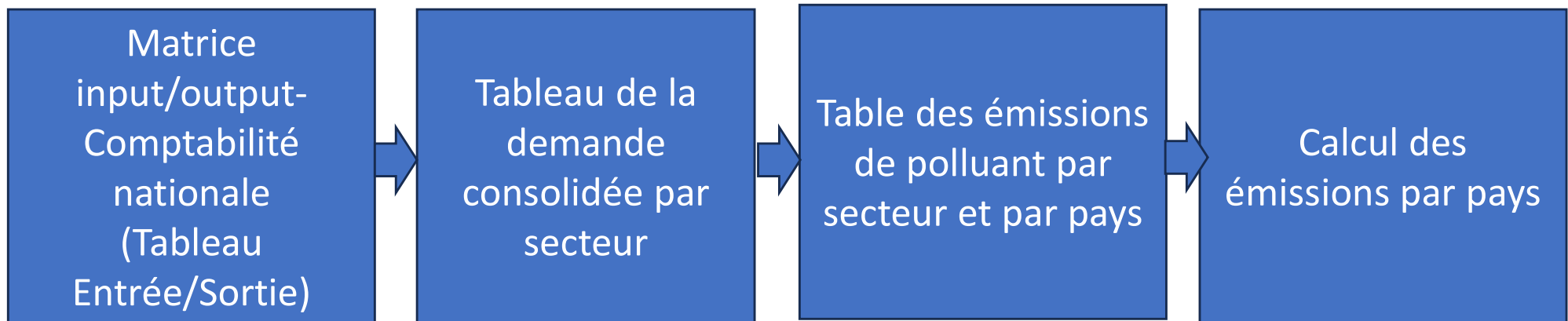


# Méthodes d'évaluation hybrides

## Economie-environnement

# Principe de calcul de la méthode

## Hybride : économie /Environnement



# Matrice Input/output économique nationale

Variable	TTL: Total											
Pays	FRA: France											
Temps	2015											
Unité	Dollar des États-Unis, Millions											
À: (secteur en colonne)	D01T03: Agriculture, sylviculture et pêche	D05T06: Extraction de matériaux énergétiques	D07T08: Extraction de matériaux non énergétiques	D09: Services de soutien aux industries extractives	D10T12: Produits alimentaires, boissons et tabac	D13T15: Textiles, articles d'habillement , cuir et articles connexes	D16: Production de bois, fabrication d'articles en bois et en liège	D17T18: Industrie du papier, du carton et imprimerie	D19: Cokéfaction et raffinage	D20T21: Produits chimiques et pharmaceutiq ues	D22: Produits en caoutchouc et matières plastiques	D23: Autres produits minéraux non métalliques
De: (secteur en ligne)												
TTL_01T03: Agriculture, sylviculture et pêche	11 906,0	0,0	0,5	0,0	34 108,0	277,4	1 833,3	797,0	5,6	841,8	208,0	3,6
TTL_05T06: Extraction de matériaux énergétiques	81,2	4,0	34,4	1,0	152,0	0,8	1,3	12,9	18 180,7	1 395,6	7,4	23,5
TTL_07T08: Extraction de matériaux non énergétiques	49,6	0,0	140,1	0,1	23,6	0,4	2,0	31,8	84,3	632,4	8,9	899,0
TTL_09: Activités annexes de l'extraction	100,1	1,4	47,6	0,4	13,1	0,0	1,0	5,2	9,9	6,2	7,8	4,2
TTL_10T12: Produits alimentaires, boissons et tabac	12 588,7	0,0	4,1	0,0	28 915,8	104,9	27,8	167,1	82,2	1 741,5	82,3	45,1
TTL_13T15: Textiles, articles d'habillement, cuir et articles connexes	121,6	0,0	3,7	0,0	74,9	3 138,3	18,4	122,3	15,2	290,0	204,6	37,6
TTL_16: Bois et articles en bois et en liège (sauf meubles)	90,5	0,0	9,6	0,0	65,7	14,6	1 458,6	215,8	14,2	118,8	60,8	92,8
TTL_17T18: Industrie du papier, du carton et imprimerie	119,7	0,0	21,1	0,0	1 120,1	81,9	81,3	4 764,0	43,0	604,1	228,6	210,8
TTL_19: Cokéfaction et fabrication de produits pétroliers raffinés	1 201,4	0,8	137,2	0,3	325,7	55,3	51,8	119,6	1 955,4	2 097,3	163,8	361,4
TTL_20T21: Produits chimiques et pharmaceutiques	2 758,1	0,6	91,4	0,2	713,6	628,2	249,8	959,9	1 326,5	16 161,3	4 413,1	687,7
TTL_22: Caoutchouc et matières plastiques	317,9	0,0	53,4	0,1	1 664,5	166,5	106,2	404,6	110,7	1 176,3	2 895,2	313,9
TTL_23: Autres produits minéraux non métalliques	127,0	0,0	72,8	0,1	379,3	23,5	64,6	24,8	23,6	295,9	131,5	2 196,8
TTL_24: Produits métallurgiques de base	32,0	0,3	7,9	0,2	90,7	7,2	11,2	115,0	28,2	196,9	103,6	137,9
TTL_25: Ouvrages en métaux (sauf machines et matériel)	443,2	0,0	72,6	0,3	1 179,4	75,8	214,3	149,0	203,4	601,5	424,8	353,1
TTL_26: Ordinateurs, articles												

Le matrices input/output reflètent les échanges entre les secteurs économiques dans et entre les pays. Elles sont mises à jour annuellement et montrent l'évolution de l'activité économique des pays.

Table : Source OECD

# Matrice demande consolidée nationale

**Dataset: 1. Gross domestic product (GDP)**

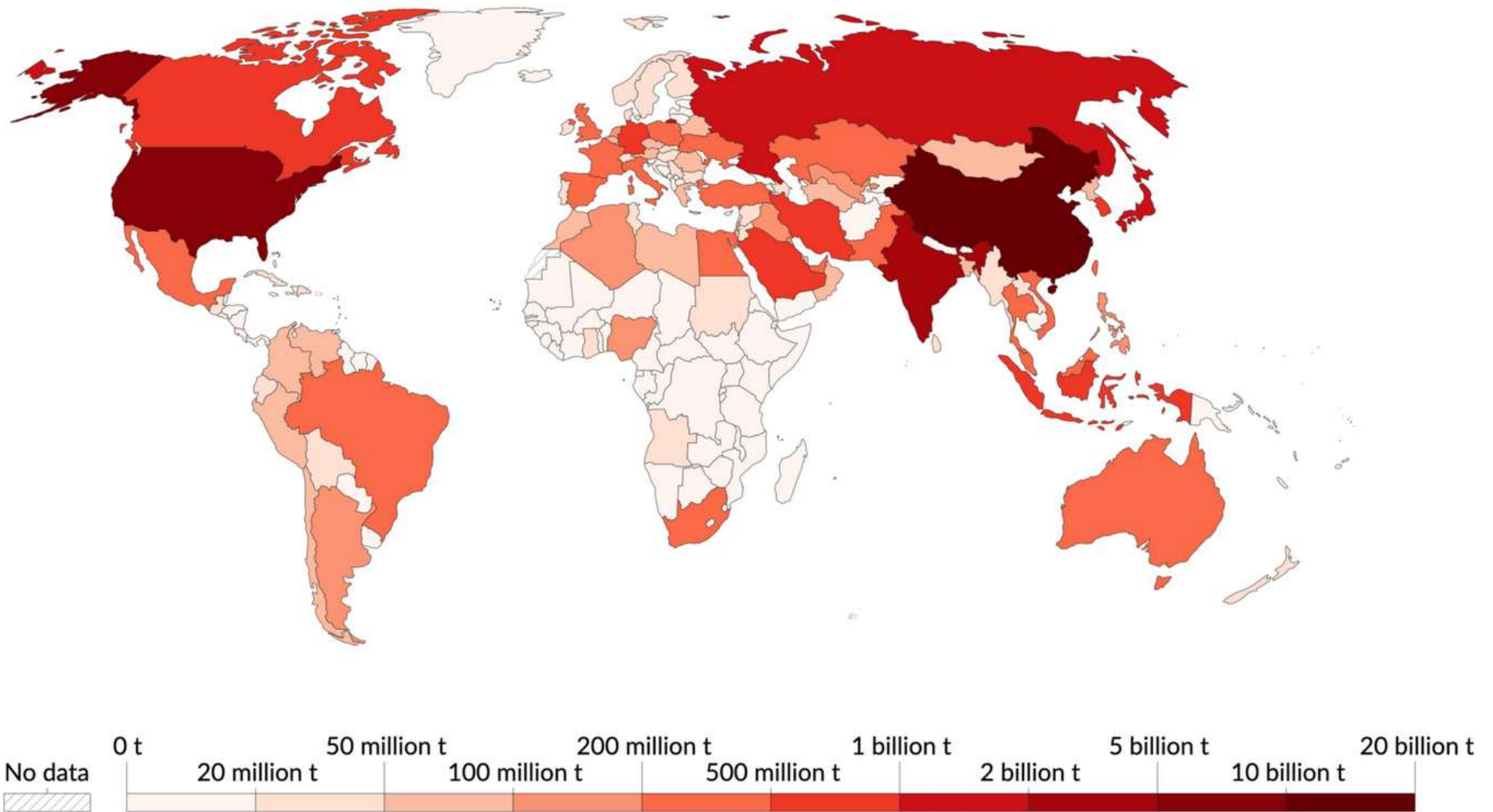
		Country	France			
		Measure	C: Current prices			
		Unit	Euro, Millions			
		Year	2015	2016	2017	2018
B1_GI: Gross domestic product (income approach)	D1: Compensation of employees	D1VA: Agriculture, forestry and fishing (ISIC rev4)	1 141 421,0	1 163 287,0	1 199 841,0	1 231 533,0
	D1: Compensation of employees	D1VB_E: Industry, including energy (ISIC rev4)	9 746,0	9 790,0	9 791,0	9 965,0
	D1: Compensation of employees	D1VB_E: Industry, including energy (ISIC rev4) D1VC: of which: Manufacturing (ISIC rev4)	156 589,0	157 530,0	160 314,0	163 088,0
	D1: Compensation of employees	D1VF: Construction (ISIC rev4)	135 936,0	136 716,0	139 342,0	142 037,0
	D1: Compensation of employees	D1VG_I: Distributive trade, repairs; transport; accommod., food serv. (ISIC rev4)	68 943,0	69 182,0	71 151,0	73 463,0
	D1: Compensation of employees	D1VJ: Information and communication (ISIC rev4)	225 022,0	230 084,0	236 950,0	243 081,0
	D1: Compensation of employees	D1VK: Financial and insurance activities (ISIC rev4)	56 897,0	59 225,0	62 516,0	66 593,0
	D1: Compensation of employees	D1VL: Real estate activities (ISIC rev4)	50 213,0	51 027,0	52 798,0	54 319,0
	D1: Compensation of employees	D1VM_N: Prof., scientific, techn.; admin., support serv. activities (ISIC rev4)	14 859,0	15 464,0	16 221,0	16 648,0
	D1: Compensation of employees	D1VO_Q: Public admin.; compulsory s.s.; education; human health (ISIC rev4)	179 933,0	187 437,0	197 485,0	206 391,0
	D1: Compensation of employees	D1VR_U: Other service activities (ISIC rev4)	335 205,0	339 169,0	346 958,0	351 264,0
	D1: Compensation of employees	D11: Wages and salaries	44 015,0	44 380,0	45 657,0	46 721,0
	D1: Compensation of employees	D11: Wages and salaries	832 686,0	850 931,0	879 421,0	903 178,0
	D1: Compensation of employees	D11VA: Agriculture, forestry and fishing (ISIC rev4)	6 871,0	6 901,0	6 855,0	6 888,0
	D1: Compensation of employees	D11VB_E: Industry, including energy (ISIC rev4)	111 701,0	112 800,0	114 895,0	116 678,0
	D1: Compensation of employees	D11VB_E: Industry, including energy (ISIC rev4) D11VC: of which: Manufacturing (ISIC rev4)	99 172,0	100 136,0	102 212,0	103 960,0
	D1: Compensation of employees	D11VF: Construction (ISIC rev4)	54 802,0	55 000,0	56 406,0	58 218,0
	D1: Compensation of employees	D11VG_I: Distributive trade, repairs; transport; accommod., food serv.	172 011,0	176 363,0	182 112,0	186 719,0
	D1: Compensation of employees	D11VJ: Information and communication (ISIC rev4)	41 501,0	43 428,0	45 967,0	48 861,0
	D1: Compensation of employees	D11VK: Financial and insurance activities (ISIC rev4)	35 140,0	35 784,0	36 881,0	38 043,0
	D1: Compensation of employees	D11VL: Real estate activities (ISIC rev4)	11 354,0	11 833,0	12 460,0	12 687,0
	D1: Compensation of employees	D11VM_N: Prof., scientific, techn.; admin., support serv. activities (ISIC rev4)	136 773,0	143 112,0	151 351,0	157 974,0
	D1: Compensation of employees	D11VO_Q: Public admin.; compulsory s.s.; education; human health	228 658,0	231 498,0	237 337,0	241 106,0
	D1: Compensation of employees	D11VR_U: Other service activities (ISIC rev4)	33 875,0	34 213,0	35 157,0	36 004,0
	D12: Employers' social contributions	D12: Employers' social contributions	308 735,0	312 356,0	320 420,0	328 354,0
	D12: Employers' social contributions	D12VA: Agriculture, forestry and fishing (ISIC rev4)	2 875,0	2 889,0	2 936,0	3 077,0
	D12: Employers' social contributions	D12VB_E: Industry, including energy (ISIC rev 4)	44 888,0	44 730,0	45 419,0	46 410,0
	D12: Employers' social contributions	D12VB_E: Industry, including energy (ISIC rev 4) D12VC: of which: Manufacturing (ISIC rev 4)	36 764,0	36 580,0	37 130,0	38 077,0
	D12: Employers' social contributions	D12VF: Construction (ISIC rev4)	14 141,0	14 182,0	14 745,0	15 245,0
	D12: Employers' social contributions	D12VG_I: Distributive trade, repairs; transport; accommod., food serv.	53 011,0	53 721,0	54 838,0	56 362,0
	D12: Employers' social contributions	D12VJ: Information and communication (ISIC rev4)	15 396,0	15 797,0	16 549,0	17 732,0



# Emissions CO2 par pays et par secteur

	Energy	Energy indus	Energy Manu	Energy Othe	Transport	Fugitive emis	CO2 from tr	Other	Residential a	Waste	Agriculture	Industrial pro
Year	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
Country												
Australia	430 583,02	214 601,39	40 950,89	828,14	100 085,73	49 489,43			24 627,44	12 587,57	75 154,74	31 406,62
Austria	54 591,94	10 067,39	10 813,42	51,82	24 453,30	370,34			8 835,68	1 310,80	7 253,77	15 471,13
Belgium	85 558,80	20 078,74	13 753,27	115,67	26 211,08	659,78			24 740,26	1 386,71	9 378,10	21 571,13
Canada	587 515,62	188 932,25	63 627,82	287,36	184 874,56	54 799,16	0,28		94 994,19	27 187,97	59 426,82	54 345,48
Chile	86 954,26	33 746,06	15 672,85	8 920,69	28 614,67					6 957,61	11 789,42	6 611,33
Colombia	..	..	..	..	..					..	..	..
Costa Rica	..	..	..	..	..					..	..	..
Czech Republic	98 486,11	52 942,98	9 927,67	322,28	18 903,64	3 245,51			13 144,03	5 294,73	8 490,15	16 283,63
Denmark	35 316,53	11 691,77	4 085,24	222,75	13 725,01	366,79			5 224,96	1 239,34	10 916,93	2 148,50
Estonia	17 852,16	13 671,86	767,99	50,36	2 453,31	22,37			936,63	307,72	1 420,49	626,00
Finland	42 132,84	18 676,19	6 816,84	991,25	11 663,73	120,98			3 863,86	1 819,81	6 484,85	5 844,32
France	309 026,14	41 006,45	53 965,82	1 428,29	133 135,27	4 096,41			75 393,90	18 193,20	74 381,42	50 433,69
Germany	720 536,19	299 337,66	126 409,60	753,06	163 924,72	8 555,62			121 555,54	9 612,73	62 487,32	63 254,17
Greece	67 303,33	38 266,50	5 125,22	124,22	17 444,42	926,05			5 416,93	4 799,76	7 806,03	12 399,23
Hungary	46 445,03	13 093,15	5 208,58	73,69	13 870,54	1 854,64			12 344,44	3 435,26	7 146,32	7 708,80
Iceland	1 912,88	2,38	150,26	0,53	1 039,99	159,78			559,94	254,86	631,91	2 022,54
Ireland	37 030,03	10 552,07	4 684,92		12 237,00	80,41			9 475,65	908,85	21 351,15	3 235,98
Israel	63 129,85	37 272,59	6 244,62	914,13	18 698,50					6 382,55	2 187,86	6 883,64
Italy	345 962,37	96 067,67	54 272,17	351,30	104 344,56	7 394,64			83 532,03	18 331,59	29 685,57	34 569,82
Japan	1 092 667,84	474 078,11	269 266,27		204 819,71	1 163,20			143 340,54	20 697,65	31 584,00	100 071,40
Korea	632 376,09	287 614,10	186 596,10	60 054,52	98 111,38					17 092,40	21 190,51	56 974,29
Lithuania	11 877,51	2 447,77	1 265,53	20,46	6 077,07	522,74			1 543,93	857,18	4 231,15	3 184,26
Latvia	7 686,53	1 932,70	757,04	20,05	3 350,87	91,07			1 534,80	583,32	2 096,93	893,93
Luxembourg	9 111,46	232,69	1 162,44	0,12	6 027,05	31,15			1 658,02	82,71	713,75	657,31
Mexico	..	..	..	..	..					..	..	..
Netherlands	155 471,62	59 866,99	27 906,21	154,32	31 497,38	1 580,45			34 466,27	2 986,66	17 934,85	9 925,42
New Zealand	32 551,93	4 636,96	6 866,63		16 215,89	1 762,83		3,64	3 069,61	3 365,29	39 470,54	5 186,91
Norway	37 296,13	15 448,97	2 938,28	149,12	13 032,77	2 775,22	13,99		2 937,79	1 140,61	4 476,41	9 298,31
Poland	340 942,38	163 429,25	31 717,20		65 115,22	24 051,31			56 629,39	12 490,66	33 980,30	24 438,84
Portugal	48 484,07	17 873,63	7 639,28	59,18	17 258,14	1 121,91			4 531,93	4 570,32	6 799,67	7 277,73
Slovak Republic	28 208,27	7 430,52	7 633,27	89,08	7 738,65	454,57			4 862,18	1 666,38	2 730,83	9 553,64
Slovenia	14 163,56	4 804,34	1 774,12	3,91	5 844,31	389,71			1 347,17	443,24	1 700,56	1 214,37
Spain	253 528,24	72 254,46	46 408,82	451,32	90 265,62	4 048,29			40 099,73	14 067,25	37 794,58	27 860,35
Sweden	36 770,99	9 505,92	6 975,43	169,63	16 804,10	882,98			2 432,92	1 204,34	6 872,71	7 322,18
Switzerland	35 205,41	3 360,28	4 791,48	126,58	14 919,40	216,01		13,52	11 791,66	763,89	5 958,15	4 428,75

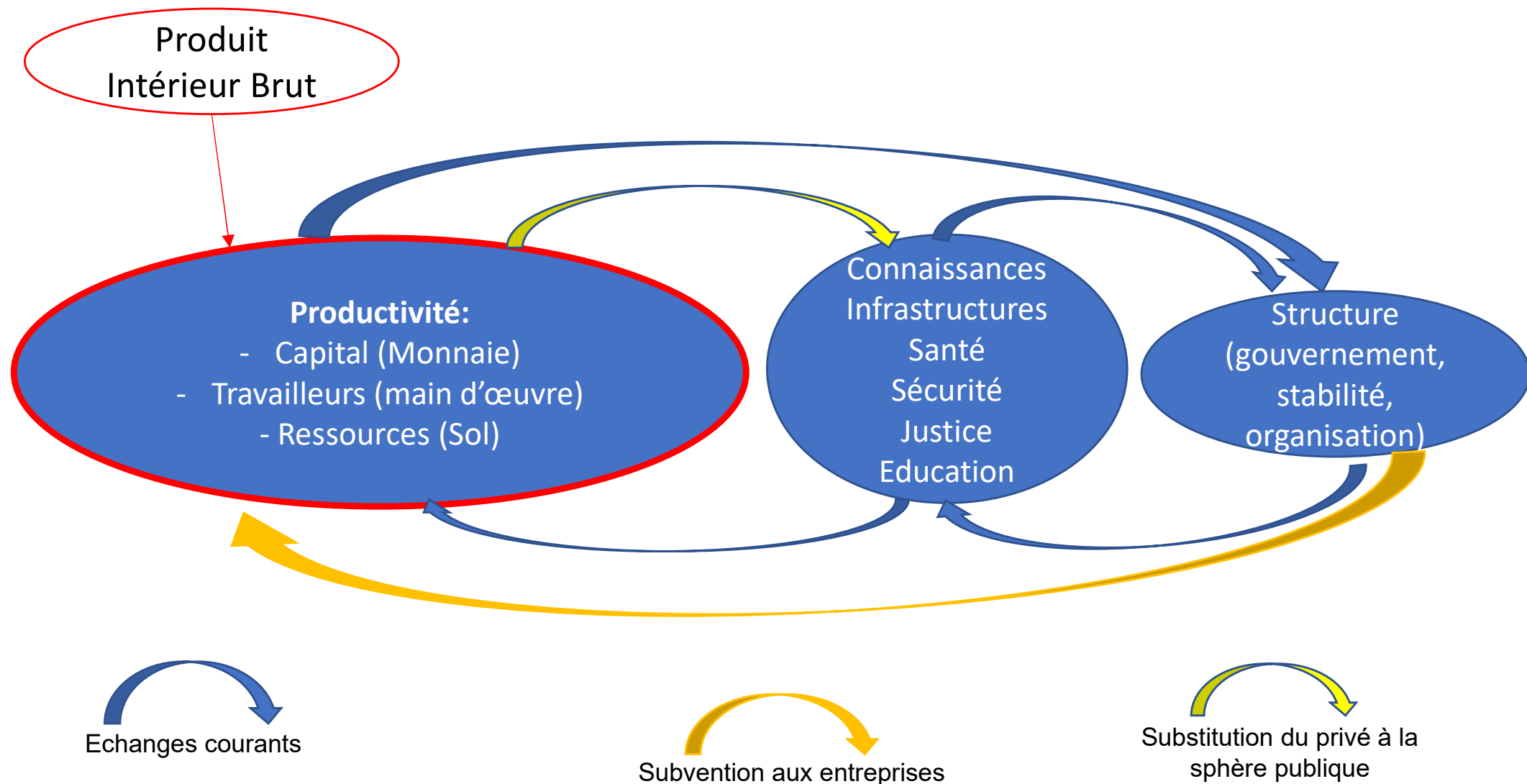
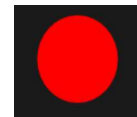
# Emissions CO2 par pays



