



**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)



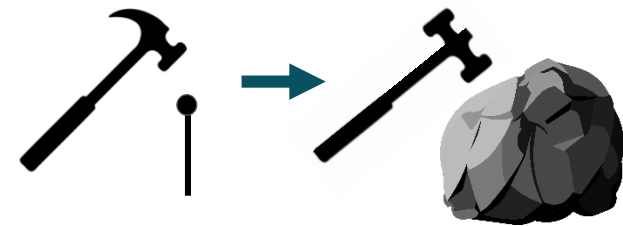
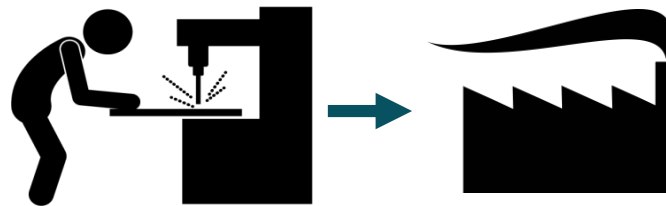
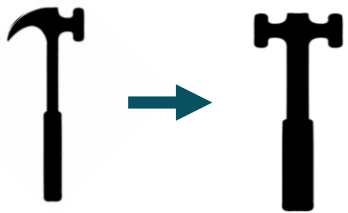
# INNOVATION, KÉZACO ?

*‘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

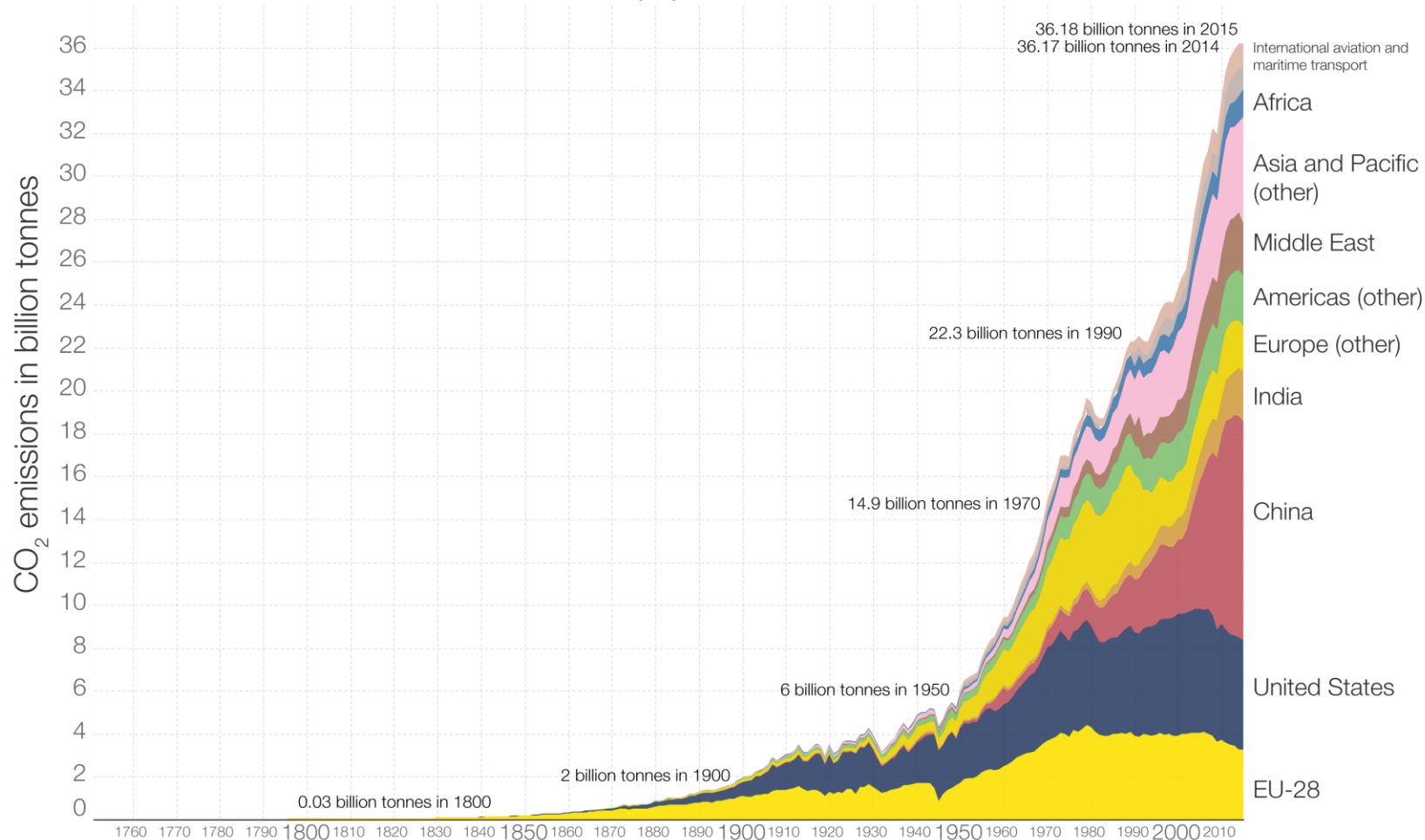
# URGENCE CLIMATIQUE



# URGENCE CLIMATIQUE

## Global CO<sub>2</sub> emissions by world region, 1751 to 2015

Annual carbon dioxide emissions in billion tonnes (Gt).



