



AVENIR CLIMATIQUE
PARLONS CLIMAT AVEC ÉNERGIE !

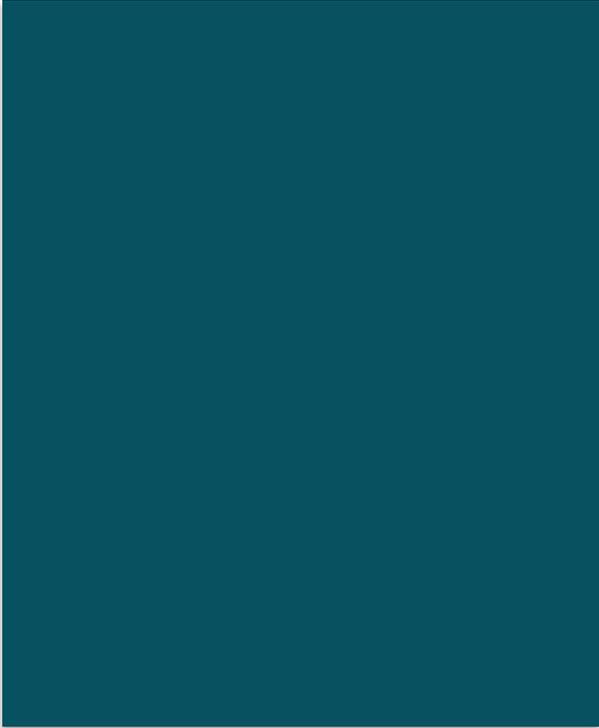
SOLUTIONS ?

Écueils et conseils pour des technologies adaptées

Jacques Chartier-Kastler



BUTS DE LA CONFÉRENCE

- 
- 1. Définir les concepts**
 - 2. Poser le problème**
 - 3. Etudier les solutions et leurs effets indirects**

TECHNOLOGIE, KÉZACO ?

Définition très large : outil

Une technologie peut être :

- **Un outil physique** (ex : un marteau)



- **Un savoir-faire** (ex : savoir utiliser un marteau)



- **Une organisation sociale** (ex : la législation sur l'utilisation des marteaux)



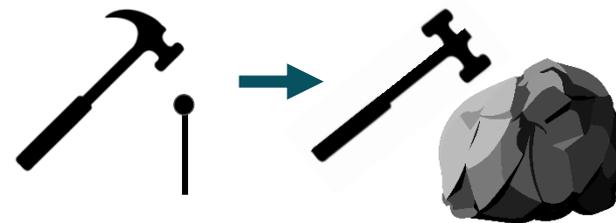
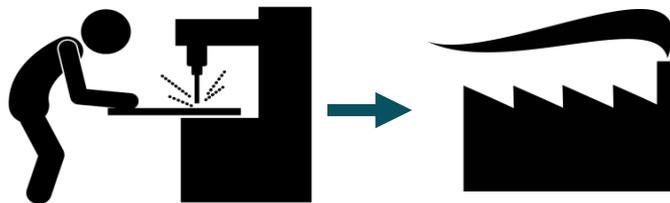
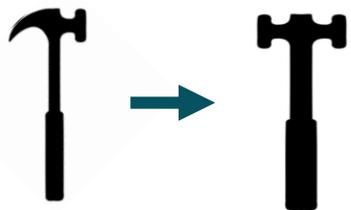
INNOVATION, KÉZACO ?

‘Changement dans le cycle de vie d’une technologie’

Conception

Production

Utilisation



A RETENIR

- 1. Une technologie n'est pas nécessairement physique**
- 2. L'outil ne fait pas l'usage**
 - Une technologie n'est pas nécessairement bonne ou mauvaise de nature, l'usage détermine grandement les effets

