

Leçon 1

Du sang, des larmes et de la sueur : Les coûts de la transition énergétique

Collège de France

Christian Gollier

Introduction

- Il n'est pas nécessaire ici de rappeler les conséquences de nos émissions de gaz à effet de serre.
- Accord en France sur l'origine humaine du changement climatique, et sur la nécessité/urgence d'agir.
 - Ipsos/ACD, Douenne et Fabre (2020) : 80% des Français pensent qu'un changement climatique est en cours et qu'il est extrêmement grave.
- Hélas, cet impressionnant consensus se brise dès l'instant que sont abordées les questions du qui, du quoi, du combien et du comment.
 - Nucléaire, éolien, transport aérien, ...
- Rôle d'une énergie peu coûteuse dans la prospérité des Nations.

Comment inscrire notre responsabilité individuelle dans nos actes?



- La tomate espagnole a été transportée par camion.
- Devrions-nous en conséquence préférer la production locale, moins efficace?
- La tomate française a peut-être été produite en serre chauffée au gaz naturel, avec des produits chimiques...
- Les producteurs espagnols utilisent peut-être des travailleurs clandestins maltraités...

Propositions

- **Convention Citoyenne pour le Climat:**

- Interdiction du chauffage des terrasses ; interdiction des vols entre les villes françaises dont la liaison est assurée par train en moins de quatre heures; taxation du secteur aérien proportionnelle à ses émissions de carbone; renforcement de l'attractivité du vélo par une augmentation des investissements publics dans leurs infrastructures; interdiction à court terme pour les voitures les plus polluantes d'accéder aux villes; planification de l'interdiction progressive des voitures utilisant des combustibles fossiles; interdiction des chaudières au fioul et à charbon, et la rénovation obligatoire des logements classés F ou G, d'ici à 2030; renforcement des aides à la rénovation thermique globale des logements; développement du bilan carbone pour l'ensemble des biens et services; indemnisation et l'aide à la reconversion des travailleurs les plus touchés par la transition; mise en place d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières; réduction des avantages fiscaux liés aux moyens de transport les plus carbonés; réduction du transport routier de marchandises au profit du train, plus efficace ; diminution des limites de vitesse sur autoroutes; réforme des règles internationales encadrant la pollution des navires; promotion des modalités d'organisation du travail bas-carbone; investissement dans l'efficacité énergétique des bâtiments publics ; réforme de la politique agricole commune de l'UE, afin de verdir l'agriculture; attribution de la qualification d'infraction pénale aux crimes environnementaux (« écocides »).

- **Pacte Vert Européen:**

- Deuxième ETS; Fond de transition juste; ajustements carbone aux frontières; normes anti-pollution.

- **Plan Biden (555 Milliards \$):**

- Subventions aux producteurs d'électricité renouvelable, aux acheteurs de voitures électriques (\$ 12.500), et à la rénovation thermique des bâtiments; Subventions à la R&D verte.

Le cas de la subvention au solaire en France en 2010

- En 2010, les ménages installant des panneaux PV signaient un contrat de 20 ans de vente de leurs kWh à 60 centimes.
- Le kWh européen coûte 6 centimes et émet 296 grammes de CO₂.
- Donc, on subit une hausse des coûts de production de 54 c pour réduire de 296 g de CO₂.
 - Il en coûte 1820€ la tonne de CO₂ évitée.
- Ce sacrifice est porté par les consommateurs, qui paient dans leur facture d'électricité une CSPE de 2.25 c/kWh (Tarif Bleu EDF: 16.05 c/KWh).
- Tarif de rachat du kWh aujourd'hui en France:
 - 17.9c (solaire) et 15.5c (éolien baie de Saint Brieuc).

Le cas du remplacement du charbon en Europe en 2020

- En Europe en 2020, le kWh produit
 - avec du charbon coûte 7.5 c et émet 340 g de CO₂;
 - avec du gaz naturel coûte 8 c et émet 200 g de CO₂.
- Remplacer le charbon par le gaz naturel coûte 0.5c par réduction de 140g de CO₂.
 - Il en coûte 36 € par tonne de CO₂ évitée.
- Ce calcul ne tient pas compte des pollutions locales du charbon.
- Autre exemples: Voir le séminaire de Patrick Criqui qui suit cet exposé.

