
Économie du changement climatique

[Vincent BERTRAND](#)

Maître de conférences et chercheur en économie de l'énergie

Université de Franche-Comté (UFR STGI et laboratoire CRESE), Belfort

[Matinées de la Transition Énergétique dans le pôle métropolitain du Nord Franche-Comté](#)

Structure de la présentation

1. Problème du changement climatique

2. Économie du changement climatique

3. Prix du carbone

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

1. Problème du changement climatique

Constat : Observations

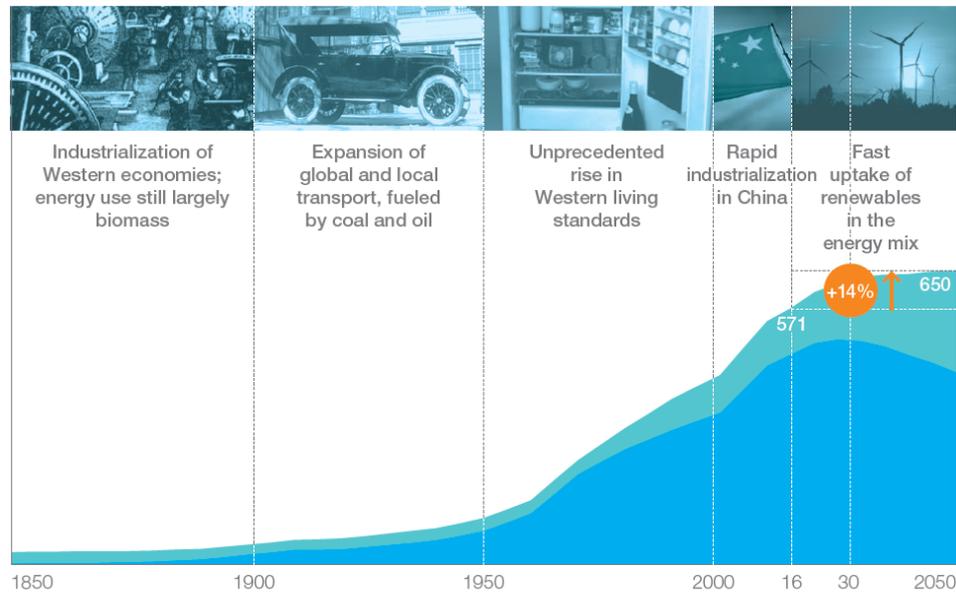
- Augmentation de la température moyenne à la surface de la planète ($\approx +1^\circ\text{C}$ par rapport à la période pré-industrielle)
- Augmentation de la concentration de CO_2 anthropique dans l'atmosphère
- Accélération de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques (*e.g.* ouragan, typhon, canicules, *etc.*)
- Acidification des océans provoquée par le CO_2 anthropique
- Élévation du niveau des océans
- Modification des courants marins
- *Etc.*



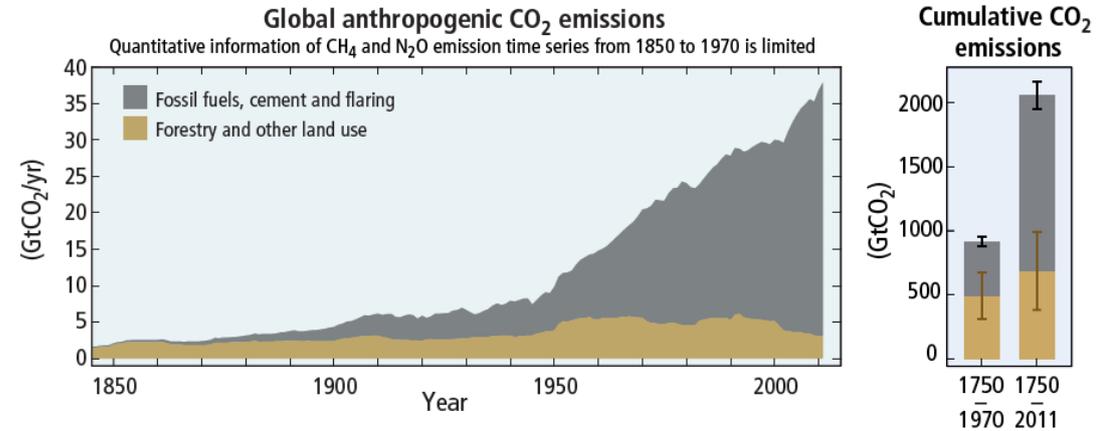
1. Problème du changement climatique

Constat : Croissance énergétique, émissions et concentration atmosphérique

Global primary energy demand
Million terajoules (TJ)

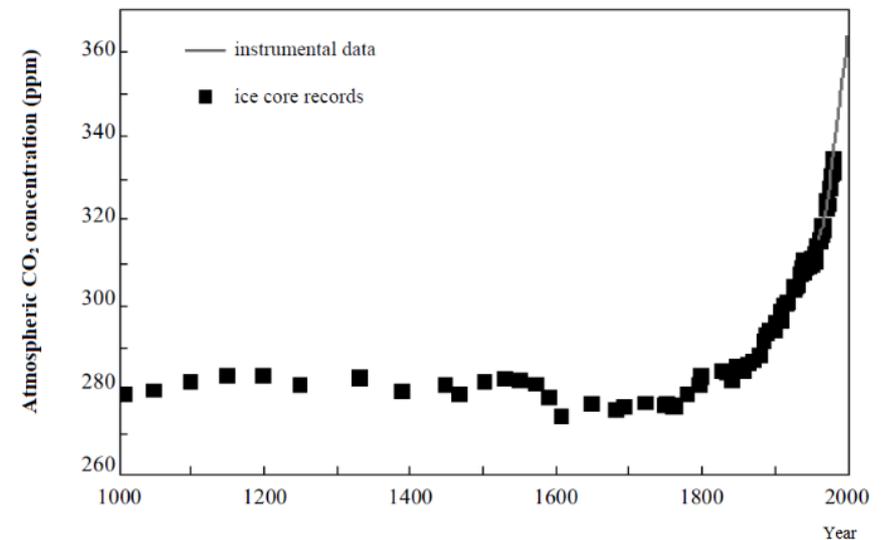


Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019; IEA Energy Balances (Historical); Smil, V. (Historical)



