

Business et bifurcation écologique: un partenariat stratégique ?

Gaël Giraud | CNRS, Institut Rousseau, JESC

October 30, 2025

Sommaire

La polycrise écologique

Bifurquer, seule option raisonnable

Le Canton de Fribourg

La polycrise écologique

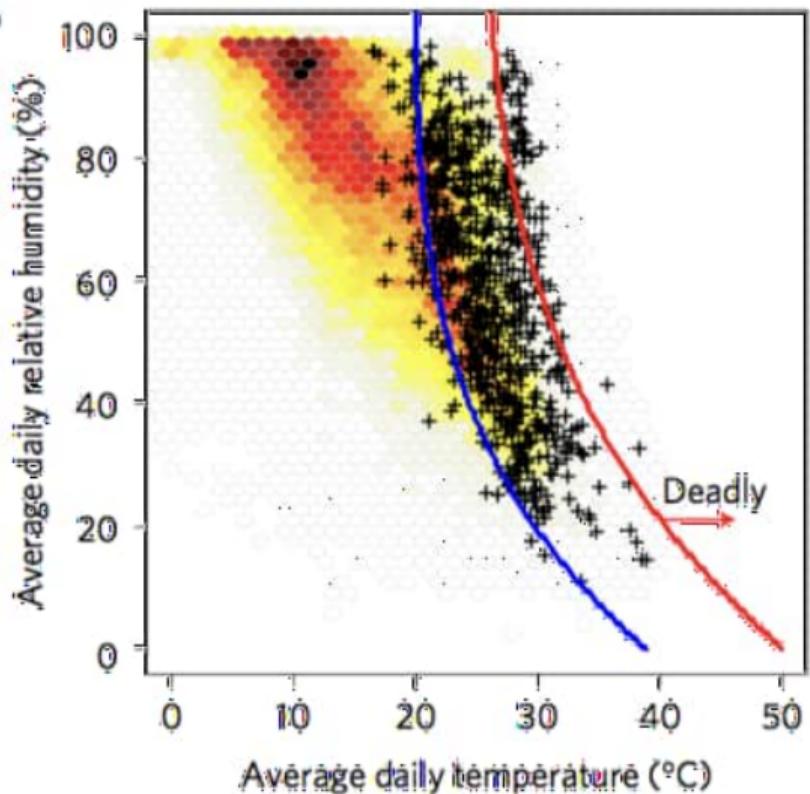
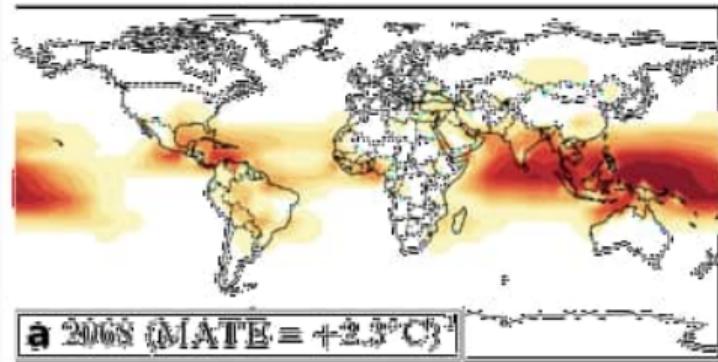
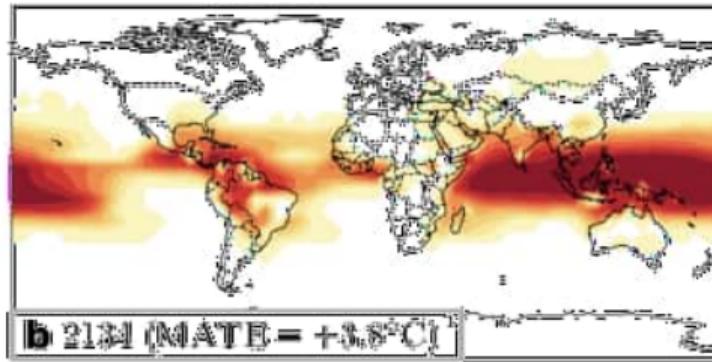