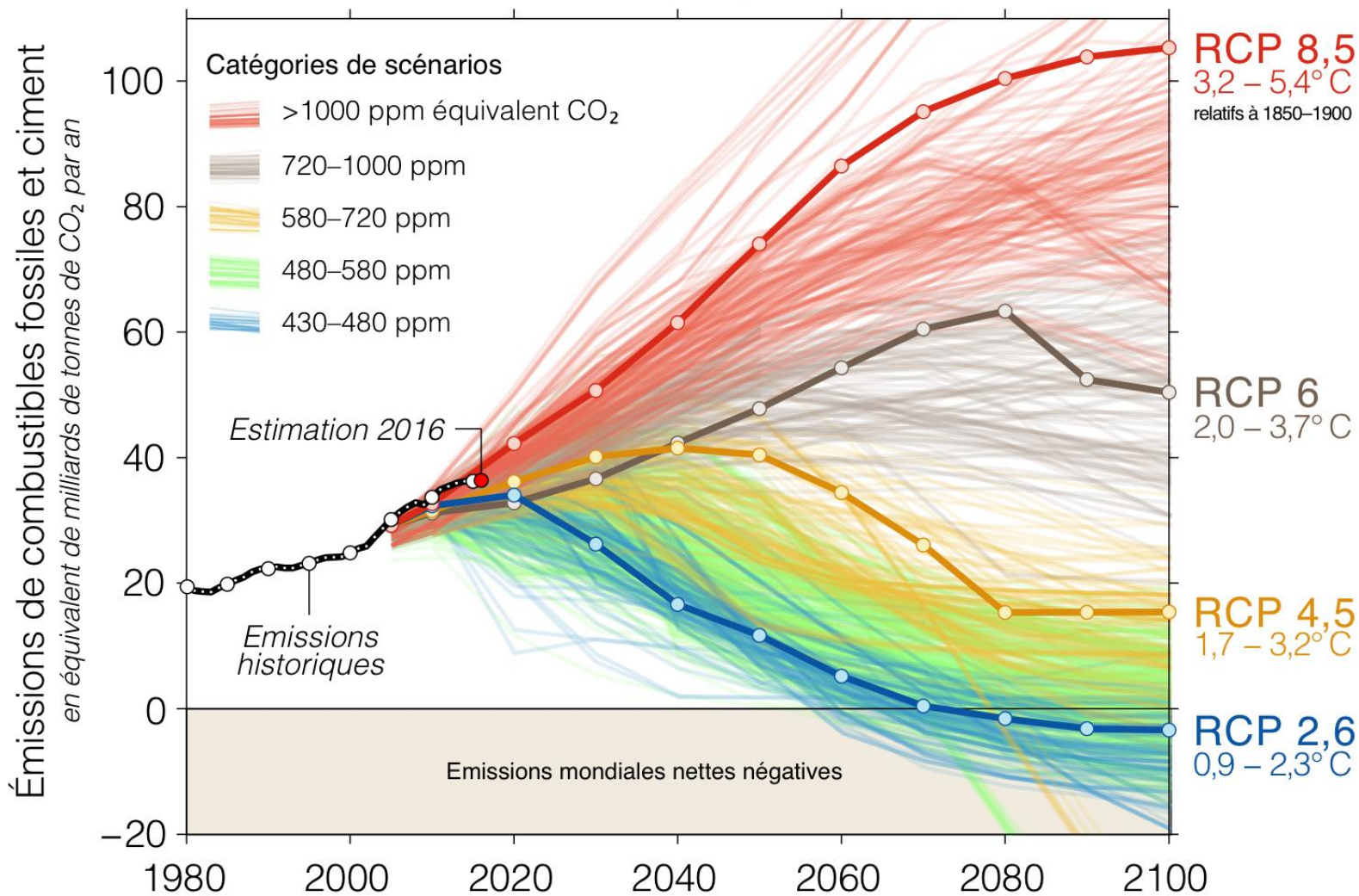
Data source: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC); aggregation by world region by Our World In Data. The interactive data visualization is available at [OurWorldinData.org](http://OurWorldinData.org). There you find the raw data and more visualizations on this topic.

