

Maths, Economie et Transition écologique

Maël Forcier

28 Novembre 2024

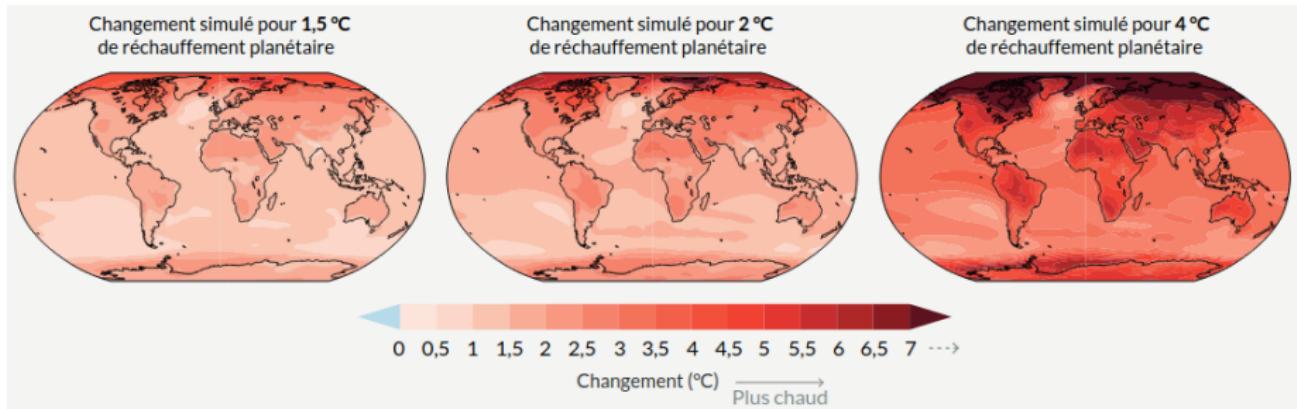


**Faculté des sciences
et des techniques**

Sommaire

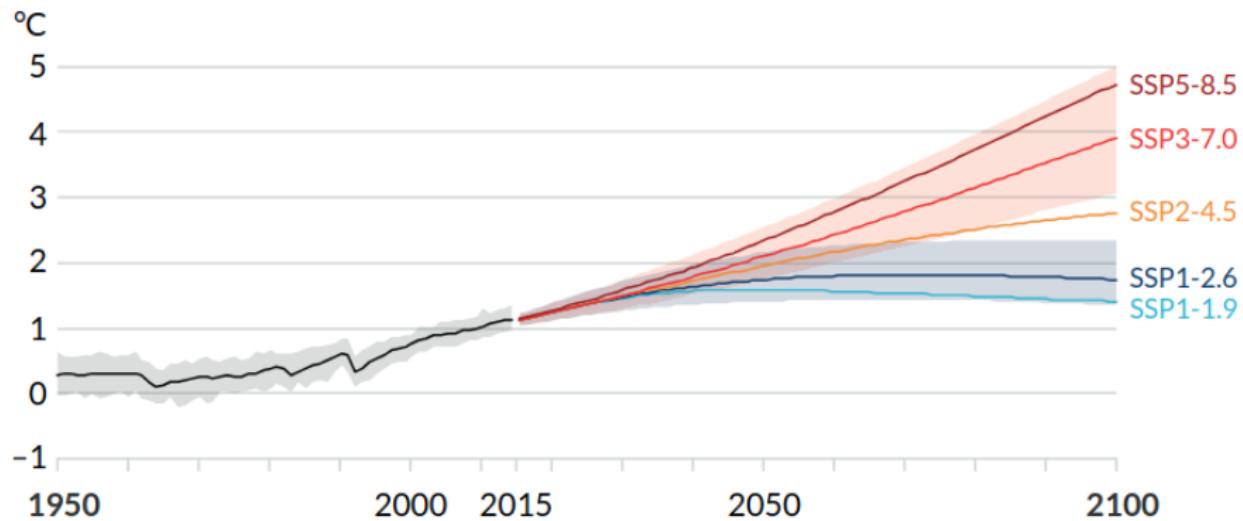
- 1 Rappels sur le réchauffement climatique et le GIEC
- 2 Comment compter les émissions de gaz à effet de serre aujourd'hui ?
- 3 Modèles d'évaluations intégrés

Changement climatique selon le réchauffement moyen



Source : Figure RID.5(b), Résumé à l'intention des décideurs, 6ème rapport du GIEC, Groupe de travail I