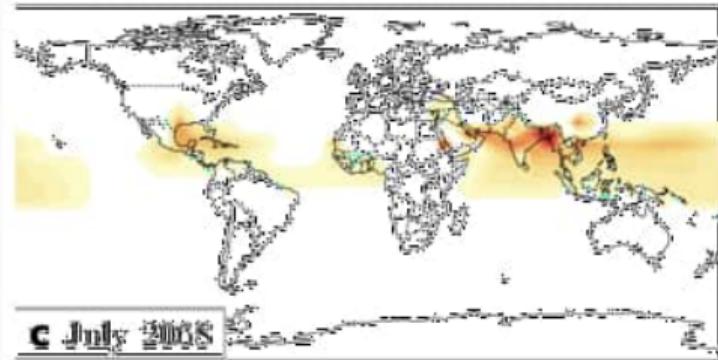
Figure 1: Heat-Humidity: le vrai danger



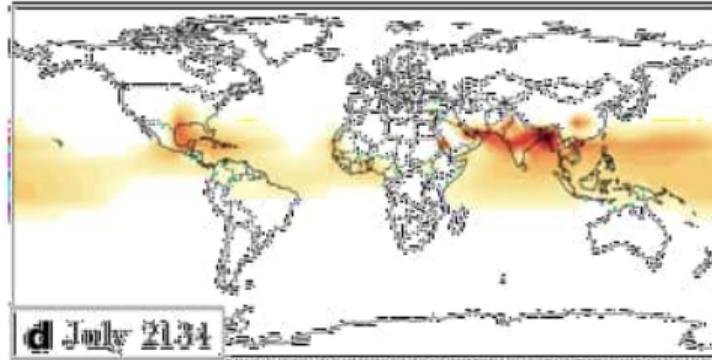
a 2068 (MATE = $+2.3^{\circ}\text{C}$)



b 2134 (MATE = $+3.8^{\circ}\text{C}$)



c July 2068



d July 2134

Figure 2: Martin, Giraud et al. (2023)

- A strong warning by Swiss Re (2021)

Scenari di danni climatici nel 2050 secondo il riassicuratore Swiss Re



April 2021

The economics of climate change:
no action not an option

	Temperature rise scenario, by mid-century			
	Well-below 2°C increase	2.0°C increase	2.6°C increase	3.2°C increase
	Paris target	The likely range of global temperature gains		Severe case
Simulating for economic loss impacts from rising temperatures in % GDP, relative to a world without climate change (0°C)				
World	-4.2%	-11.0%	-13.9%	-18.1%
OECD	-3.1%	-7.6%	-8.1%	-10.6%
North America	-3.1%	-6.9%	-7.4%	-9.5%
South America	-4.1%	-10.8%	-13.0%	-17.0%
Europe	-2.8%	-7.7%	-8.0%	-10.5%
Middle East & Africa	-4.7%	-14.0%	-21.5%	-27.6%
Asia	-5.5%	-14.9%	-20.4%	-26.5%
Advanced Asia	-3.3%	-9.5%	-11.7%	-15.4%
ASEAN	-4.2%	-17.0%	-29.0%	-37.4%
Oceania	-4.3%	-11.2%	-12.3%	-16.3%

Note: Temperature increases are from pre-industrial times to mid-century, and relate to increasing emissions and/or increasing climate sensitivity (reaction of temperatures to emissions) from left to right.