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

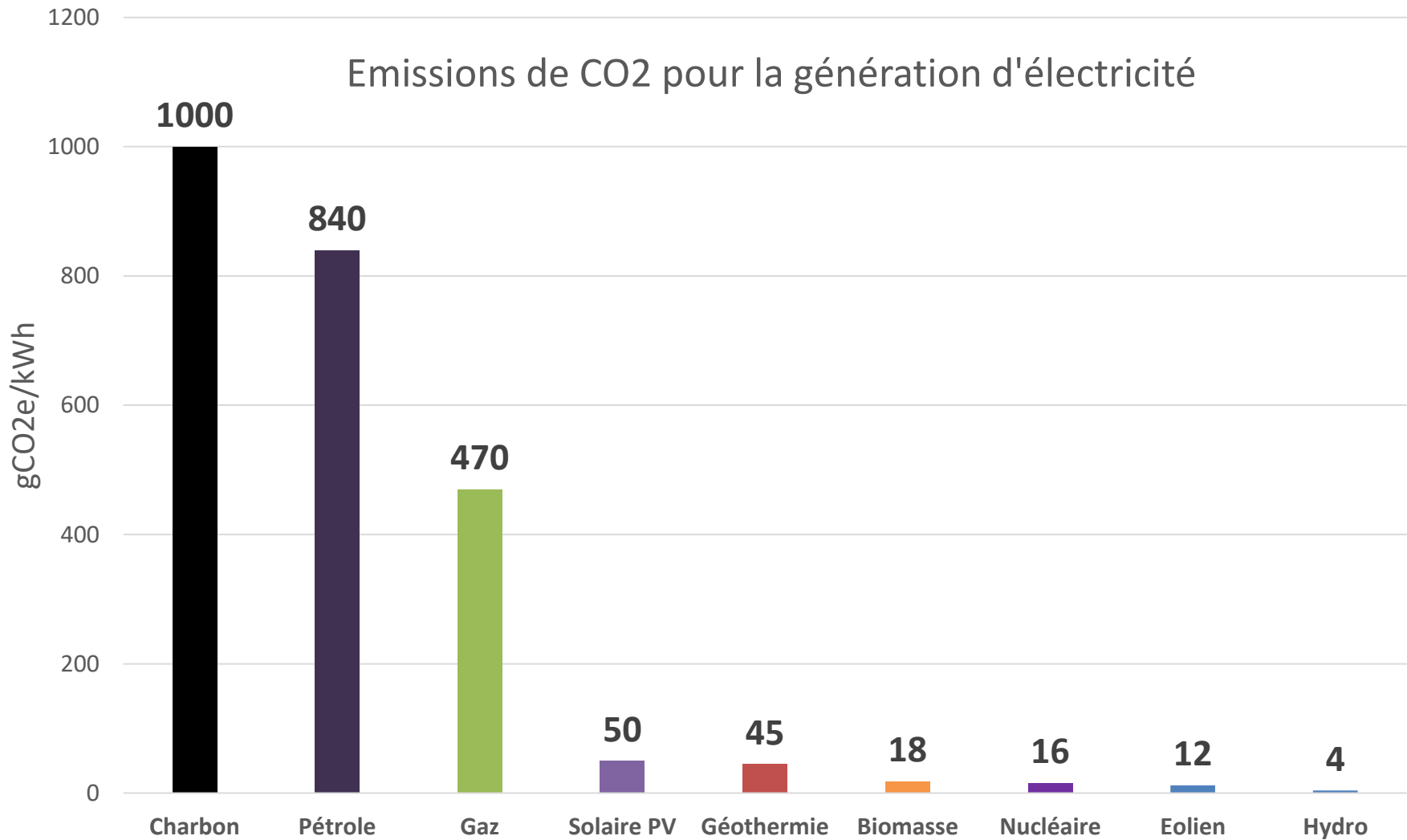
- Il faudrait réduire les émissions de GES de 6 % par an, à partir de maintenant
- En 2018, elles ont augmenté de 3 % → on avance dans le mauvais sens !