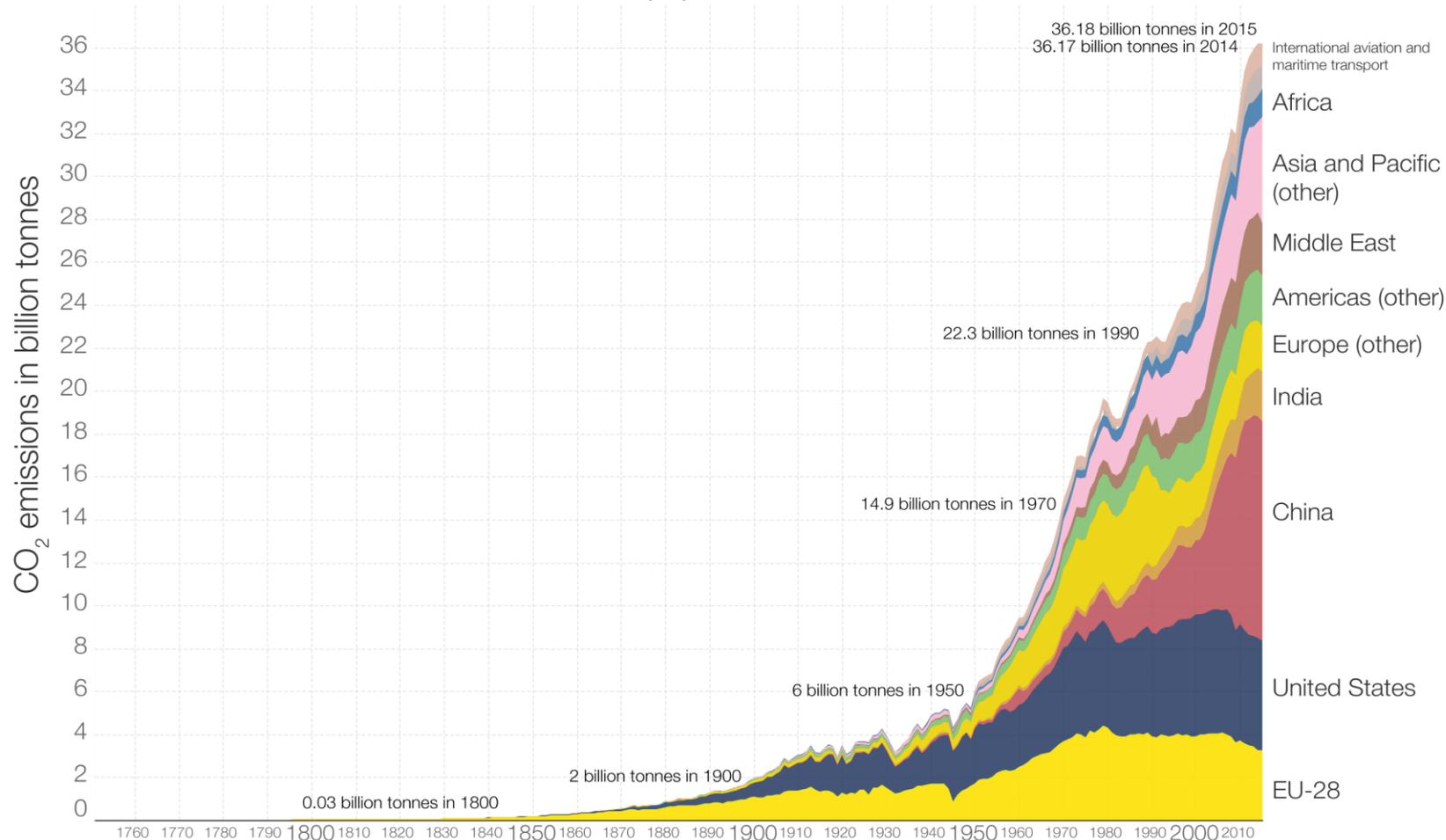
URGENCE CLIMATIQUE



URGENCE CLIMATIQUE

Global CO₂ emissions by world region, 1751 to 2015

Annual carbon dioxide emissions in billion tonnes (Gt).



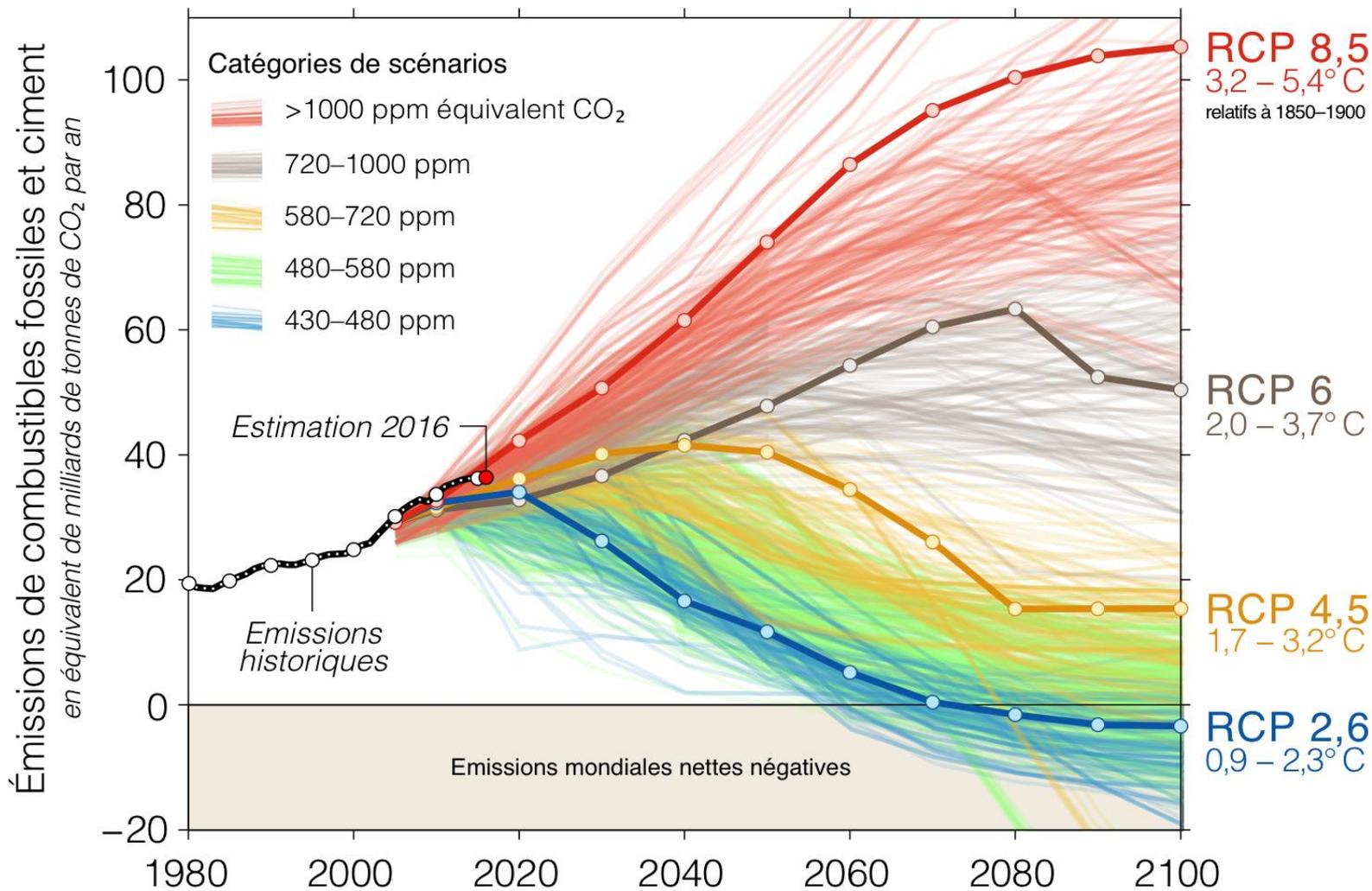
Data source: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC); aggregation by world region by Our World In Data. The interactive data visualization is available at OurWorldinData.org. There you find the raw data and more visualizations on this topic.