Data source: Global Carbon Budget (2022)

[OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions](https://OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions) | CC BY

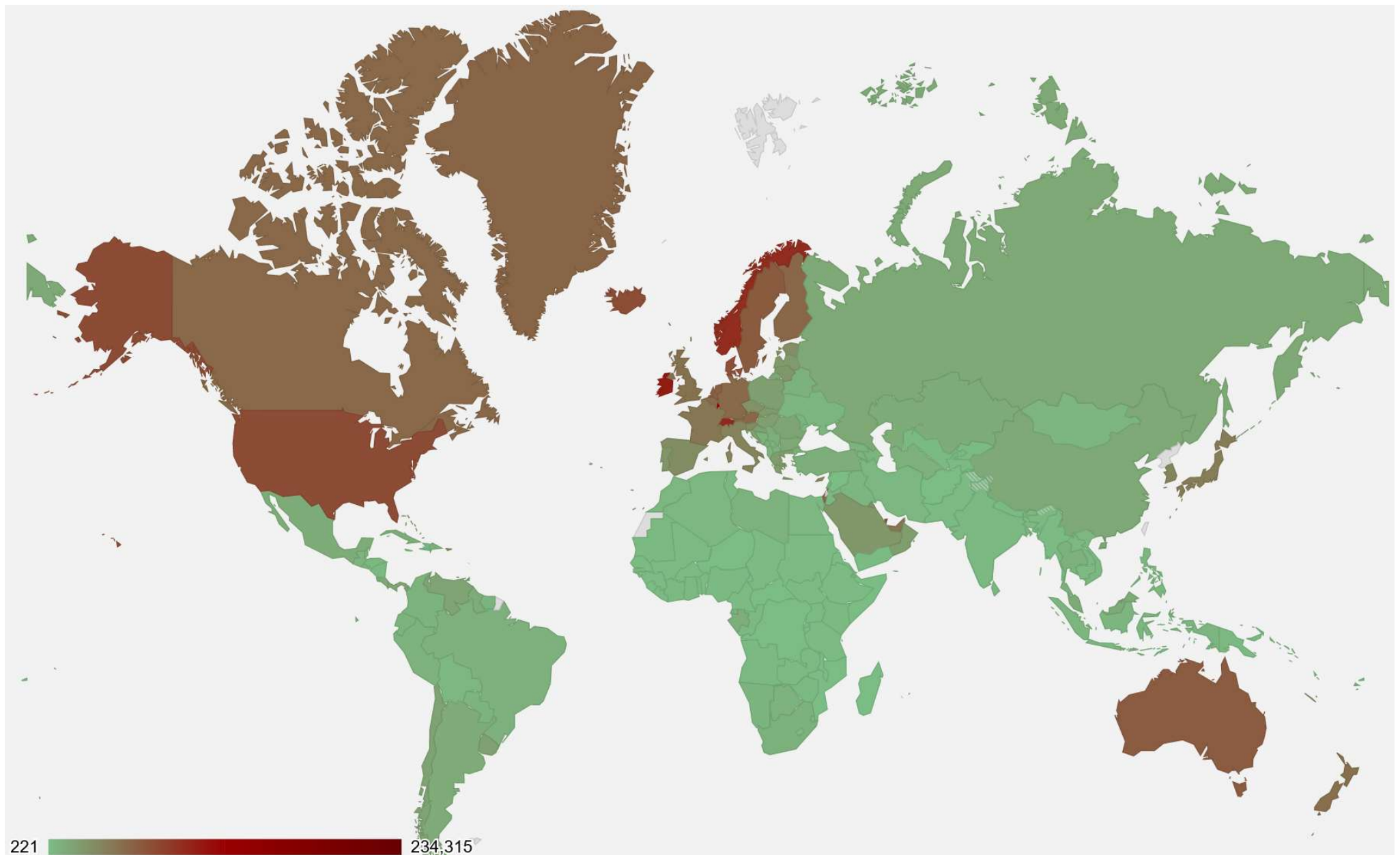
# Produit intérieur brut mondial ou national (PIB)



PIB: Produit Intérieur Brut. Quantité annuelle de richesse produite pour une zone géographique

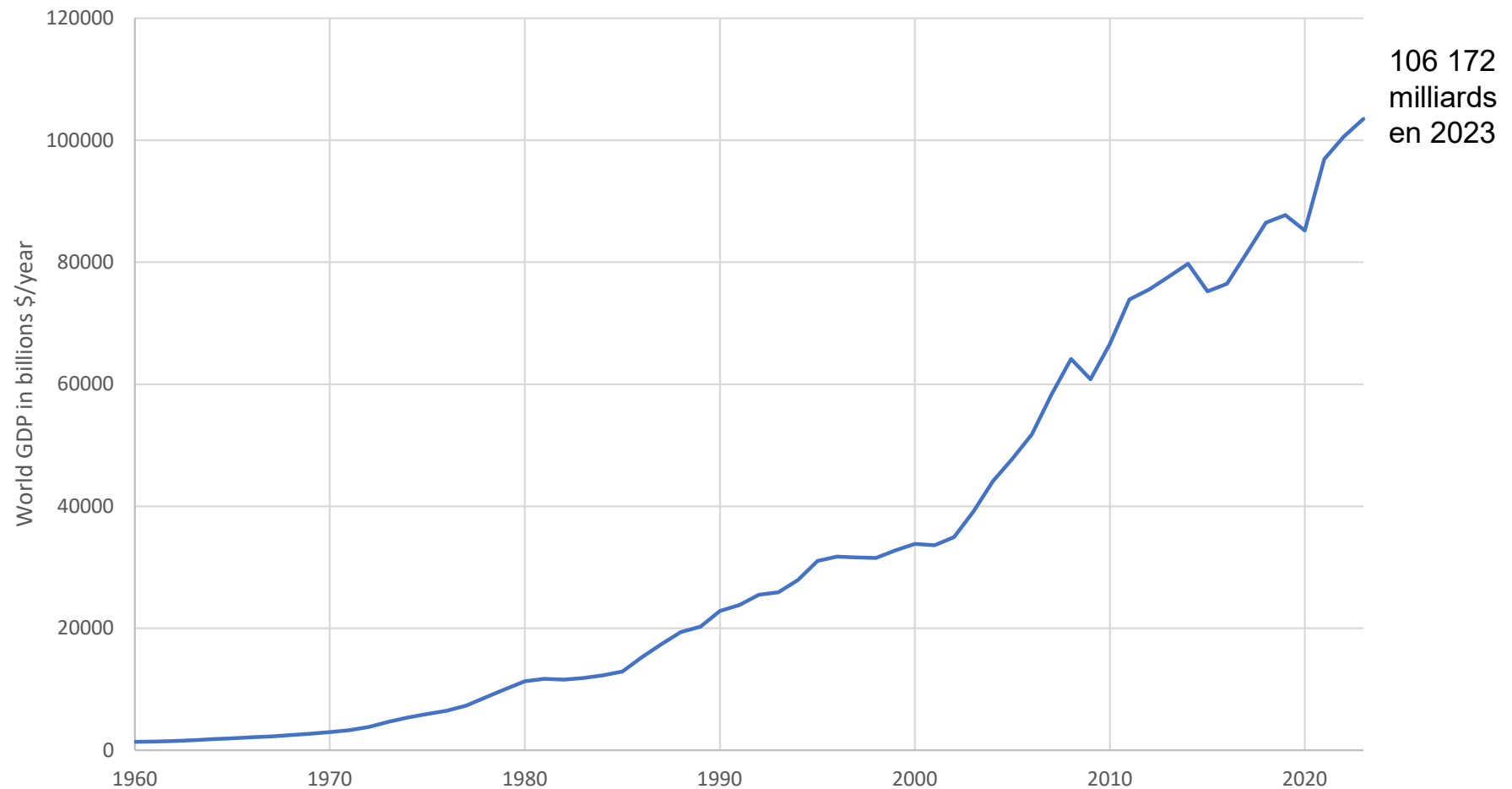


# Production de richesse dans le monde





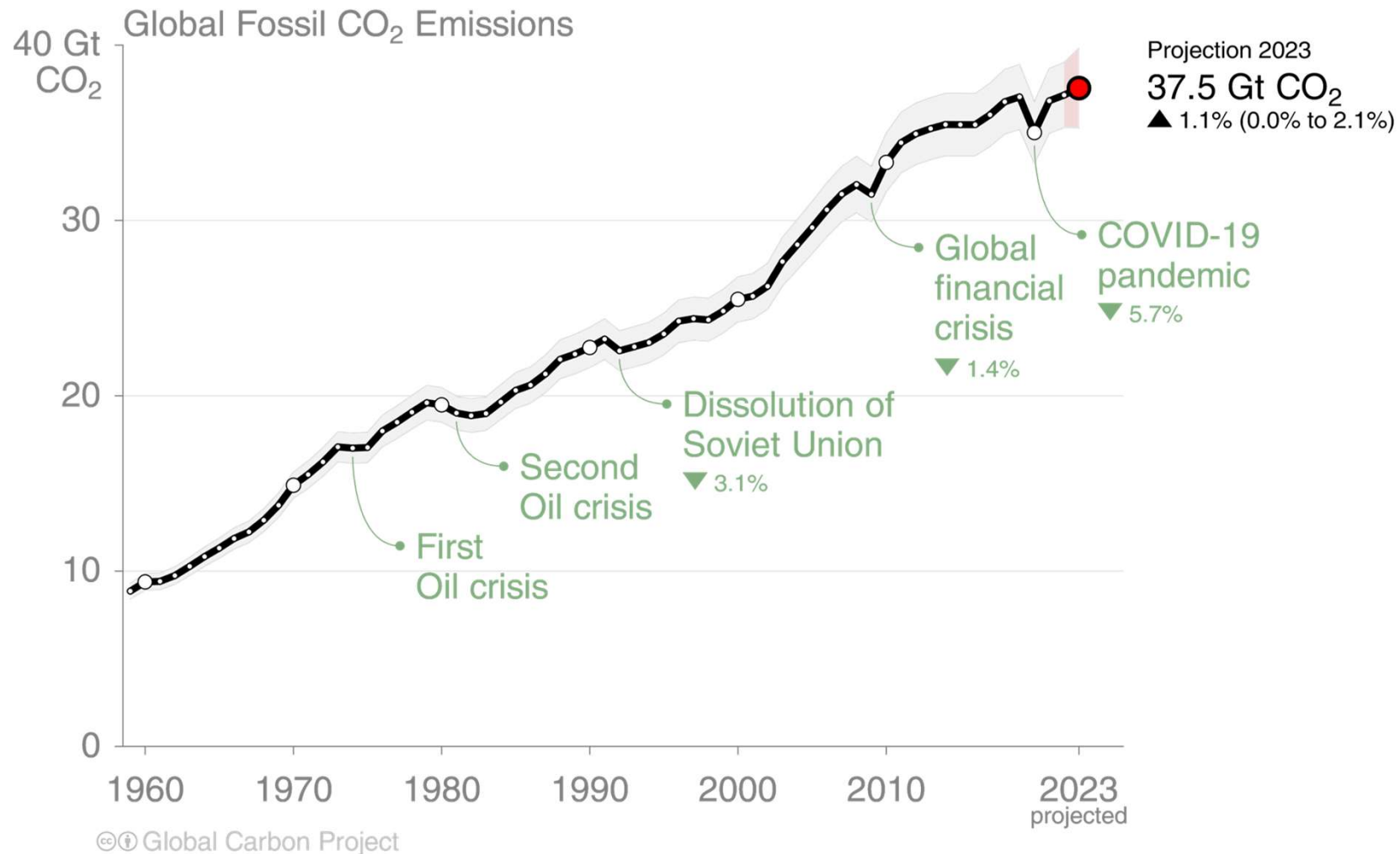
# L'économie mondiale au fil du temps



Le PIB Mondial a augmenté considérablement depuis 1960. Il a atteint 106 172 milliards de dollars en 2023.

Ce n'est que lors des crises économiques ou sanitaires qu'il a parfois diminué.

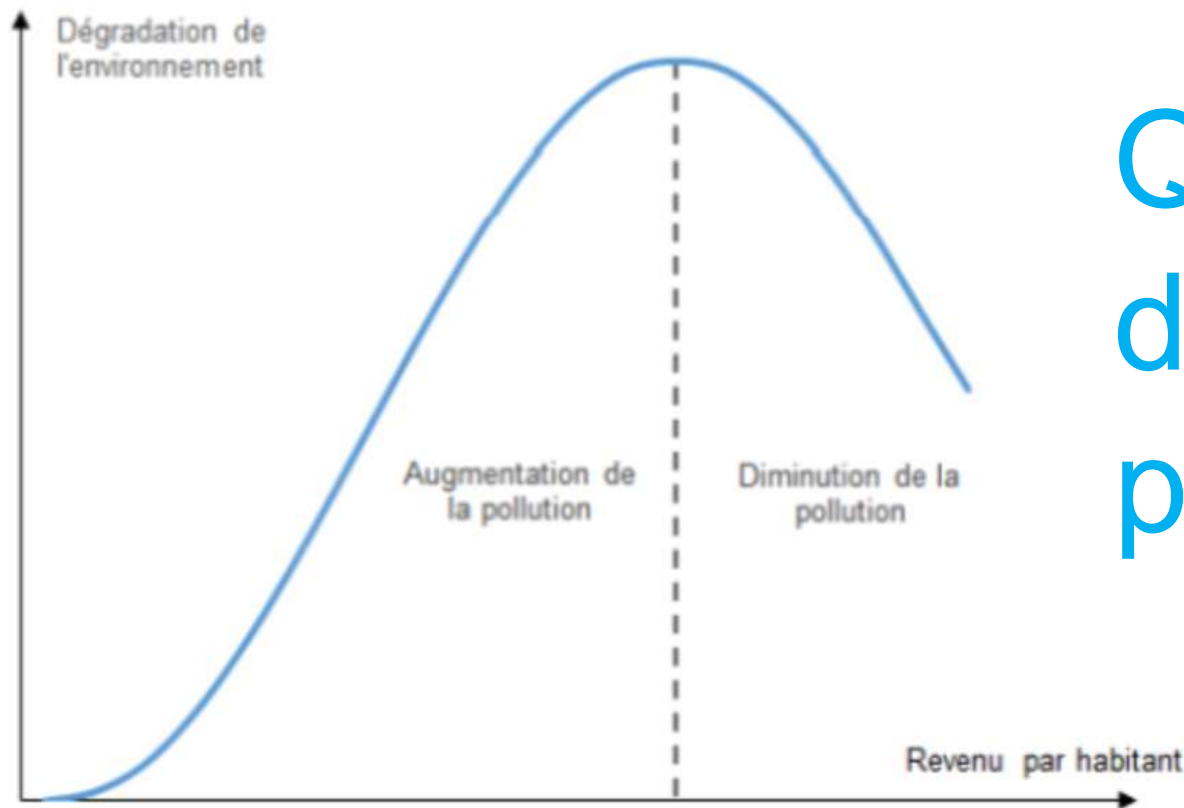
# Emissions fossiles de CO<sub>2</sub> de 1960 à 2023



La diminution des émissions de CO<sub>2</sub> fossile n'a jamais été volontaire.

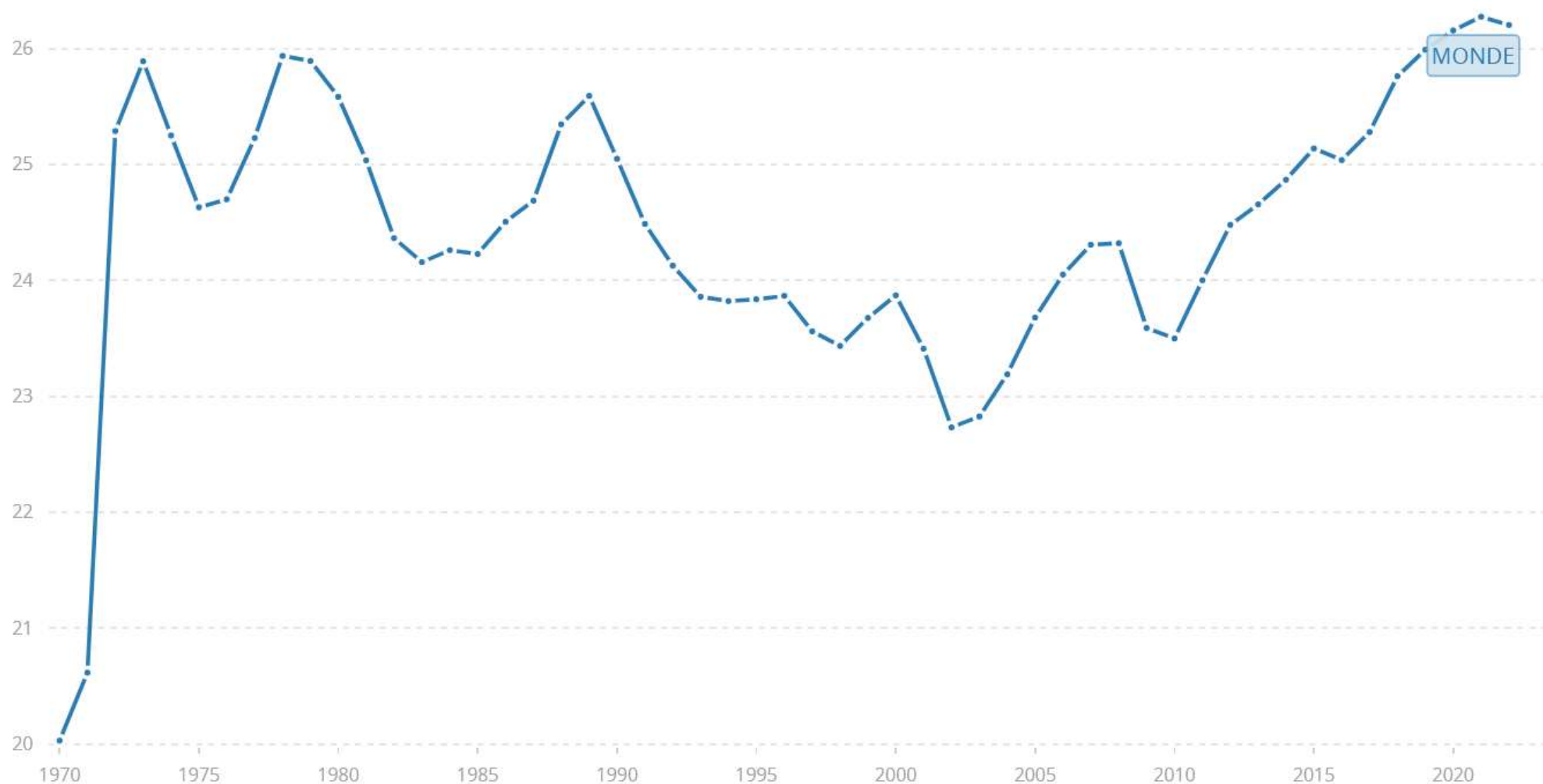
De 22 à 23 : les émissions de CO<sub>2</sub> en Europe ont diminuées de 0,2 milliards de tonnes, dans le même temps, celles des bunkers (aviation et transport international) ont augmentés de la 0,2 milliards de tonnes.

# Economie et émissions de GES (Gaz à Effet de Serres ou GHG en anglais)



Quel  
découplage  
possible?