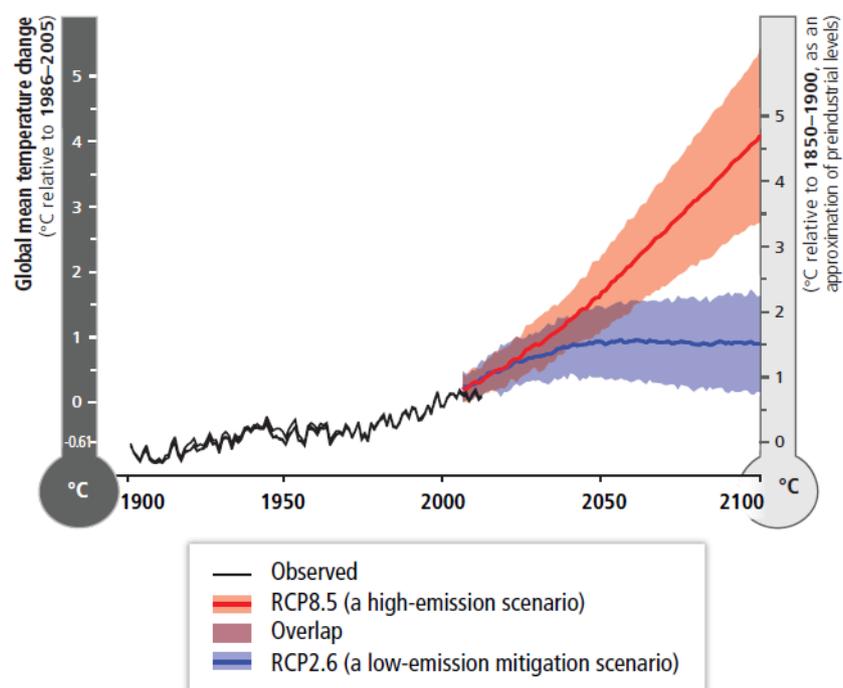
Source : GIEC AR5 (2014)

Atmospheric CO₂ concentrations from IPCC [2001] and Guesnerie [2003]

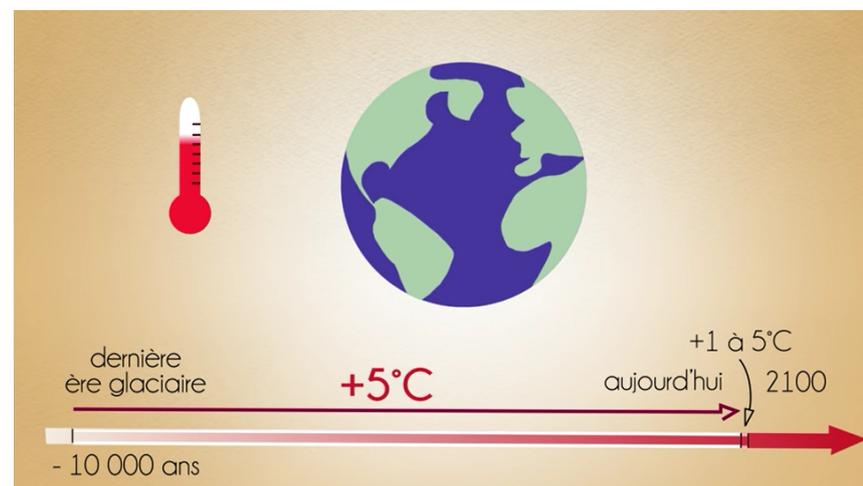


1. Problème du changement climatique

Constat : Tendances



Source: IPCC (2014) WG2 AR5 Summary for Policy Makers, Fig1, BoxSPM1



Structure de la présentation

1. Problème du changement climatique

2. Économie du changement climatique

3. Prix du carbone

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

2. Économie du changement climatique

Nature économique du problème – Les émissions de CO₂ : Une ressource rare

→ Limite à la concentration de CO₂ compatible avec la stabilité du climat

⇒ Quantité limitée CO₂ pouvant être émise (concentration = somme cumulée des émissions)

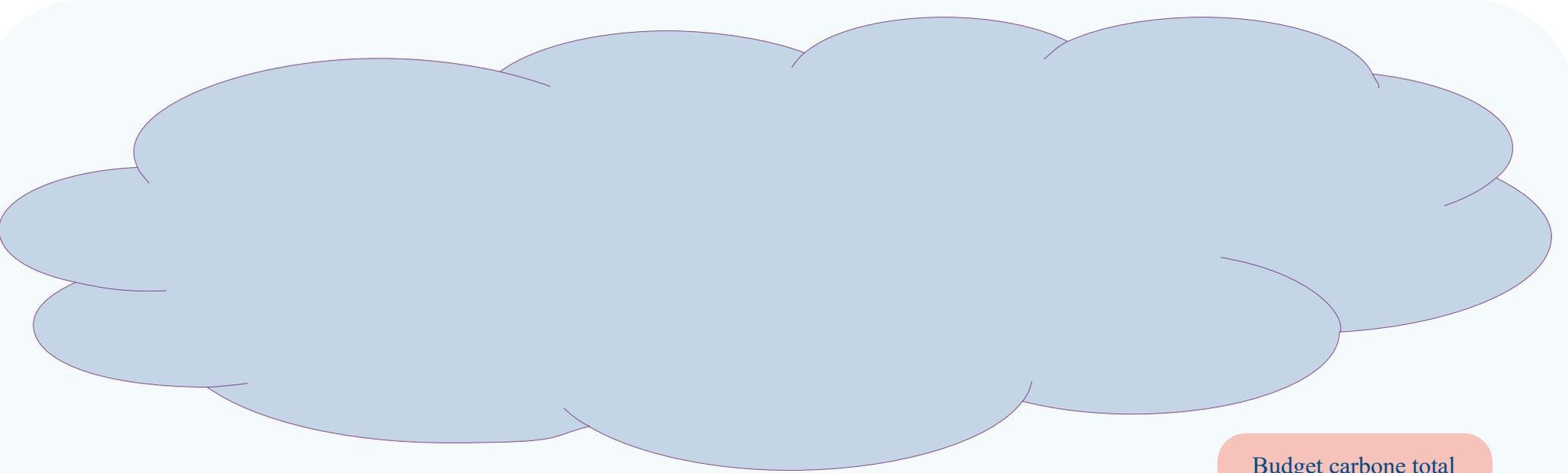
⇒ Les émissions de CO₂ sont une ressource rare = Il y a de la valeur et des choix