Licensed under CC-BY-SA.



URGENCE CLIMATIQUE

Données CDIAC/GCP/GIEC/Fuss et al. (2014)



OBJECTIFS POUR 2100

1. Rester sous les 2°C de réchauffement par rapport à 1850

- Nous sommes à + 1°C en 2019

2. Atteindre la neutralité carbone d'ici 2050

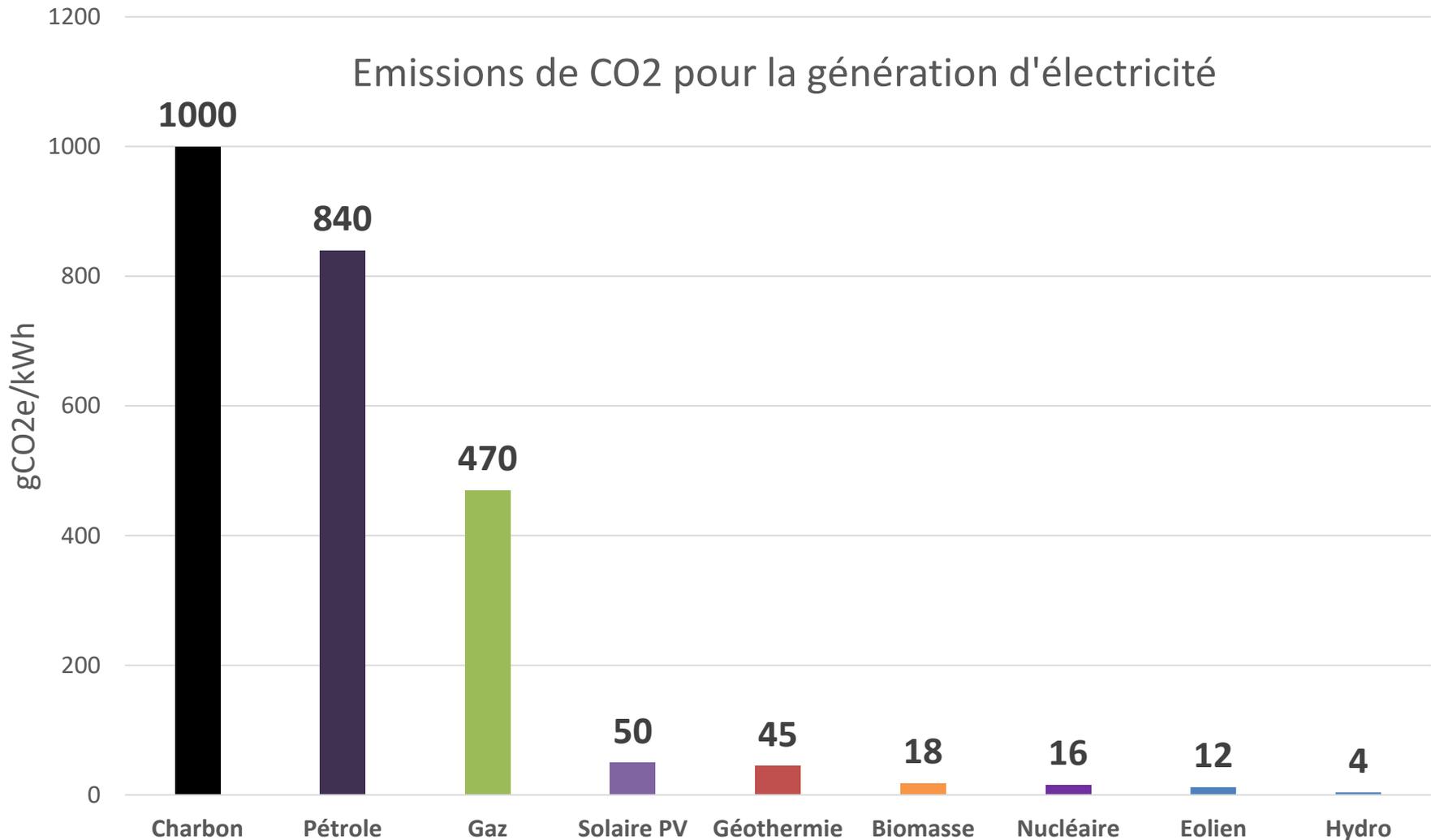
- Il faudrait réduire les émissions de GES de 6 % par an, à partir de maintenant
- En 2018, elles ont augmenté de 3 % → on avance dans le mauvais sens !

