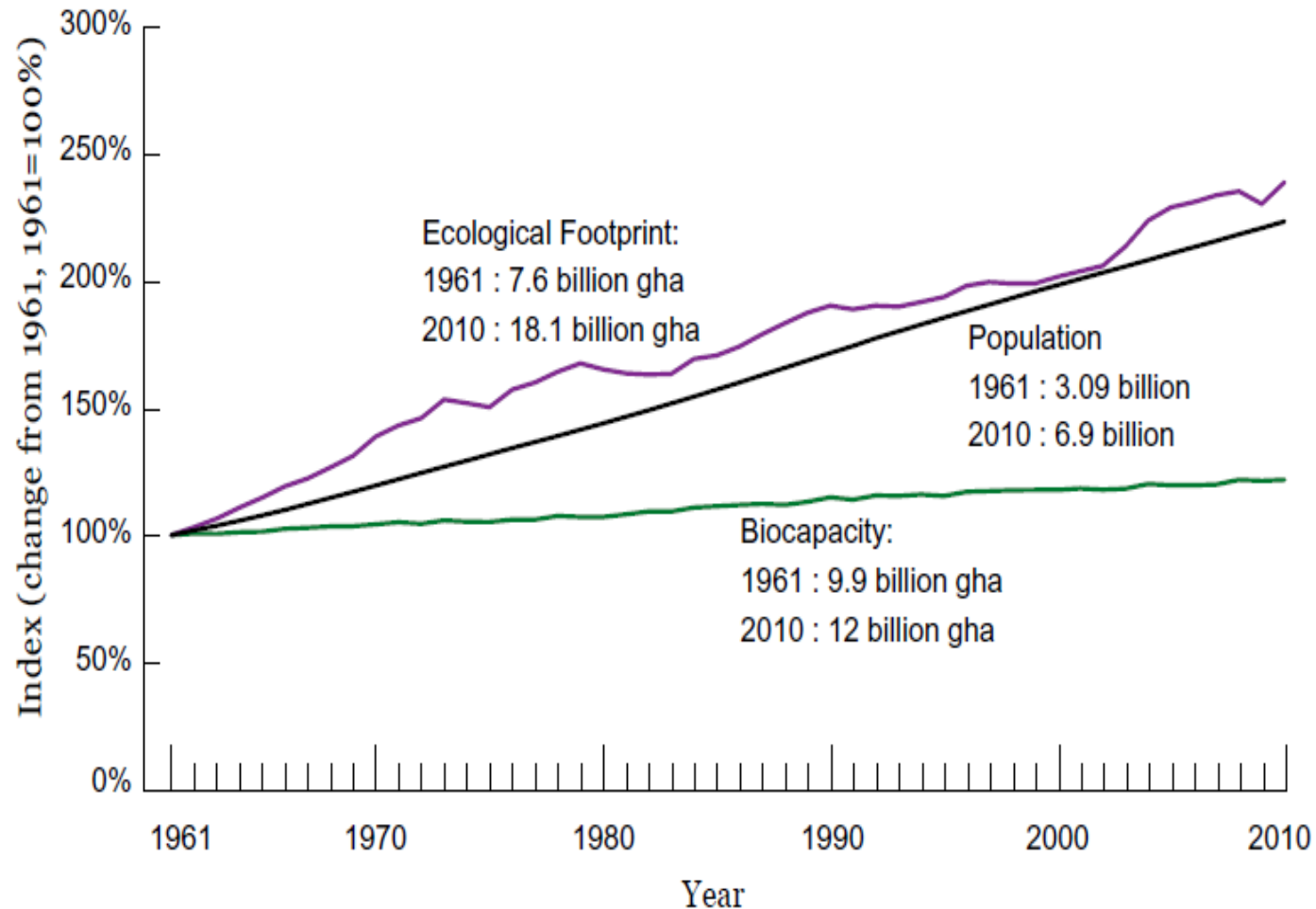
Source : The Global Carbon Project's fossil CO<sub>2</sub> emissions dataset, Andrew, Robbie M. & Peters, Glen P., 2024

### Figure 4: The growing global Footprint:

The Ecological Footprint – which measures the area required to supply the ecological services used – increased faster than global biocapacity – the land actually available to provide these services. The increase in the Earth's productivity has not been enough to compensate for the demands of the growing global population. (Global Footprint Network, 2014).