# La formation brute de capital fixe



Source Banque Mondiale

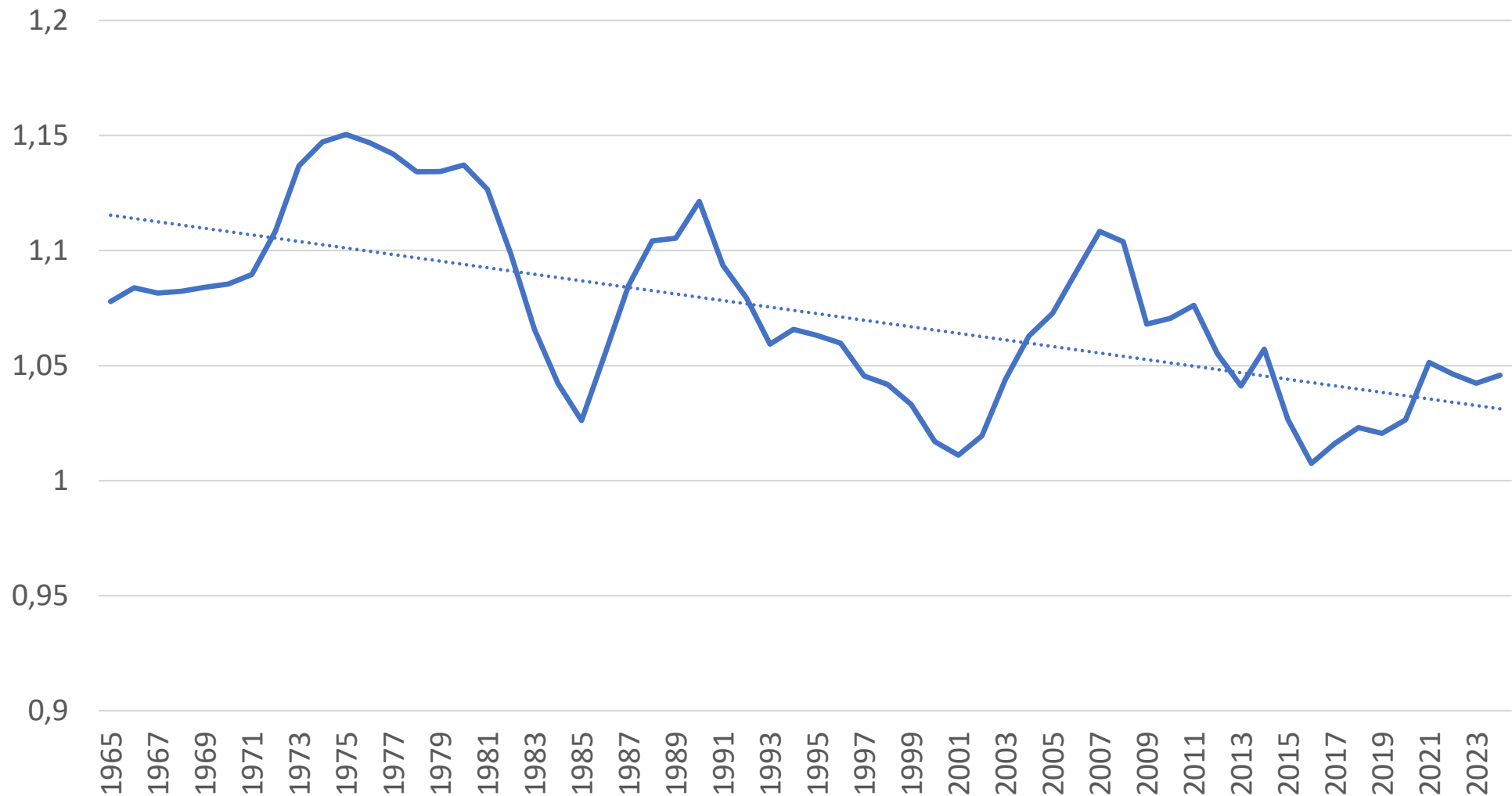


# Obsolescence et opulence, les Charybde et Scylla de l'ère industrielle



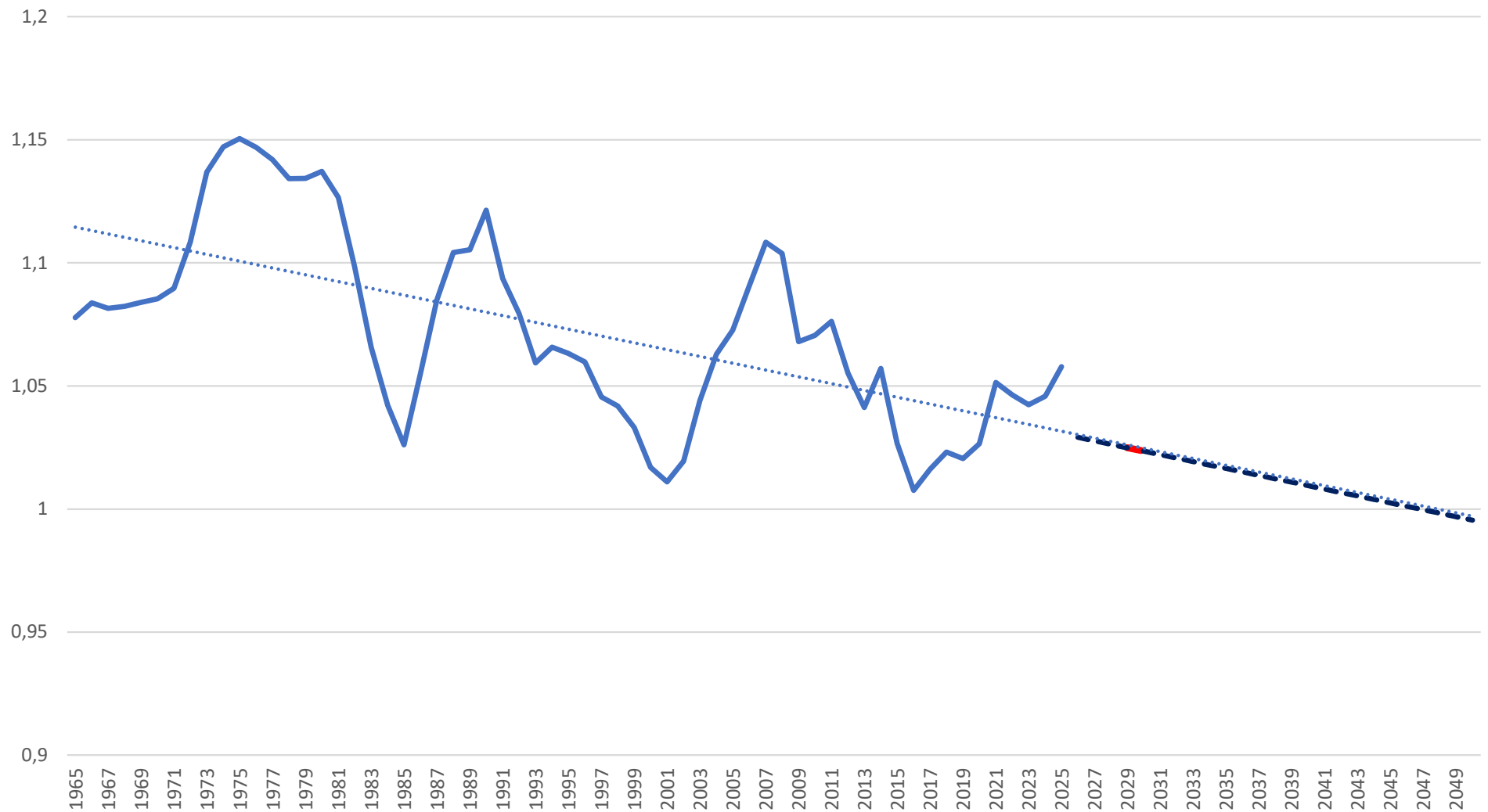
Charybde et Scylla. Ernest Ary Renan (1857- 1900), Musée de la vie romantique (Paris).

# Evolution de la croissance mondiale de 1965 à 2025

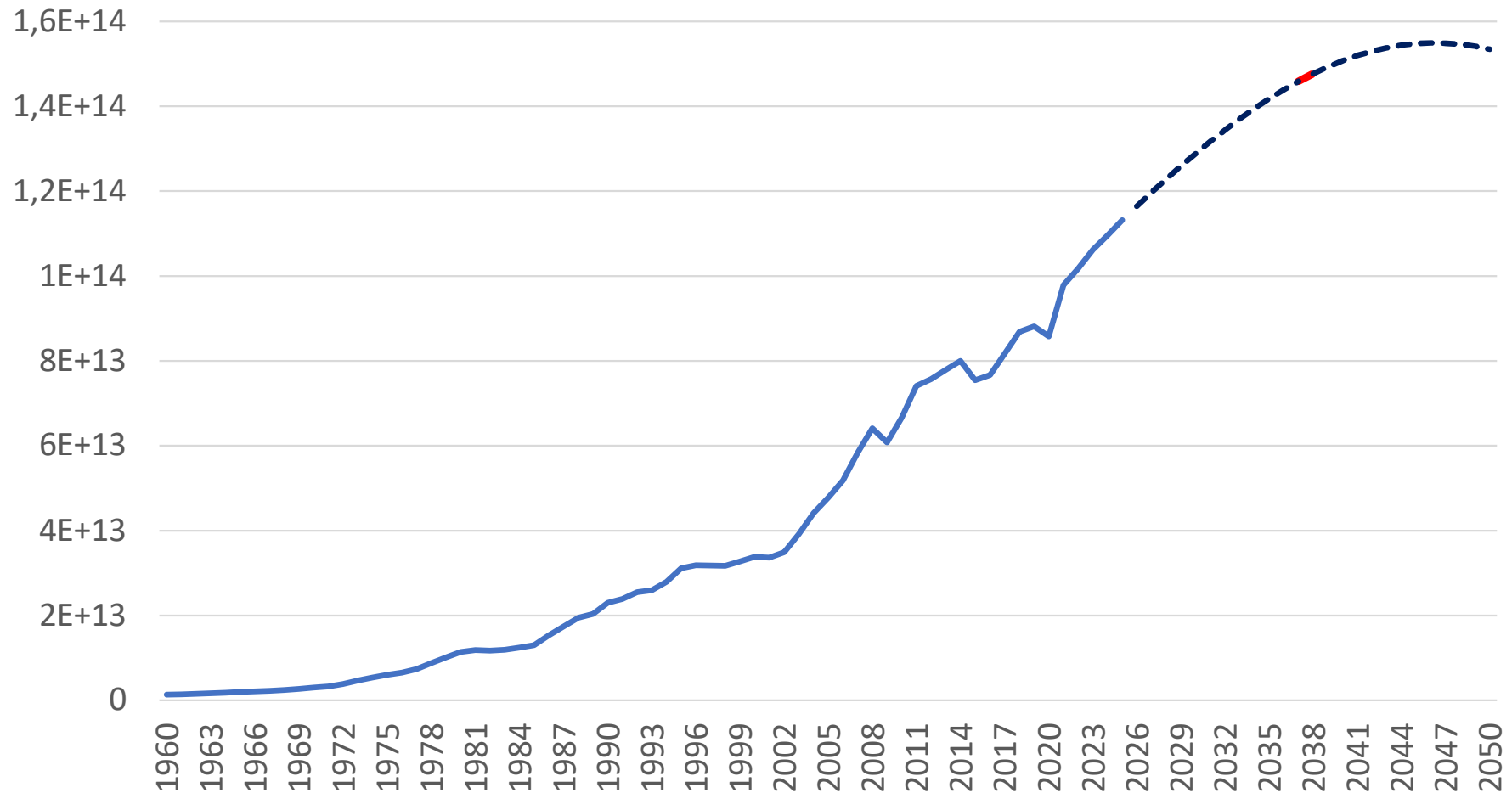


Données Banque Mondiale, Moyenne pondérée sur 5 ans.

# Projection de la croissance mondiale à l'horizon 2050



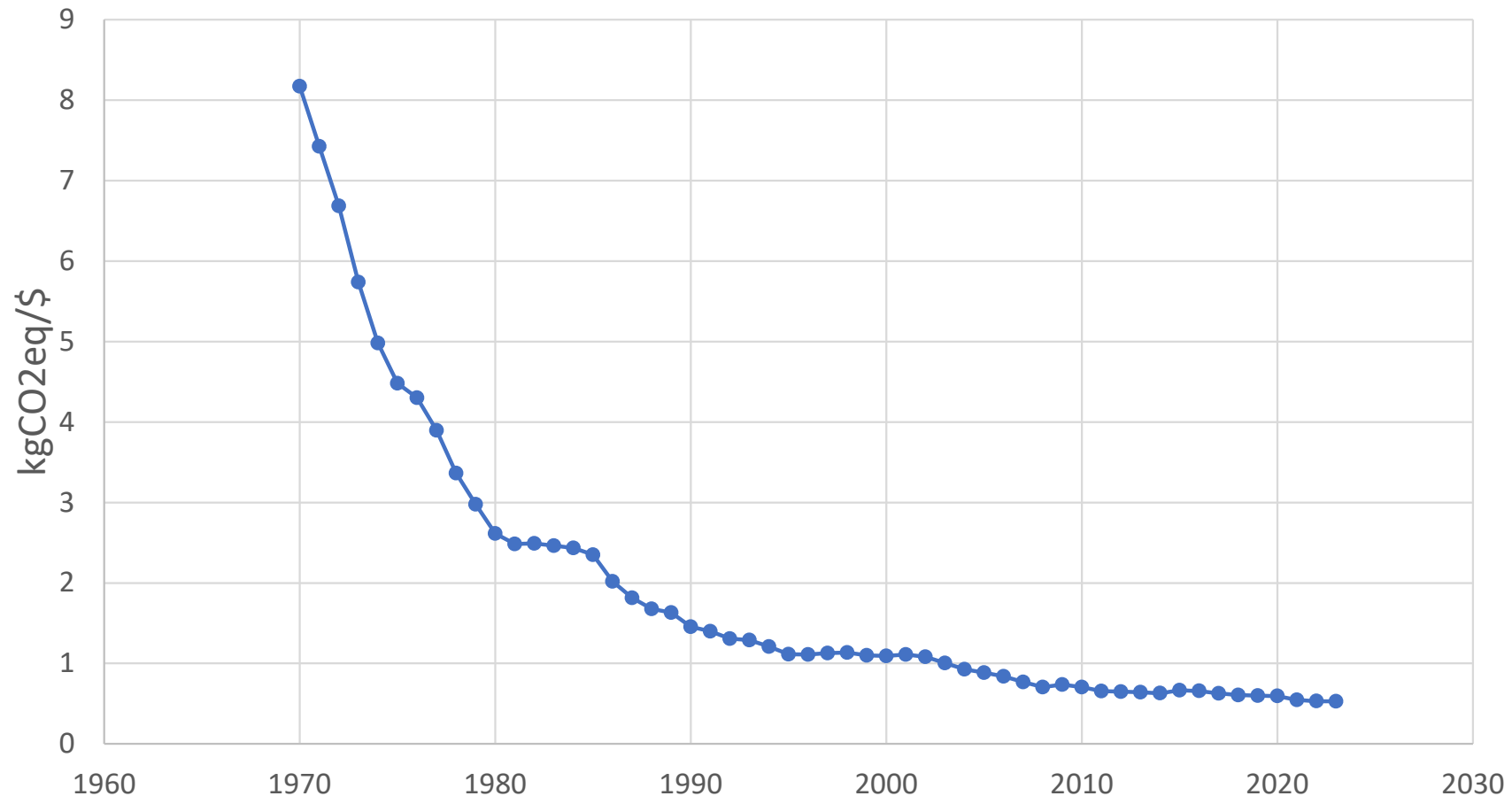
# Projection du PIB mondial à l'horizon 2050



Hypothèse : Extrapolation de la regression linéaire de la croissance Mondiale sur la période 1960-2024

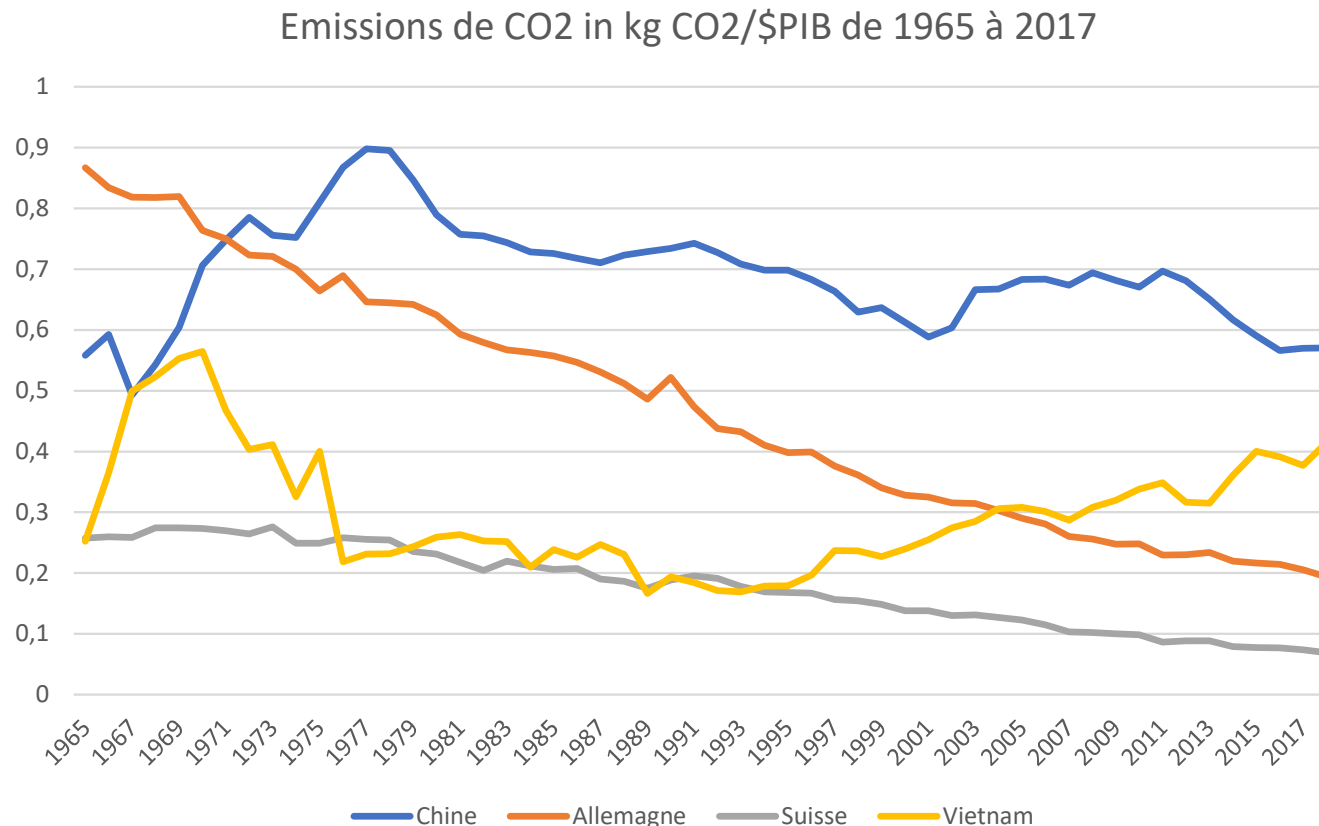


# Evolution de l'intensité carbone mondiale de l'économie depuis 1970



Depuis 1970, l'intensité carbone de l'économie s'est largement améliorée mais elle est relativement stable depuis les années 1990  
En 2023, elle est estimée à 0,529 kg de CO2eq émis par \$ dépensé.

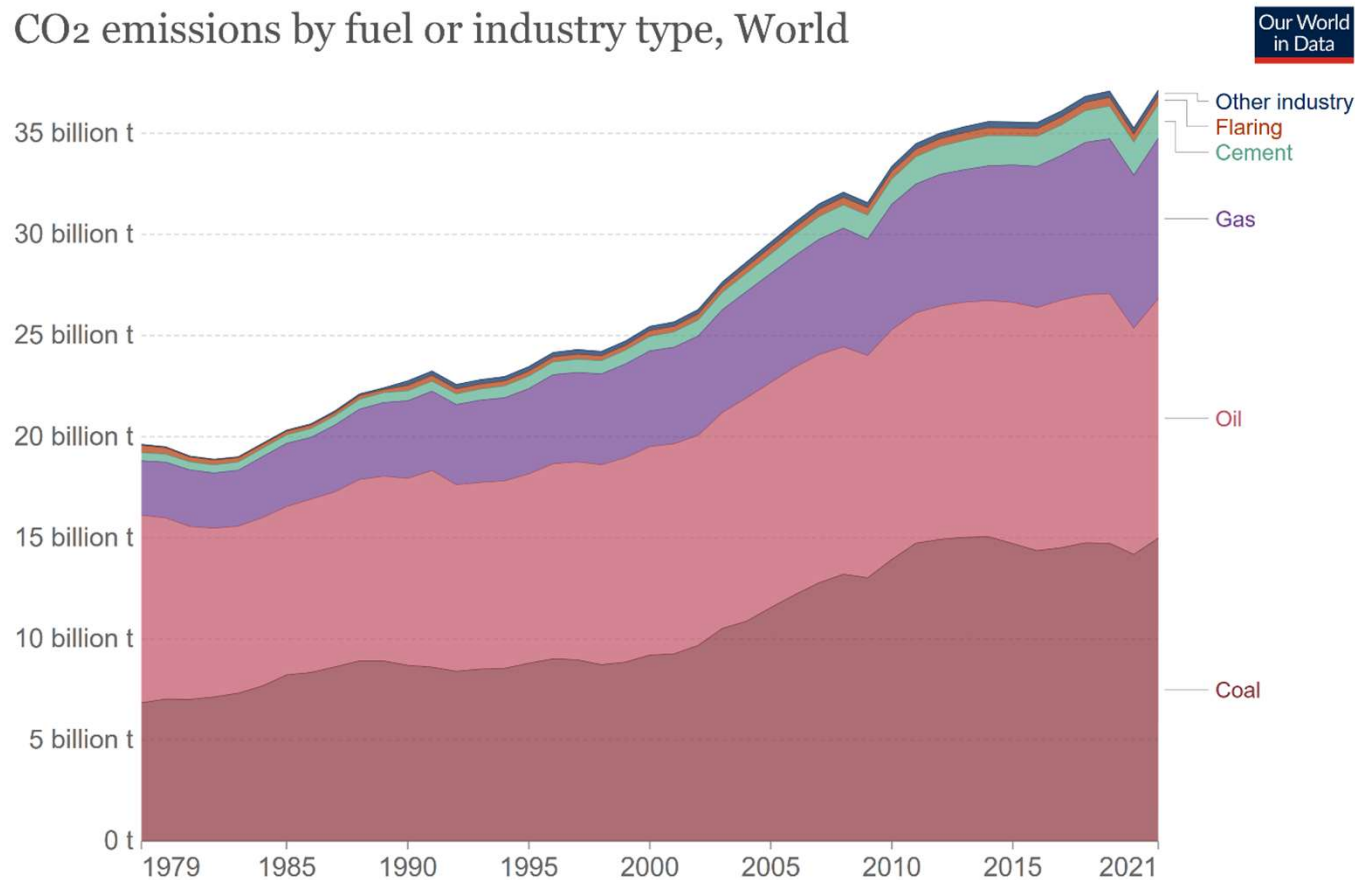
# L'intensité carbone de l'économie pour 4 pays



- Depuis le choc pétrolier de 1973 l'intensité carbone de l'économie s'améliore (émissions mondiales par \$ ont en moyenne été divisés par 2 en 50 ans).
- L'intensité carbone de l'économie a été divisée par trois en 50 ans en Allemagne et par 3,5 en Suisse pendant la même période.
- En Chine, les émissions de CO2/\$ ont montées jusqu'en 1979 puis diminuées depuis l'ouverture de l'économie.
- L'intensité carbone de l'économie Vietnamienne a baissée de 1970 à 1990 (diminution d'un facteur 3,5 en 20 ans) puis est ensuite remontée de 1990 à 2017.
- En 2023, chaque dollar dépensé en Moyenne dans le monde génère une émission de 0,534 kgCO2eq. Cette valeur correspond à l'intensité carbone de l'activité économique mondiale.