Source: Swiss Re Institute

India	-0.8%	-3.0%	-5.7%	-2.0%	-8.9%	-17.4%	-3.2%	-13.9%	-27.0%	-4.0%	-18.0%	-35.1%
Indonesia	-0.6%	-2.1%	-4.0%	-2.0%	-8.5%	-16.7%	-3.4%	-15.4%	-30.2%	-4.4%	-20.0%	-39.5%
Italy	-0.5%	-2.3%	-4.5%	-1.2%	-5.6%	-11.0%	-1.3%	-5.9%	-11.4%	-1.7%	-7.7%	-14.8%
Japan	-0.3%	-1.6%	-3.2%	-0.8%	-4.2%	-8.4%	-0.8%	-4.5%	-9.1%	-1.1%	-6.0%	-12.0%
Malaysia	-1.2%	-2.8%	-4.8%	-4.0%	-12.3%	-22.3%	-6.8%	-20.1%	-36.3%	-7.8%	-25.2%	-46.2%
Mexico	-0.5%	-1.9%	-3.6%	-1.1%	-4.4%	-8.5%	-1.4%	-5.2%	-9.8%	-1.7%	-6.7%	-12.6%
Netherlands	-0.1%	-0.8%	-1.8%	-0.3%	-2.4%	-5.2%	-0.1%	-2.3%	-5.1%	-0.3%	-3.2%	-7.0%
New Zealand	-0.4%	-1.9%	-3.7%	-1.0%	-4.9%	-9.7%	-1.1%	-5.2%	-10.4%	-1.4%	-6.9%	-13.6%
Norway	0.1%	-0.8%	-1.9%	-0.2%	-2.4%	-5.2%	-0.4%	-2.6%	-5.4%	-0.5%	-3.5%	-7.3%
Peru	-0.5%	-2.5%	-5.1%	-1.0%	-5.1%	-10.0%	-1.1%	-5.7%	-11.3%	-1.4%	-6.9%	-13.7%
Philippines	-1.3%	-3.1%	-5.4%	-3.5%	-11.8%	-21.6%	-5.8%	-19.5%	-35.0%	-6.9%	-24.6%	-43.9%
Poland	-0.2%	-1.4%	-3.0%	-0.6%	-3.8%	-7.9%	-0.5%	-3.8%	-7.9%	-0.8%	-5.1%	-10.6%
Portugal	-0.4%	-1.3%	-2.3%	-0.9%	-3.2%	-6.2%	-1.0%	-3.3%	-6.3%	-1.2%	-4.3%	-8.4%
Romania	-0.5%	-1.8%	-3.3%	-1.1%	-4.5%	-8.7%	-1.3%	-4.7%	-8.9%	-1.6%	-6.0%	-11.5%
Russia	-0.2%	-1.5%	-3.2%	-1.3%	-4.7%	-8.9%	-2.3%	-5.8%	-10.1%	-2.6%	-7.2%	-12.8%
Saudi Arabia	-0.9%	-2.9%	-5.3%	-4.8%	-10.7%	-17.8%	-11.6%	-19.4%	-29.2%	-12.2%	-22.5%	-35.5%
Singapore	-1.0%	-2.7%	-4.9%	-2.9%	-10.6%	-20.2%	-5.0%	-18.6%	-35.6%	-6.1%	-23.9%	-46.4%
South Africa	-0.8%	-3.5%	-6.9%	-1.7%	-7.7%	-14.9%	-2.1%	-9.2%	-17.8%	-2.7%	-12.0%	-23.1%
South Korea	-0.2%	-1.3%	-2.7%	-0.8%	-4.2%	-8.5%	-0.8%	-4.7%	-9.7%	-1.1%	-6.3%	-12.8%
Spain	-0.4%	-1.3%	-2.5%	-0.9%	-3.6%	-7.0%	-1.0%	-3.8%	-7.3%	-1.2%	-4.9%	-9.7%
Sweden	0.0%	-1.1%	-2.5%	-0.3%	-3.1%	-6.6%	0.0%	-2.8%	-6.5%	-0.2%	-4.0%	-8.8%
Switzerland	0.0%	-0.6%	-1.4%	-0.1%	-1.9%	-4.2%	0.1%	-1.8%	-4.4%	0.0%	-2.6%	-6.1%
Taiwan	-0.6%	-2.6%	-5.2%	-1.7%	-7.5%	-14.8%	-2.6%	-11.3%	-22.2%	-3.3%	-14.7%	-29.2%
Thailand	-1.2%	-2.9%	-4.9%	-3.0%	-10.4%	-19.5%	-4.9%	-17.8%	-33.7%	-6.0%	-22.9%	-43.6%
Turkey	-0.2%	-1.2%	-2.6%	-0.6%	-3.3%	-6.7%	-0.6%	-3.8%	-7.8%	-0.9%	-5.0%	-10.3%
UAE	-0.9%	-3.0%	-5.5%	-2.1%	-8.5%	-16.6%	-3.3%	-13.3%	-25.8%	-4.1%	-17.3%	-33.7%
UK	-0.1%	-1.1%	-2.4%	-0.5%	-3.2%	-8.6%	-0.3%	-3.1%	-6.5%	-0.6%	-4.2%	-8.7%
Ukraine	0.2%	0.0%	-0.2%	0.0%	-1.5%	-3.7%	0.3%	-1.3%	-3.6%	0.2%	-1.9%	-5.6%
US	-0.5%	-1.7%	-3.1%	-0.9%	-3.6%	-6.8%	-1.0%	-3.9%	-7.2%	-1.2%	-5.0%	-9.2%
Venezuela	-0.3%	-1.4%	-2.7%	-0.9%	-4.6%	-9.2%	-1.2%	-6.3%	-12.4%	-1.6%	-8.2%	-16.2%

Note: Temperature increases are from pre-industrial times to mid-century. Columns labelling indicate specific variable adjustments in our scenario analysis: inclusion of omitted channels (ie, channels that have not been quantified in previous research), and multiplicative factors (x5 and x10) for potentially increased severity of unknown unknowns.