Source : IPCC SR1.5, The Shift Project 2017, Global Carbon Project 2018

POSER LE CONSTAT

CO2 PAR UNITÉ D'ÉNERGIE

Emissions de CO2 pour la génération d'électricité



Source : IPCC



MORTS PAR UNITÉ D'ÉNERGIE

Hypothetical number of deaths from energy production

Hypothetical number of global deaths which would have resulted from energy production if the world's energy production was met through a single source, in 2014. This was assumed based on energy production death rates (TWh) and IEA estimates of global energy consumption in 2014 of 159,000TWh

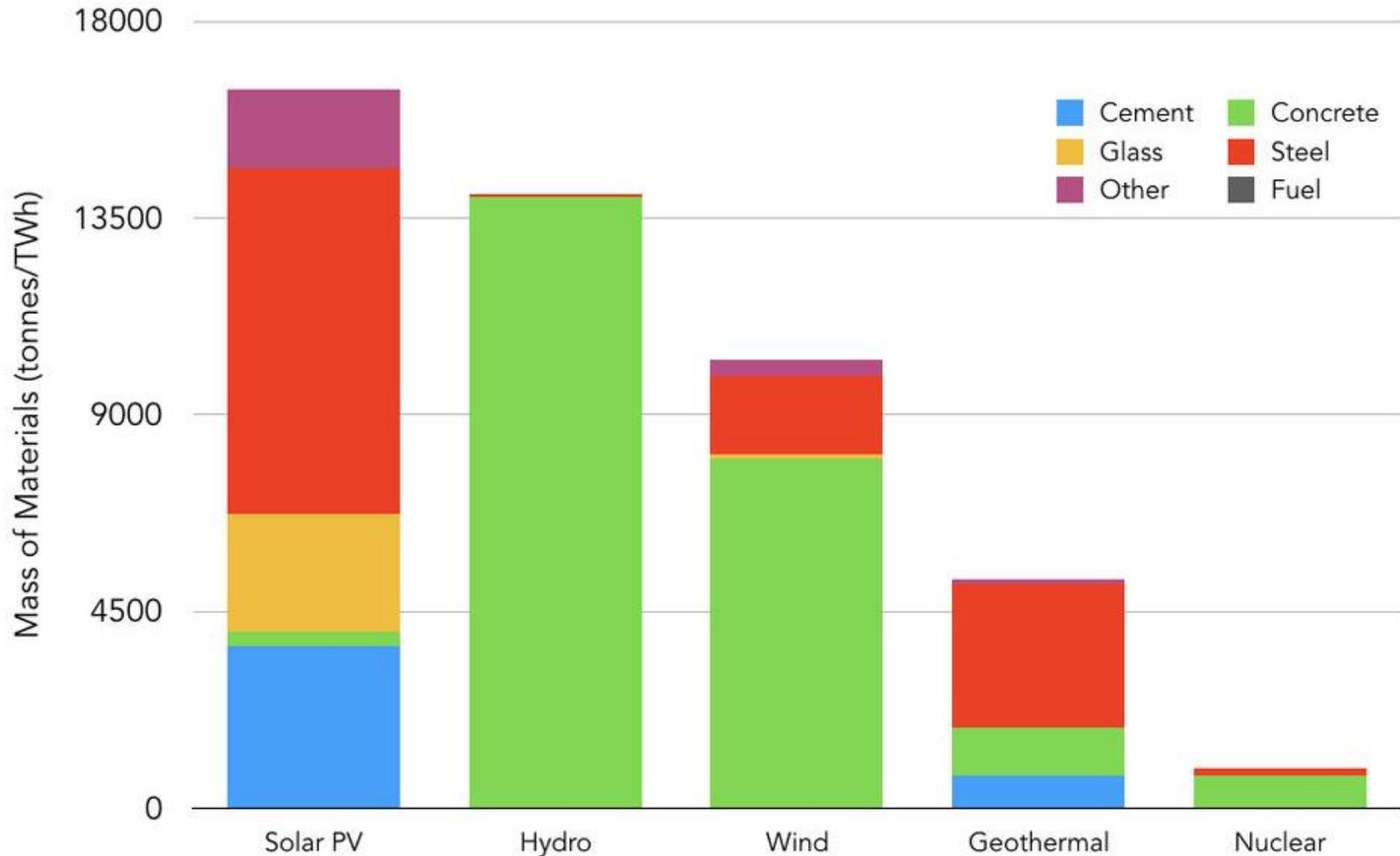


Source: Lancet and IEA Energy Statistics

OurWorldInData.org/what-is-the-safest-form-of-energy/ • CC BY-SA



RESSOURCES PAR UNITÉ D'ÉNERGIE



Sources: DOE Quadrennial Technology Review, Table 10.4
 Murray, Raymond L. Holbert, Keith E.. (2015). Nuclear Energy - An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes (7th Edition). Elsevier. page 97



A RETENIR

- 1. Se poser la question de quel problème on veut résoudre**
- 2. Faire l'inventaire des possibilités pour résoudre ce problème**
 - (ou a minima en diminuer l'impact)

CHOISIR DES SOLUTIONS

Rupture

Incrémentale



Prenons une voiture thermique typique :

- Emissions de CO2 : **hautes**
- Utilisation de matériaux : **haute**
- Emissions de particules fines : **hautes**

Rupture



Emissions de CO2 : très peu
Utilisation de matériaux : très peu
Particules fines : très peu

Incrémentale

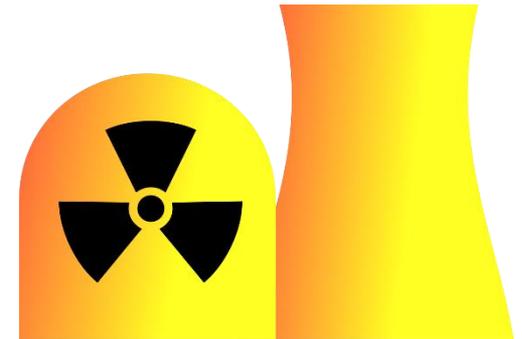


Emissions de CO2 : moyennes
Utilisation de matériaux : très haute
Particules fines : moyennes

SUBSTITUTION DES IMPACTS



Emissions de CO2 : **très hautes**
Utilisation de matériaux : **faible**
Particules fines : **très haut**
Déchets toxiques : **haut**



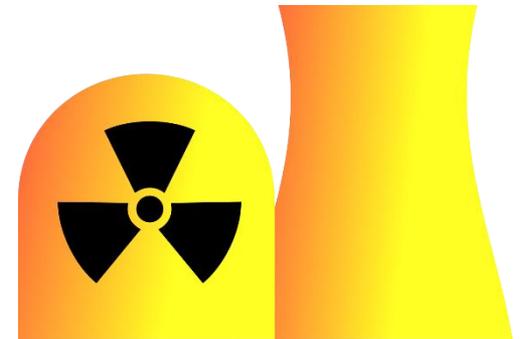
Emissions de CO2 : **faibles**
Utilisation de matériaux : **haute**
Particules fines : **aucune**
Déchets toxiques : **modéré**

Emissions de CO2 : **faibles**
Utilisation de matériaux : **faible**
Particules fines : **aucune**
Déchets toxiques : **très haut**

SUBSTITUTION DES IMPACTS



**Emissions de CO2
et particules fines**



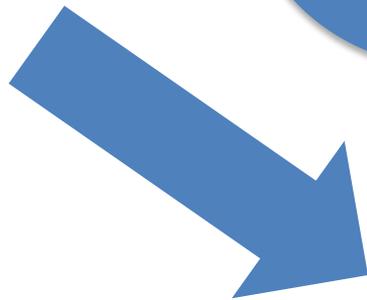
**Utilisation de
matériaux**

Déchets radioactifs

A-t-on besoin de ce service ?



Peut-on le fournir efficacement ?



Peut-on le fournir proprement ?