# Le changement climatique : un enjeu planétaire

CO<sub>2</sub> emissions by fuel or industry type, World



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

- La croissance des émissions de Carbone suit la croissance de l'économie avec une légère atténuation.
- Elle dépend quasi totalement de la combustion des énergies fossiles.
- Les seules diminutions des émissions de CO<sub>2</sub> sont "subies" lors de crises économiques ou sanitaires (1980, 1990, 2008, 2015, 2020)
- A l'échelle mondiale, il n'y a pas d'exemple de découplage entre la croissance et les émissions de GES.

# Les émissions de CO2 par pays – selection 4 pays

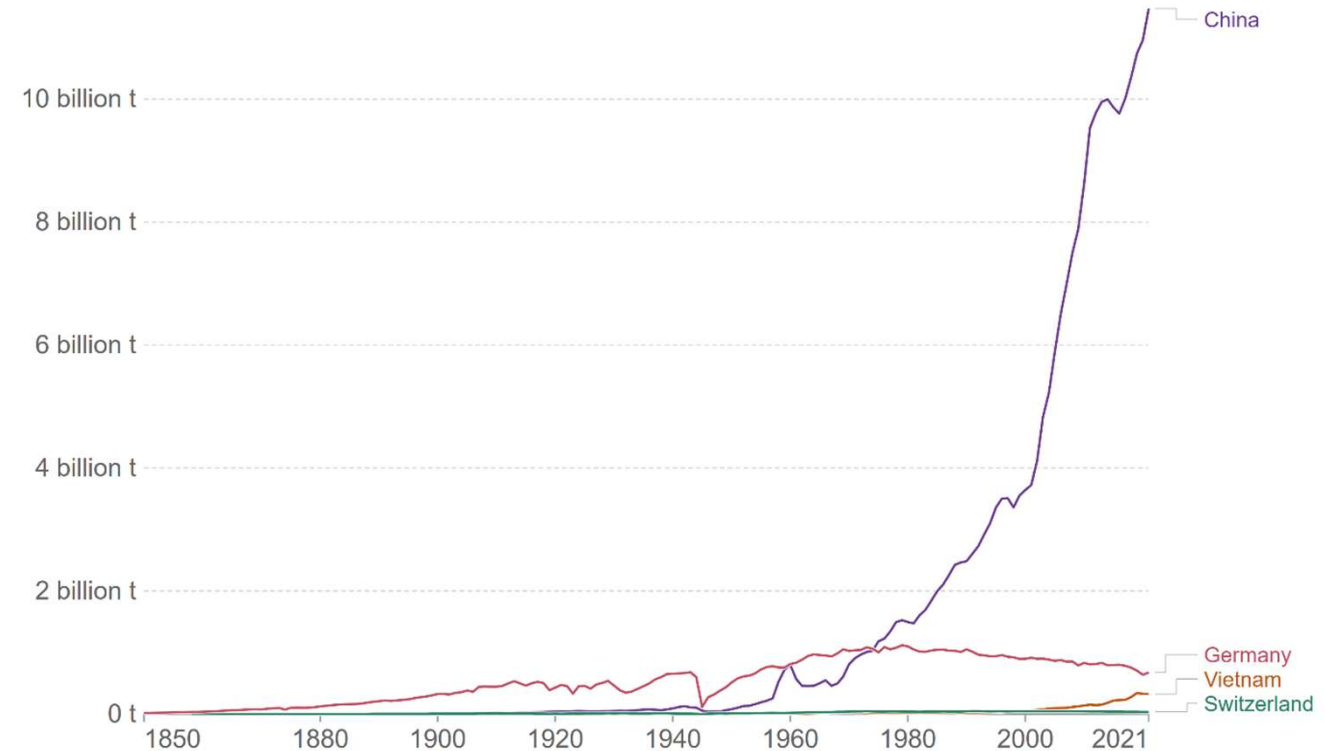
“Les émissions de CO2 par pays soulignent l’augmentation des émissions de la Chine (les émissions de la chine ont dépassées celles des USA en 2006).

Elle suivent assez fidèlement les moments déterminants de l’histoire de chaque pays.

## Annual CO2 emissions

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from fossil fuels and industry<sup>1</sup>. Land use change is not included.

Our World  
in Data



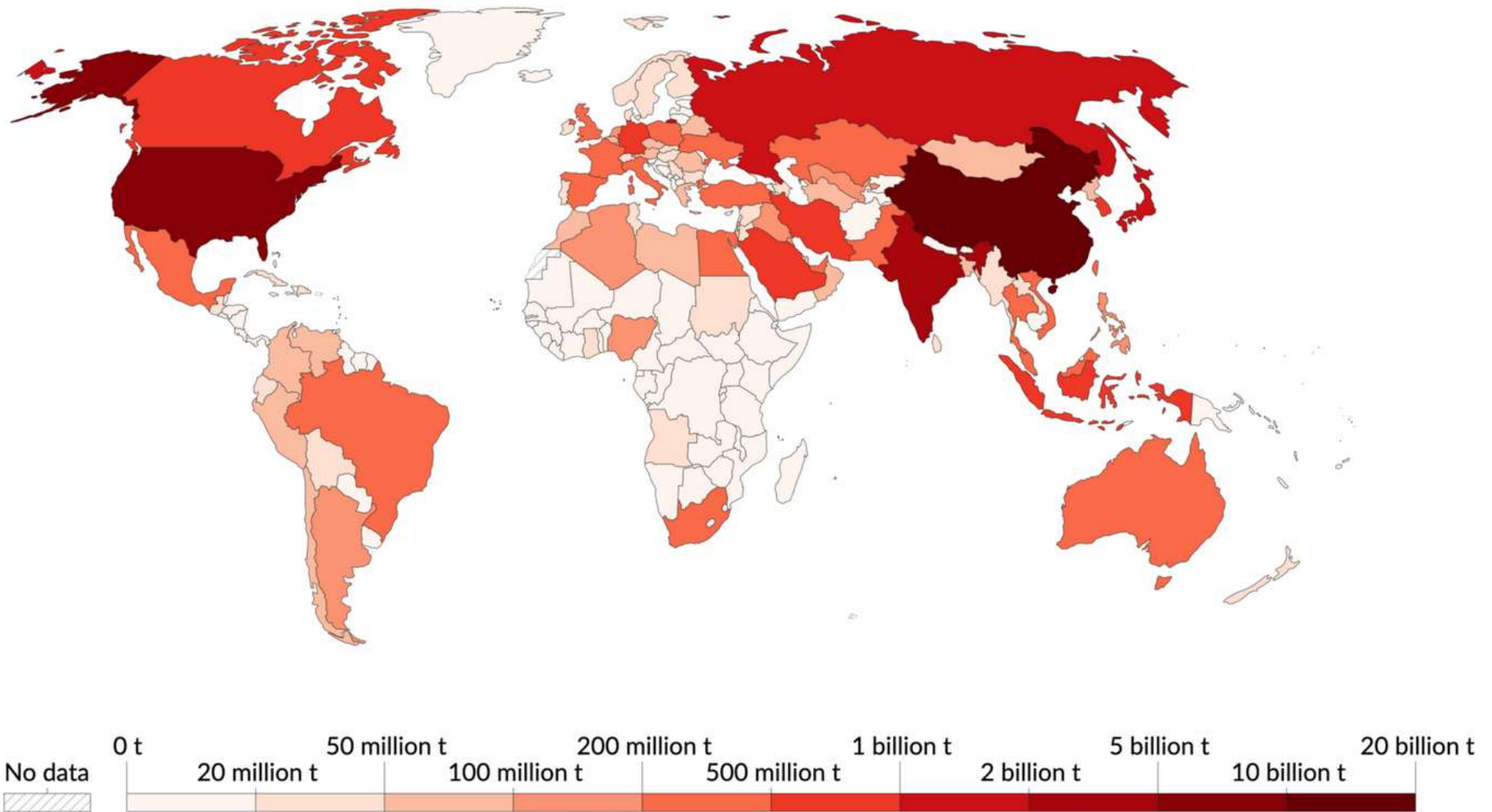
Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

**1. Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO<sub>2</sub> includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.



# World emissions of fossile CO2



Data source: Global Carbon Budget (2022)

[OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions](https://OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions) | CC BY

# Les émissions de CO2 par habitant – selection 4 pays

Les émissions de GES par habitant de 1990 à 2021 montrent une augmentation pour les pays en développement (e.g. Chine, Vietnam)

Une diminution constante pour les pays développés.

Ces chiffres soulignent l'influence de la délocalisation de la production manufacturière liée à la mondialisation.

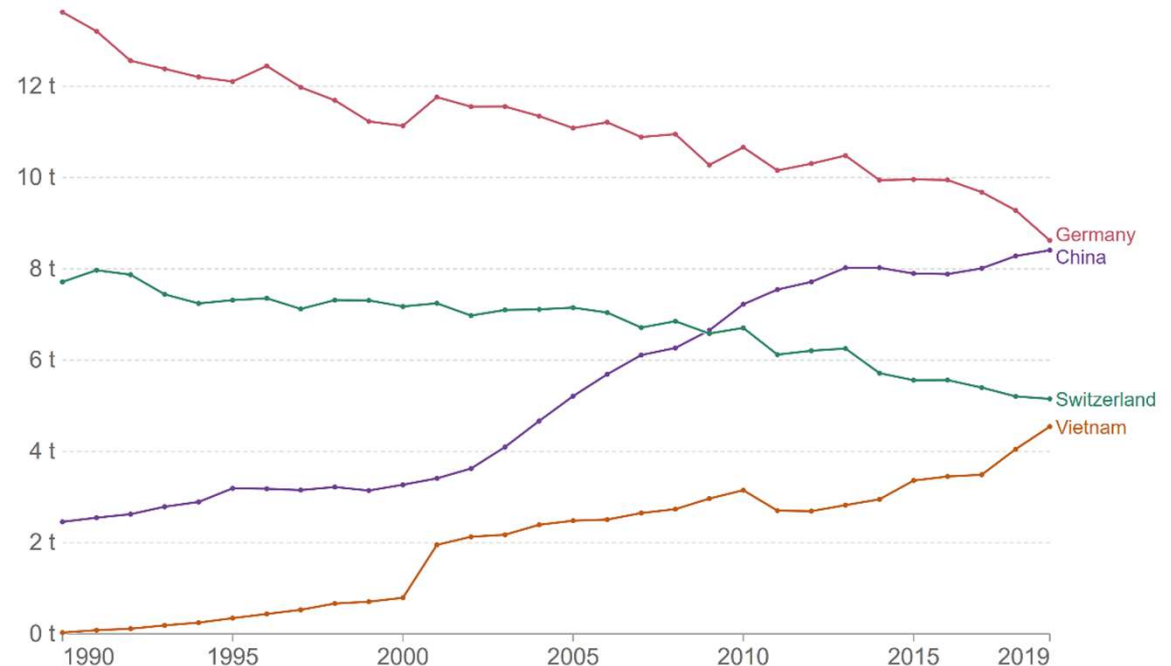
Les émissions de GES par habitant sont voisines pour l'Allemagne et la Chine.

Les émissions pour la Suisse et le Vietnam sont également proches.

## Per capita greenhouse gas emissions

Emissions are measured in carbon dioxide-equivalents<sup>1</sup>. Emissions from land use change – which can be positive or negative – are taken into account.

Our World  
in Data

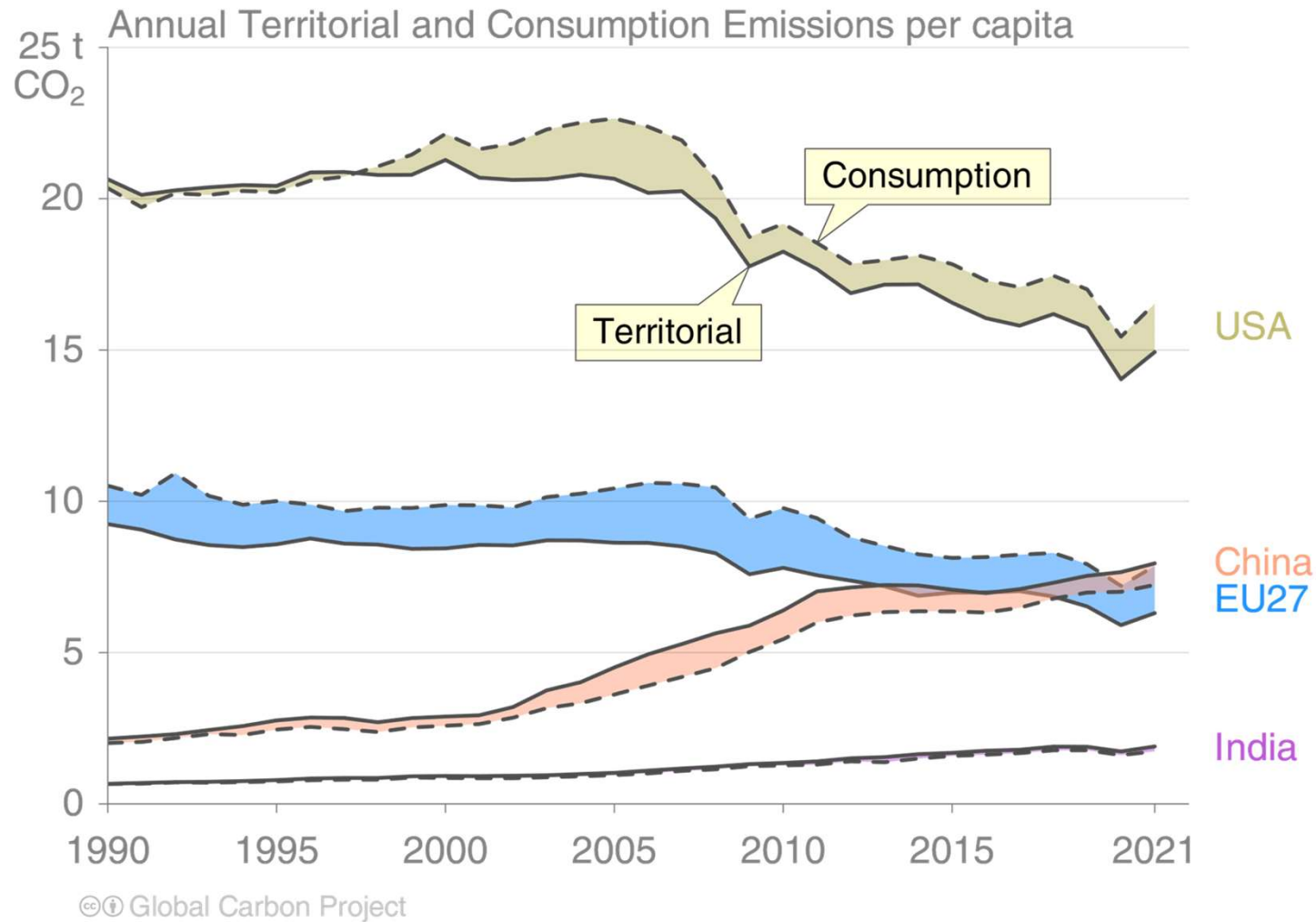


Source: CAIT Climate Data Explorer via Climate Watch

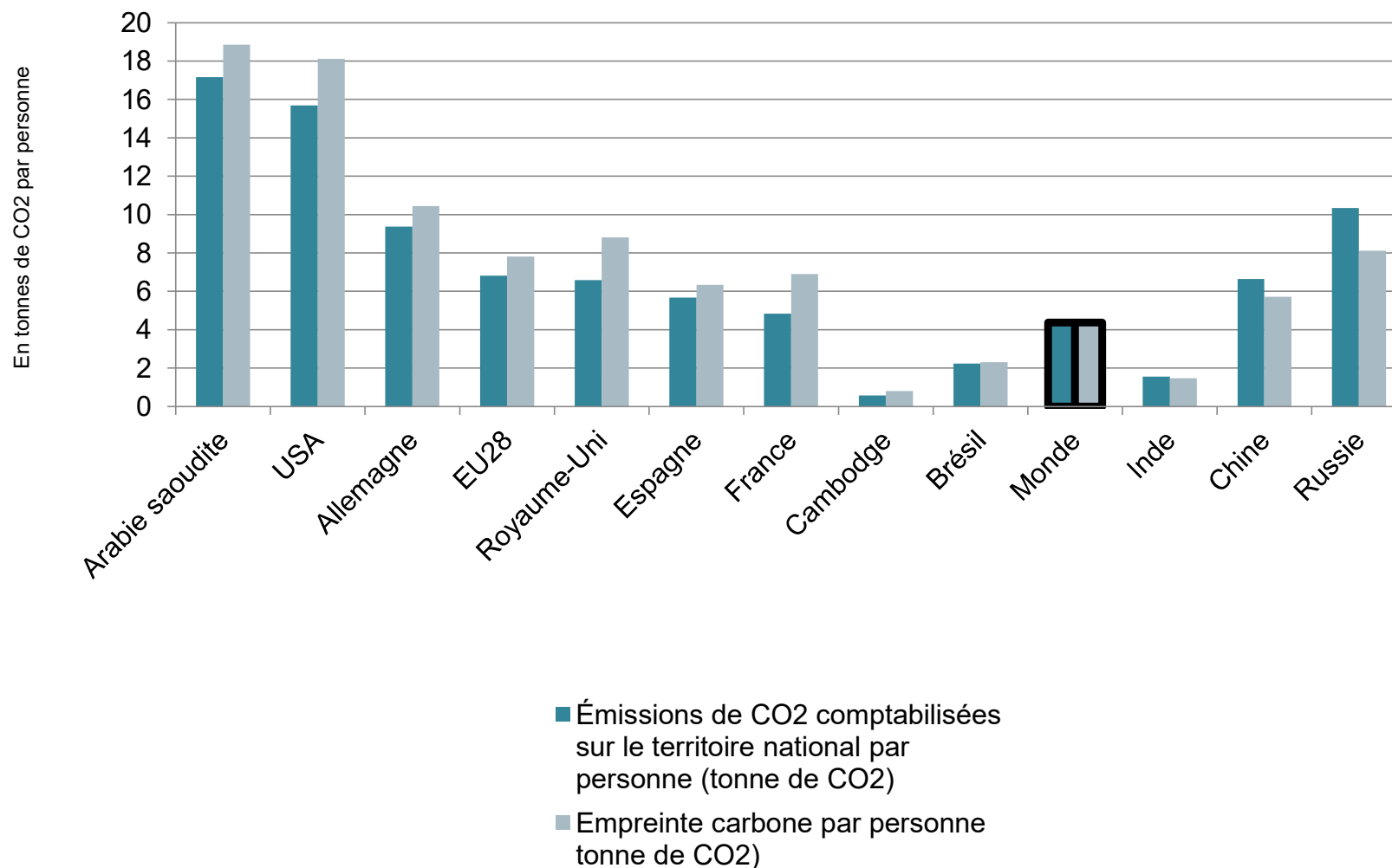
OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. Carbon dioxide-equivalents (CO<sub>2</sub>eq): Carbon dioxide is the most important greenhouse gas, but not the only one. To capture all greenhouse gas emissions, researchers express them in 'carbon dioxide-equivalents' (CO<sub>2</sub>eq). This takes all greenhouse gases into account, not just CO<sub>2</sub>. To express all greenhouse gases in carbon dioxide-equivalents (CO<sub>2</sub>eq), each one is weighted by its global warming potential (GWP) value. GWP measures the amount of warming a gas creates compared to CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> is given a GWP value of one. If a gas had a GWP of 10 then one kilogram of that gas would generate ten times the warming effect as one kilogram of CO<sub>2</sub>. Carbon dioxide-equivalents are calculated for each gas by multiplying the mass of emissions of a specific greenhouse gas by its GWP factor. This warming can be stated over different timescales. To calculate CO<sub>2</sub>eq over 100 years, we'd multiply each gas by its GWP over a 100-year timescale (GWP100). Total greenhouse gas emissions – measured in CO<sub>2</sub>eq – are then calculated by summing each gas' CO<sub>2</sub>eq value.