⇒ Il y a de la valeur et des choix = Il y a de l'économie

2. Économie du changement climatique

Nature économique du problème – Les émissions de CO₂ : Une ressource rare

→ Les émissions de CO₂ sont une ressource rare = Budget carbone limité



Concentration de CO₂ compatible avec l'objectif de **+2°C** à horizon 2100
(limite pour ne pas aller au-delà de +2°C) = **450 ppm**

Budget carbone total
entre 1870 et 2100
= **2900 GtCO₂**

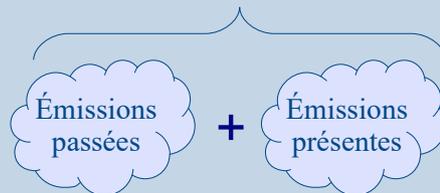
2. Économie du changement climatique

Nature économique du problème – Les émissions de CO₂ : Une ressource rare

→ Les émissions de CO₂ sont une ressource rare = Budget carbone limité

Budget carbone ayant déjà été dépensé

= Somme cumulée des émissions déjà réalisées



Concentration actuelle ≈ 415 ppm

Budget carbone ayant été dépensé entre 1870 et 2018

= 2147 GtCO₂
74%

Budget carbone restant à dépenser

Budget carbone restant entre 2019 et 2100

= 753 GtCO₂
26%

Concentration de CO₂ compatible avec l'objectif de +2°C à horizon 2100
(limite pour ne pas aller au-delà de +2°C) = **450 ppm**

Budget carbone total entre 1870 et 2100
= **2900 GtCO₂**

Source : SR5 GIEC (2018)

2. Économie du changement climatique

Valeur des émissions de CO2 et de la stabilité du climat

→ La valeur des émissions reflète la rareté

⇒ Chaque tonne de CO2 émise aujourd'hui ne pourra pas l'être demain

⇒ **Valeur de ce à quoi on renonce** pour une tonne de CO2 émise aujourd'hui (coût d'opportunité) =
Coût associé à la tonne de CO2 qui ne pourra pas être émise demain

⇒ **Coût de l'effort associé à l'abattement des émissions** qu'il faudra mettre en place demain
(quand une tonne supplémentaire de CO2 ne pourra pas être émise) pour maintenir l'activité

2. Économie du changement climatique

Une valeur qui n'a pas de prix : Origine du problème

- Les émissions ont une valeur (valeur associée à la stabilité du climat)
 - ⇒ Valeur, mais pas de prix (externalité) = Cause des émissions excessives
 - ⇒ Sans prix, les décisions individuelles n'intègrent pas cette valeur
 - ⇒ Le pollueur considère uniquement son bénéfice privé (économie en choisissant une technologie polluante) sans intégrer dans son calcul la valeur du dommage environnemental pour la collectivité = Le résultat est qu'il génère trop d'émissions

2. Économie du changement climatique

Une valeur qui n'a pas de prix : Solution pour les économistes

- Donner une valeur à la stabilité du climat = Tarification du carbone (et des autres GES)

→ Deux familles d'instruments économiques pour tarifier le carbone

⇒ Taxe

⇒ Marché de quotas d'émissions (*cap-and-trade*)

2. Économie du changement climatique

Coûts du changement climatique : Adaptation (inaction) vs Atténuation (action)

- **Adaptation** = Mesures pour s'adapter aux effets du changement climatique en cas d'**inaction** (en amont)
 - Coûts nécessaires pour combattre les effets du changement climatique
 - ⇒ Dignes, climatisation, changements de cultures, *etc.*
- **Atténuation** = Coûts associés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre = **Action** pour limiter le changement climatique
 - Isolation
 - Substitution de technologies peu émettrices (très coûteuses) à des technologies très émettrices (peu coûteuses)
 - *Etc.*

2. Économie du changement climatique

Faut-il agir ? – Coût de l'inaction (adaptation) vs Coût de l'action (atténuation)

- Consensus = L'inaction serait plus coûteuse que l'action

→ Inaction 5 à 20 fois plus coûteuse (réduction du PIB mondial) par rapport à l'action (Rapport Stern)

- Mais des incertitudes = L'humanité est-elle vraiment responsable des changements ?

→ L'action serait-elle inutile ?

2. Économie du changement climatique

Faut-il agir ? – Une assurance ?

- Une action potentiellement inutile...
 - ... Mais un coût énorme (beaucoup plus que celui de l'action) si l'événement défavorable se réalise
- L'atténuation = Une assurance face à un risque incertain
- ⇒ Devrions-nous renoncer à assurer notre maison (et en supporter le coût...) parce que nous n'avons pas la certitude qu'elle va brûler ?
 - ⇒ L'incertitude ne disqualifie pas l'action

2. Économie du changement climatique

Faut-il agir ? – Une assurance ?