EXEMPLE: LA MOBILITÉ



2
Efficacité



**Pas de
voiture**



1
Sobriété



**Petite
voiture**

3
Approvi-
sionnement
propre

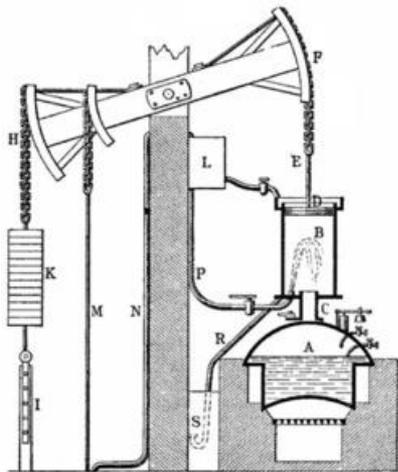


**Voiture
électrique**

IMPACTS NON DÉSIRES

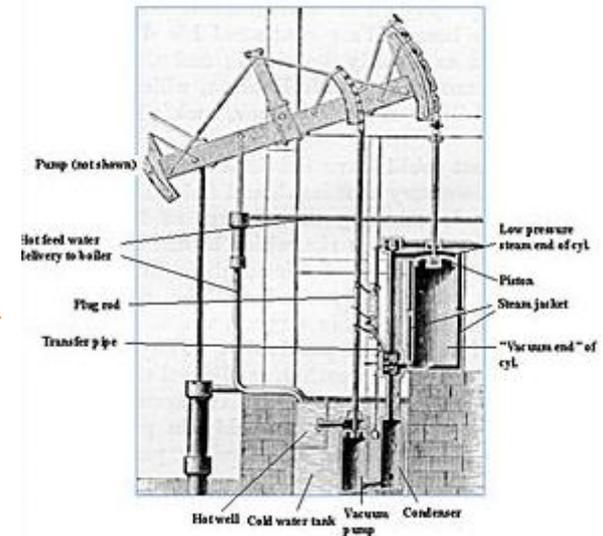
EFFET REBOND

Une technologie plus efficace peut augmenter la consommation!



**Machine à vapeur
Newcomen**

4 x plus efficace



**Machine à vapeur
Watt**

L'arrivée d'une machine à vapeur plus efficace a été suivie d'une augmentation de la consommation de charbon



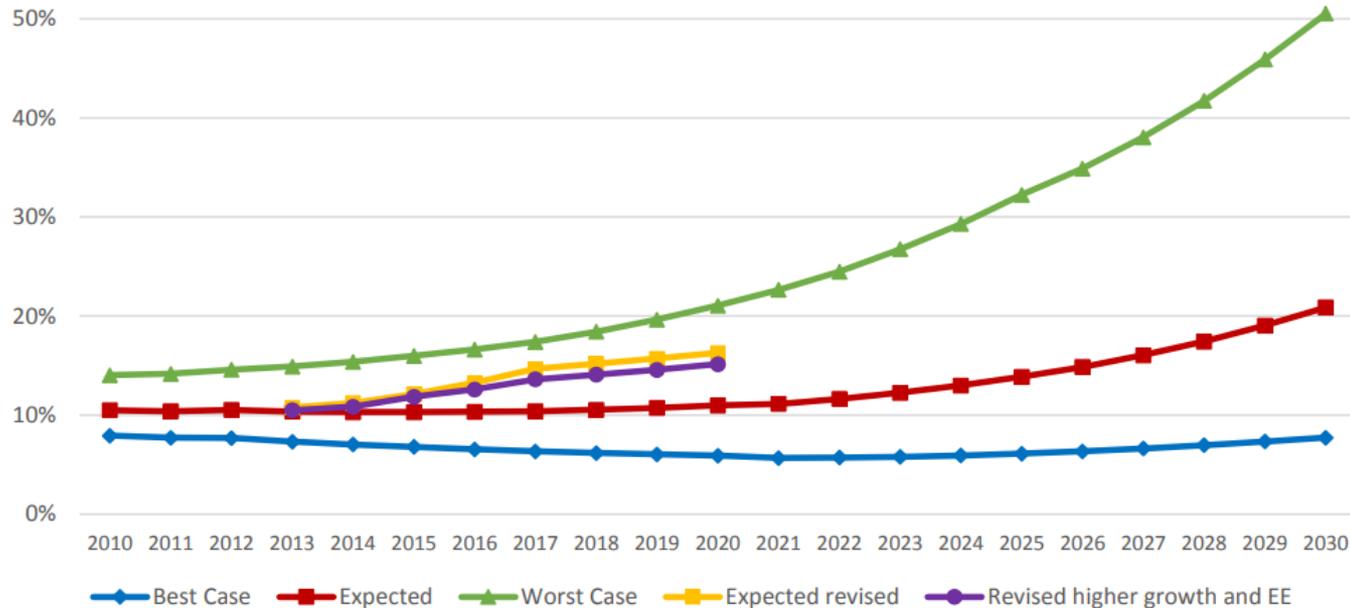
EFFET REBOND - SUITE

Plus largement, augmenter la capacité ou l'efficacité ne résout pas toujours les problèmes ciblés

Exemples :

- **Paradoxe de Downs-Thomson** : pour résoudre la congestion routière, augmenter la capacité des routes est au mieux inefficace, et peut même empirer les problèmes
- **Numérique, volume de données et consommation d'énergie**

La consommation énergétique du numérique augmente de 8,5 % par an, malgré les gains en efficacité