# Fossil fuel emissions versus footprint over time



# Empreintes carbone dans le monde



COMPARAISON D'EMPREINTES ET D'INVENTAIRES EN 2015 (CO2 D'ORIGINE ENERGETIQUE UNIQUEMENT)  
Source : OCDE. Traitements : SDES, 2017



# Impact du sur le changement climatique et Gaz à Effet de Serre (GES)

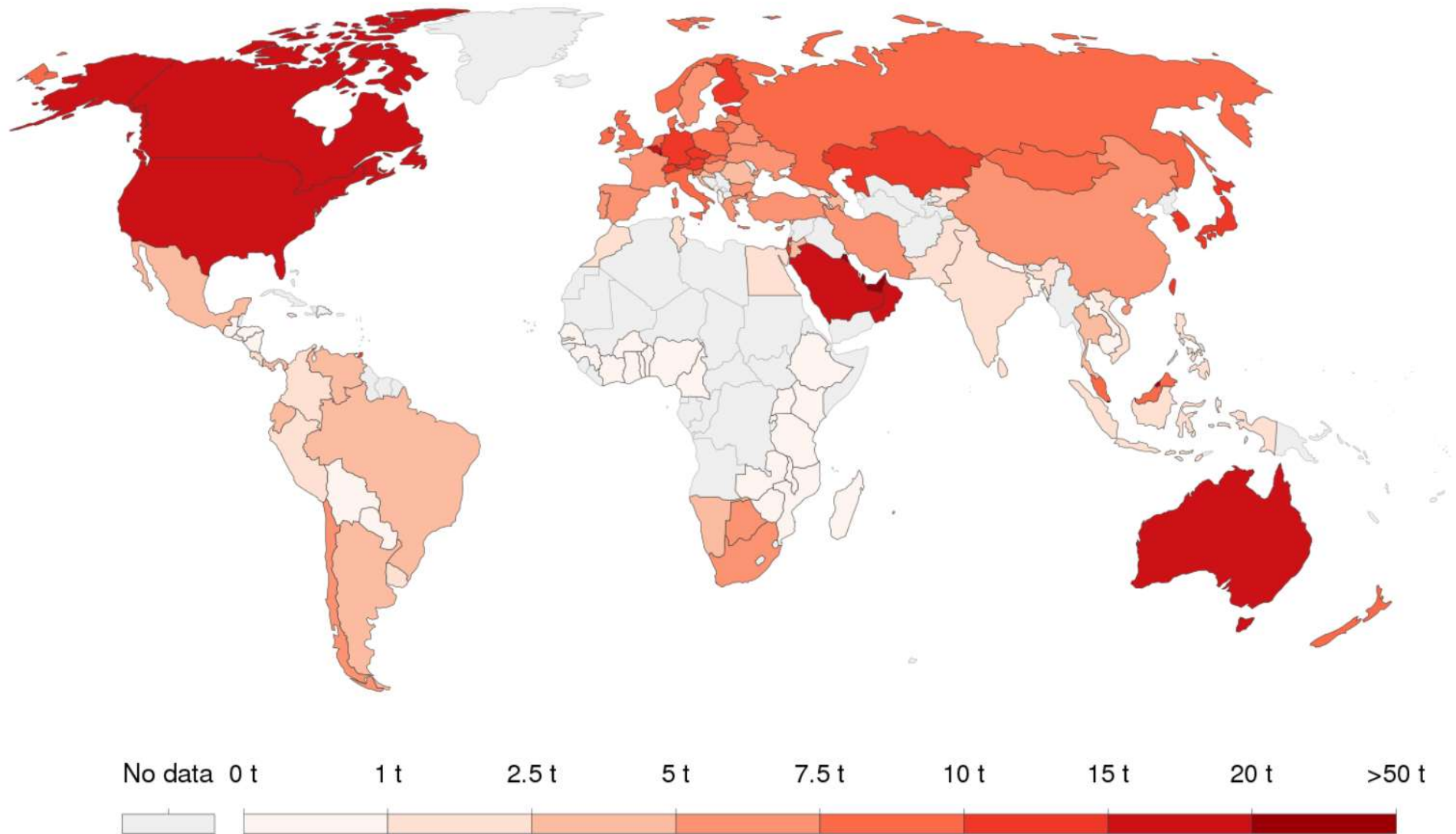


## Emissions versus empreinte

Réglementation  
Activité de production  
Dépend du type d'activité économique

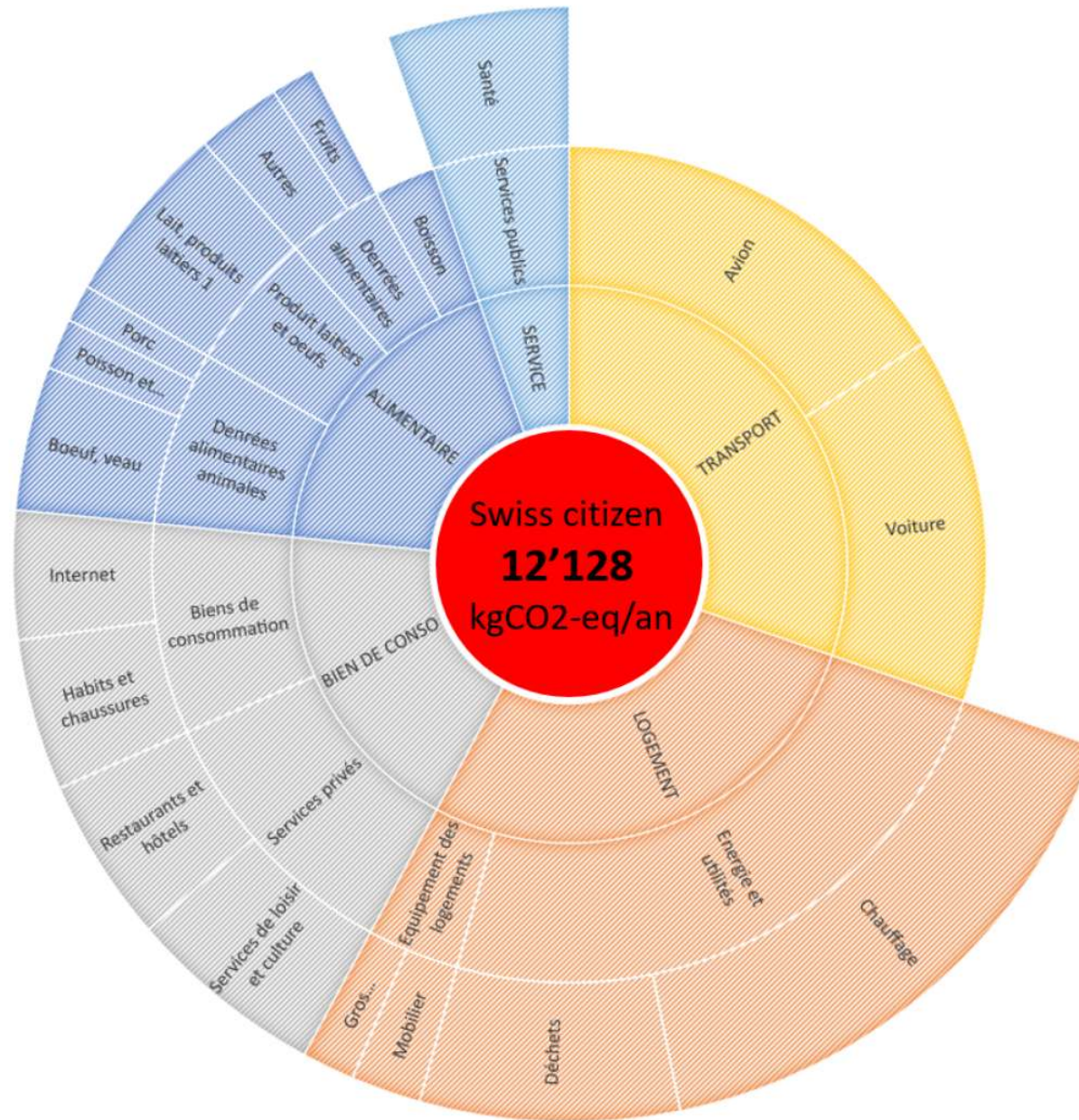
Reflète les circuits mondiaux  
Dépend de la consommation  
Liés au comportement des personnes

# Carbon footprint per capita



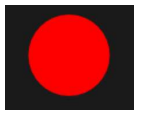
Source: OWID based on Global Carbon Project & UN Population (2017)

# EMPREINTE CARBONE D'UN CITOYEN SUISSE



D'après Barrou A, Cattin E, Bdalimier B. (2019). Modeling the carbon footprint of an average Swiss resident. Design Project. EPFL

# Forces et faiblesses des approches hybrides



Les approches hybrides économiques/environnement on de nombreux points forts :

- Accessibilité des données
- Facilité de mise en œuvre
- Rapidité des calculs

mais également des limites très contraignantes:

- Nombre des secteur limité et variables
- Mise à jour des données insuffisantes
- Pas de prise en compte des émissions des petites entreprise
- Nombre de polluant limité
- Risque d'ignorer l'économie cachée

# Changement climatique, situation et perspectives

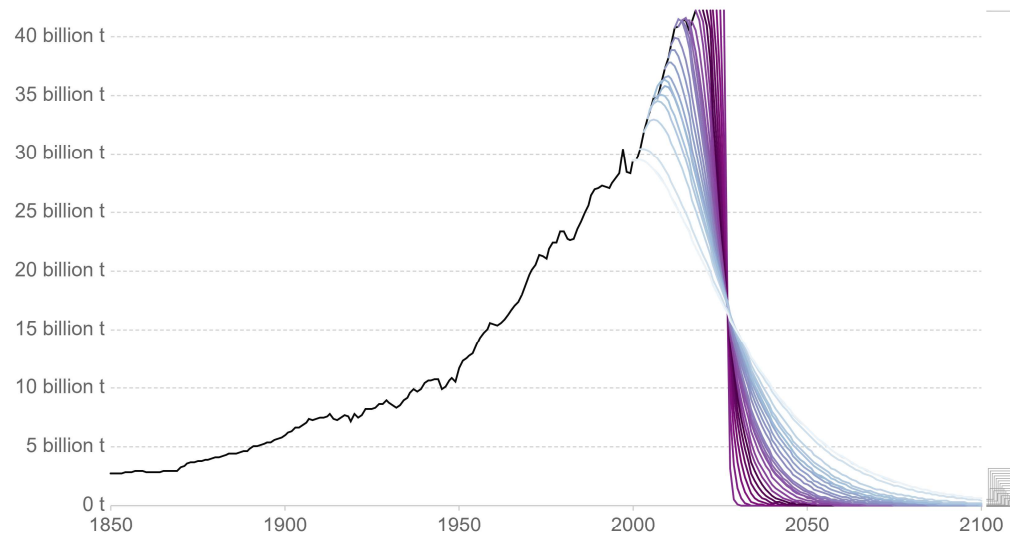


# Le changement climatique : réduire les émissions

## CO<sub>2</sub> reductions needed to keep global temperature rise below 1.5°C

Annual emissions of carbon dioxide under various mitigation scenarios to keep global average temperature rise below 1.5°C. Scenarios are based on the CO<sub>2</sub> reductions necessary if mitigation had started – with global emissions peaking and quickly reducing – in the given year.

Our World  
in Data

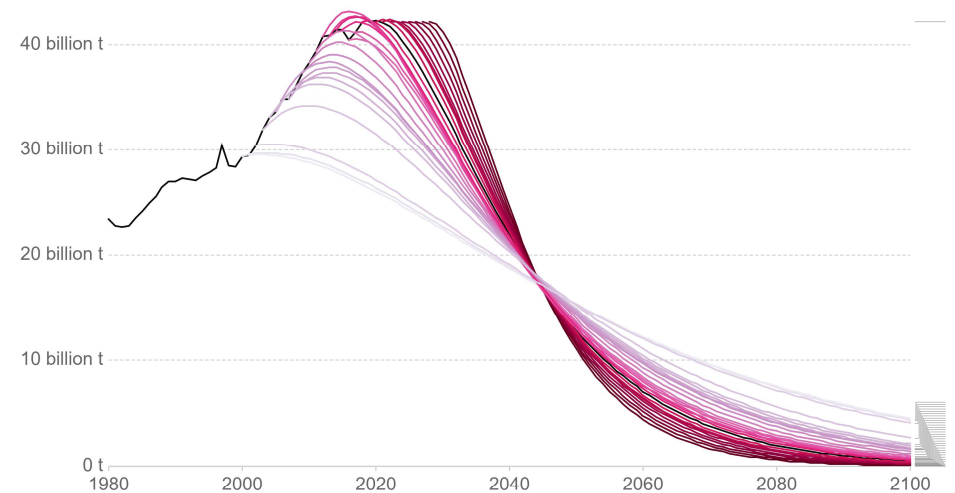


Source: Robbie Andrews (2019); based on Global Carbon Project & IPCC SR15  
Note: Carbon budgets are based on a >66% chance of staying below 1.5°C from the IPCC's SR15 Report.  
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

## CO<sub>2</sub> reductions needed to keep global temperature rise below 2°C

Annual emissions of carbon dioxide under various mitigation scenarios to keep global average temperature rise below 2°C. Scenarios are based on the CO<sub>2</sub> reductions necessary if mitigation had started – with global emissions peaking and quickly reducing – in the given year.

Our World  
in Data

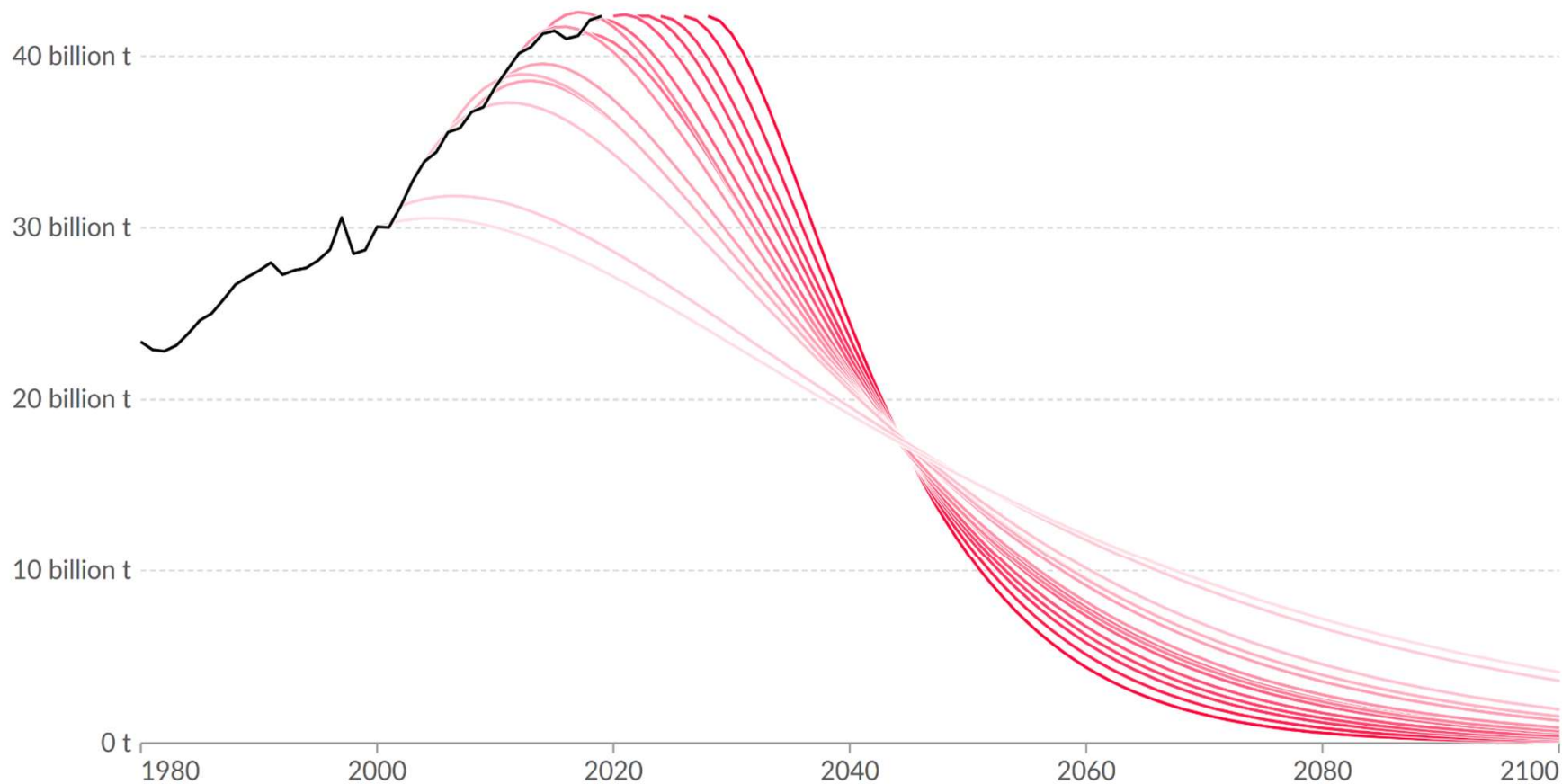


Source: Robbie Andrews (2019); based on Global Carbon Project & IPCC SR15  
Note: Carbon budgets are based on a >66% chance of staying below 2°C from the IPCC's SR15 Report.  
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

greenhouse-gas-emissions

# CO<sub>2</sub> reductions needed to keep global temperature rise below 2°C

Annual emissions of carbon dioxide under various mitigation scenarios to keep global average temperature rise below 2°C. Scenarios are based on the CO<sub>2</sub> reductions necessary if mitigation had started – with global emissions peaking and quickly reducing – in the given year.



**Data source:** Robbie Andrews (2019); Global Carbon Project (2018); IPCC SR15 (2018)

**Note:** Carbon budgets are based on a >66% chance of staying below 2°C from the IPCC's SR15 Report.

[OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions](https://OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions) | CC BY

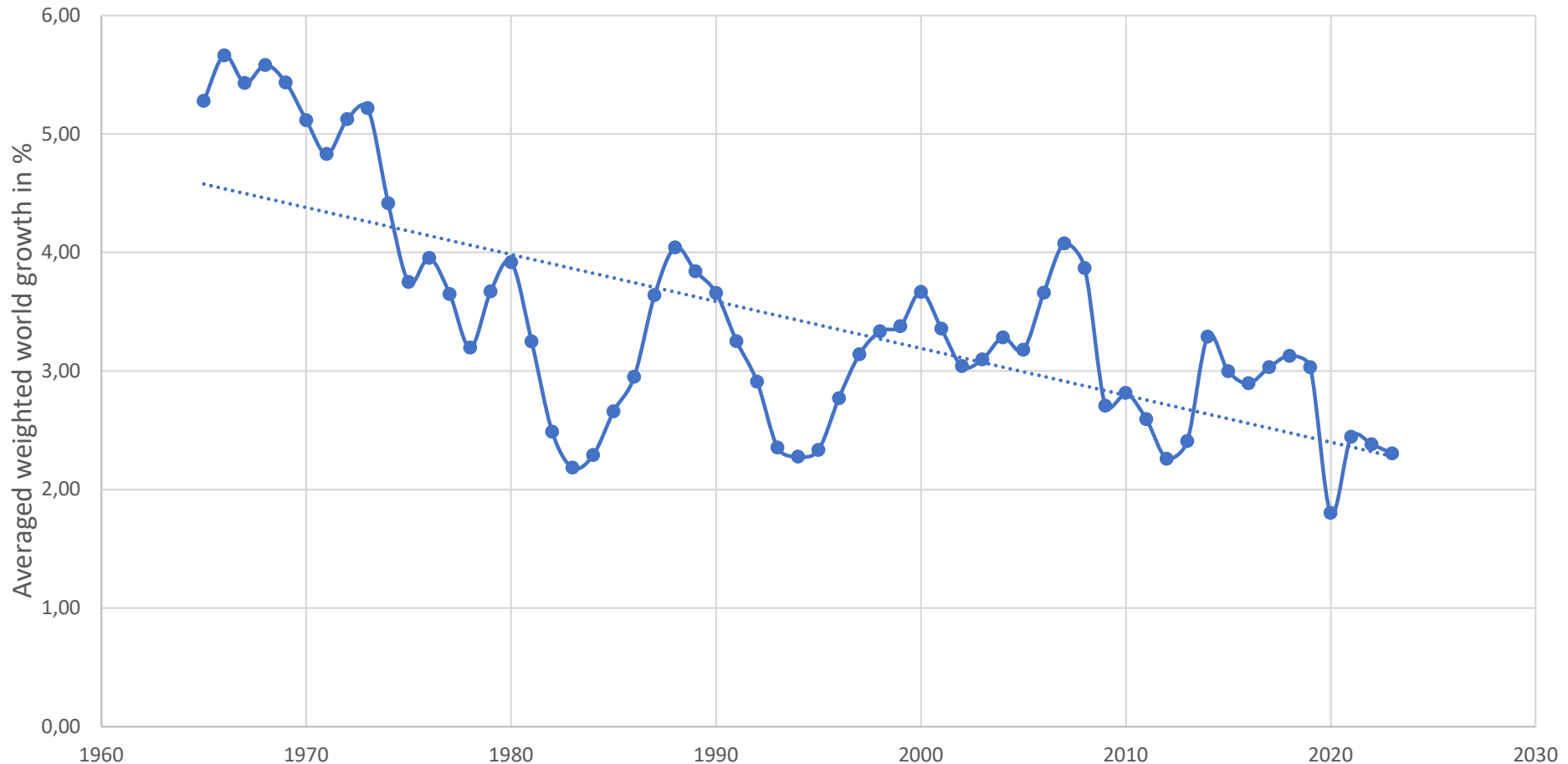
With a peak in 2024 and a maximum temperature rise of 2°C, the average world reduction of CO<sub>2</sub> emissions will be around 5% per year until 2040.

At that time the average emissions per world inhabitant shall be 2 t/pers.