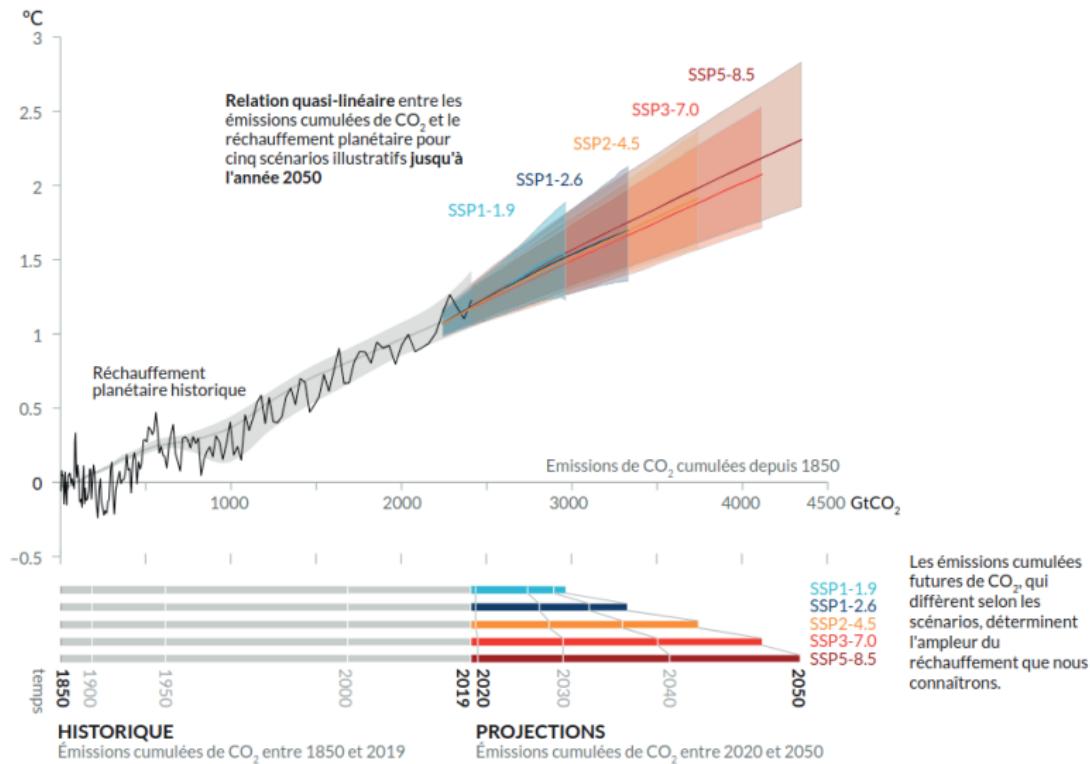
Plusieurs scénarios possibles



Source : Figure RID.8(b), Résumé à l'intention des décideurs, 6ème rapport du GIEC, Groupe de travail I

Lien entre GES et température

Augmentation de la température à la surface du globe depuis 1850-1900 ($^{\circ}\text{C}$) en fonction des émissions cumulées de CO_2 (Gt CO_2)

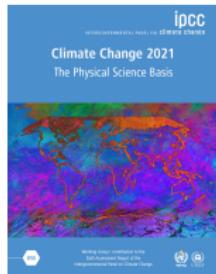


Source : Figure RID.10, Résumé à l'intention des décideurs, 6ème rapport du GIEC, Groupe de travail I

Les 3 groupes de travail du GIEC

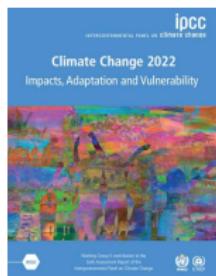
Groupe de travail I :

Les bases scientifiques physiques



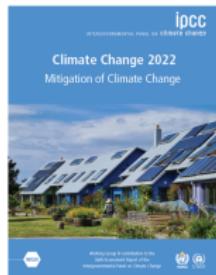
Groupe de travail II :

Impacts, adaptation et vulnérabilité

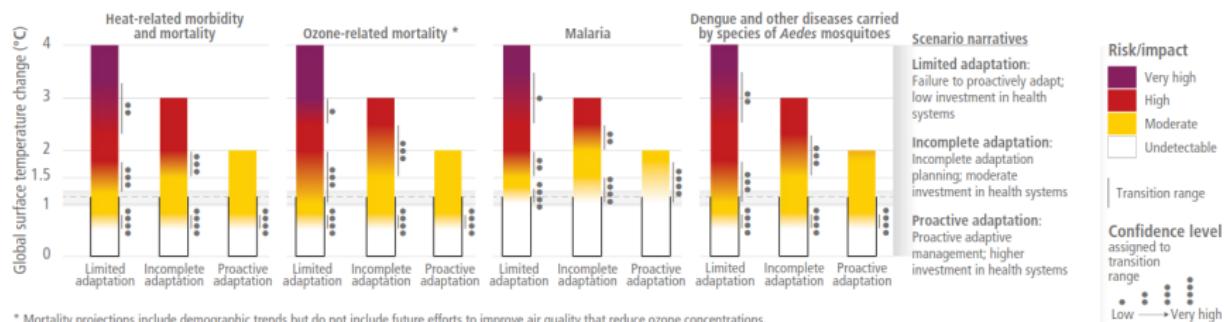


Groupe de travail III :