- Key
- Biocapacity
  - Ecological Footprint
  - Population

Nous consommons les ressources d'1,7 planète



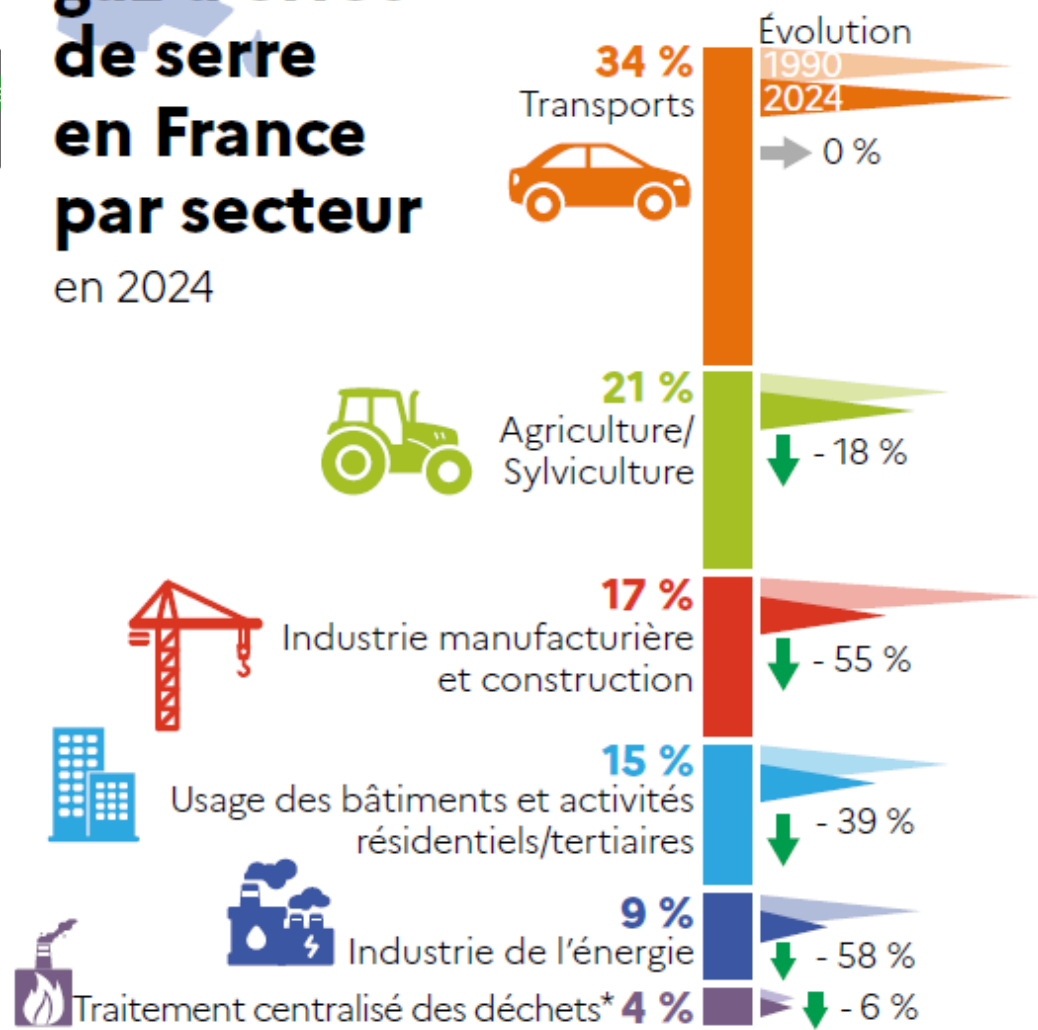
Source: WWF. Living planet report 2014



## 3/ Éléments sur le bâtiment

# Émissions de gaz à effet de serre en France par secteur en 2024

1990-2024  
Tous secteurs hors UTCATF  
↓ - 32 %



**Secteur à émissions négatives** (séquestration de carbone)

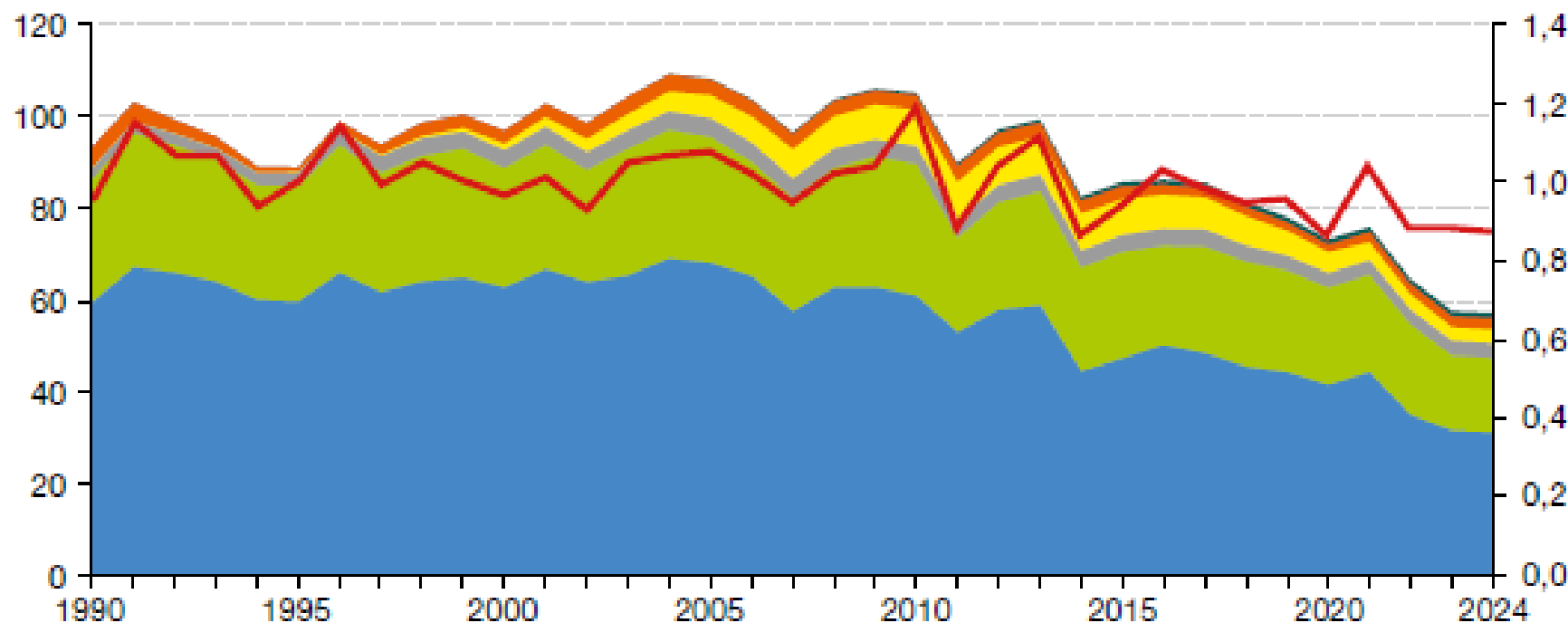


\* Les valeurs 2023 sont utilisées pour 2024.

# ÉMISSIONS DE GES DU RÉSIDENTIEL ET DU TERTIAIRE EN FRANCE

En Mt CO<sub>2</sub> éq

Indice base 1



- Chauffage, eau chaude sanitaire et cuisson domestique
- Chauffage, eau chaude sanitaire et cuisson tertiaire
- Autres activités domestiques, notamment produits, engins, déchets, brûlage, eaux usées
- Climatisation et réfrigération tertiaire
- Autres activités tertiaires, notamment produits, activités militaires
- Climatisation et réfrigération domestique
- Indice de rigueur (axe de droite)

Note : l'indice de rigueur climatique est le rapport entre un indicateur de climat observé et un indicateur de climat de référence. Plus il est élevé, plus l'hiver est froid. Les données 2024 d'émissions sont une estimation préliminaire.