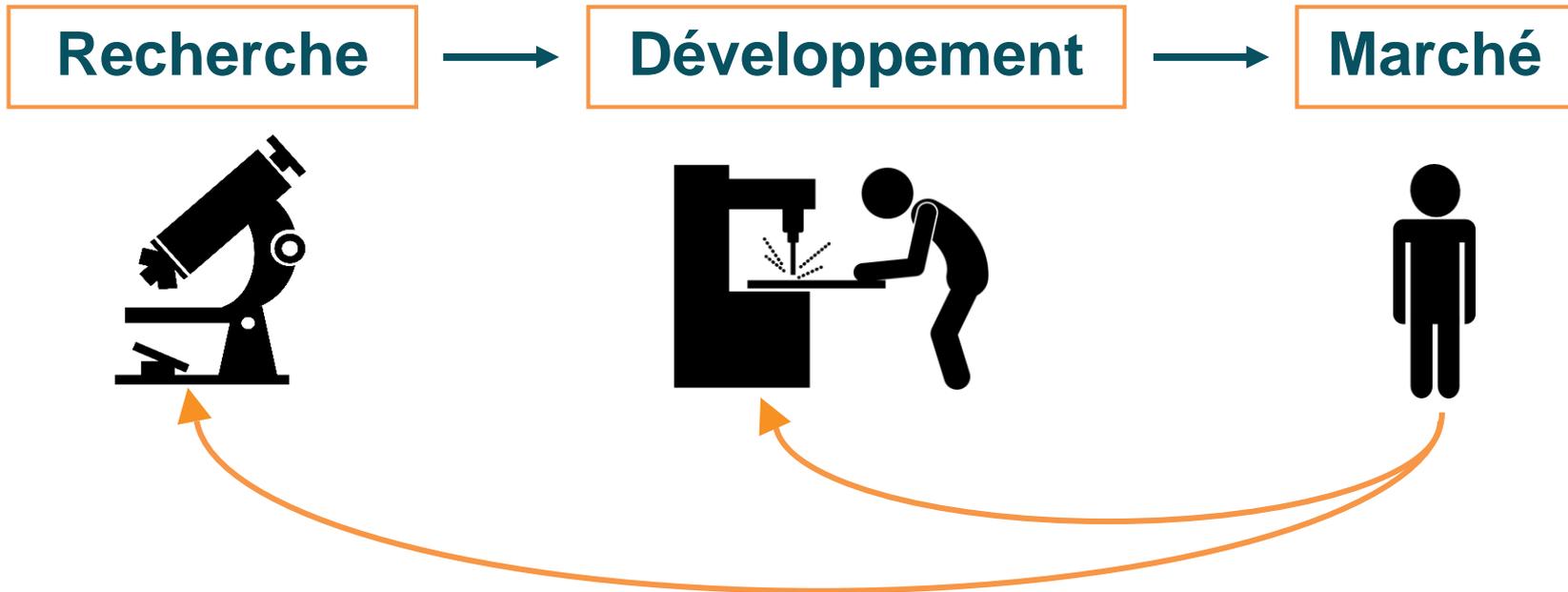
Consommation énergétique du numérique, en % de la consommation électrique totale