Atténuation du changement climatique



Groupe 2 : Impacts, adaptation et vulnérabilité



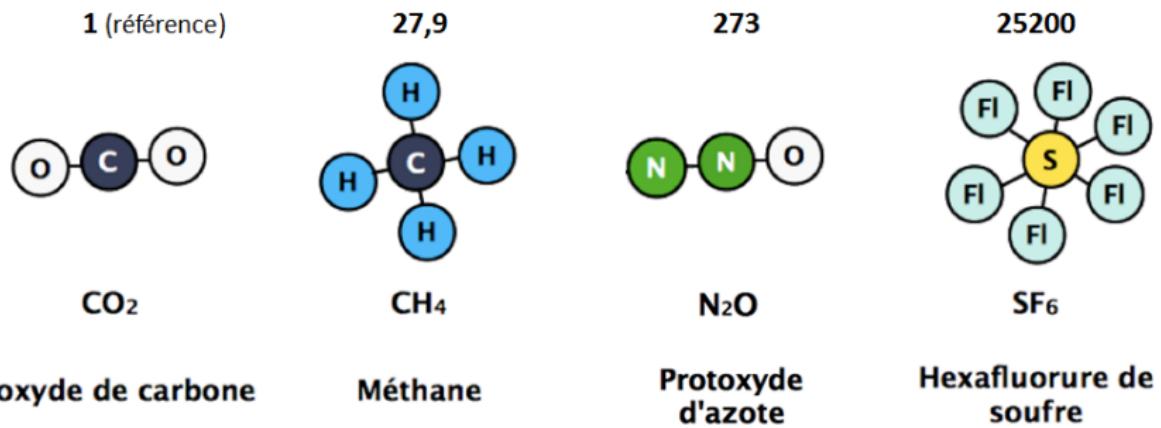
* Mortality projections include demographic trends but do not include future efforts to improve air quality that reduce ozone concentrations.

Source : Figure SPM.3(e), 6ème rapport du GIEC, Groupe de travail II

Sommaire

- 1 Rappels sur le réchauffement climatique et le GIEC
- 2 Comment compter les émissions de gaz à effet de serre aujourd'hui ?
- 3 Modèles d'évaluations intégrés

Potentiel de réchauffement global (PRG)