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



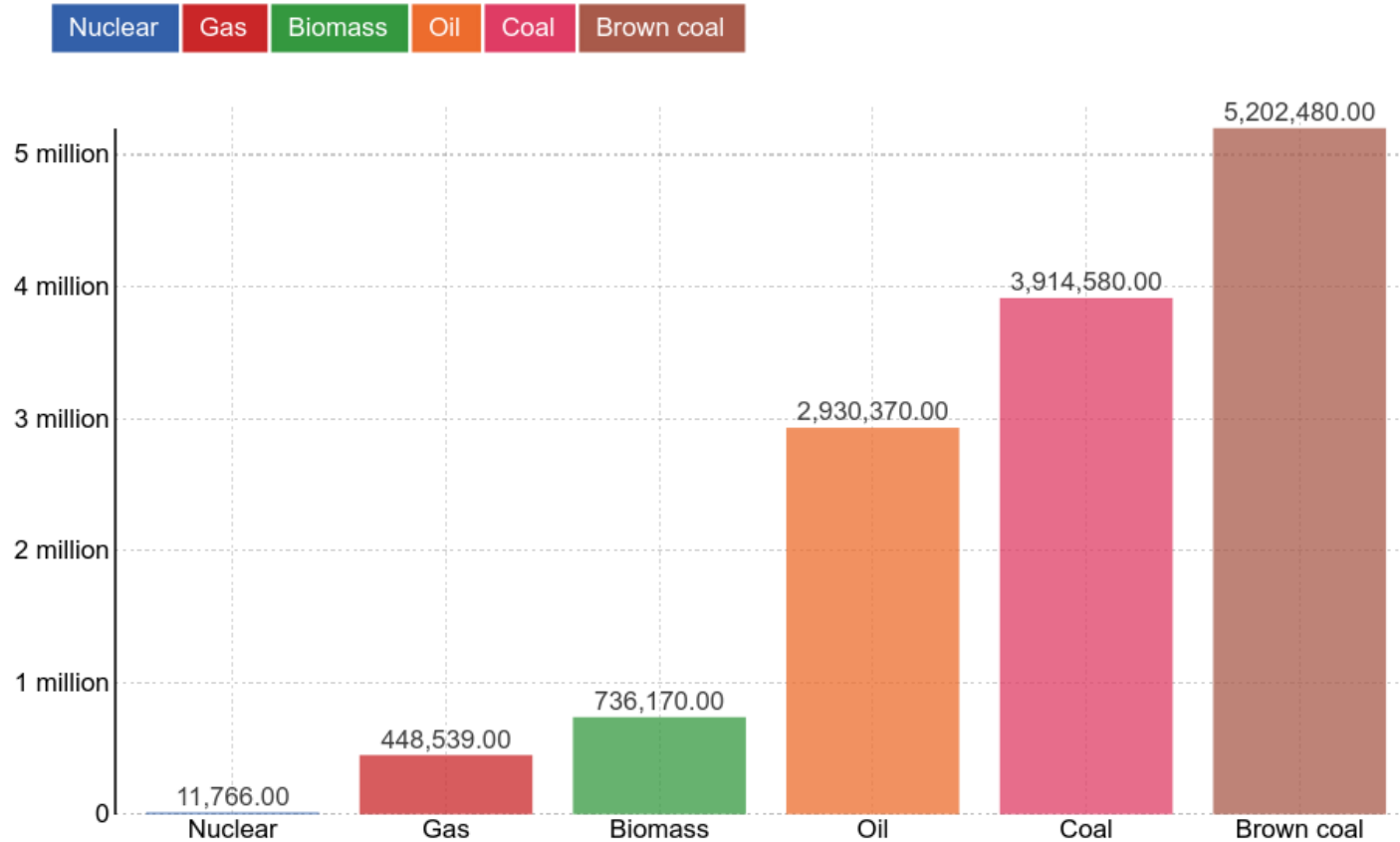
Source : IPCC

# MORTS PAR UNITÉ D'ÉNERGIE

## Hypothetical number of deaths from energy production



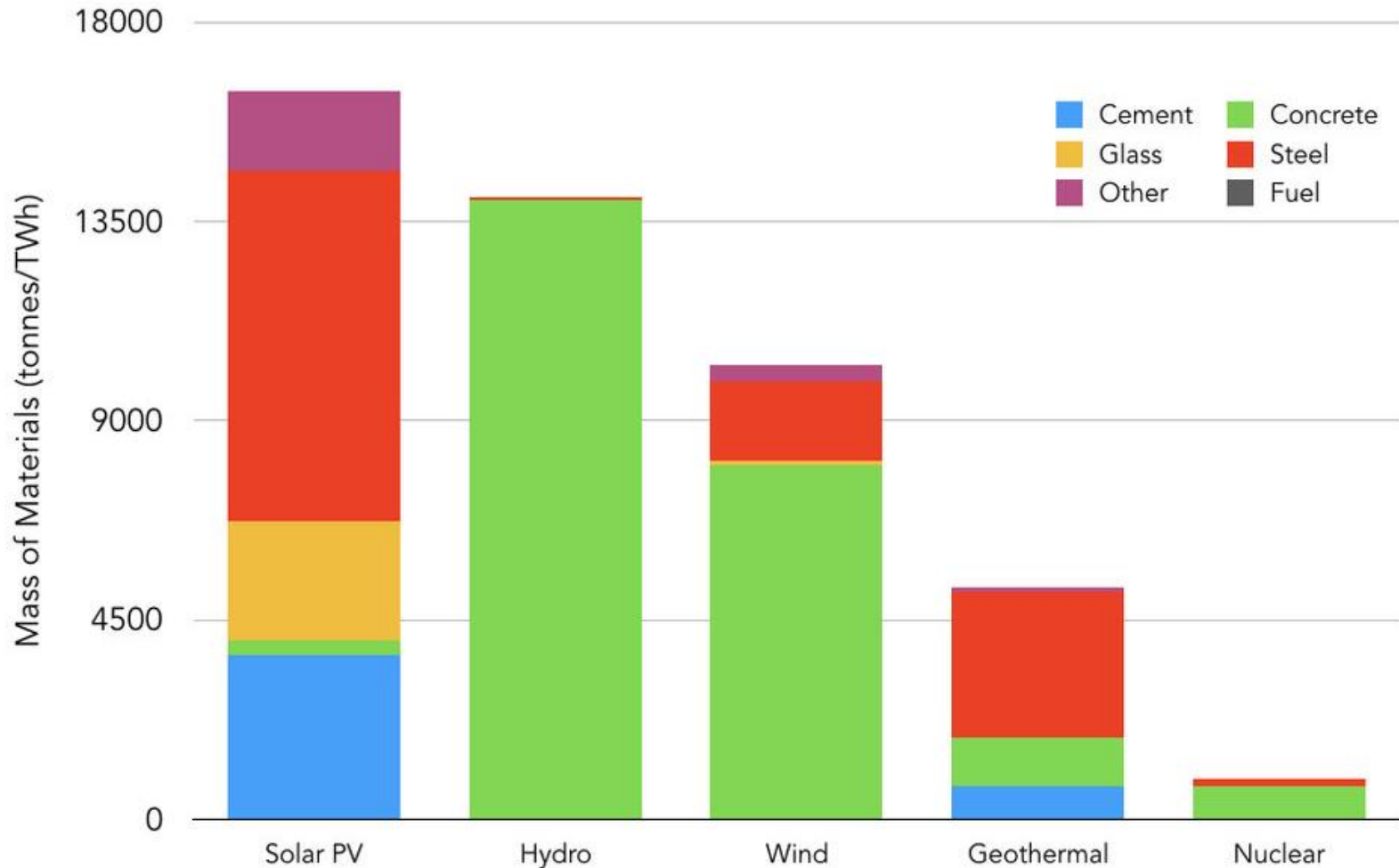
Hypothetical number of global deaths which would have resulted from energy production if the world's energy production was met through a single source, in 2014. This was assumed based on energy production death rates (TWh) and IEA estimates of global energy consumption in 2014 of 159,000TWh



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