- Précédent du Protocole de Montréal (1987) = Trou dans la couche d'ozone crée car les émissions de gaz CFC (chlorofluorocarbures)
 - ⇒ Interdiction des émissions de CFC malgré les incertitudes scientifiques sur l'influence de l'activité humaine
 - ⇒ Prise de position du Président Reagan en faveur de l'action

*"you do agree that if it happens it's a catastrophe, so let's take out an **insurance policy**"*



Structure de la présentation

1. Problème du changement climatique

2. Économie du changement climatique

3. Prix du carbone

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

3. Prix du carbone : Éléments de théorie économique

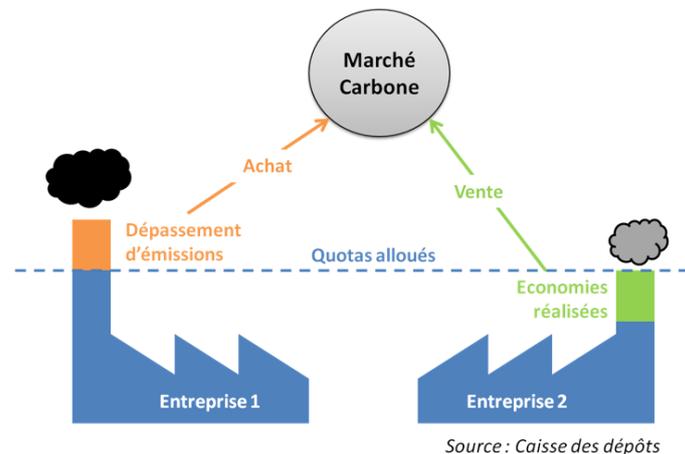
Principe du marché de quotas : Mécanisme qui réduit les émissions

→ Changement dans la répartition de l'effort à l'intérieur du plafond (*cap-and-trade*)

⇒ Même niveau d'effort global de réduction des émissions...

⇒ ...Mais avec une répartition de l'effort qui tient compte des coûts de dépollution

⇒ Plus d'effort pour ceux qui ont un coût de dépollution moins élevé (entreprise 2 sur le schéma)
= Les quotas inutilisés peuvent être vendus à ceux qui ont un coût de dépollution plus élevé



3. Prix du carbone : Éléments de théorie économique

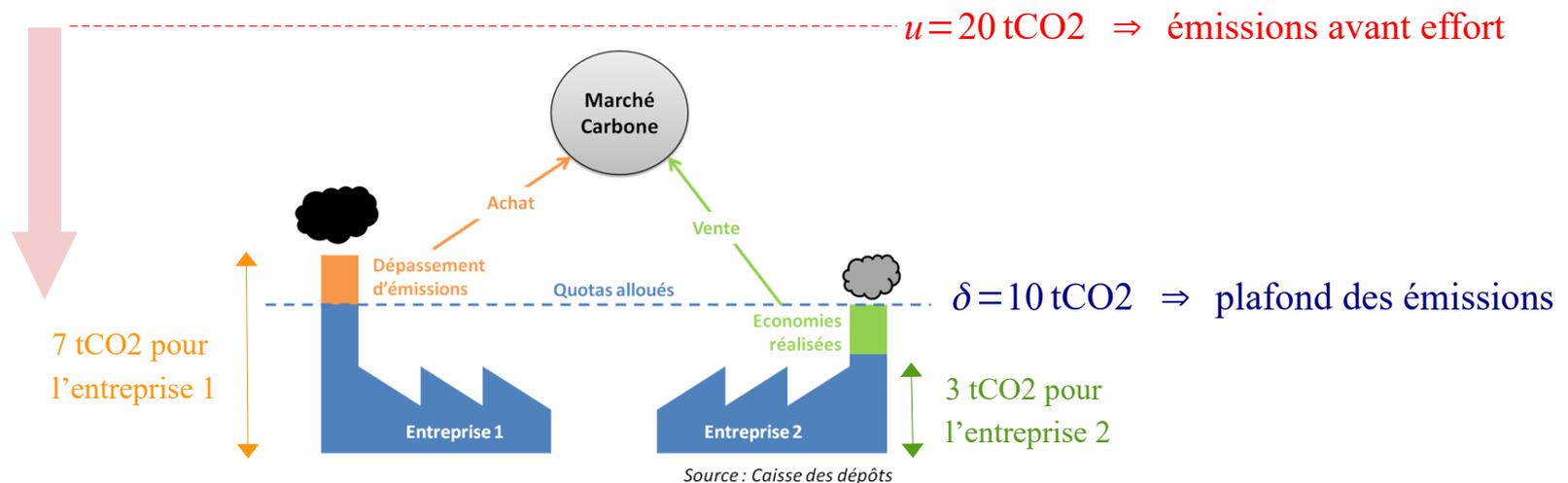
Principe du marché de quotas : Mécanisme qui réduit les émissions

→ Changement dans la répartition de l'effort à l'intérieur du plafond (*cap-and-trade*)

⇒ Même niveau d'effort global de réduction des émissions...