Source: Swiss Re Institute

Hydro stress 2040

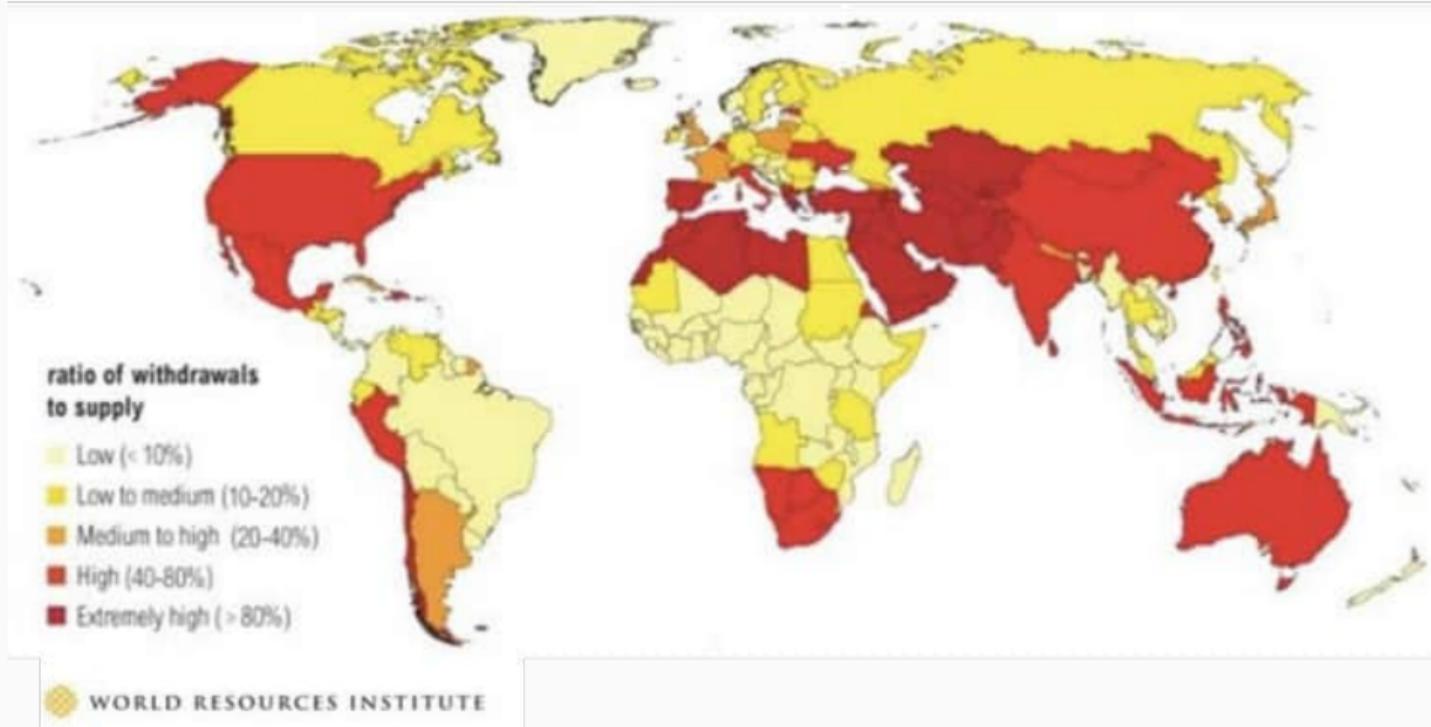


Figure 5: Stress hydrique en 2040 (WRI)

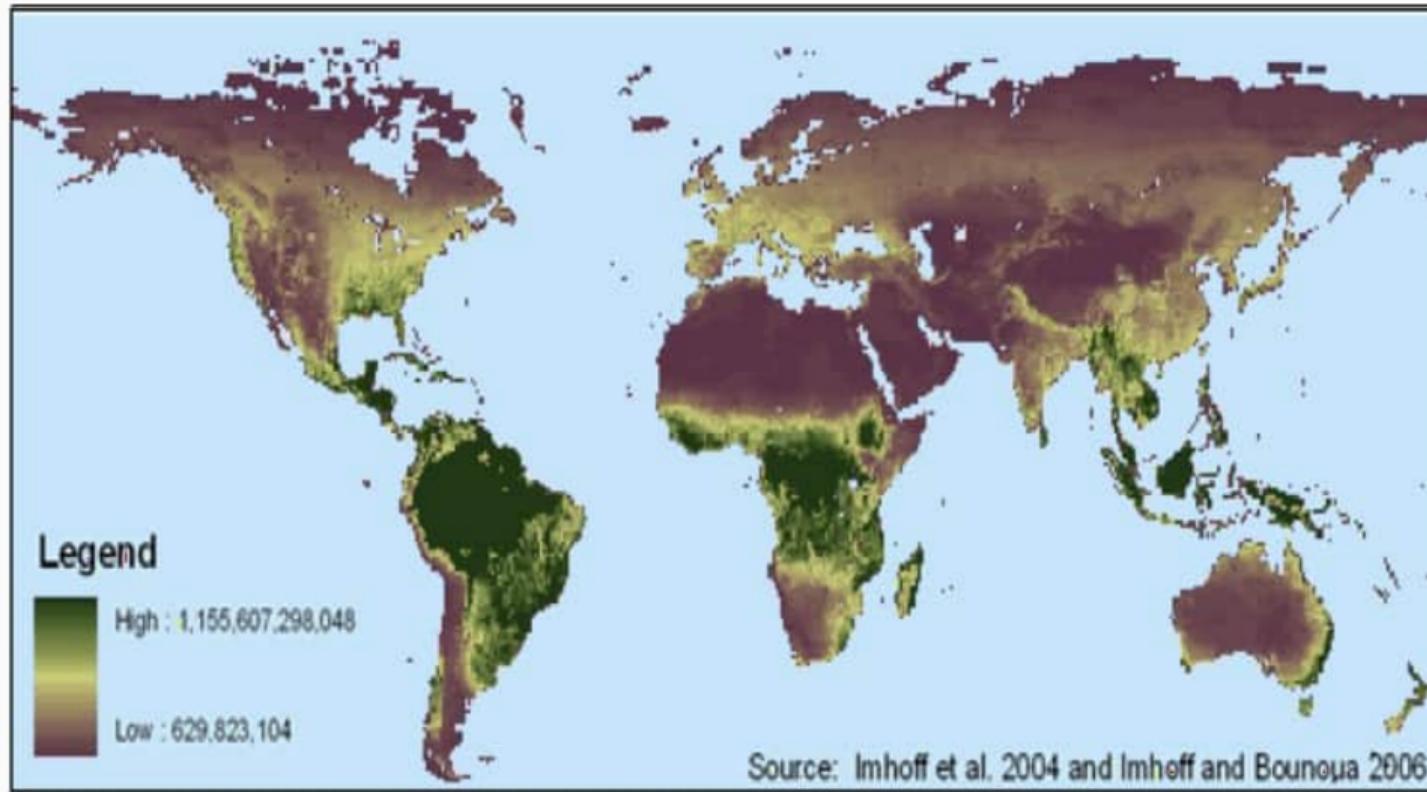


Figure 6: Biomasse annuelle (NASA)