Sources : Format Secten – Citepa, 2025 ; SDES, d'après Météo-France

# L'action au niveau des entreprises

## Empreinte carbone d'Unibail Rodamco Westfield

PÉRIMÈTRE CSRD et  
CONTRÔLE  
OPÉRATIONNEL  
2024

Location-based

|   |           |
|---|-----------|
| Émissions brutes de GES Scope 1 (tCO <sub>2</sub> e)                    | 14 917    |
| Émissions brutes de GES Scope 2 (tCO <sub>2</sub> e)                    | 107 227   |
| Émissions brutes de GES Scope 1 et 2 (tCO <sub>2</sub> e)               | 122 144   |
| Total Émissions brutes indirectes (Scope 3) de GES (tCO <sub>2</sub> e) | 4 295 380 |
| Émissions totales de GES (location-based) (tCO <sub>2</sub> e)          | 4 417 524 |

Scope 1: émissions directes, Scope 2: émissions indirectes liées à l'électricité et le chaud/froid par réseaux urbains des parties communes

Scope 3: émissions induites en amont et en aval de l'activité de l'entreprise = 97 % de l'empreinte carbone du groupe

Source: document d'enregistrement universel du groupe 2024 page 198

# Empreinte carbone d'Unibail Rodamco Westfield



MS Immobilier et Bâtiment Durables

## Principaux postes d'empreinte carbone dans le scope 3

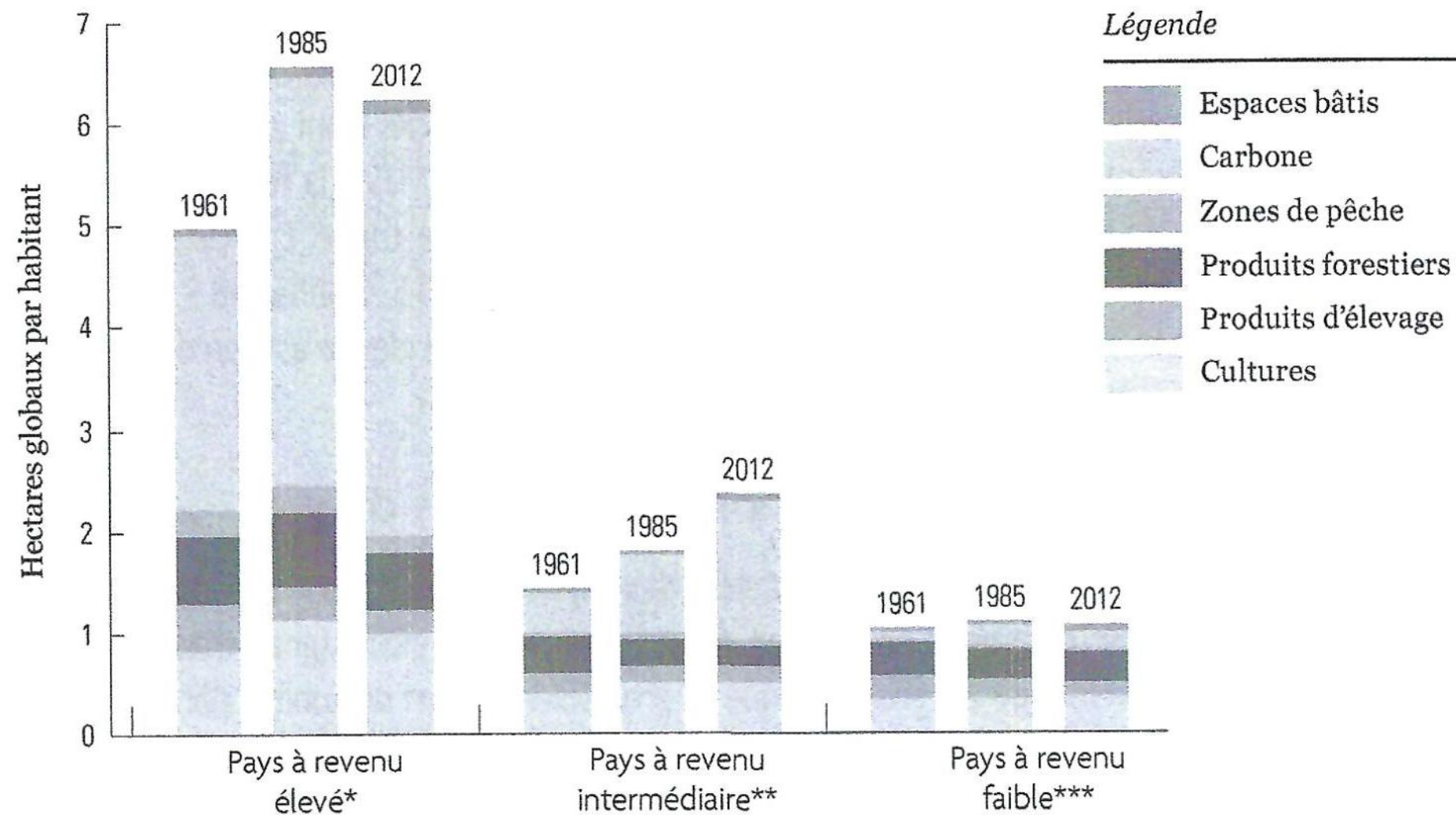
|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| Transport en aval                     | 3 302 143 |
| Actifs loués en aval (location-based) | 285 578   |
| Investissements                       | 232 947   |
| Biens et services achetés             | 224 492   |
| Transport et distribution en amont    | 195 645   |

Le transport des clients des centres commerciaux et des centres de congrès et d'expositions = 75 % de l'empreinte carbone du groupe

Source: document d'enregistrement universel du groupe 2024 page 199



## 4/ Éléments sur les modes de vie



Graphique 1.12. Empreinte écologique par habitant selon le revenu du pays (1961-1985-2012)

Revenu national brut 2016 par habitant : \* supérieur à 10 066 \$, \*\* compris entre 826 et 10 066 \$, \*\*\* inférieur à 826 \$

Source : WWF 2016.