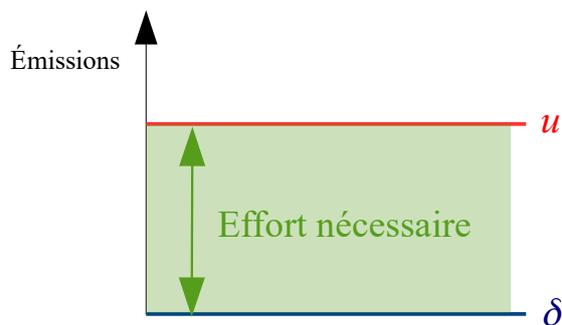
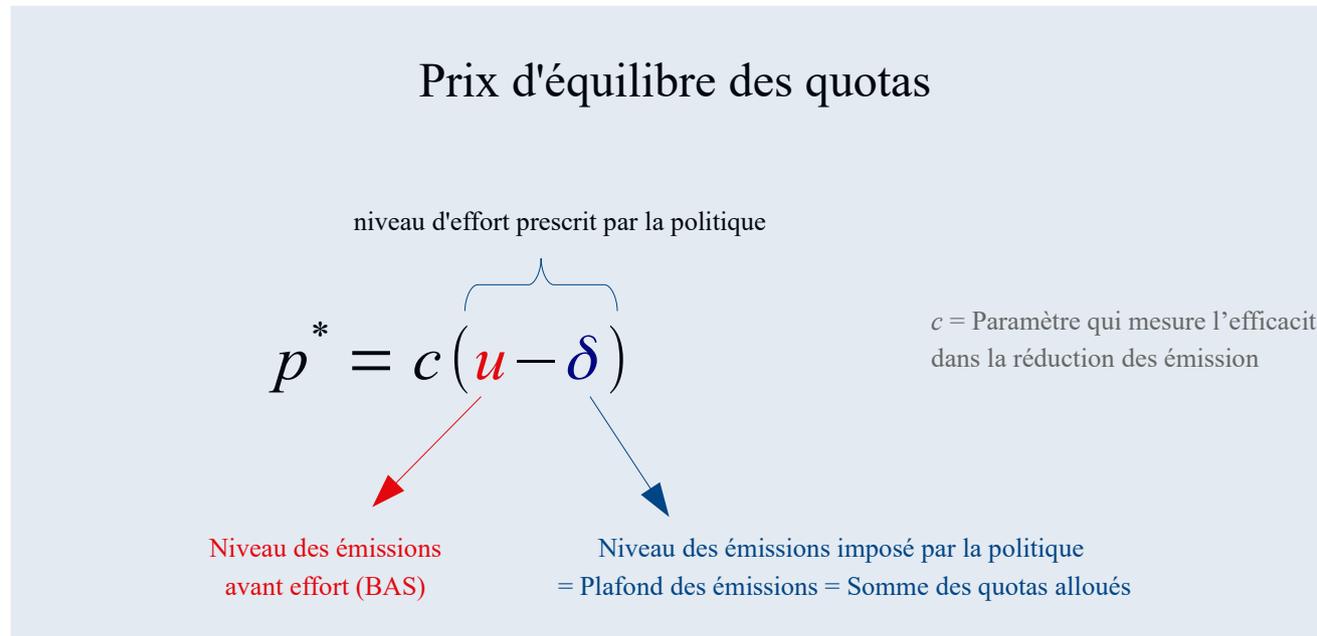
⇒ ...Mais avec une répartition de l'effort qui tient compte des coûts de dépollution

⇒ Plus d'effort pour ceux qui ont un coût de dépollution moins élevé (entreprise 2 sur le schéma)
= Les quotas inutilisés peuvent être vendus à ceux qui ont un coût de dépollution plus élevé



3. Prix du carbone : Éléments de théorie économique

Formation du prix du carbone : Lien avec le niveau d'effort nécessaire



⇒ Le prix des quotas augmente avec le niveau d'effort nécessaire

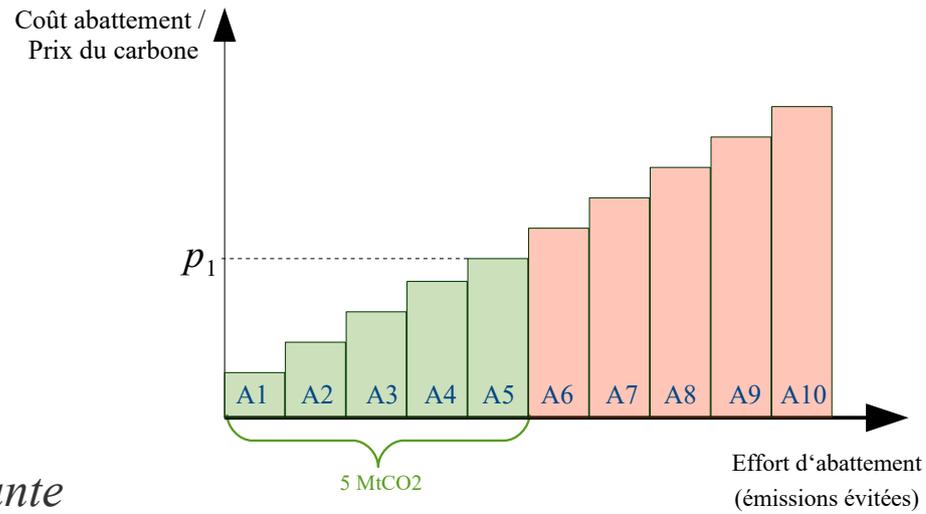
⇒ Le prix des quotas augmente avec le niveau d'émissions avant effort (u)