Regional HANPP (II)

Appropriation humaine de biomasse

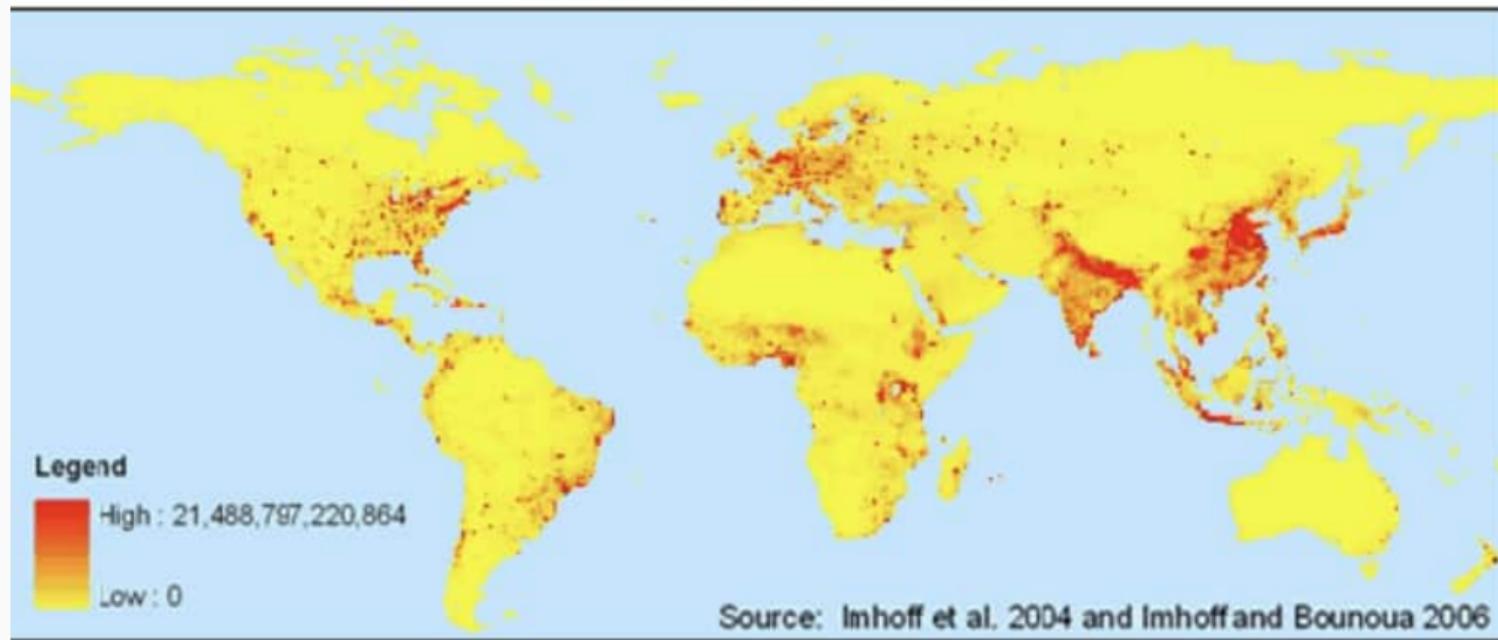


Figure 2. Human Appropriation of Net Primary Productivity (HANPP) (in grams of carbon)

Figure 7: Human Appropriation of Natural Primary Production (HANPP)