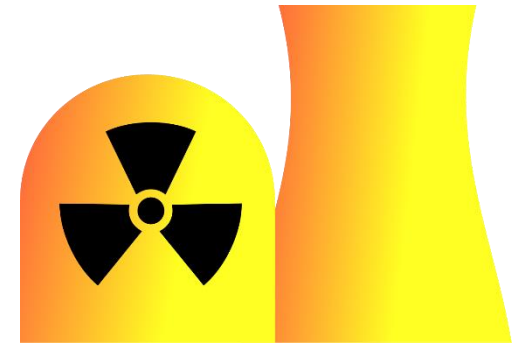


Emissions de CO2 : moyennes  
Utilisation de matériaux : très haute  
Particules fines : moyennes

# SUBSTITUTION DES IMPACTS



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



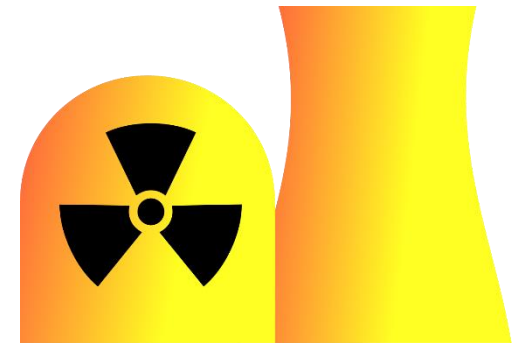
Emissions de CO2 : **faibles**  
Utilisation de matériaux : **haute**  
Particules fines : **aucune**  
Déchets toxiques : **modéré**

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

# SUBSTITUTION DES IMPACTS



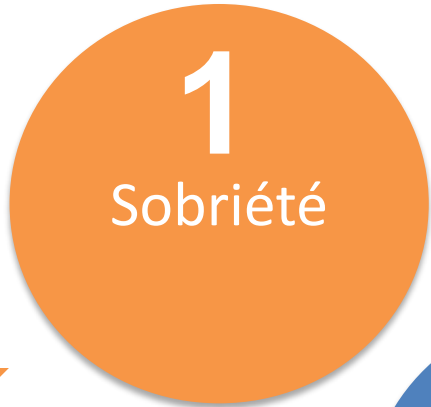
**Emissions de CO2  
et particules fines**