⇒ Le prix des quotas augmente quand le plafond (δ) diminue

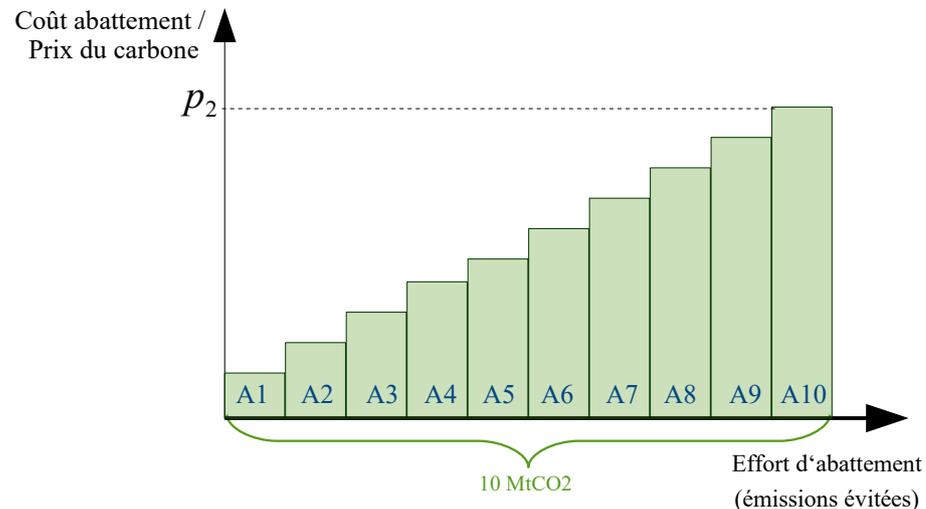
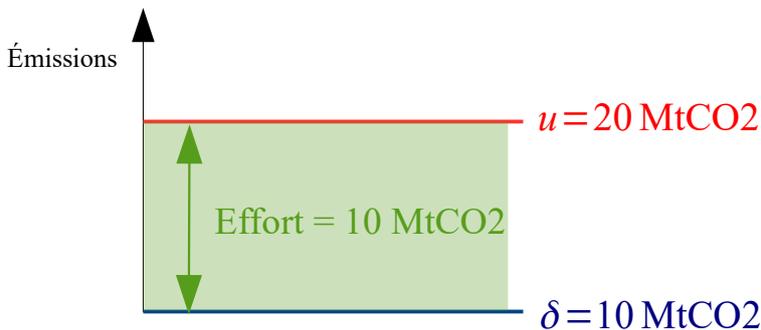
3. Prix du carbone : Éléments de théorie économique

Formation du prix du carbone : Niveau d'effort, options d'abatement, coût et prix