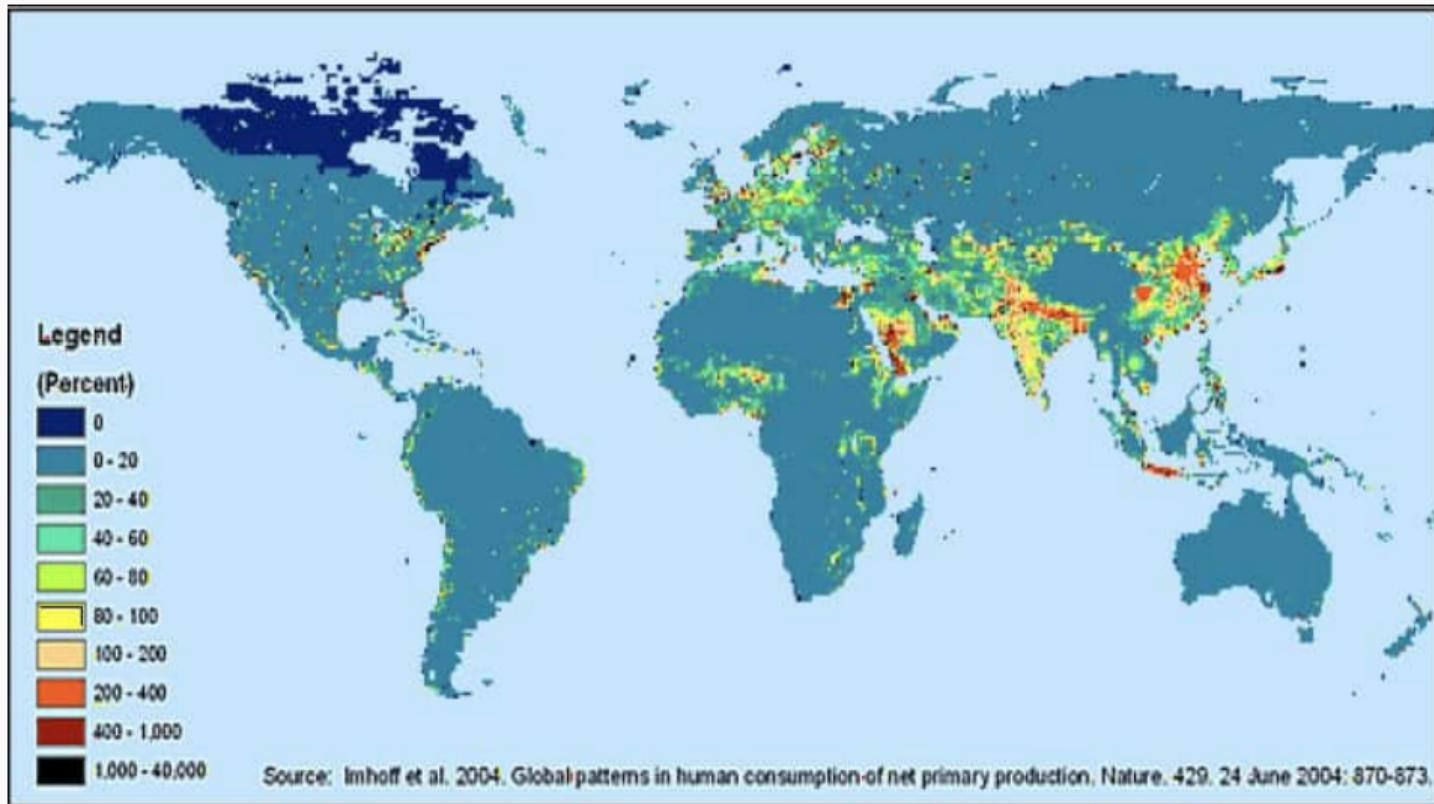


Figure 8: Déficit de production locale

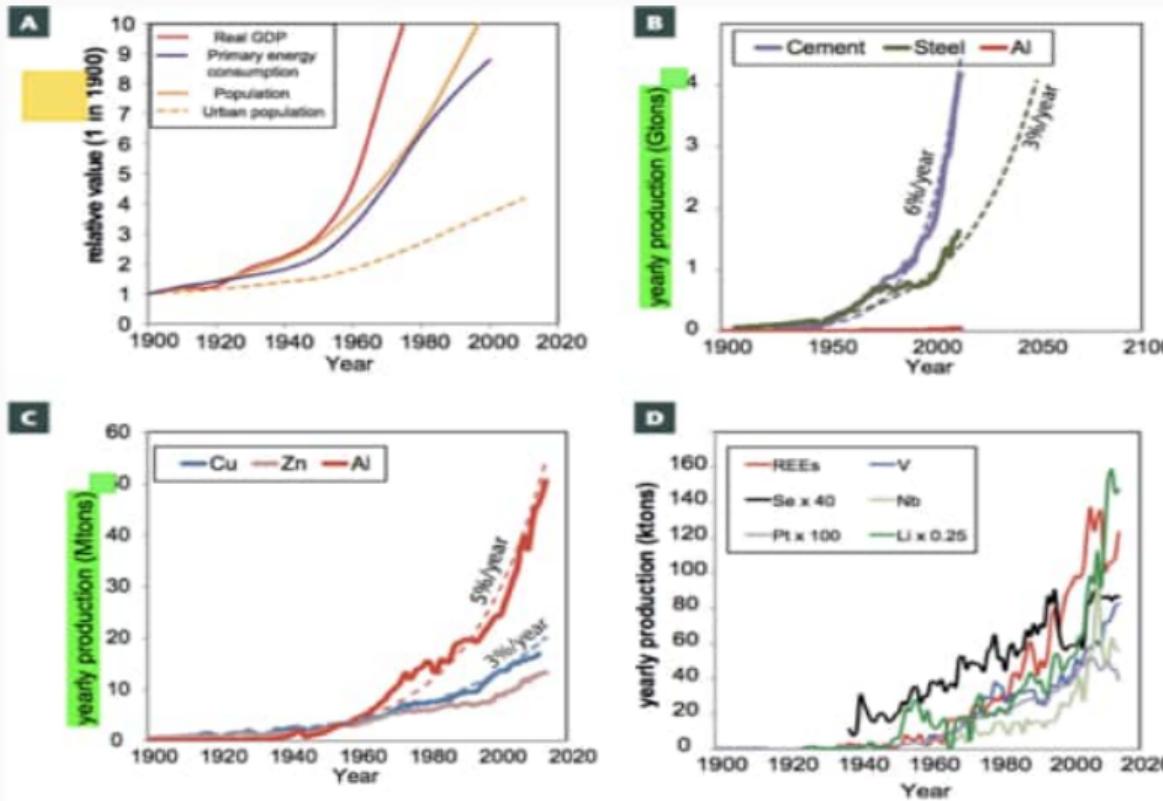


FIGURE 1 (A) Historical evolution of various indicators of prosperity and human activity. FROM STEFFEN ET AL. (2014). (B) Yearly production, between 1900 and 2015 of cement, steel and Al. (C) Yearly production between 1900 and 2015 of Cu and Zn. (D) Yearly production of rare-earth elements (REEs), V, Se, Nb, Pt and Li. The dashed lines in (B–C) show the evolution of production calculated for the indicated growth rates. DATA IN PARTS 10^{-3} 10^6 tons/yr unless otherwise indicated.

Zn and Al. (D) Yearly production of rare-earth elements (REEs), V, Se, Nb, Pt and Li. The dashed lines in (B–C) show the evolution of production calculated for the indicated growth rates. DATA IN PARTS 10^{-3} 10^6 tons/yr unless otherwise indicated.

Une trajectoire matérielle non durable

- **Explosion de l'extraction mondiale de ressources :**
 - Biomasse, combustibles fossiles, métaux et minéraux non métalliques.
 - **1970** : 27,1 milliards de tonnes → **2017** : 92,1 milliards de tonnes.
- **Croissance de la demande de matières :**
 - +2,3 %/an entre 1970 et 2000.
 - +3,2 %/an entre 2000 et 2017.
- **Consommation moyenne par habitant :**