Le changement climatique ... *augmentation des températures, fonte des glaciers, aggravation des conséquences des catastrophes naturelles, montée du niveau de la mer, etc.*

**Quelles solutions ou perspectives voyez vous?**

# La solution économique

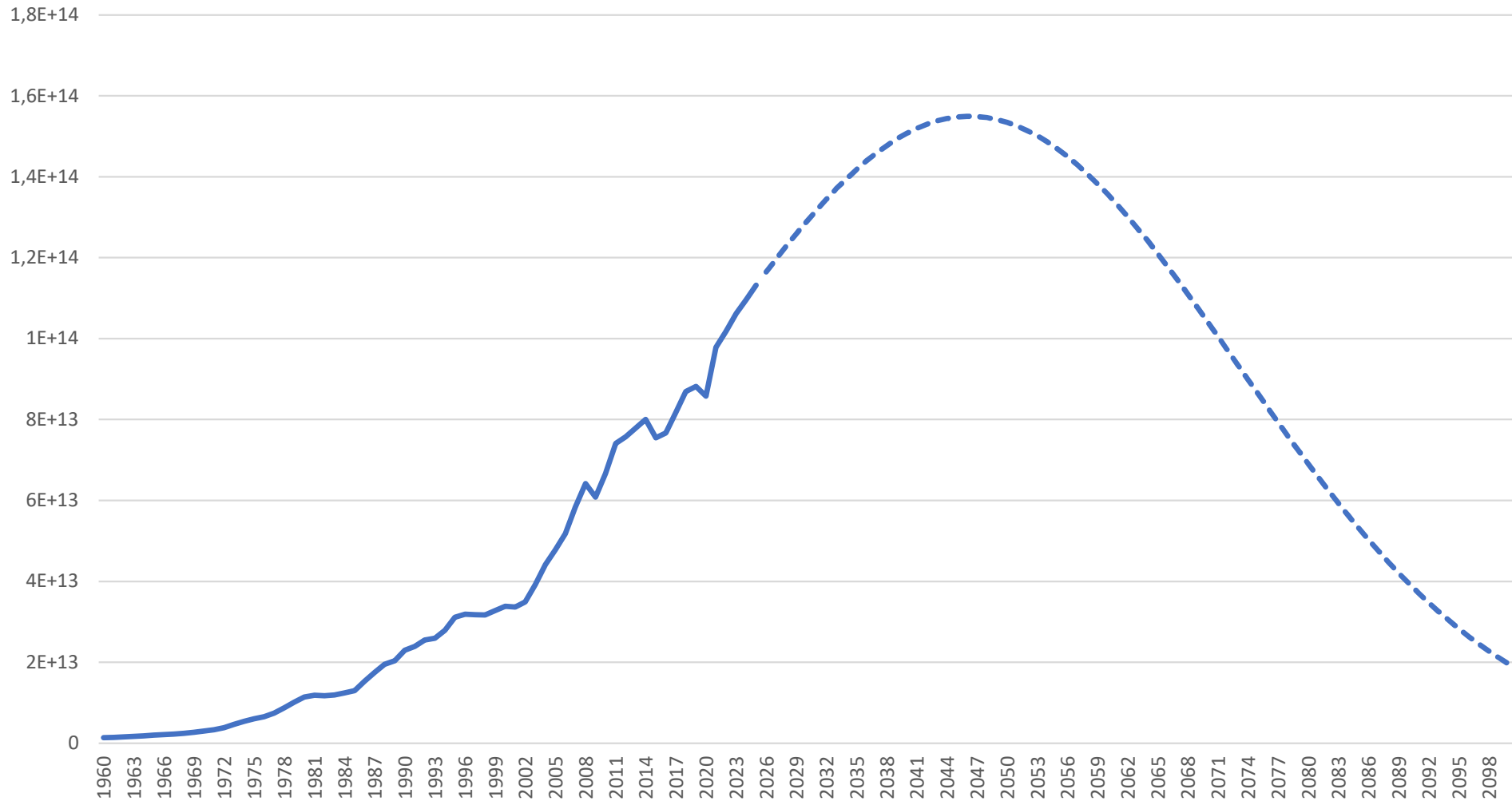


La croissance Mondiale a atteint un plafond dans les années 60.

Elle diminue légèrement mais constamment depuis 1970.

La courbe de regression indique une baisse Moyenne d'environ 0,5% par 10 ans.

# Projection du PIB mondial à l'horizon 2100



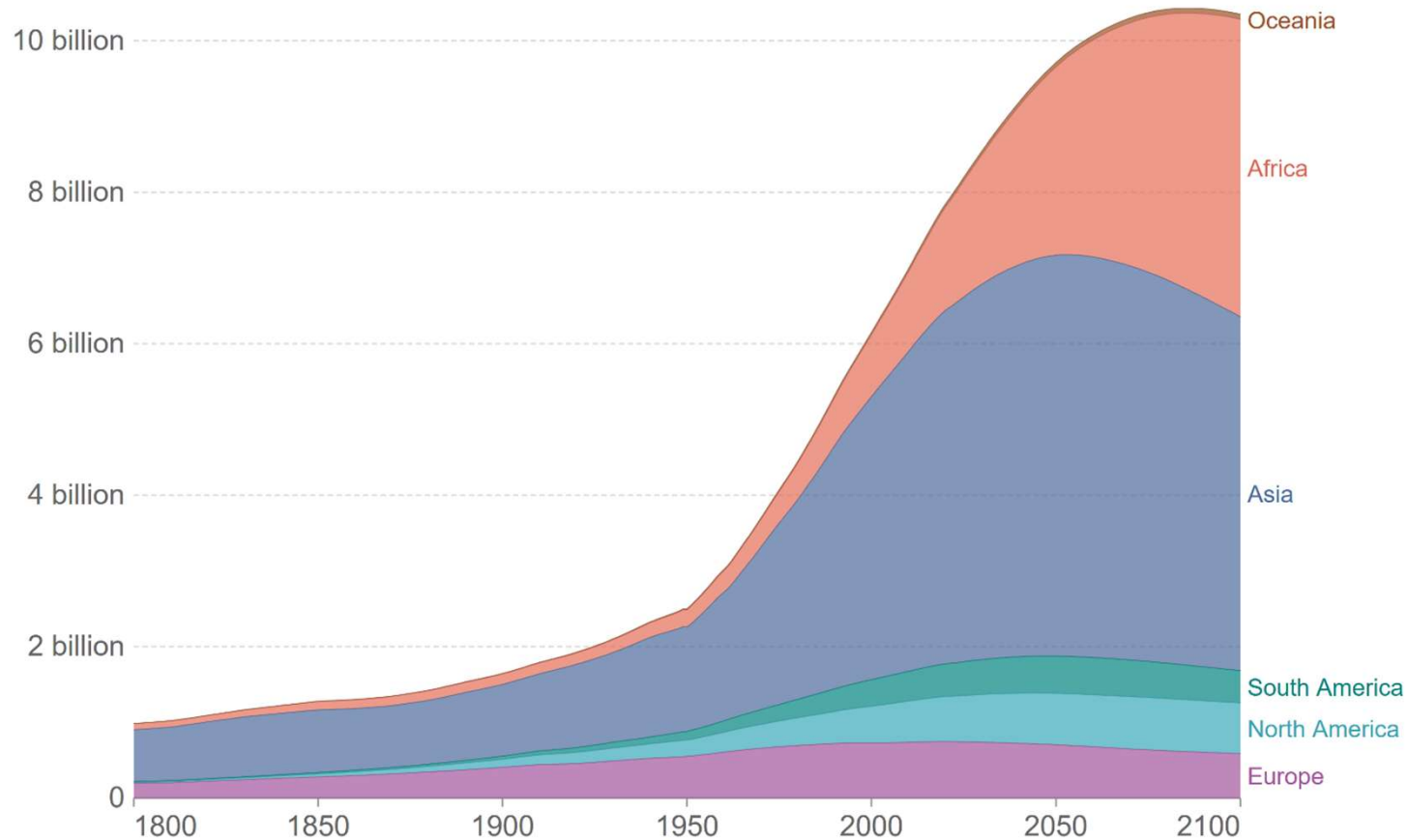
Un modèle de régression linéaire établi sur la base de la croissance mondiale de 1960 à 2024 (données banque mondiale), le PIB atteindra son point haut en 2045 et va ensuite diminuer jusqu'en 2100 où il atteindrait le niveau de 1990.



# La solution démographique

## World population by region, including UN projections

Future projections are based on the UN's medium-fertility scenario.



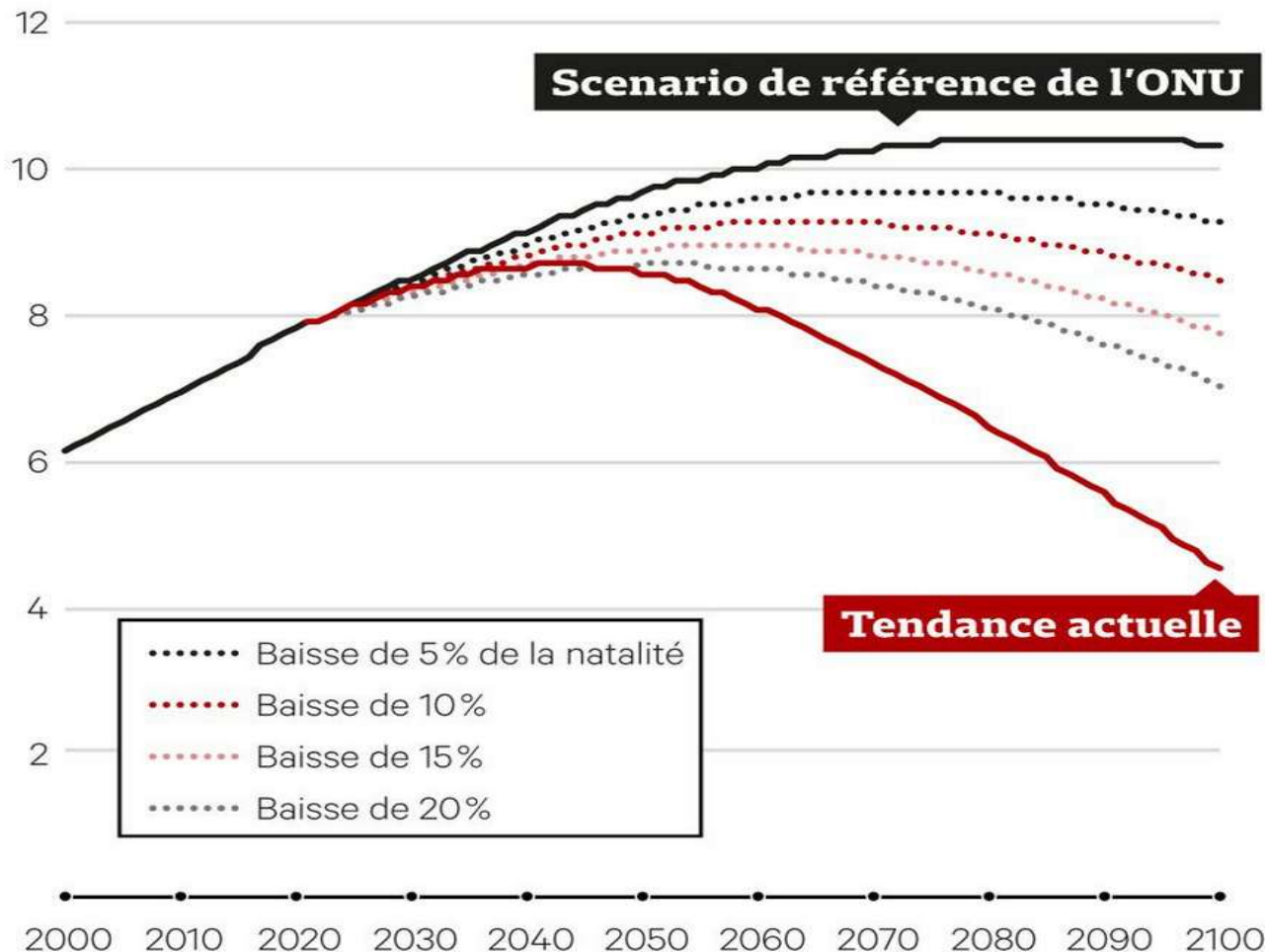
Source: HYDE (v3.2); Gapminder (v6); UN (2022)

[OurWorldInData.org/world-population-growth/](https://OurWorldInData.org/world-population-growth/) • CC BY

Les projections de l'ONU par pays sont plus prudentes, le pic de population serait de 10,4 milliards d'individu et serait atteint en 2085.

# La solution démographique plus radicale

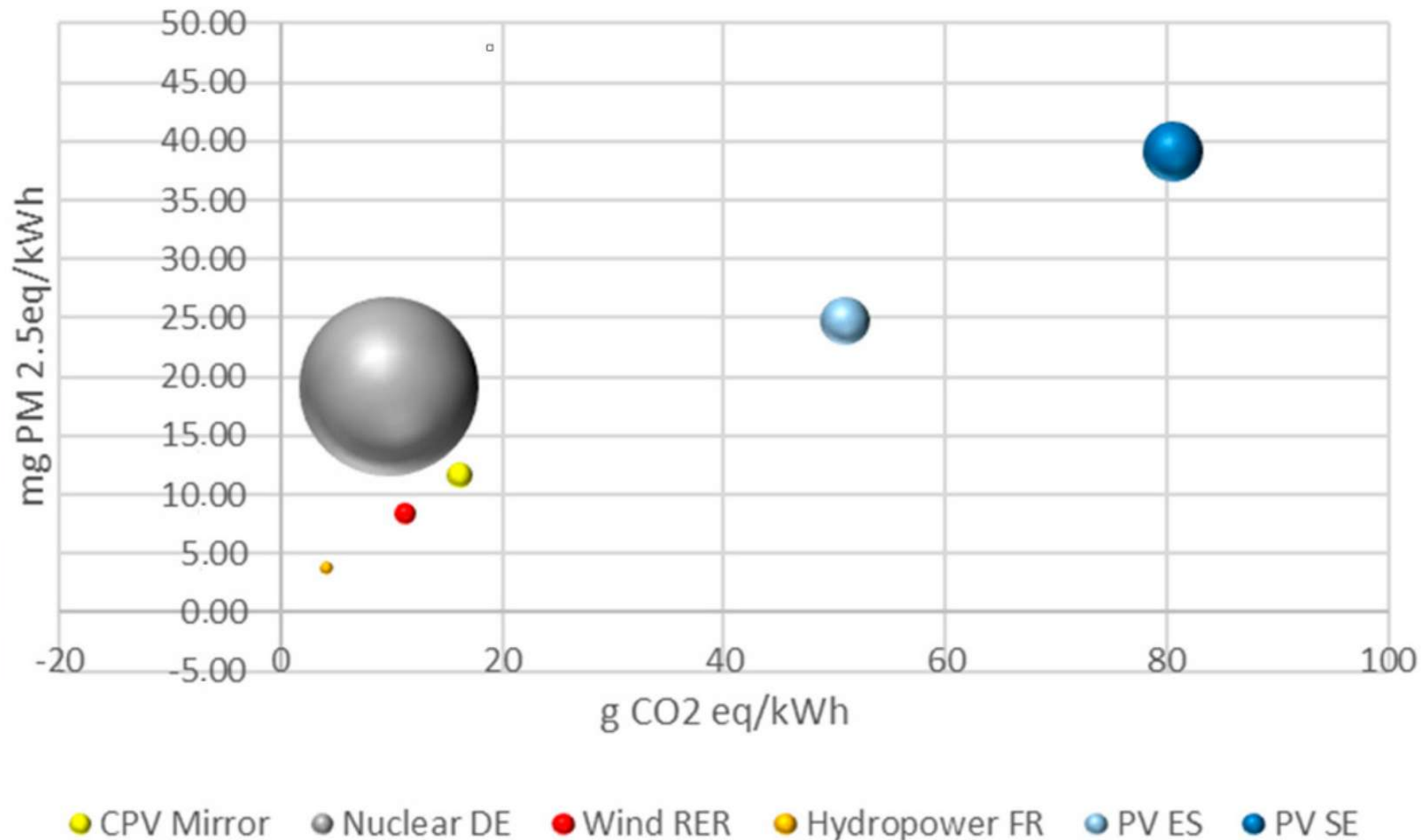
Population mondiale, en milliards,  
en fonction de différents scénarios de taux de natalité



Dans une étude récente, un économiste de la HSBC étudie les tendances des taux de natalité (en baisse) et de mortalité (en hausse) et prédit une évolution de la population Mondiale qui n'atteindrait pas les 9 milliards de personnes puis une baisse rapide à partir de 2043

SOURCES : ONU ; HSBC

# La solution énergétique



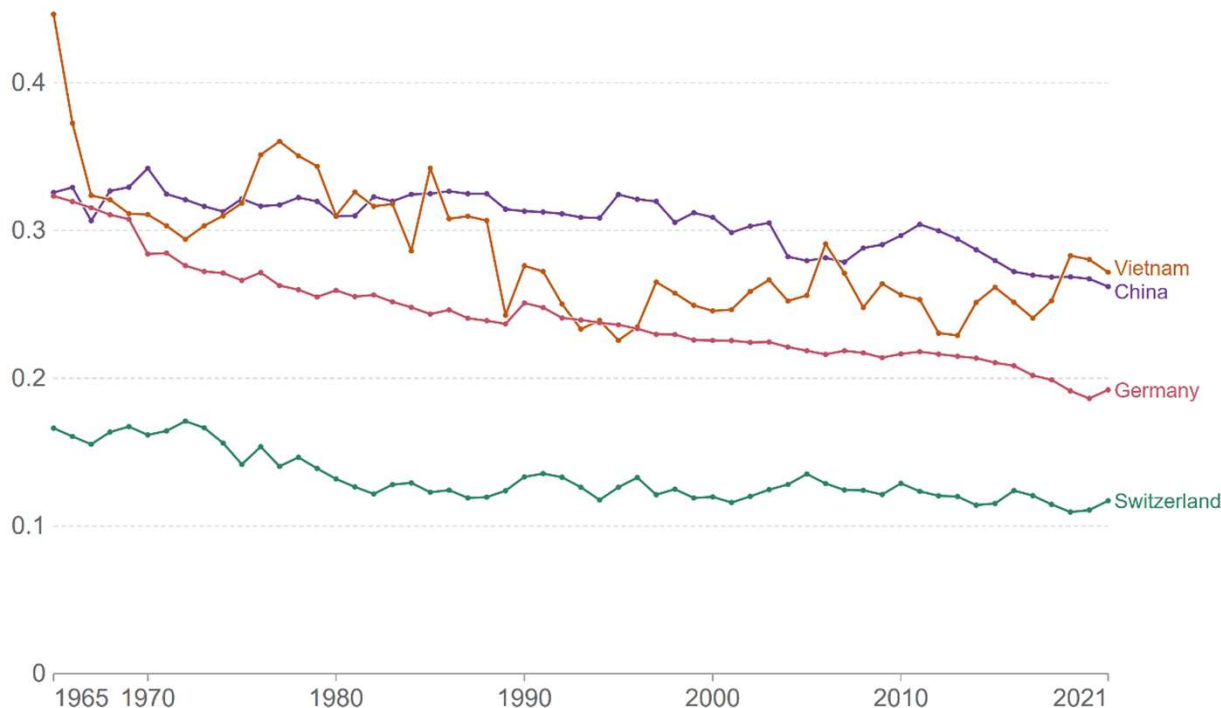
The diameter of the circle is proportional to the impact on non renewable resource

# Diminution de l'intensité carbone de l'énergie

## Carbon intensity of energy production

This measures the amount of carbon dioxide emitted per unit of energy production. This is measured in kilograms of CO<sub>2</sub> per kilowatt-hour.

Our World  
in Data



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

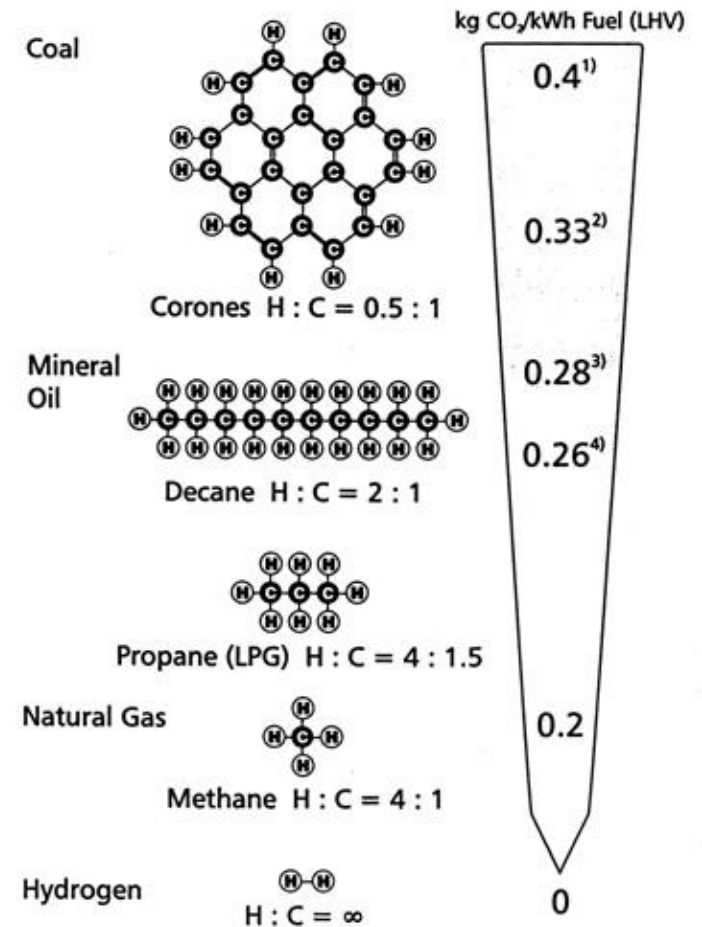
OurWorldInData.org/emissions-drivers • CC BY

L'intensité carbone de la production d'énergie diminue sur le long terme et dans la plupart des pays.

Entre 2011 et 2021 (10 ans), la diminution annuelle moyenne est de 4g/kWh en Chine, 3g/kWh en Allemagne, 2g par kWh au Vietnam. Elle est restée constante en Suisse.