→ Cas 1 = Politique faiblement contraignante



→ Cas 2 = Politique fortement contraignante

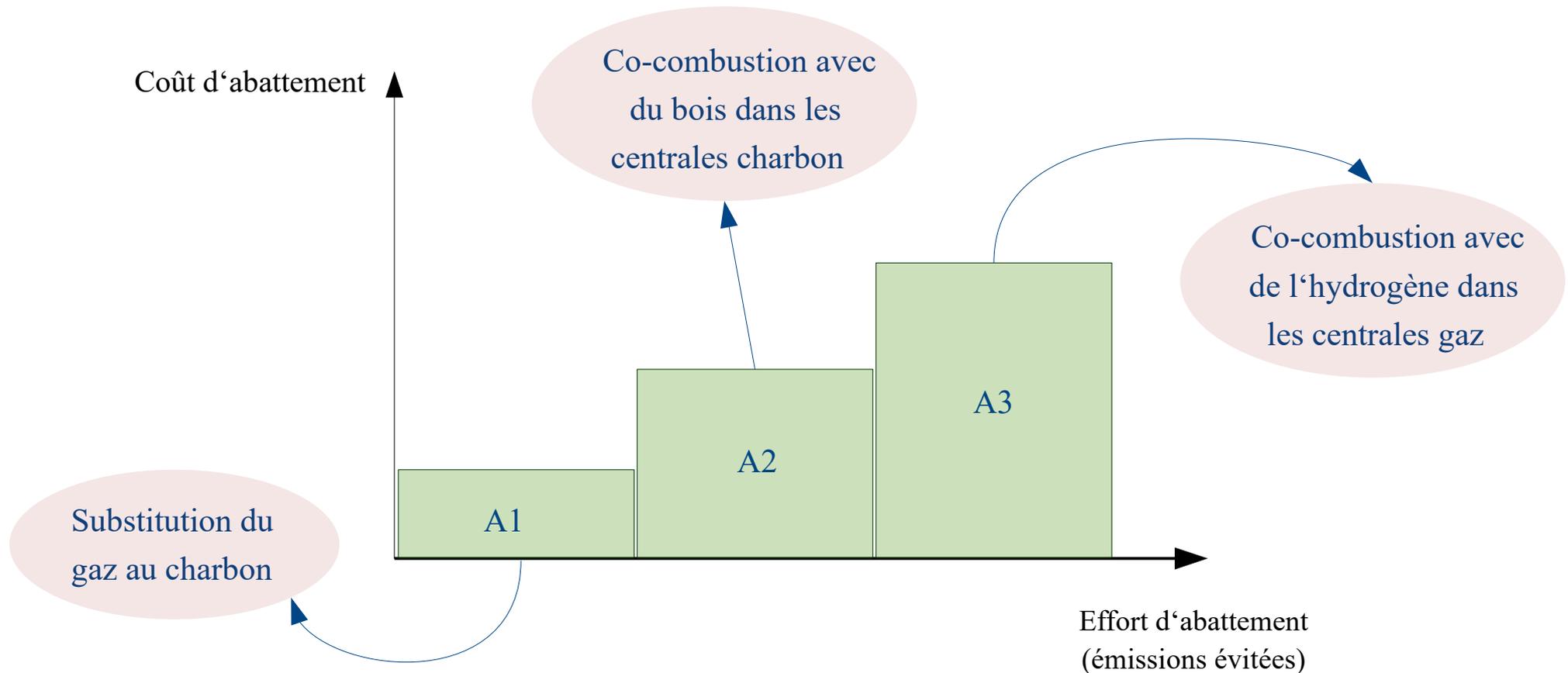


$p_2 > p_1$

3. Prix du carbone : Éléments de théorie économique

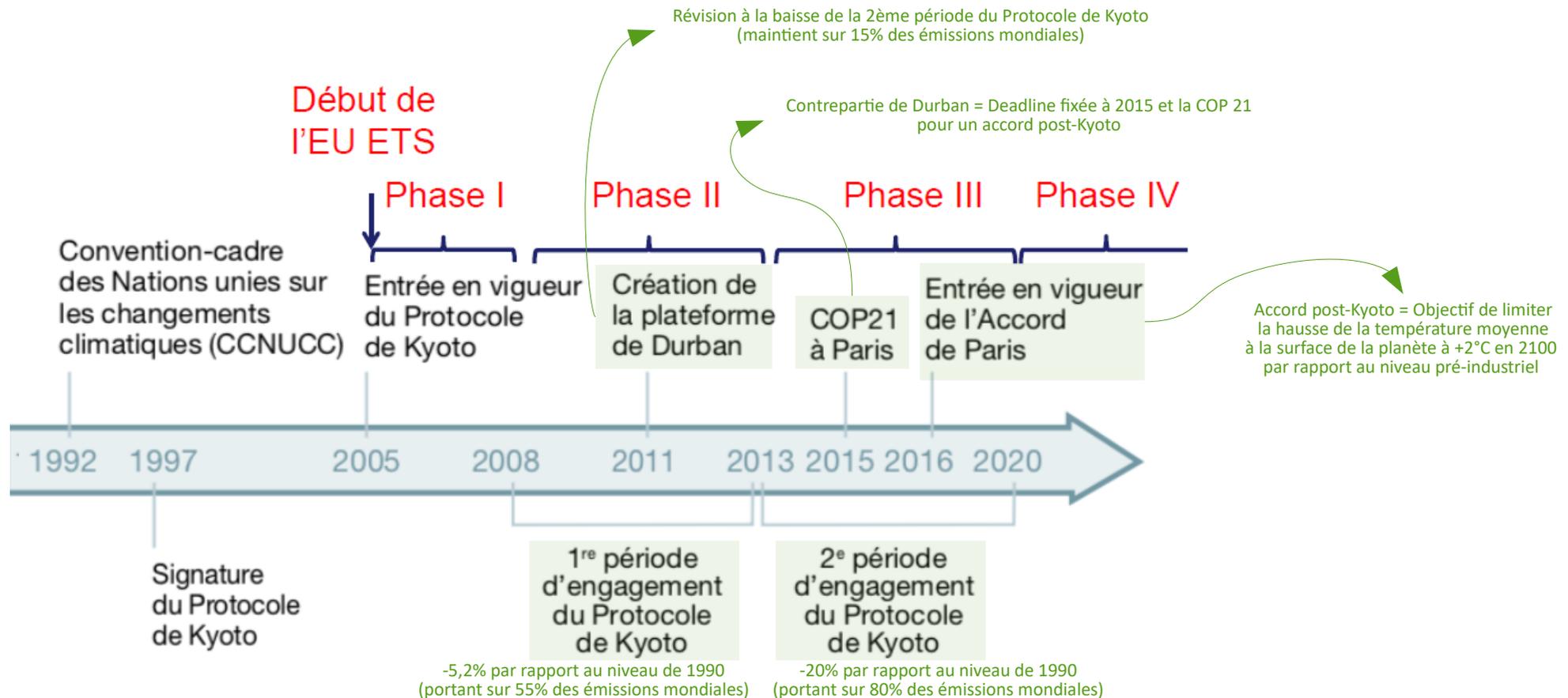
Formation du prix du carbone : Niveau d'effort, options d'abattement, coût et prix