**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

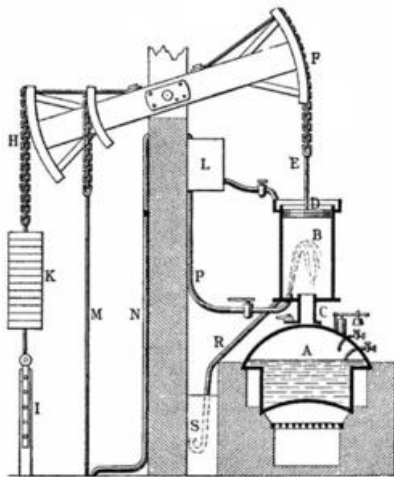


**Voiture  
électrique**

# IMPACTS NON DÉSIRES

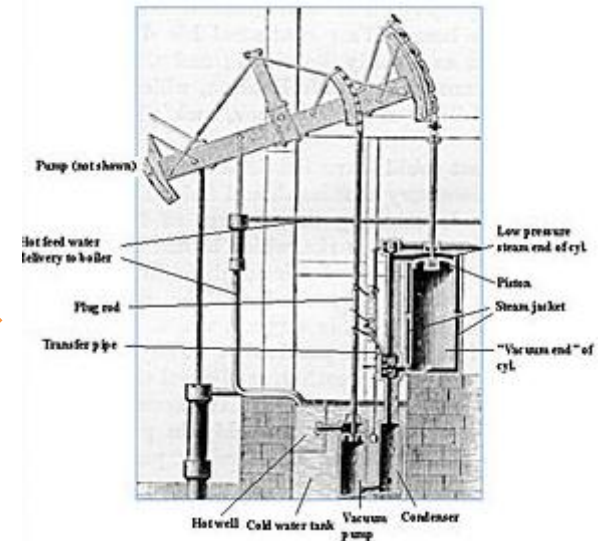
# EFFET REBOND

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

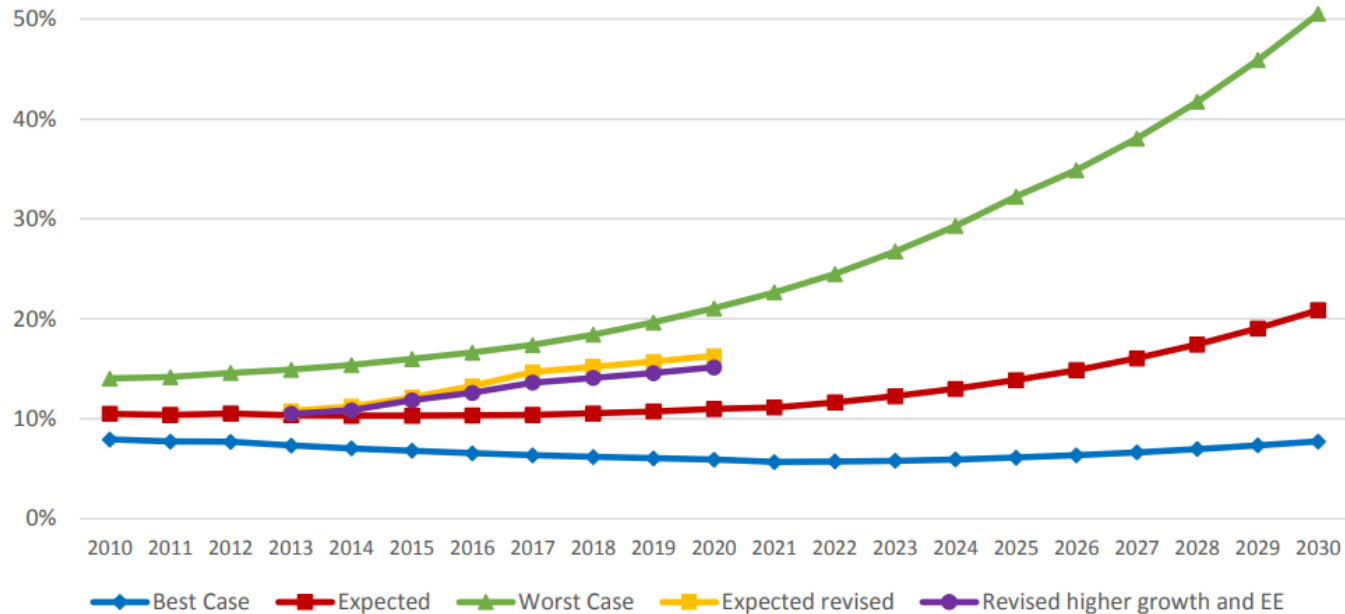