Energies fossiles

Charbon $0,35 \text{ kgCO}_2\text{eq/kWh}$



Electricité

Pétrole $0,26 \text{ kgCO}_2\text{eq/kWh}$



Transport

Gaz $0,20 \text{ kgCO}_2\text{eq/kWh}$



Electricité
Bâtiment

Production de l'électricité

Centrale à charbon
820 kgCO₂/MWh



Centrale à gaz
490 kgCO₂/MWh



Centrale nucléaire
12 kgCO₂/MWh



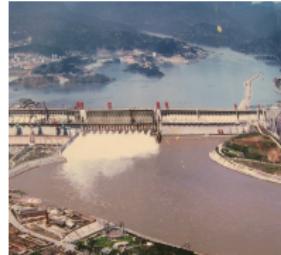
Photovoltaïque
44 kgCO₂/MWh



Eolien
11 kgCO₂/MWh



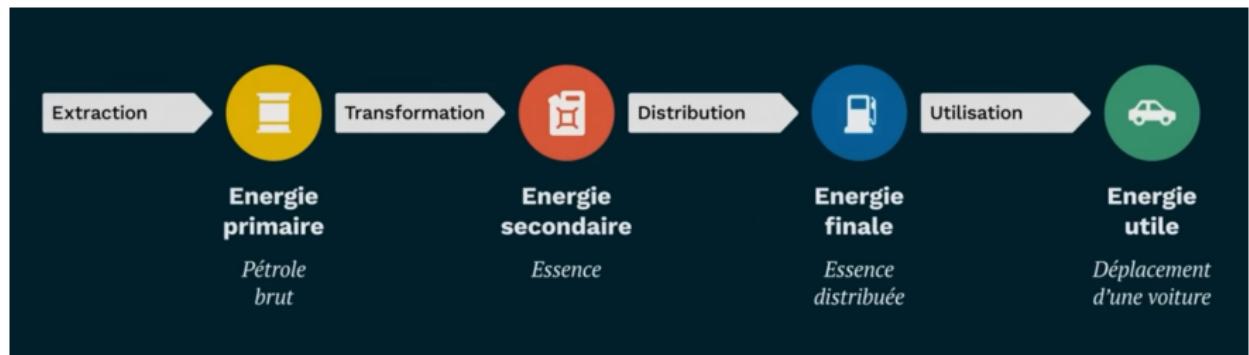
Hydroélectricité
24 kgCO₂/MWh



Électricité selon différents pays

	France 2022	Brésil 2021	Chine 1990	Chine 2022	Facteurs d'émissions (kgCO ₂ /MWh)
Charbon	1,2 %	3,7 %	72,2 %	61,7 %	820
Pétrole	1,4 %	3,1 %	7,8 %	0,1 %	650
Gaz	9,5 %	13,3 %	0,4 %	3,0 %	490
Nucléaire	62,0 %	2,2 %	0 %	4,7 %	12
Hydroélectricité	10,7 %	55,3 %	19,5 %	15,1 %	24
Eolien	8,0 %	11,0 %	0 %	8,5 %	11
PV	4,3 %	2,6 %	0 %	4,8 %	44
Biomasse	1,7 %	8,5 %	2,4 %	2,0 %	0
Autres	1,2 %	0,30 %	0,1 %	0,1 %	
Facteur d'émissions (kgCO ₂ /MWh)	79	132	650	529	

Différentes comptabilités énergétiques



Source : Le Réveilleur, Taux de retour énergétique : J.M. Jancovici dans l'erreur ?

Sommaire

- 1 Rappels sur le réchauffement climatique et le GIEC
- 2 Comment compter les émissions de gaz à effet de serre aujourd'hui ?
- 3 Modèles d'évaluations intégrés

Différents type de modèle

- Modèles Top-down vs Bottom-Up
- Modèles statiques vs dynamiques
- Modèles d'optimisation
- Modèles déterministes vs stochastiques
- Variables : exogènes, endogène, contrôlées, stochastiques

Equation de Kaya

$$GES = POP \times \frac{PIB}{POP} \times \frac{Energie}{PIB} \times \frac{GES}{Energie}$$

Modèle Top-Down très simplifié

Equation de Kaya

$$GES = POP \times \frac{PIB}{POP} \times \frac{Energie}{PIB} \times \frac{GES}{Energie}$$

Modèle Top-Down très simplifié

Modèle Bottom-Up : exemple du parc de logement

38 millions de logements

82 % de résidences principales

10 % de résidences secondaires, 8 % de logements vacants

Maisons individuelles 54,8 %



Logements collectifs 45,2 %



Résidences principales par énergie de chauffage

	Electricité dont PAC	Gaz	Fioul et autres	Bois et réseau de chaleur
Millions de logements	11,47	10,84	3,08	4,83
Pourcentage	38,0 %	35,9 %	10,2 %	16,0 %

Modèle Bottom-Up : exemple du parc de véhicules

46 millions de véhicules

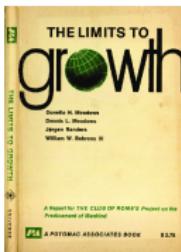
Voiture thermique



Voiture électrique



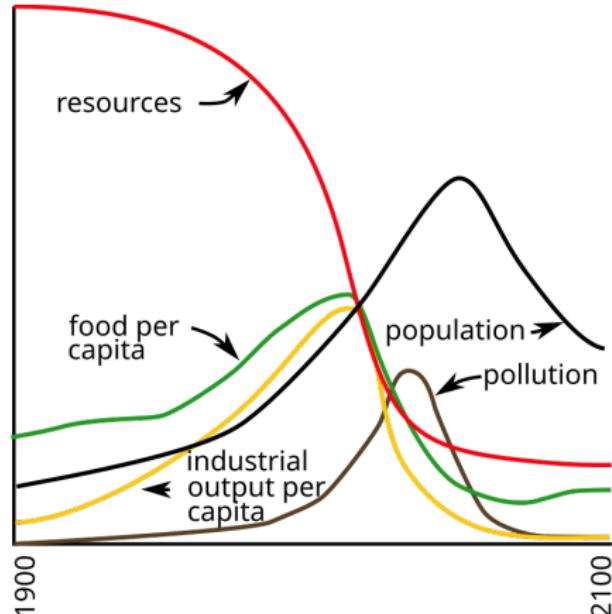
World 3 (1972)



Les limites à la croissance, premier rapport du Club de Rome



Jorgen Randers, Jay Forrester, Donella
et Dennis Meadows, William W.
Behrens.



DICE, Dynamic Integrated Climate Economy (1992)

2018 : Prix de la Banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel

“Pour avoir intégré le changement climatique dans l'analyse macroéconomique de long terme.”



William D. Nordhaus

Fig. 3. Projected global mean temperature. According to the DICE model, global mean temperature with no controls (+) is projected to increase 3°C above 1900 levels by 2085. The optimal policy (□) and emissions stabilization (*) would involve only a small reduction in global warming. The maximum feasible policy is climate stabilization (—), which shows significant warming because of the commitment in the current buildup of GHGs.