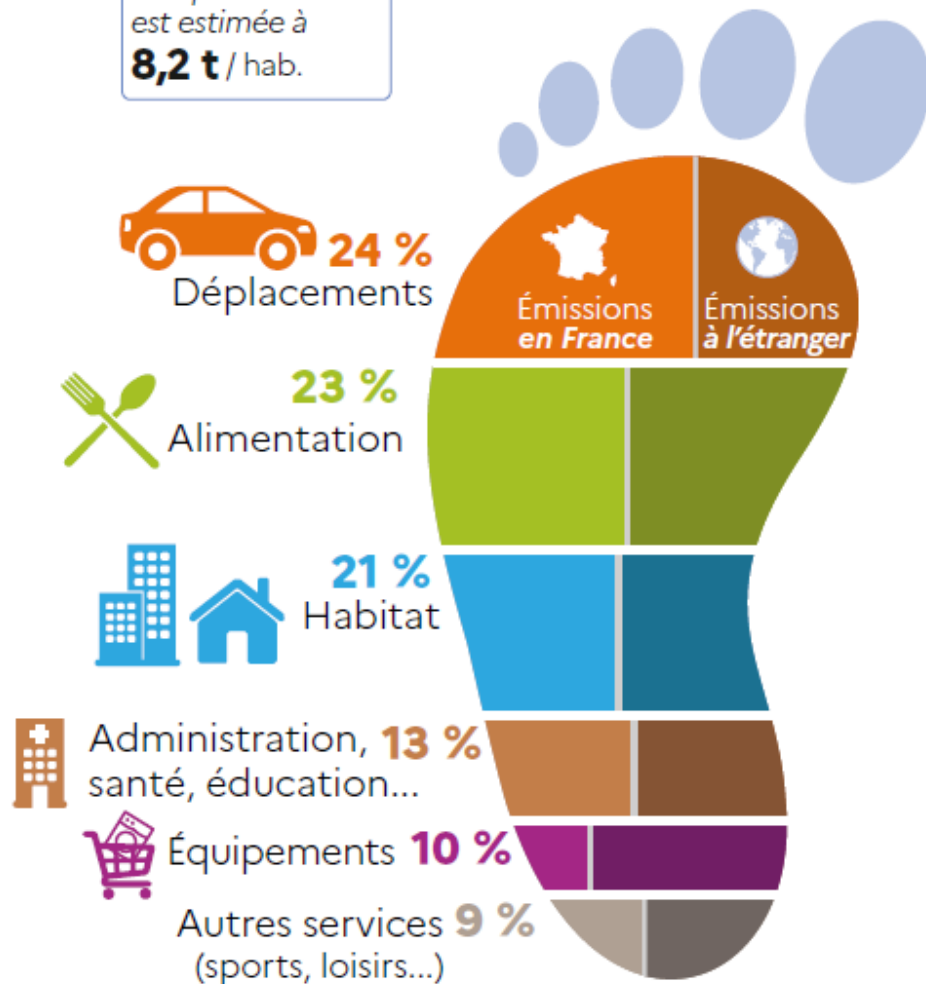
# Empreinte carbone des Français en 2023



**8,5 t**  
par habitant

L'empreinte 2024\*  
est estimée à  
**8,2 t** / hab.

**51 %**  
de l'empreinte carbone est  
associée aux importations



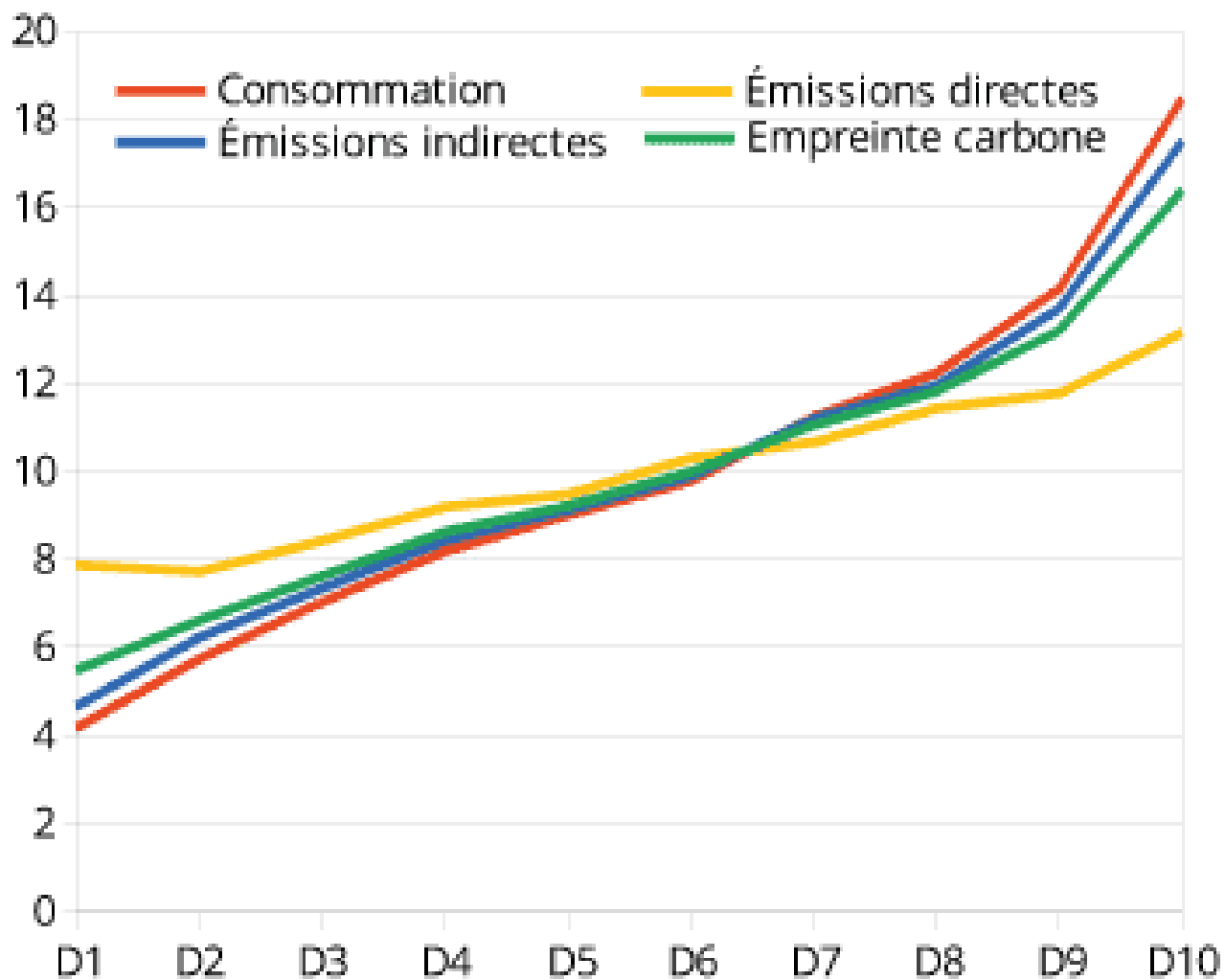
\* Estimation provisoire fondée sur des données moins détaillées.