**Plus largement, augmenter la capacité ou l'efficacité ne résout pas toujours les problèmes ciblés**

**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



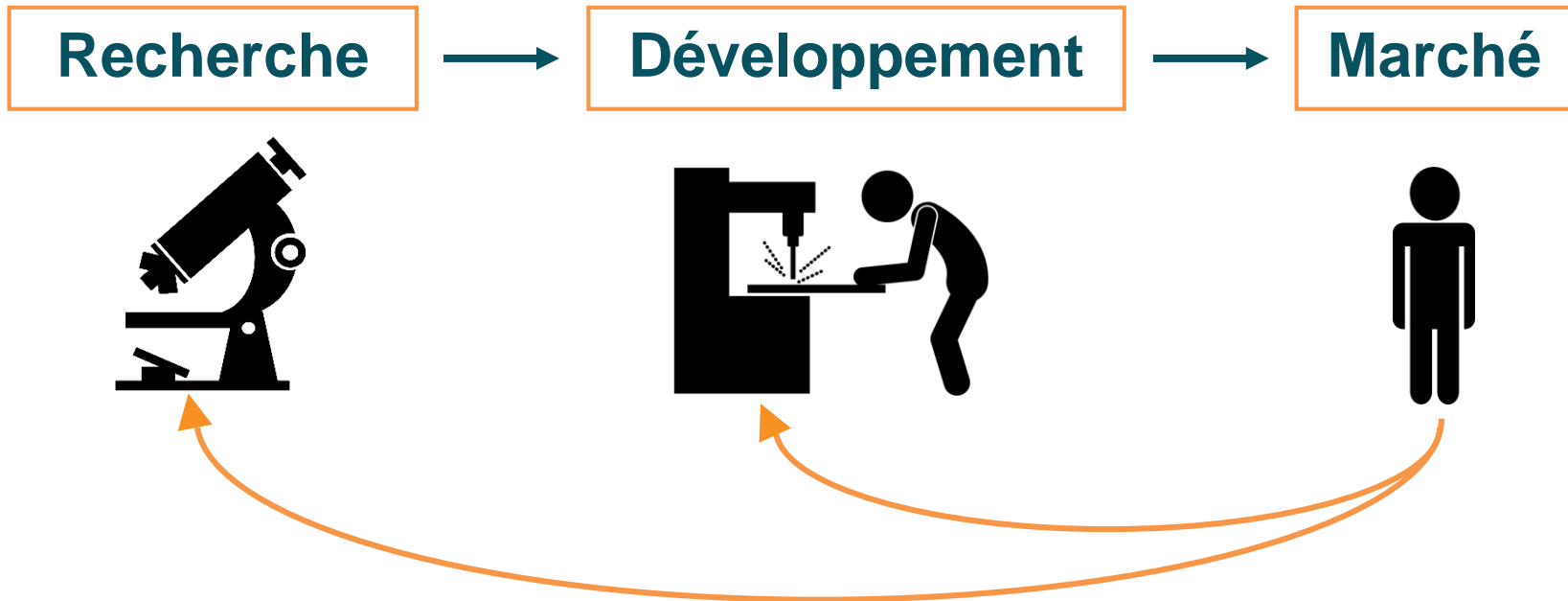
Consommation énergétique du numérique, en % de la consommation électrique totale