COÛT PAR TONNE DE CO2 ÉVITÉE



Charbon
remplacé par du
gaz naturel
(2020)

~40€



Baisse de la
limitation de
vitesse de 90 à
80 km/h

<50€



Remplacer
chaudières au
fioul par
pompes à
chaleur

~50€



Voiture
électrique
(2025)

~250€



Solaire PV
(prix 2021:
18c/kWh)

~400€



Certificat
d'économie
d'énergie

~350€



Passer de 130 à
110km/h sur
autoroute

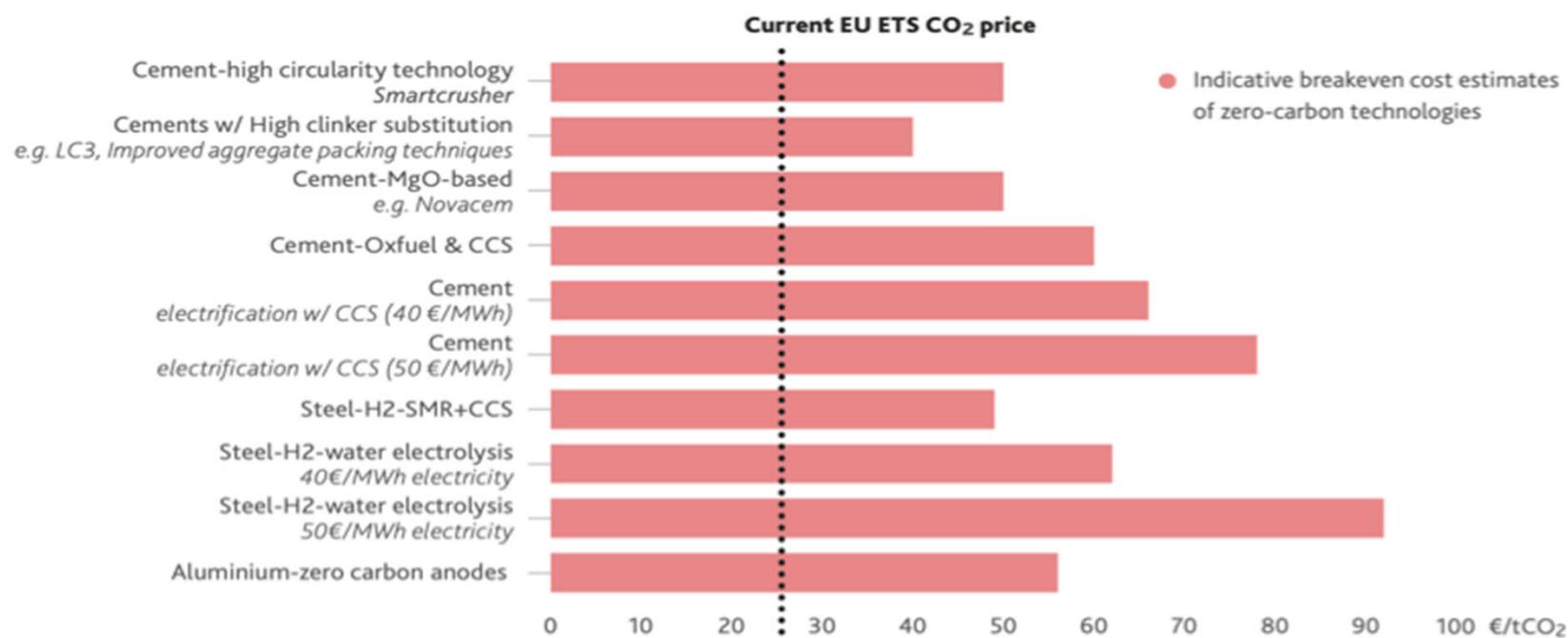
~500€



Solaire PV
(prix 2010)