 - 7,7 t/hab (1970) → 12,2 t/hab (2017).
 - Haut revenu : 27 t/hab.
 - Revenu intermédiaire : 18 t/hab (perte nette : 1–2,5 t/hab).
 - Faible revenu : 2 t/hab (perte : 1 t/hab).

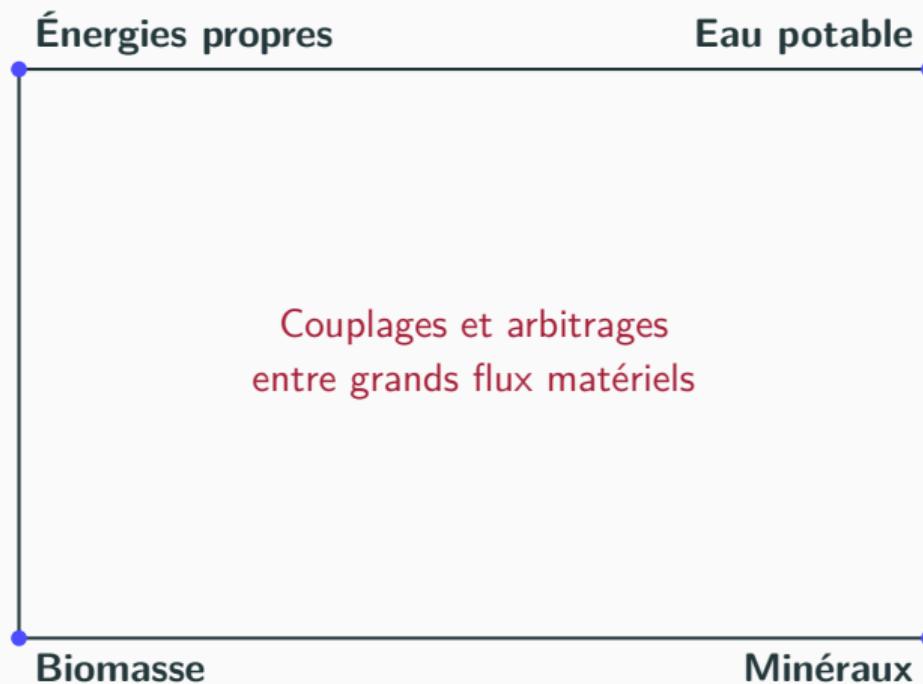
Une trajectoire matérielle non durable (2)

- **Appropriation inégale :**

- 11,8 milliards de tonnes — soit 12,8 % du total mondial — appropriées par les pays à haut revenu.
- Tous les pays à revenu faible ou intermédiaire exportent plus de matières qu'ils n'en importent.

Le plafond des 2°C exige une moyenne de 6t/an.personne !

Rectangle des ressources



Bifurquer, seule option raisonnable

ROAD TO NET ZERO

BRIDGING THE GREEN
INVESTMENT GAP

JANUARY 2024

La transition énergétique suisse : cap et instruments

- Objectif national : **zéro émission nette d'ici 2050**, inscrit dans la Loi sur le climat et l'innovation (votation 2023).
- Étapes intermédiaires : –50 % d'ici 2030, –75 % d'ici 2040, –90 % d'émissions domestiques en 2050.
- Sortie du nucléaire, montée en puissance des renouvelables (hydro, solaire, éolien, biomasse).
- Efficacité énergétique, électrification de la chaleur et de la mobilité.
- Loi révisée sur l'électricité (*Mantelerlass*) : expansion obligatoire des ENR, sobriété et sécurité d'approvisionnement.