Source : SDES-Insee

# a - Consommation, émissions directes et indirectes, et empreinte carbone imputée à partir des dépenses



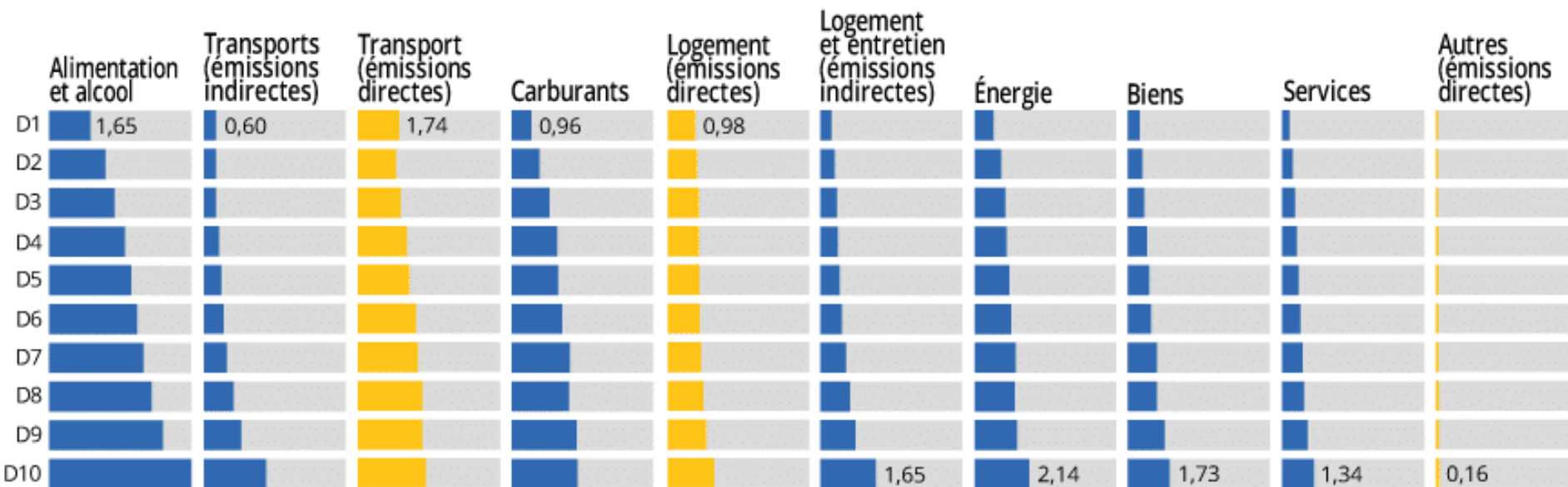
Tonne  
carbone  
par personne



Dixième de niveau de vie

Source INSEE

**b - Émission carbone par type de consommation, selon le dixième de niveau de vie**



Source INSEE

# Contenu carbone des objets et actions du quotidien



## TRANSPORTS

- Avion (voyageurs) - 101-220 sièges, trajet de 500-1 000 km - avec traînées : **230 g CO<sub>2</sub> éq/passager.km**
- Voiture - motorisation essence : **223 g CO<sub>2</sub> éq/km**
- TGV, Train Grande Vitesse (France) : **2,36 g CO<sub>2</sub> éq/passager.km**
- Métro (Paris) : **2,74 g CO<sub>2</sub> éq/passager.km**

## ALIMENTATION

- Repas - classique (avec bœuf) : **6,29 kg CO<sub>2</sub> éq/repas**
- Repas - classique (avec poulet) : **1,35 kg CO<sub>2</sub> éq/repas**
- Repas - végétarien : **0,51 kg CO<sub>2</sub> éq/repas**

## ÉLECTRONIQUE

- Ordinateur fixe : **169 kg CO<sub>2</sub> éq/appareil**
- Ordinateur portable : **156 kg CO<sub>2</sub> éq/appareil**
- Smartphone - 5 pouces : **32,8 kg CO<sub>2</sub> éq/appareil**

## COMMUNICATION

- 1 mail avec pièce jointe : **35 g CO<sub>2</sub> éq/unité**
- 1 requête internet : **6,65 g CO<sub>2</sub> éq/unité**
- 1 mail : **4 g CO<sub>2</sub> éq/unité**
- 1 tweet : **0,02 g CO<sub>2</sub> éq/unité**



## Echange 4

Comment diminuer votre empreinte carbone  
d'ici la soutenance de votre thèse professionnelle en 2027?