~1820€

Coût par tonne de CO₂ non émise dans la cimenterie et la sidérurgie

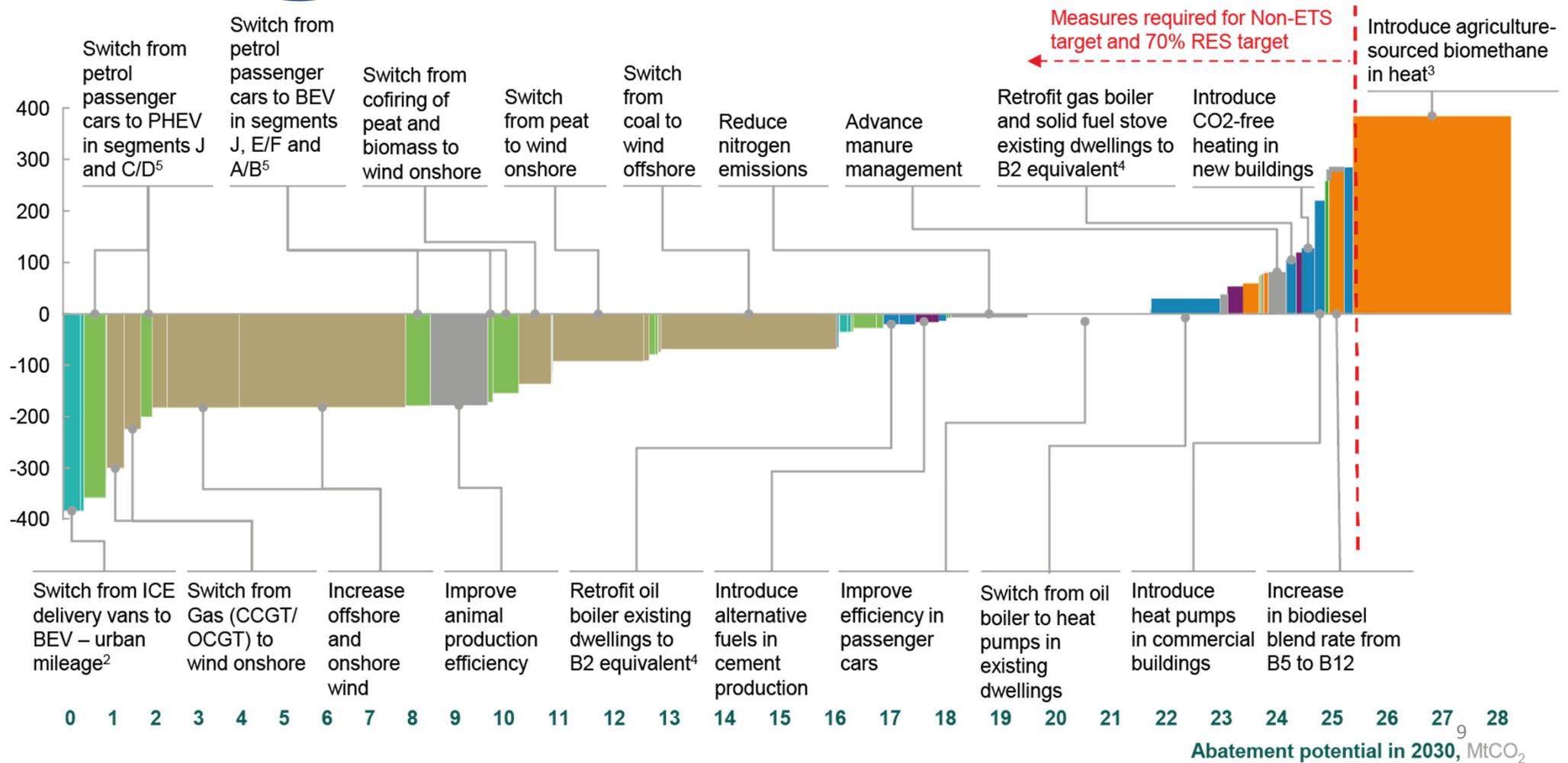


NB. This graphic is simply illustrative and not intended to be an exhaustive list of technologies, nor to reflect precise breakeven cost conditions at all specific site locations.

Ireland: Abatement Cost Curve (2019)

Average abatement cost to 2030¹, EUR/tCO₂eq.

- Biofuels
- Industry
- Transport - Buses/coaches
- Transport - Passenger cars
- Electricity
- Agriculture
- Built Environment
- Transport - Trucks



Valeur du carbone

- Comparer ce coût par tCO₂ évitée au dommage climatique évité, appelé « Valeur Carbone » (VC).
- Réaliser toutes les actions dont le coût est inférieur à la VC.
 - Comparer les coûts et les bénéfices, mesurés à leur juste valeur.
 - Exemples des tomates espagnoles, de l'éolien et de la sobriété.
 - Tout ce qui est vert n'est pas nécessairement désirable.
- Ceci rationalise les actions pour le climat.
- Pour un prix interne du carbone dans les entreprises et la finance.
 - RSE, ISR, finance verte, taxonomie, ...

Approche alternative: « shadow price »

- Comment choisir les actions compatibles avec l'objectif R de réduction des émissions à moindre coût collectif?
- Chaque action i réduit d'une tonne les émissions de CO2 à un coût c_i .

$$\min_{x \in \{0,1\}} \sum_i c_i x_i \text{ sous la condition que } \sum_i x_i = R.$$

- Seules les actions i qui ont un coût c_i plus faible que la valeur VC doivent être entreprises ($x_i=1$).
 - La valeur VC est telle que l'objectif R de réduction est atteint.
 - Plus R est élevé, plus la valeur VC doit l'être aussi.

Analyse Coût-Bénéfice (ACB)

- Pour certaines actions, la comparaison des coûts et des bénéfices est complexe. Multiplicité des impacts.
 - Donner une valeur aux choses qui nous sont chères.
- Passage de 130 à 110 km/h sur les autoroutes.
 - Temps de parcours, vies sauvées, pollutions locales, consommation d'essence;...
- Eolien.
 - Paysage, bruit, biodiversité.
- Nucléaire.
 - Déchets HA-VL, risque d'accident.

	Boiteux (2001)	Quinet 1 (2009)	Quinet 2 (2019)
2010	32	32	
2020	43	56	69
2030	58	100	250
2050	104	250	775
Growth rate	2.9%	4.9%	8.0%

Table: Social cost of carbon (in 2018 euros per metric ton of CO₂) recommended in France by three different commissions. Source: France Stratégie.

Conclusion

- Combiner la « fin du monde » avec la « fin du mois » nécessite d'accorder une valeur au carbone, et de choisir les actions qui ont un coût par tCO₂ évitée inférieur à cette valeur.
- Quelles sont ces actions? Comment partager les coûts?
- Comment organiser la société pour que la myriade d'actions à réaliser contrôlées par une myriade d'agents soient effectivement mises en œuvre?