Idée clé : La Suisse inscrit sa neutralité carbone dans un cadre légal cohérent avec l'UE 2050.

État des lieux et défis structurels



État des lieux et défis structurels

- **Photovoltaïque** : +51 % en 2023 (6,37 GW installés = 8 % de la consommation).
- **Hydroélectricité** : 55–60 % de la production ; modernisation et stockage (STEP).
- **Défis** :
 - « Trou hivernal » : besoin de production et de stockage saisonnier.
 - Procédures et fédéralisme : lenteur des permis pour projets éoliens/PV.
 - Goulets d'étranglement du réseau : raccordement PV alpin.
 - Pénurie de main-d'œuvre qualifiée (installateurs, ingénieurs).

Accélérer la transition tout en sécurisant l'hiver énergétique.

Opportunités économiques et industrielles (3)



Figure 11: Grande Dixence (Valais)

Atouts et leviers spécifiques à la Suisse

- **Base hydroélectrique unique en Europe** : grands barrages + pompage-turbinage.
- **Potentiel PV** : 5 millions de toitures exploitables ; PV alpin compétitif en hiver (0,10–0,16 €/kWh).
- **Politiques publiques** : Programme Bâtiments (450 M CHF/an) pour isolation et remplacement des chauffages fossiles.
- **Innovation** : hydrogène vert (pilotes 2 MW), électrification industrielle, agrivoltaïsme, jumeaux numériques.

Atout clé : une combinaison rare d'hydro, de PV et de savoir-faire technologique.

Opportunités économiques et industrielles



Opportunités économiques et industrielles

- **Investissements** : grands projets hydro, PV alpin, réseaux de chaleur, stockage et flexibilités.
- **Bâtiments et chaleur** : pompes à chaleur, biomasse, géothermie, chaleur fatale.
- **Innovation industrielle** : électrolyseurs, power-to-X, projets pilotes (AlpinSolar – Muttsee, Groupe E – Schiffenen).
- **Emploi** : création d'emplois qualifiés dans les Alpes et les régions industrielles.

La transition énergétique devient un moteur industriel et territorial.

Finance durable et rôle du secteur privé

- **Encours durables** : 1 660 Mds CHF fin 2023 (+3 % vs 2022).
- **Transparence FINMA** : publication obligatoire des risques climatiques (depuis 2022, renforcée 2024).
- **Swiss Climate Scores** : cadre volontaire d'évaluation des portefeuilles (alignement 1,5 °C, intensité carbone, part verte).
- **Réputation** : pression accrue sur les institutions (ex. BNS) pour décarboner leurs portefeuilles.

La place financière suisse peut devenir un levier de la transition mondiale.

Pistes d'action pour les banques

- Développer des **prêts hypothécaires verts** et des lignes de crédit bonifiées pour rénovations, réseaux de chaleur, PV.
- Structurer des **obligations vertes** et des **prêts à KPIs climatiques** pour PME et infrastructures.
- Intégrer les **scénarios climatiques** (SBTi, PACTA, Climate Scores) dans les risques et stratégies.
- Renforcer l'**engagement actionnarial** sur la sortie des fossiles et la crédibilité des plans de transition.

Aligner la finance suisse sur l'objectif net-zéro et renforcer la résilience du système bancaire.

Le Canton de Fribourg

Le rôle des acteurs territoriaux : Canton de Fribourg

- **Plan climat cantonal (2021–2026)** : 115 mesures pour –50 % d'émissions directes d'ici 2030, neutralité 2050.
- **Énergie et bâtiments** : efficacité, remplacement des chauffages fossiles, développement des réseaux de chaleur et du PV local.
- **Chauffage à distance** : projet CAD Grand Fribourg → mix 100 % renouvelable (biomasse, chaleur fatale, géothermie, chaleur du lac).
- **Hydrogène vert** : électrolyseur 2 MW Groupe E (Schiffenen) pour industrie et mobilité.

Fribourg illustre une décarbonation intégrée entre territoires, industrie et recherche.

Écosystème d'innovation et recherche

- **Smart Living Lab (Bluefactory – Fribourg)** : Living Lab pour rénovation, efficacité énergétique et numérisation du bâti.
- Coopération EPFL / HEIA-FR / UniFR + entreprises locales.
- Objectif : accélérer la décarbonation du bâtiment et l'industrialisation de la rénovation.

Atout : la Suisse combine excellence scientifique et proximité industrielle.

Quick wins pour 2030

- **1. Rénovation des bâtiments + pompes à chaleur** : levier n° 1 à court terme (emploi local, baisse des importations).
- **2. PV toitures + Solar Express alpin** : combler le déficit hivernal avec planification réseau.
- **3. Modernisation du parc hydro** : amélioration des rendements et des flexibilités.
- **4. Finance verte** : prêts et obligations alignés net-zéro, reporting climatique robuste, appui aux PME et collectivités.

Conclusion : la transition énergétique suisse est techniquement faisable, économiquement soutenable et source d'opportunités.

Merci