## 5/ L'action



# OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



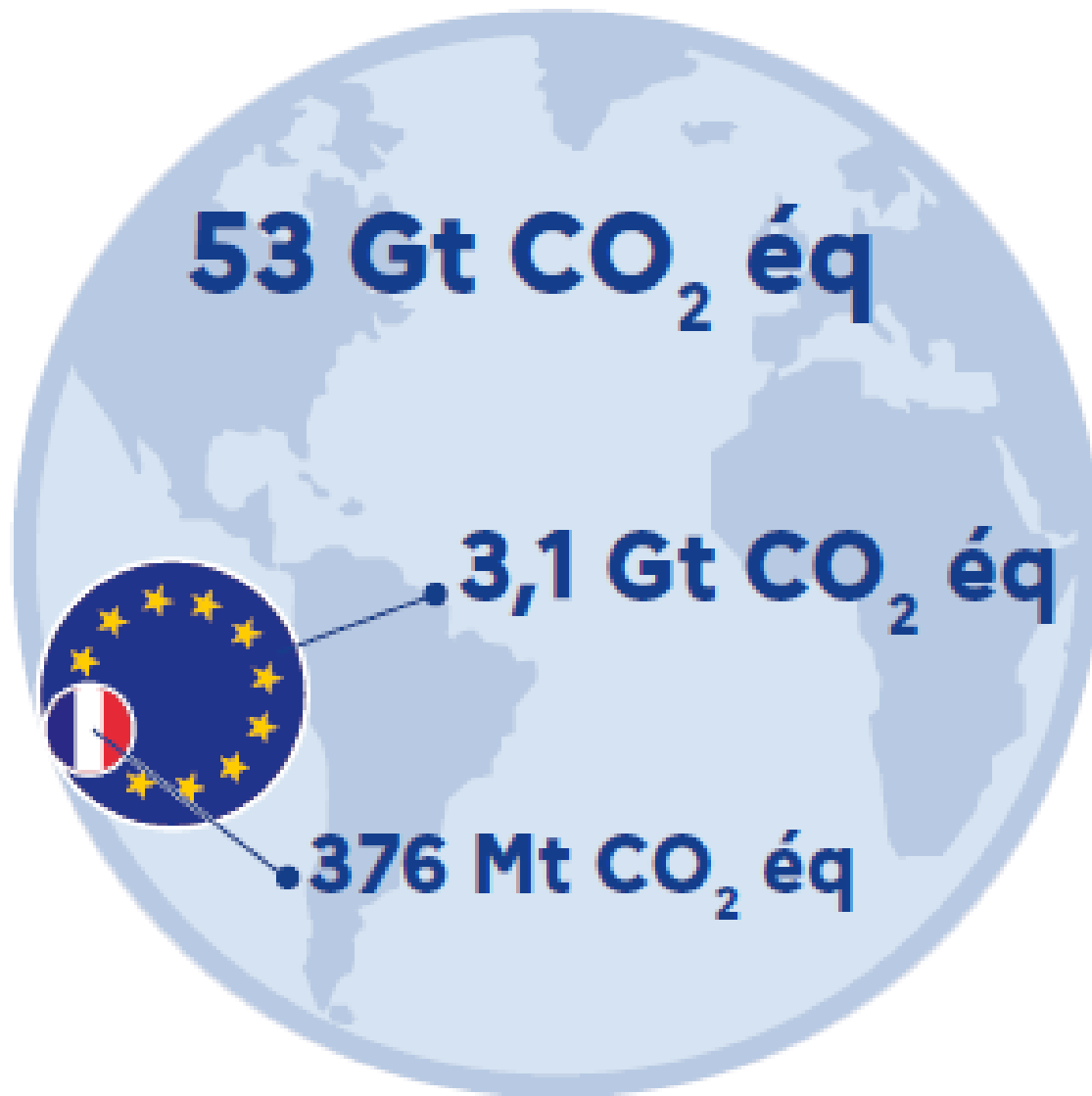
# Le cadre mondial de la biodiversité de Kunming à Montréal

## Réduire les menaces pesant sur la biodiversité

- Cible 1 : aménagement du territoire participatif en matière de biodiversité pour toutes les zones
- Cible 2 : restauration d'au moins 30 % des écosystèmes dégradés
- Cible 3 : protection d'au moins 30 % des terres et des mers
- Cible 4 : mettre un terme à l'extinction des espèces d'origine humaine
- Cible 5 : utilisation et commerce durables des espèces sauvages
- Cible 6 : réduire les impacts des espèces envahissantes sur la biodiversité
- Cible 7 : réduire de moitié le risque global lié aux pesticides
- Cible 8 : réduire l'impact du changement climatique et de l'acidification des océans

## Répondre aux besoins des populations par l'utilisation durable et le partage des bénéfices

- Cible 9 : gestion et utilisation durables des espèces sauvages procurant des avantages sociaux, économiques et environnementaux aux populations
- Cible 10 : gestion durable des superficies consacrées à l'agriculture
- Cible 11 : restaurer et améliorer les contributions de la nature aux populations
- Cible 12 : accroître la superficie et la qualité des trames vertes et bleues
- Cible 13 : partage juste et équitable des avantages découlant des ressources génétiques



Évolution 1990-2023

**Monde**

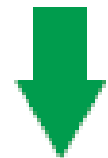
(estimation  
EDGAR)