Source : Shift Project 2018

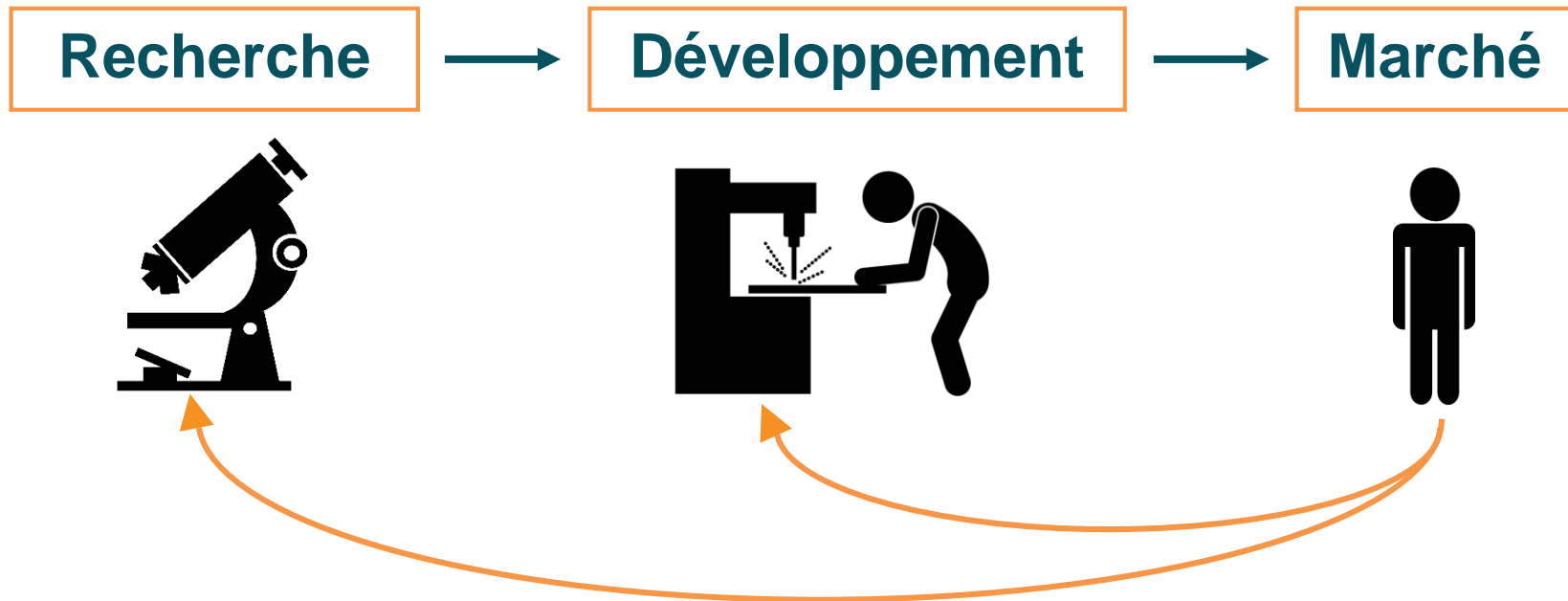
# MODÈLE LINÉAIRE DE L'INNOVATION



# ~~MODÈLE LINÉAIRE DE L'INNOVATION~~ INTERDÉPENDANCE



# ~~MODÈLE LINÉAIRE DE L'INNOVATION~~ INTERDÉPENDANCE

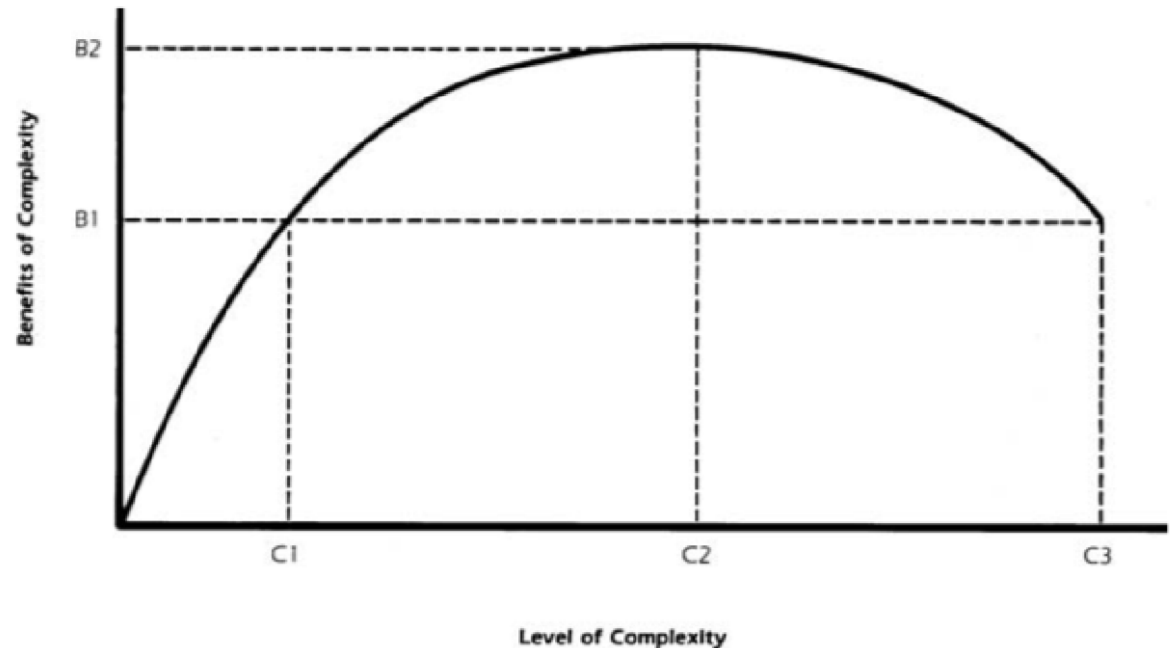


**Les technologies influencent la société, et la société influence les technologies**

# 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](mailto: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**