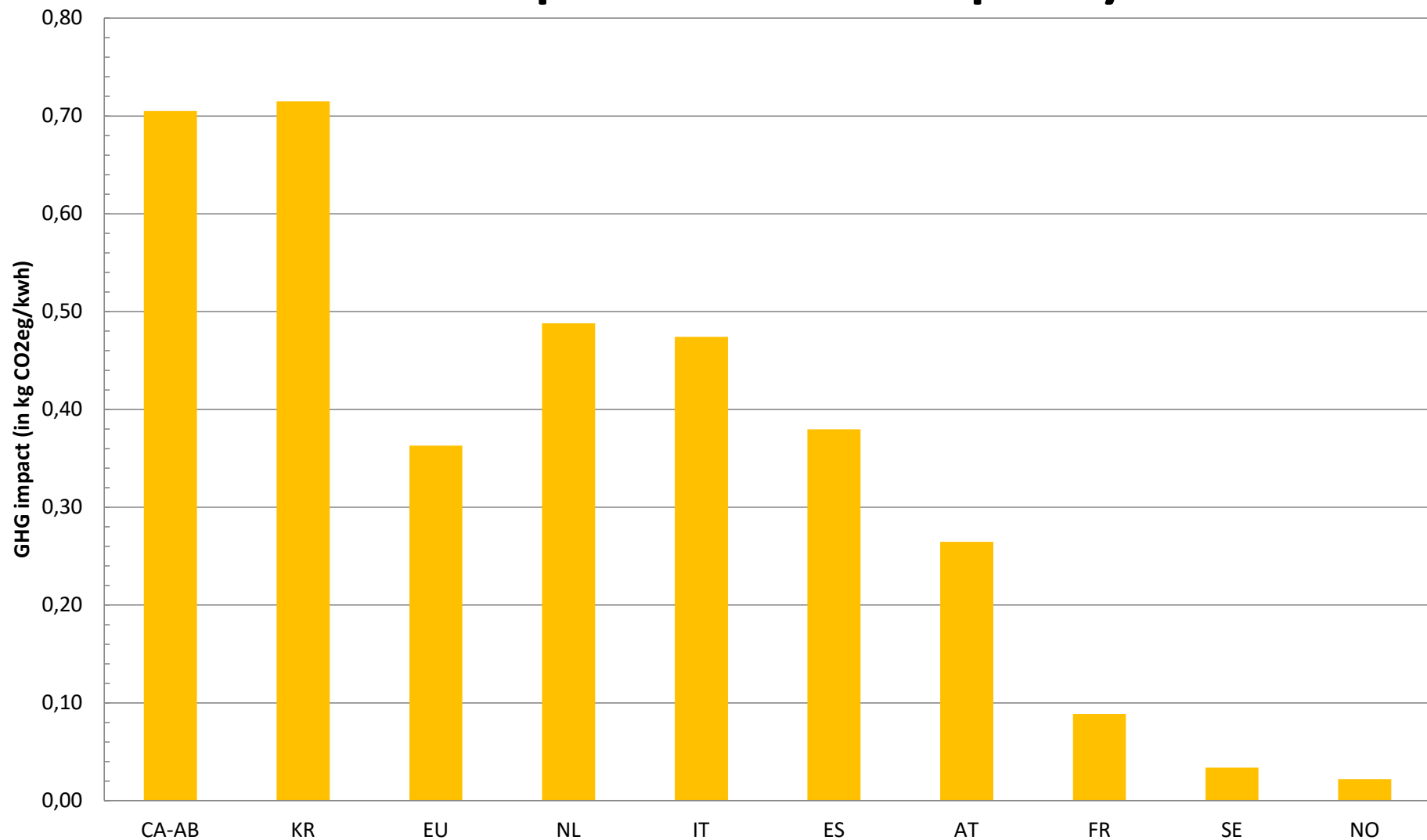
Pour les pays en croissance, la diminution est d'environ 1,5% par an.

## The Atomic Hydrogen/Carbon Ratio



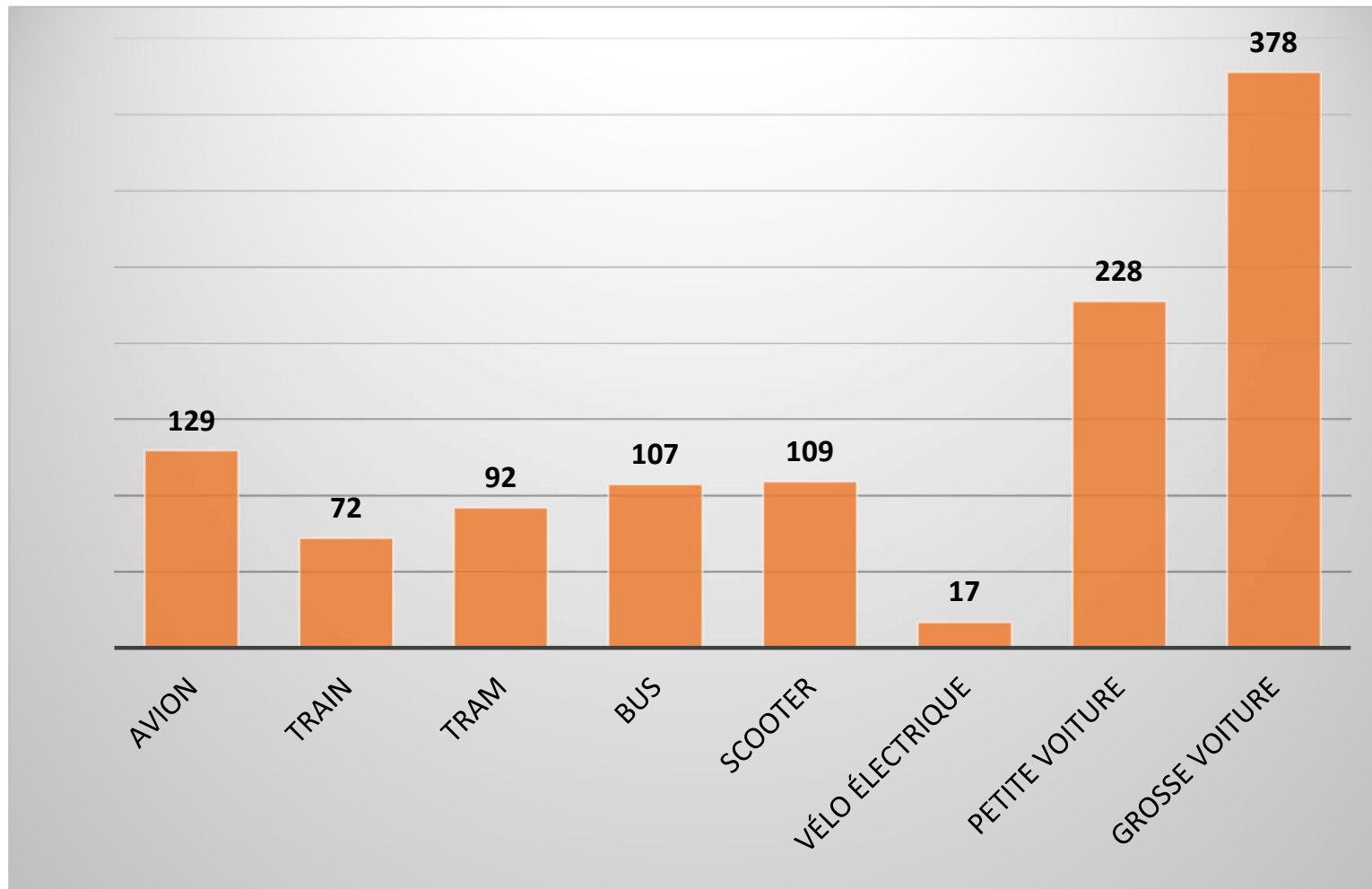
1) Brown Coal 2) Hard Coal  
3) Heavy Oil 4) Light Oil

# Empreinte carbone d'un kWh pour 10 pays

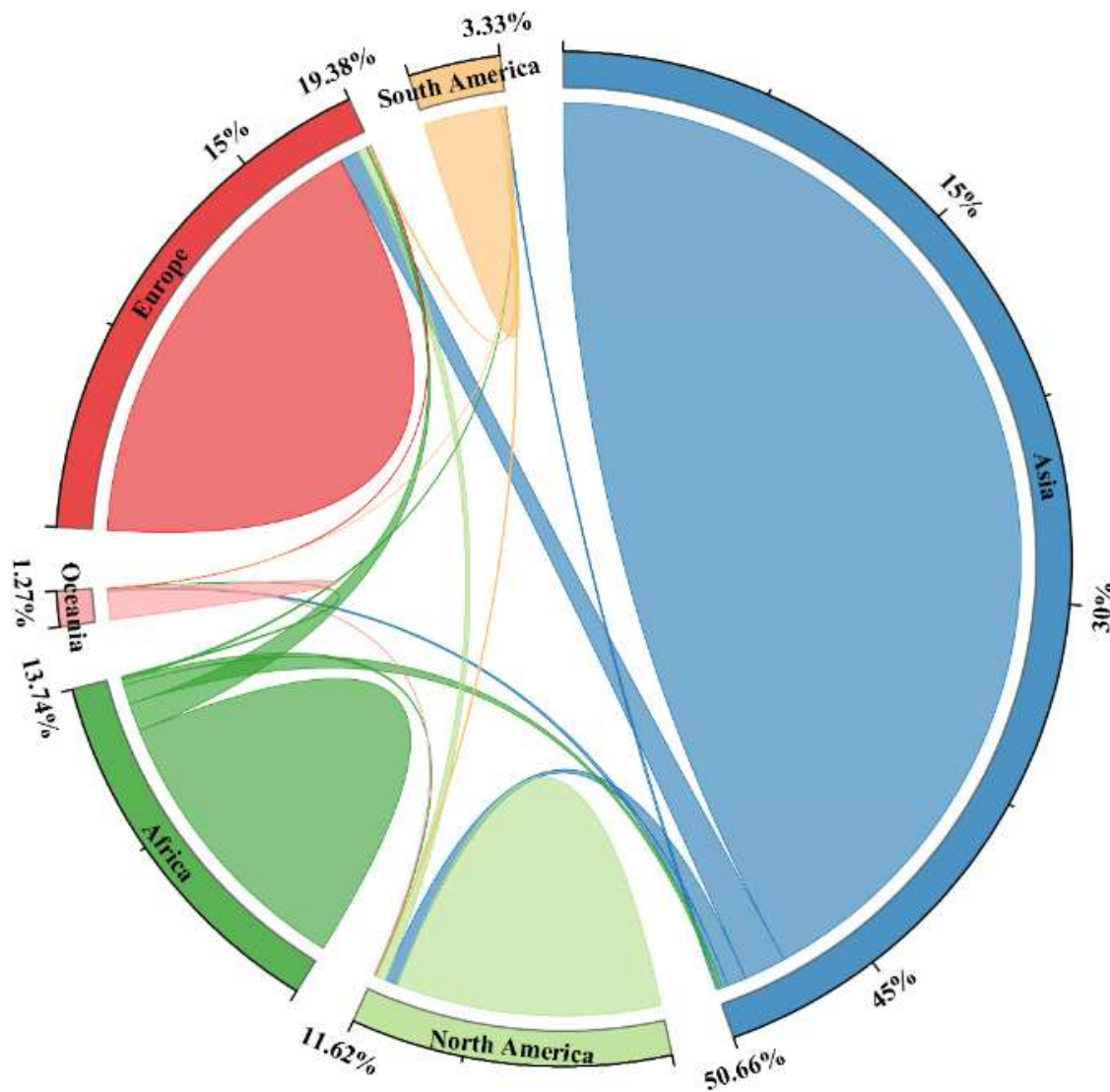




# Emissions en kg CO<sub>2</sub>eq pour 1000 km de transport



# Empreinte carbone, les transferts entre continents



“The embodied carbon transfers in trade within the continents from largest to smallest were Asia (27,547.78 Mt), Europe (10,413.59 Mt), Africa (6619.38 Mt), North America (6130.60 Mt), South America (1767.70 Mt), and Oceania (651.09 Mt)”.

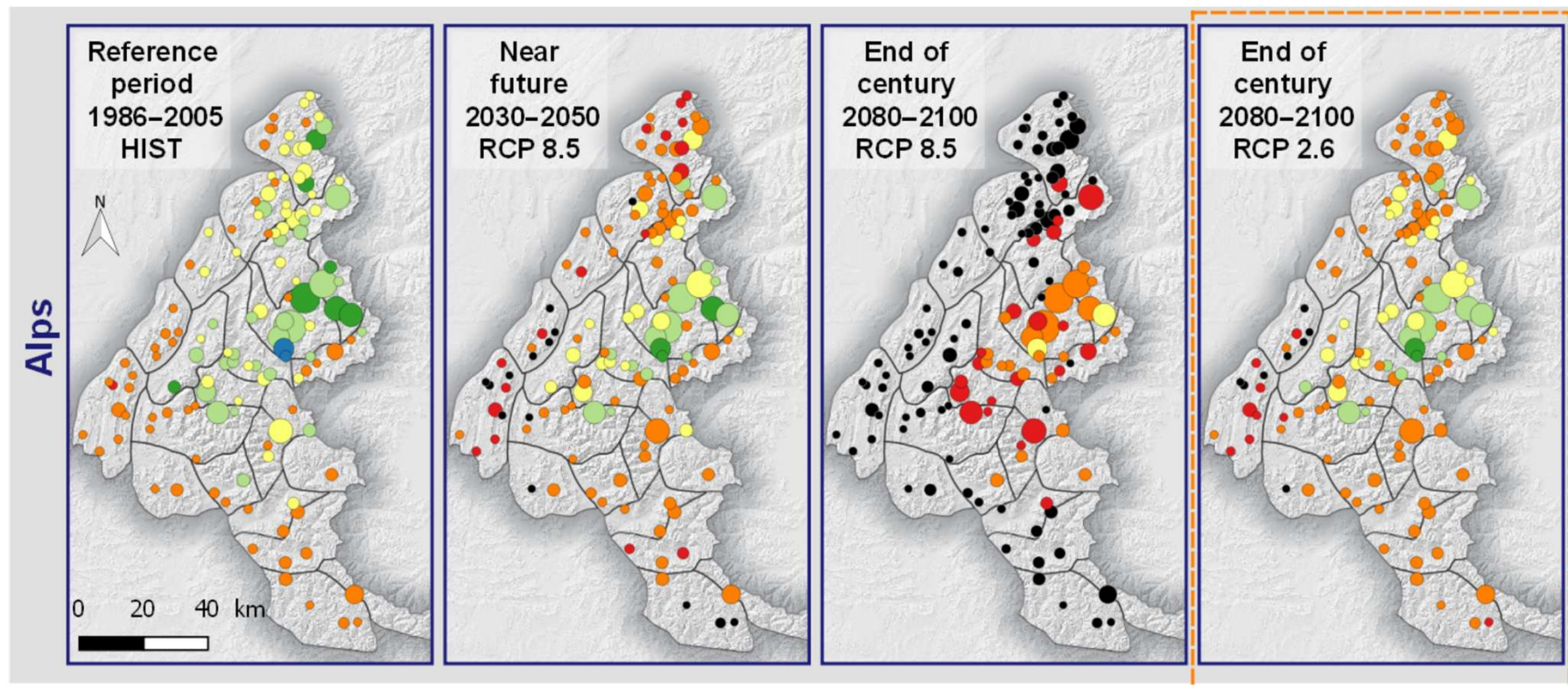
# Adaptation par compensation: planter des arbres



Planter **1 arbre** et  
veiller sur lui pendant un siècle  
permet de sauver **1325 kg de CO<sub>2</sub>**.

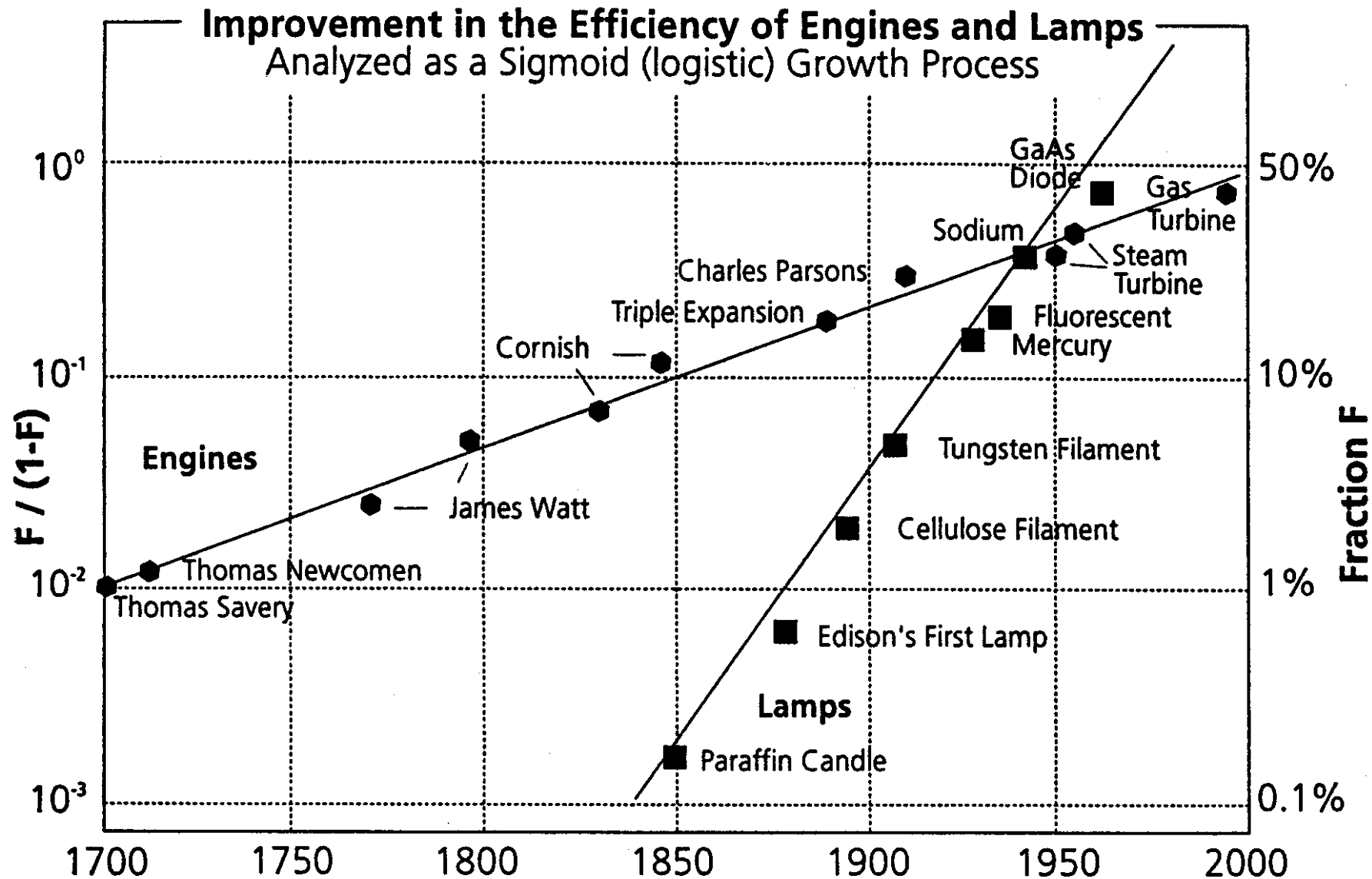
*Un citoyen Suisse émet en Moyenne 12 à 14 tonnes  
de CO<sub>2</sub> par an*

# Adaptation par compensation : la neige artificielle dans les alpes françaises



In Spandre et al, 2019. Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French Alps: relevance of snowmaking as a technical adaptation. *The Cryosphere*, 13, 1325–1347, 2019