Source : Shift Project 2018

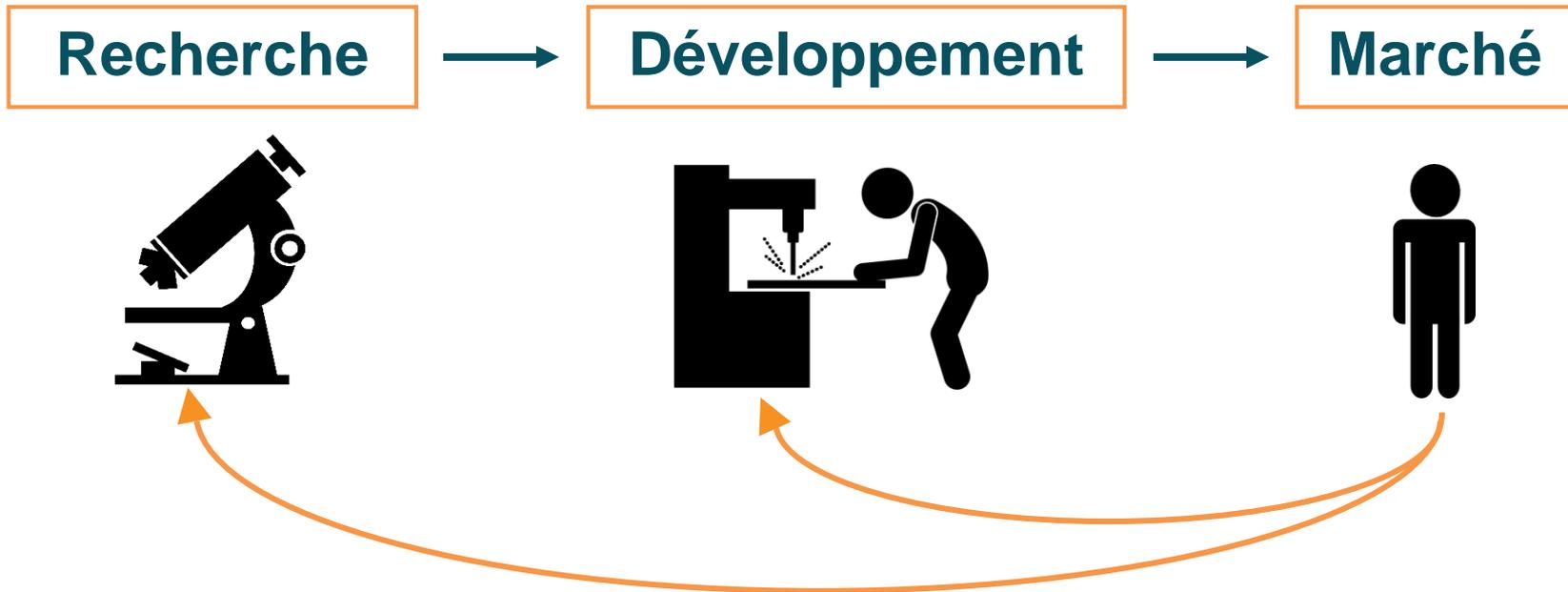
MODÈLE LINÉAIRE DE L'INNOVATION



~~MODÈLE LINÉAIRE DE L'INNOVATION~~ INTERDÉPENDANCE



~~MODÈLE LINÉAIRE DE L'INNOVATION~~ INTERDÉPENDANCE

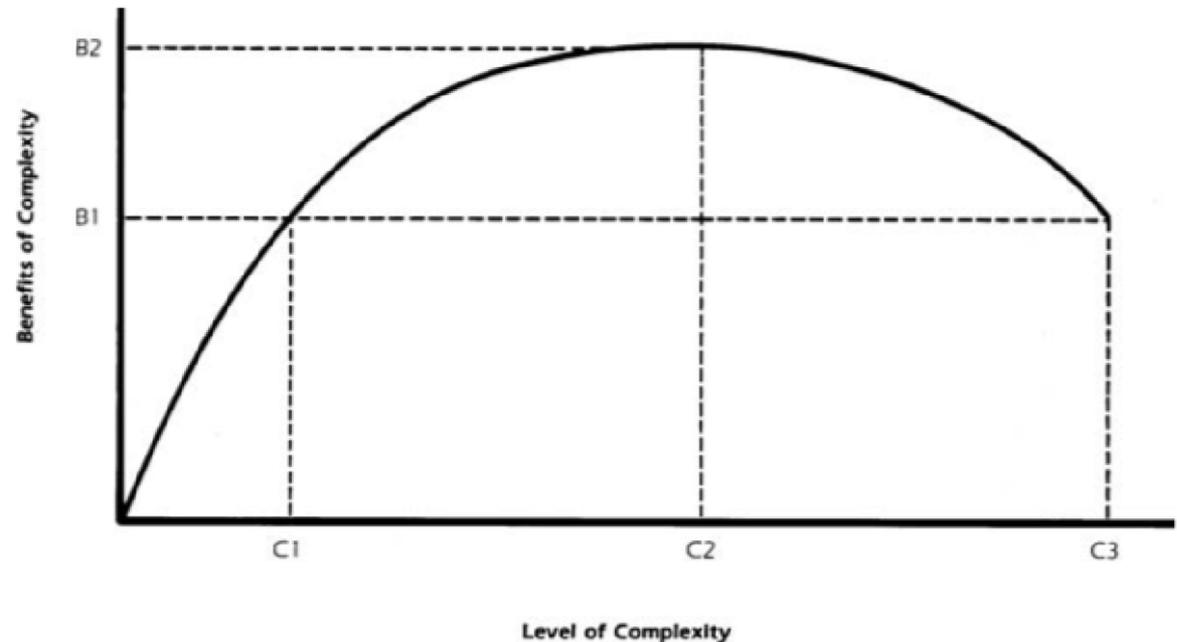


Les technologies influencent la société, et la société influence les technologies

RENDEMENTS DÉCROISSANTS

Il est habituel de répondre à des problèmes issus de la complexité d'une technologie par plus de complexité

A partir d'un certain seuil, chaque amélioration coûtera de plus en plus cher, et les bénéfices seront de plus en plus faibles. Les bénéfices peuvent décroître jusqu'à devenir négatifs.



Source : Tainter, G. Chambaz 2018

CONCLUSION

A RETENIR

1. Résoudre un problème donné peut en créer un autre

- Substitution des impacts

2. Cela peut engendrer une course aux solutions et à la complexité

- Et engendrer des effets néfastes

3. D'où le concept de technologie adaptée

- À un contexte, à un problème ciblé, et à des dynamiques, avec une étude des effets indirects

MERCI !

& RESTONS EN CONTACT !

 [jacques_ck](#)

 jacques@avenirclimatique.org



SOURCES

- **Cliparts** : Open Clipart
- **Global Carbon Project 2018** : *Global CO2 emissions rise again in 2018, Décembre 2018* [[Lien](#)]
- **IPCC SR1.5** : *Special Report on Global Warming of 1,5°C, Octobre 2018* [[Lien](#)]
- **G. Chambaz 2018** : *Introduction aux travaux de J. Tainter, Juin 2018*
- **The Shift Project 2017** : *5 % maintenant, ou 10 % en 2015 ?, février 2017* [[Lien](#)]
- **The Shift Project 2018** : *Rapport intermédiaire Lean ICT, mars 2018* [[Lien](#)]
- **Our World In Data**
- **Global Carbon Project**
- **Jean-Marc Jancovici**
- **Philippe Gauthier**
- **Joseph Tainter**