**+ 62 %**



**Europe**

**- 36 %**



**France**

**- 31 %**

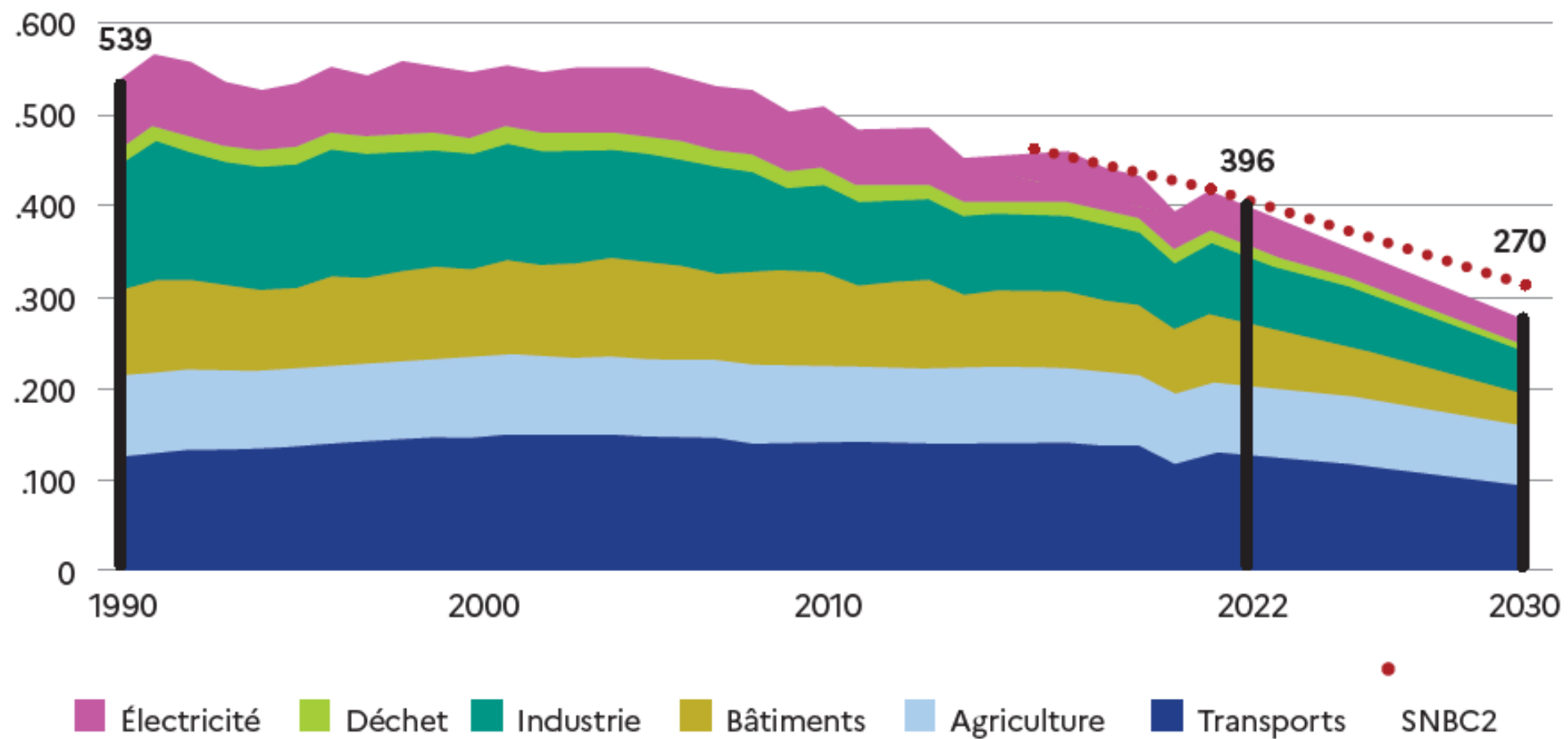


\* Hors UTCATF : utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie

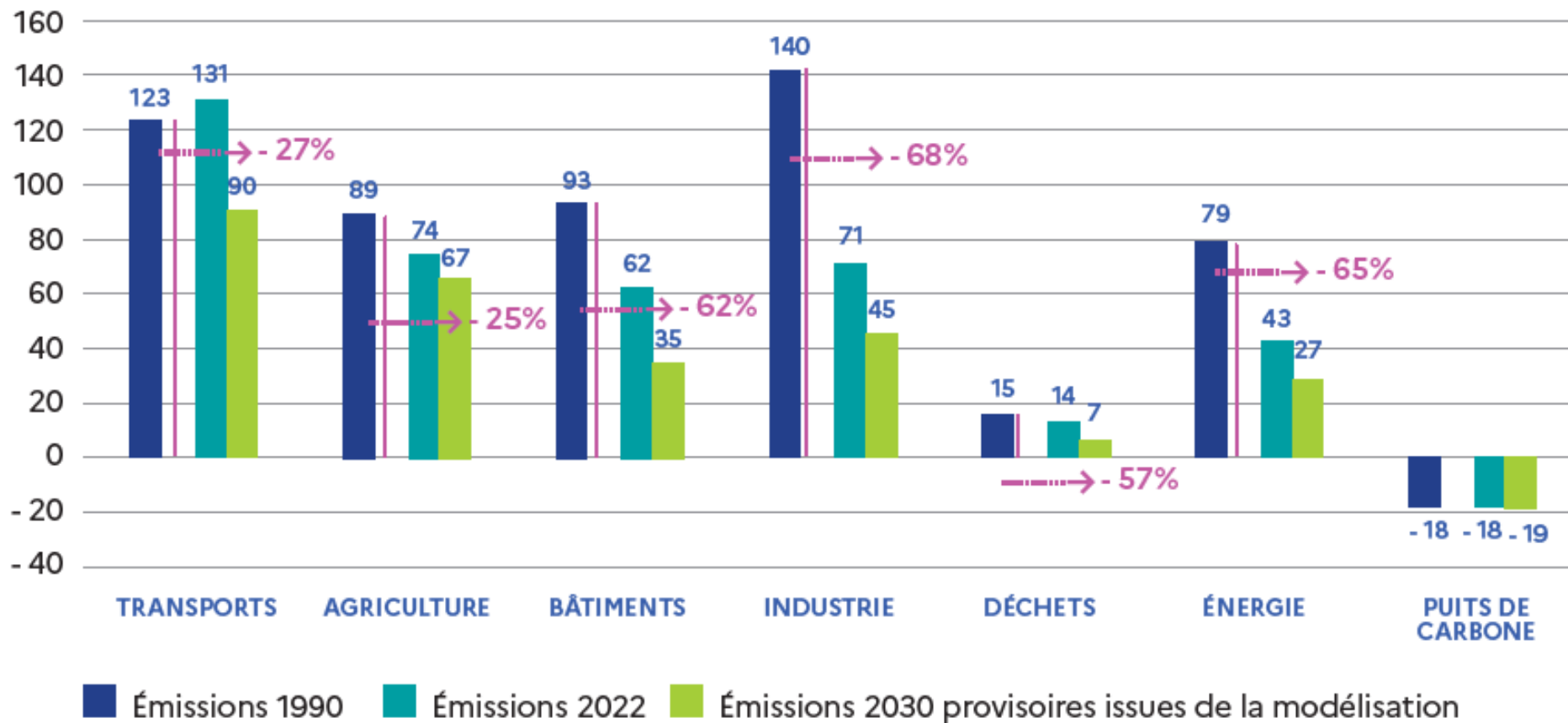
Sources : AEE, 2025 ; EDGAR, 2024

# Stratégie nationale bas carbone

Émissions totales par secteurs (hors UTCATF) historiques (1990-2022) et projetées dans le scénario SNBC 3 provisoire (2023-2030), en MtCO<sub>2</sub>eq