# La solution technologique

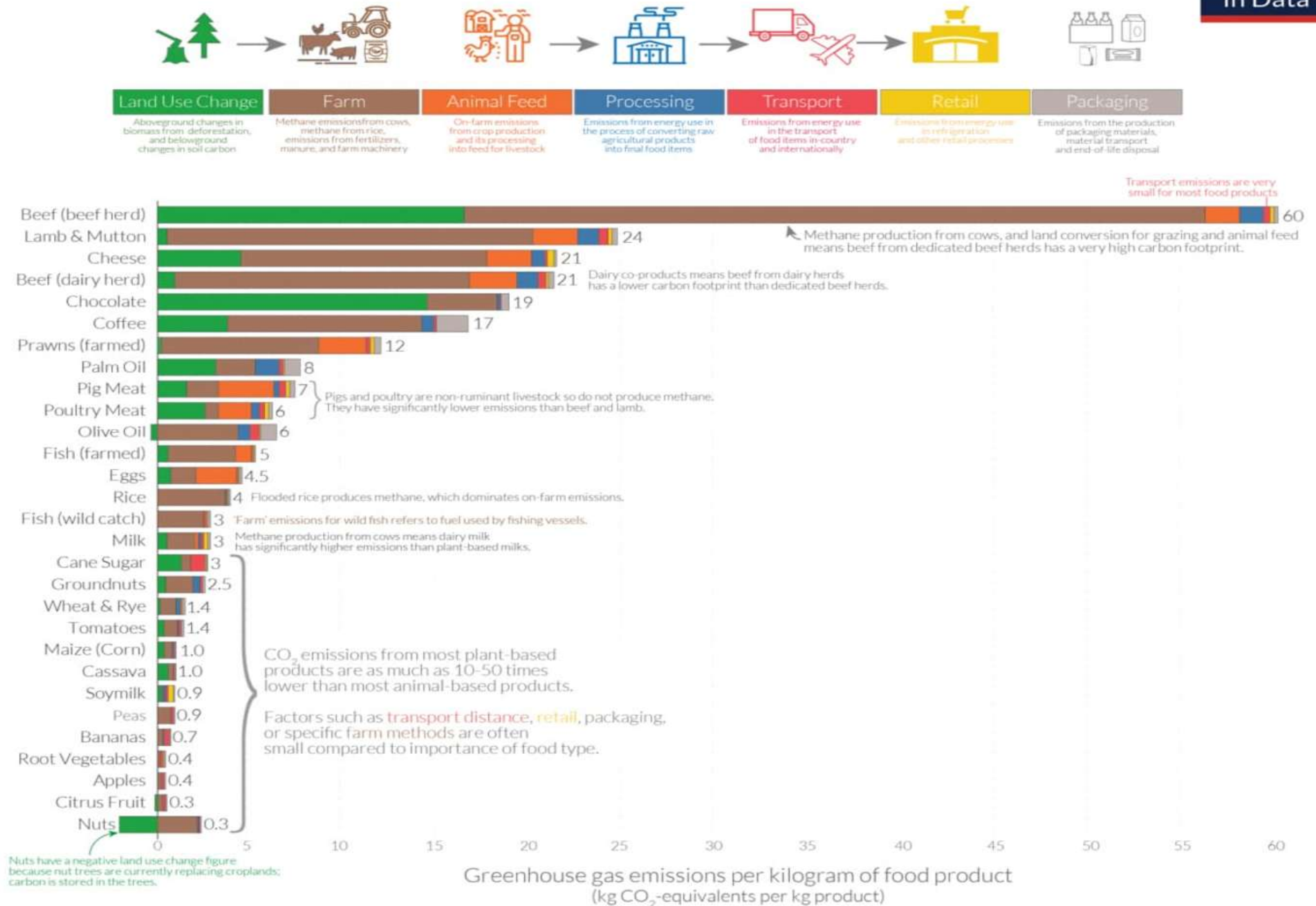




# Végétalisation de l'alimentation

## Food: greenhouse gas emissions across the supply chain

Our World  
in Data

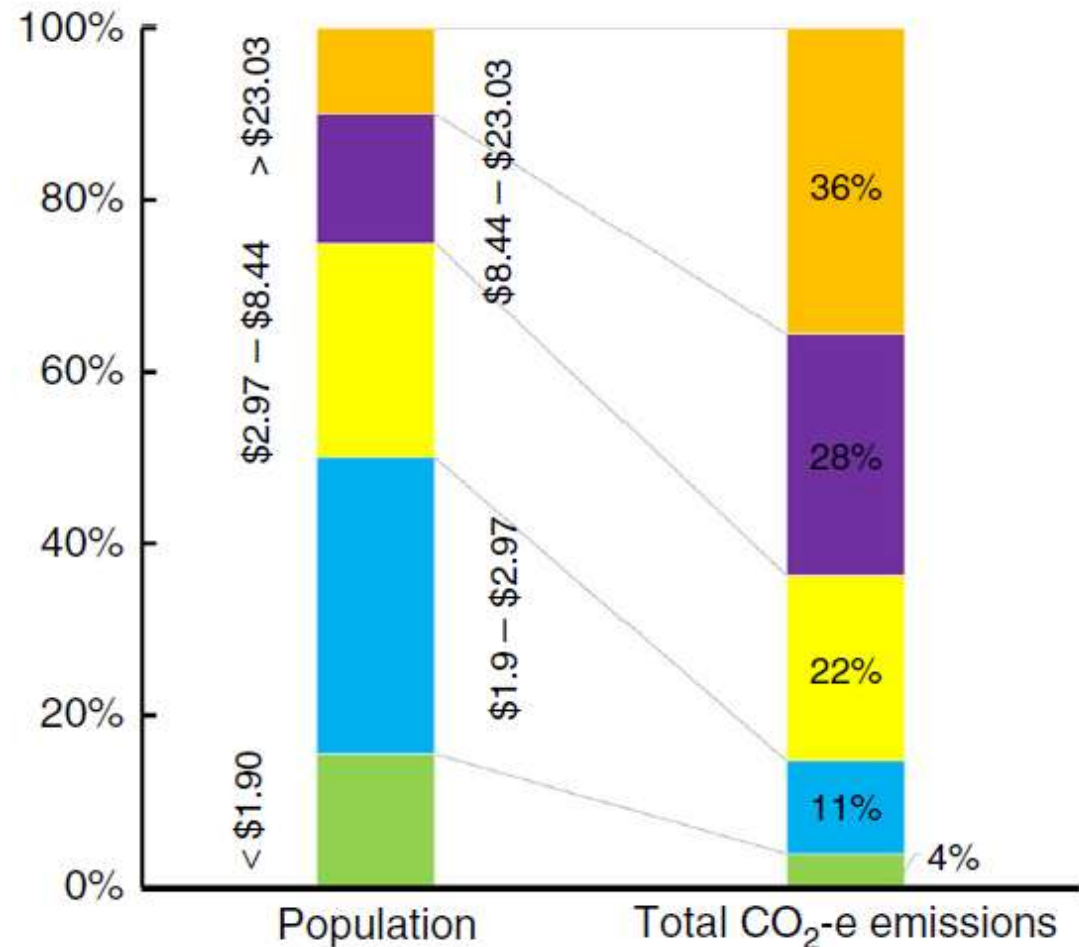


# La solution démographique est-elle efficace?

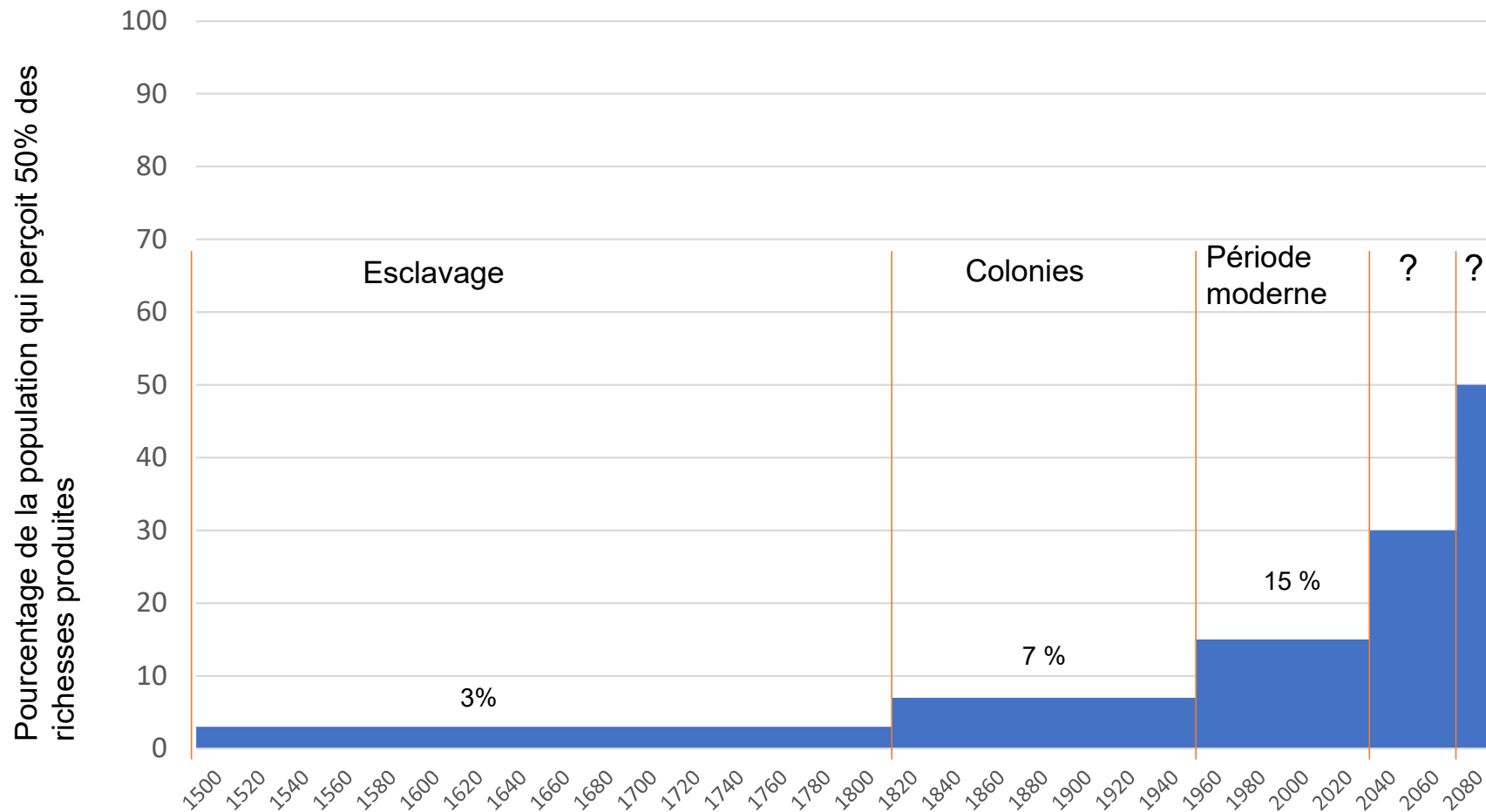
Moins de 10% de la population la plus riche émet 36 % des gazs à effet de serre (GES)

Les 12 % les plus pauvres contribuent pour 4% des émissions.

Sortir toute la population de la pauvreté extrême entrainerait une augmentation des émissions de 0,05% de GES



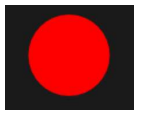
# Répartitions des richesses produites sur la planète au fil du temps et empreinte carbone



Dans la période actuelle, les 15% les plus riches émettent environ 50% des gaz à effet de serre (sur un total d'environ 45 GT kgCO<sub>2</sub>eq/an).

En 2100, Si chaque être humain a les mêmes ressources et les mêmes émissions en revenant à des émissions de 1990 (objectif GIEC), l'empreinte carbone d'un terrien sera de 2 tonnes de CO<sub>2</sub> eq.

# Le contexte actuel



La crise actuelle cristallise trois crises sous jacentes :

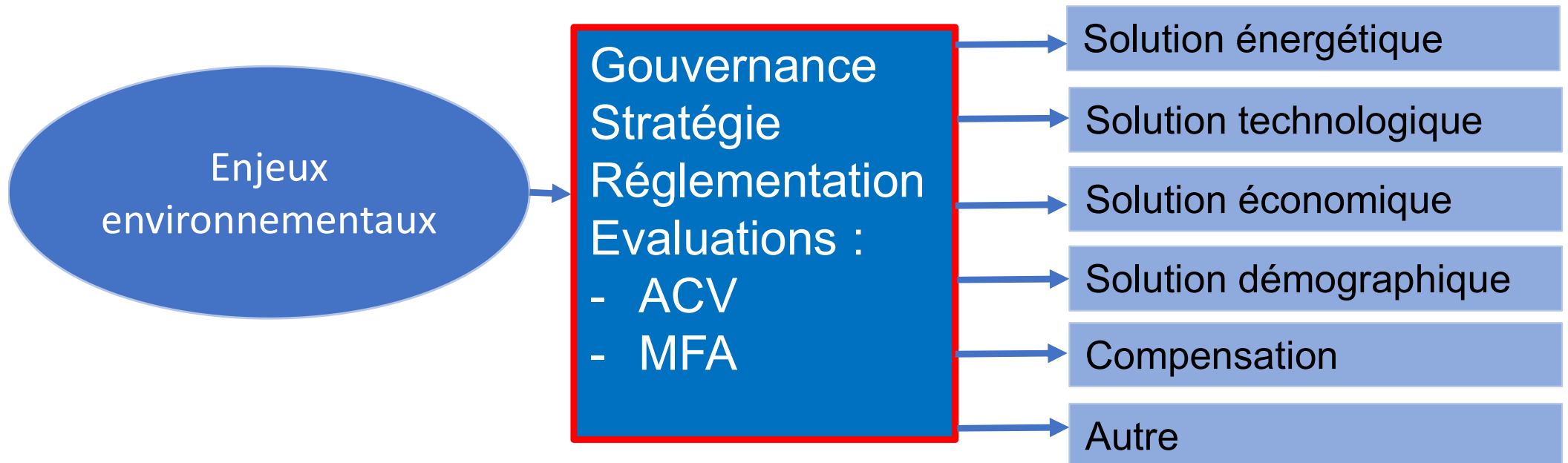
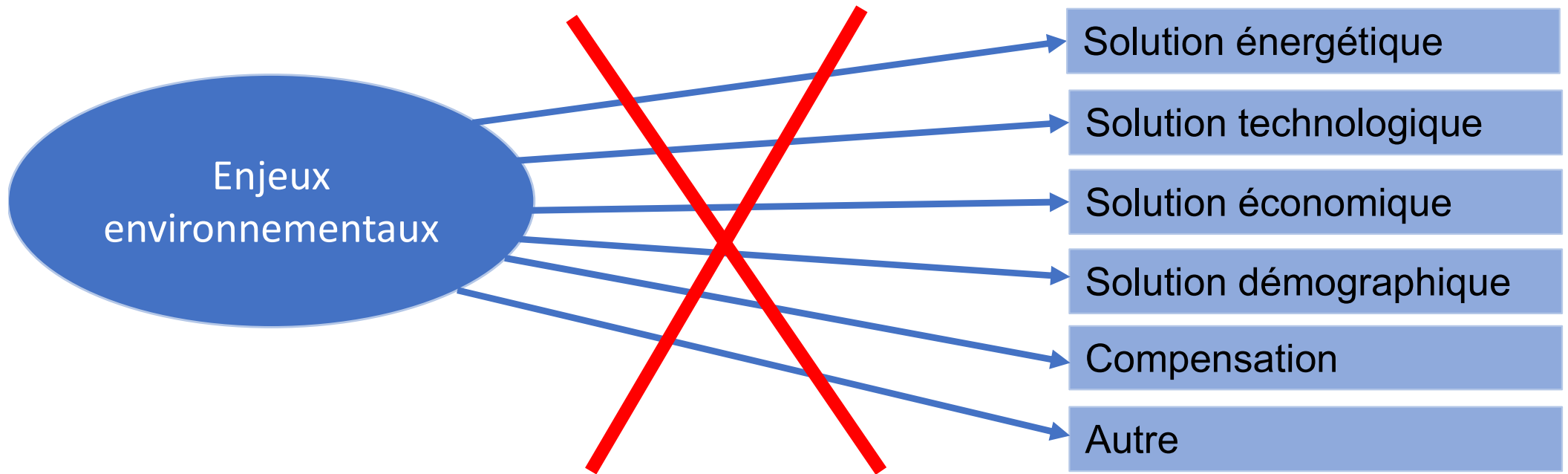
- Crise économique : production de richesse diminue et les ressources sont limitées
- Crise géopolitique : migrations et territoires
- Crise écologique : Changement climatique, biodiversité

L'humanité a toujours trouvé des solutions aux multiples crises économiques, géopolitiques et écologiques qui se sont succédées mais qui sont toujours survenues séparément.

La concomitance de ces crises rend la solution plus complexe car l'exigence d'une solution planétaire est freinée par une partie des pays.

Une solution planétaire est une solution systémique (ou fonctionnelle) – et non structurelle ou élémentaire.

# Les solutions environnementales



Evaluation à l'échelle d'une  
organisation ou d'un produit.  
Exemple du bilan carbone



# Un cas pratique: le Bilan Carbone des entreprises

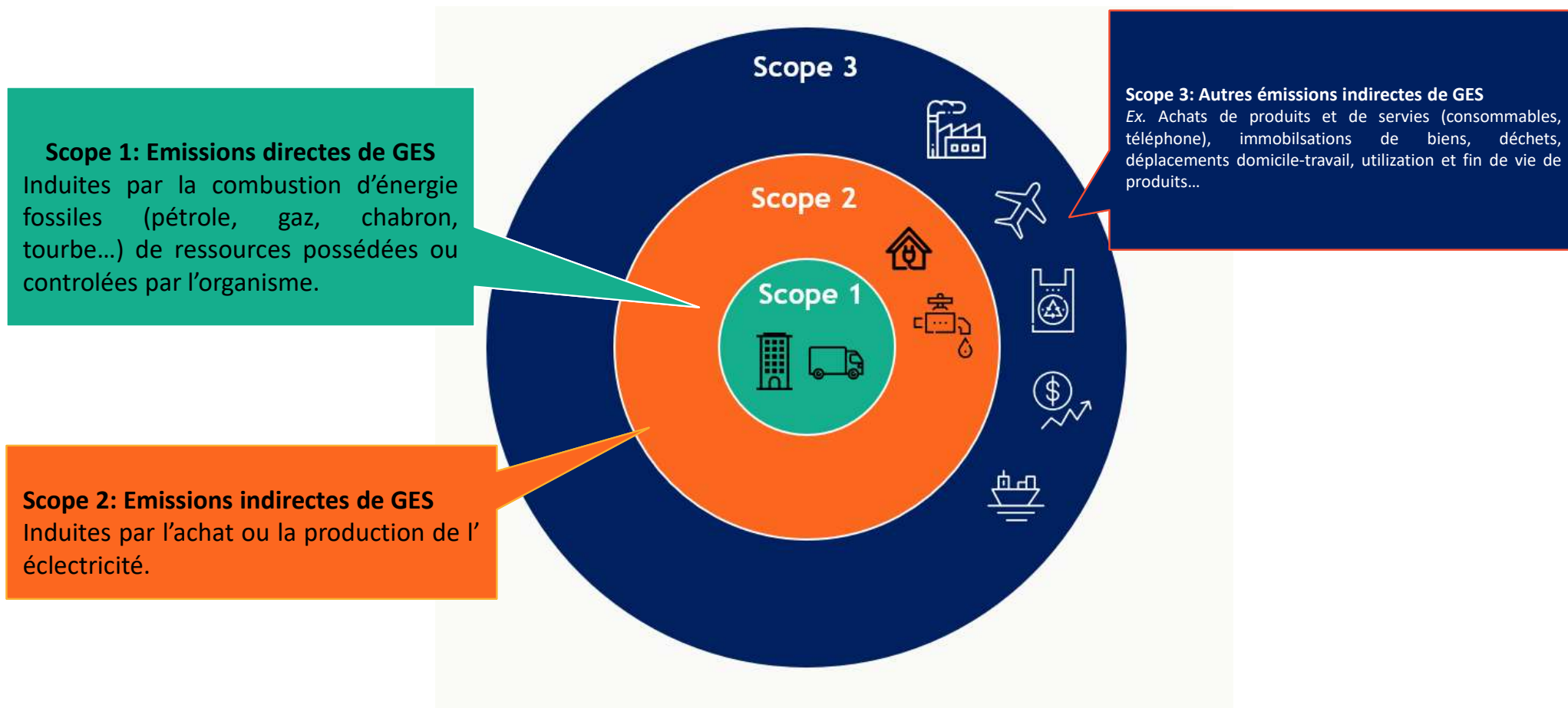
## Protocole des gaz à effet de serre (GHG protocol)

**Définition:** Le Protocole sur les Gaz à Effet de Serre (GES) est un protocole international pour mesurer et gérer les émissions de gaz à effet de serre provenant des activités des secteurs privé et public. C'est un outil comptable international utilisé par les gouvernements et les chefs d'entreprise.

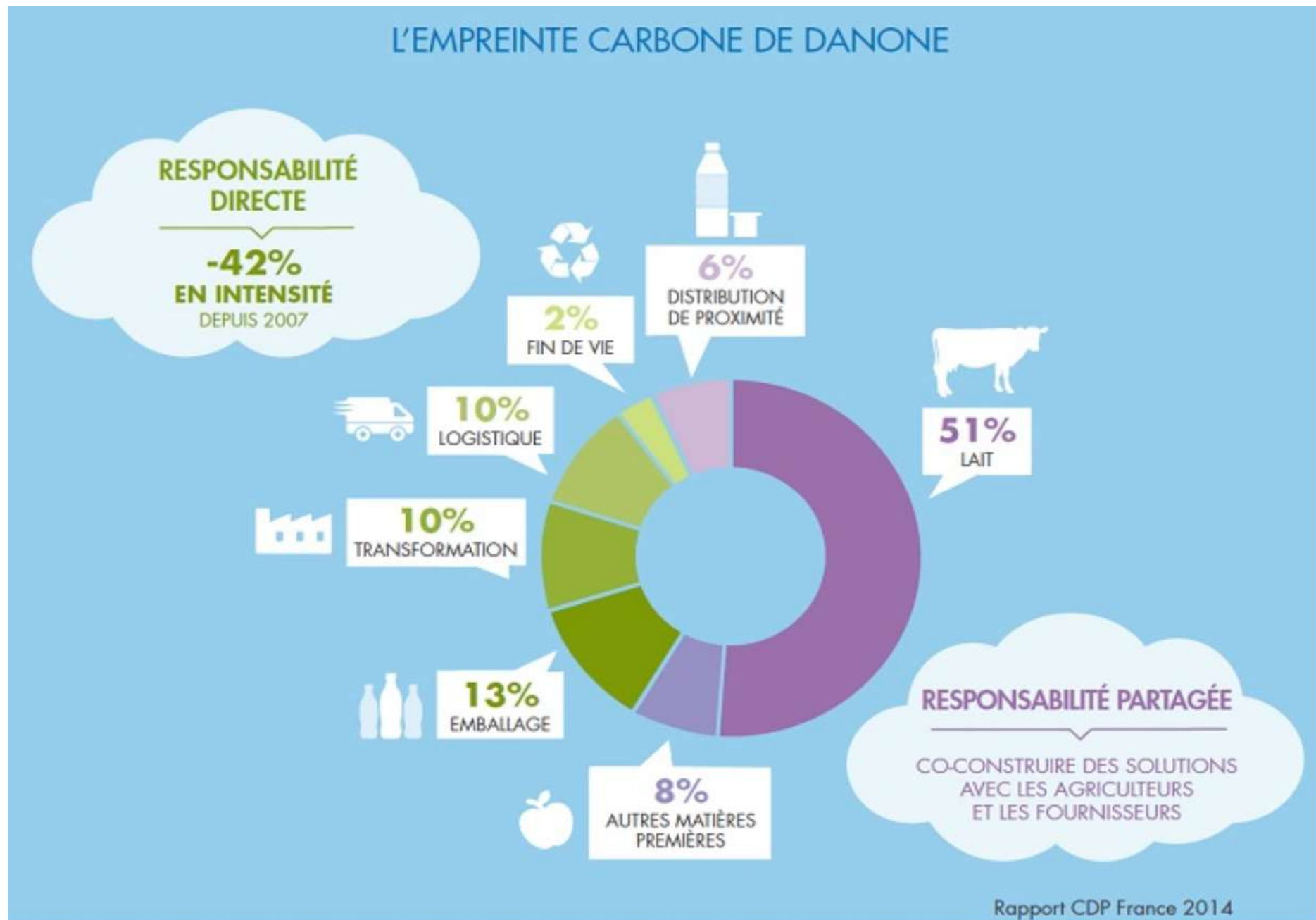


- Facilite la préparation d'inventaires d'émissions grâce à des approches et des principes normalisés.
- Simplifie et réduit le prix des inventaires
- Fournit des informations aux entreprises pour l'élaboration d'une stratégie sur le changement climatique
- Favorise la cohérence et la transparence complète des études

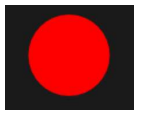
# Définition du périmètre du système étudié



# Exemple de résultats « Organisation »



# Points clé du bilan carbone



- Principalement adapté pour les organisations
- Typiquement mis en œuvre pour une année
- Utilisation d'un modèle hybride : économique et environnemental
- Couvre 100 % de l'activité économique
- Trois périmètres complémentaires (scope 1, 2, et 3)
- Evaluation monocritère