## Répartition de l'effort de réduction des émissions de GES par secteur. (MtCO<sub>2</sub>eq)





Quatre axes d'action dans votre vie professionnelle et personnelle:

a/ décarbonation des modes de construction, de rénovation, de gestion et d'utilisation des bâtiments

b/ décarbonation de votre mode de vie

c/ développement de l'économie circulaire, recyclage, économie des ressources

d/ la protection de la biodiversité



Sur les rapports  
entre révolution  
industrielle,  
biosphère et  
société

Jean Carassus



Le choc

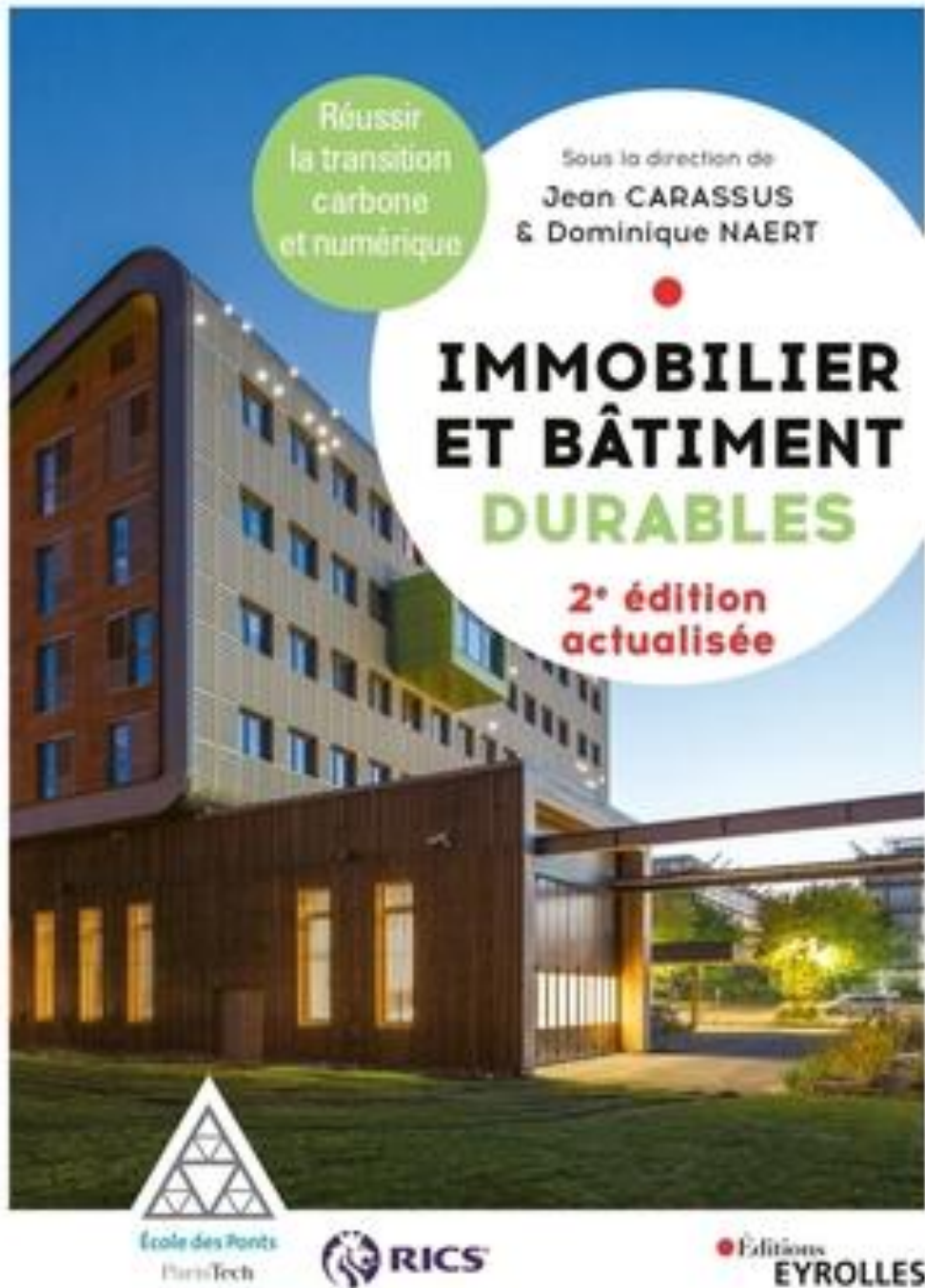
Révolution industrielle, biosphère, société

préface de Pierre Veltz



MS Immobilier et Bâtiment Durables

Le livre du mastère:  
déroulement  
de votre formation  
sur un an



|                    |   |
|--------------------|---|
| Introduction ..... | 1 |
|--------------------|---|

## Partie I. Les fondamentaux

|   |     |
|---|-----|
| Chapitre 1 – Révolution industrielle, prospective, neutralité carbone ..... | 9   |
| Chapitre 2 – Du quartier à la ville durable. ....                           | 59  |
| Chapitre 3 – Conduite du changement, comportements et usages .....          | 111 |
| Chapitre 4 – Le financement de l’immobilier durable. ....                   | 155 |
| Chapitre 5 – Stratégie de gestion durable d’un parc immobilier .....        | 219 |

## Partie II. Le process des bâtiments durables

|  |     |
|--|-----|
| Chapitre 6 – Le management de projet, du financement à l’exploitation .....    | 247 |
| Chapitre 7 – La programmation .....  | 291 |
| Chapitre 8 – Concevoir un bâtiment durable. ....                               | 349 |
| Chapitre 9 – Les solutions techniques. ....                                    | 409 |
| Chapitre 10 – Pilotage de l’exploitation et de la maintenance des bâtiments. . | 461 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| Conclusion. .... | 517 |
|------------------|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Thèses professionnelles du mastère spécialisé® Immobilier et Bâtiment Durables 2013-2020. .... | 519 |
|--|-----|



Bon courage!