→ Courbe de coût d'abattement des émissions dans le secteur électrique



3. Prix du carbone : Cas du marché européen (EU ETS)

Contexte global de la politique climatique : Architecture internationale

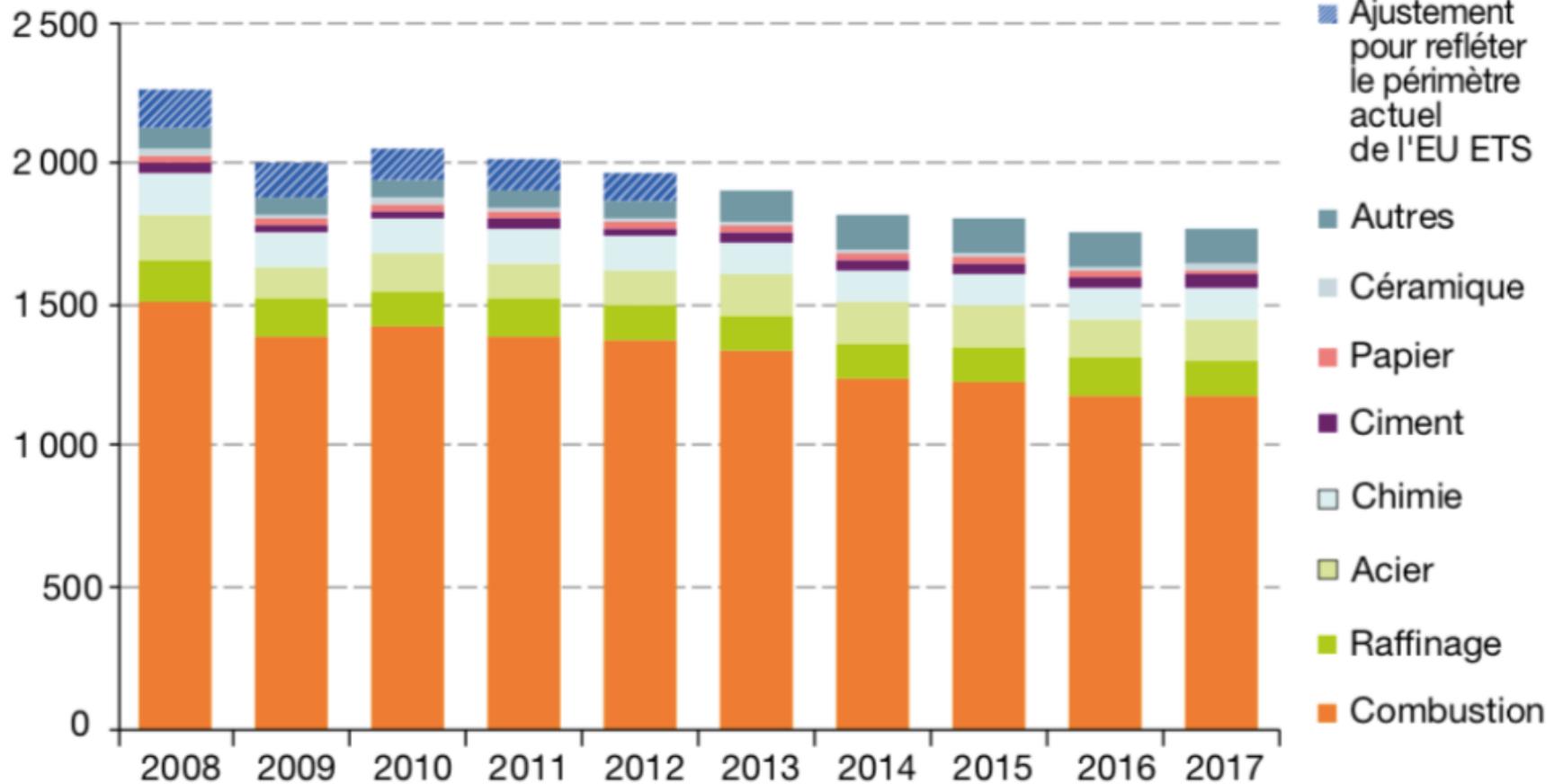


3. Prix du carbone : Cas du marché européen (EU ETS)

Importance relative des secteurs couverts

Emissions de GES dans l'EU ETS par secteur dans les phases II et III

En Mt CO₂ éq



Source : I4CE, à partir de données d'EU TL, 2018

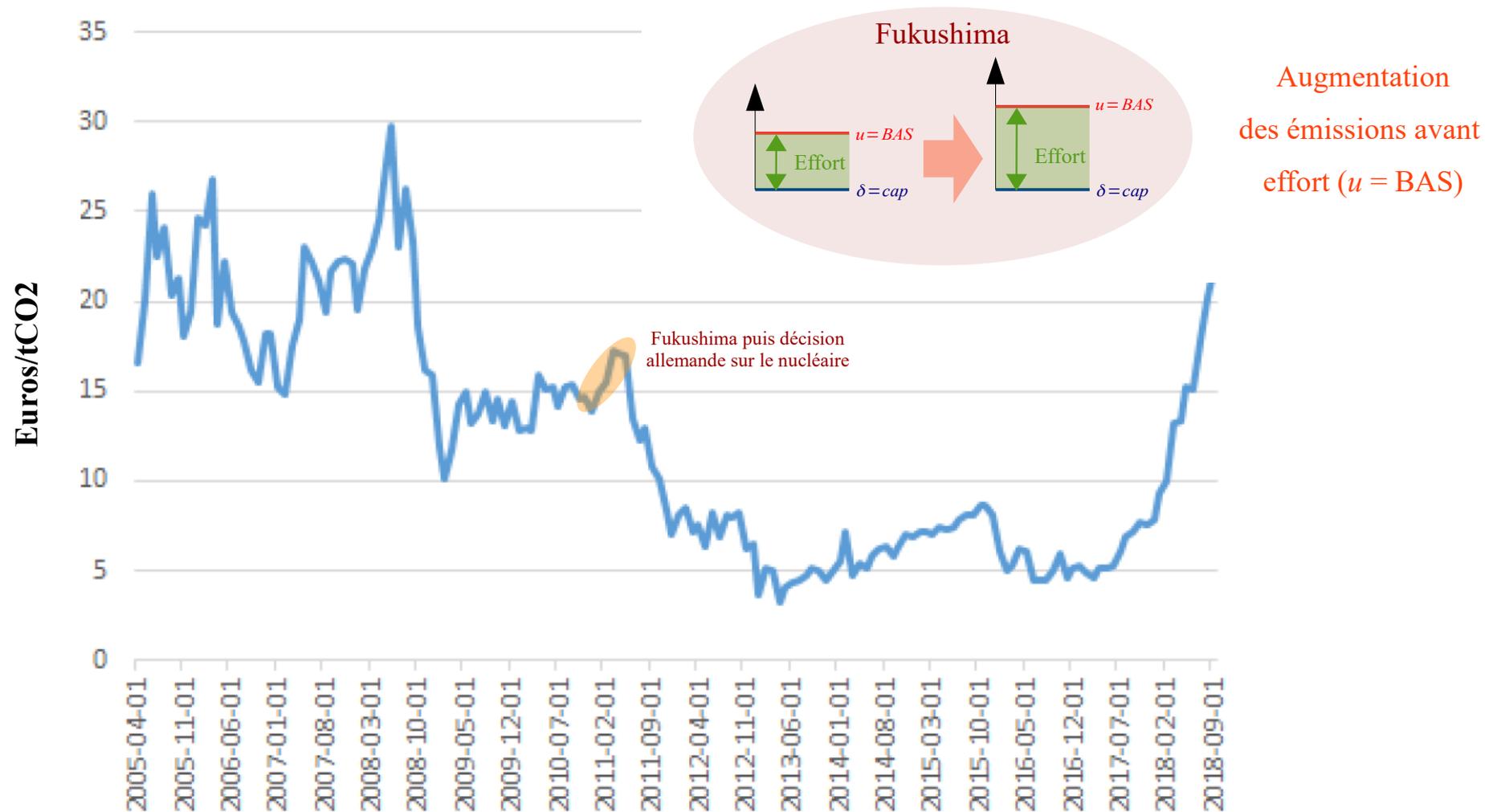
3. Prix du carbone : Cas du marché européen (EU ETS)

Évolution du prix en réponse aux événements



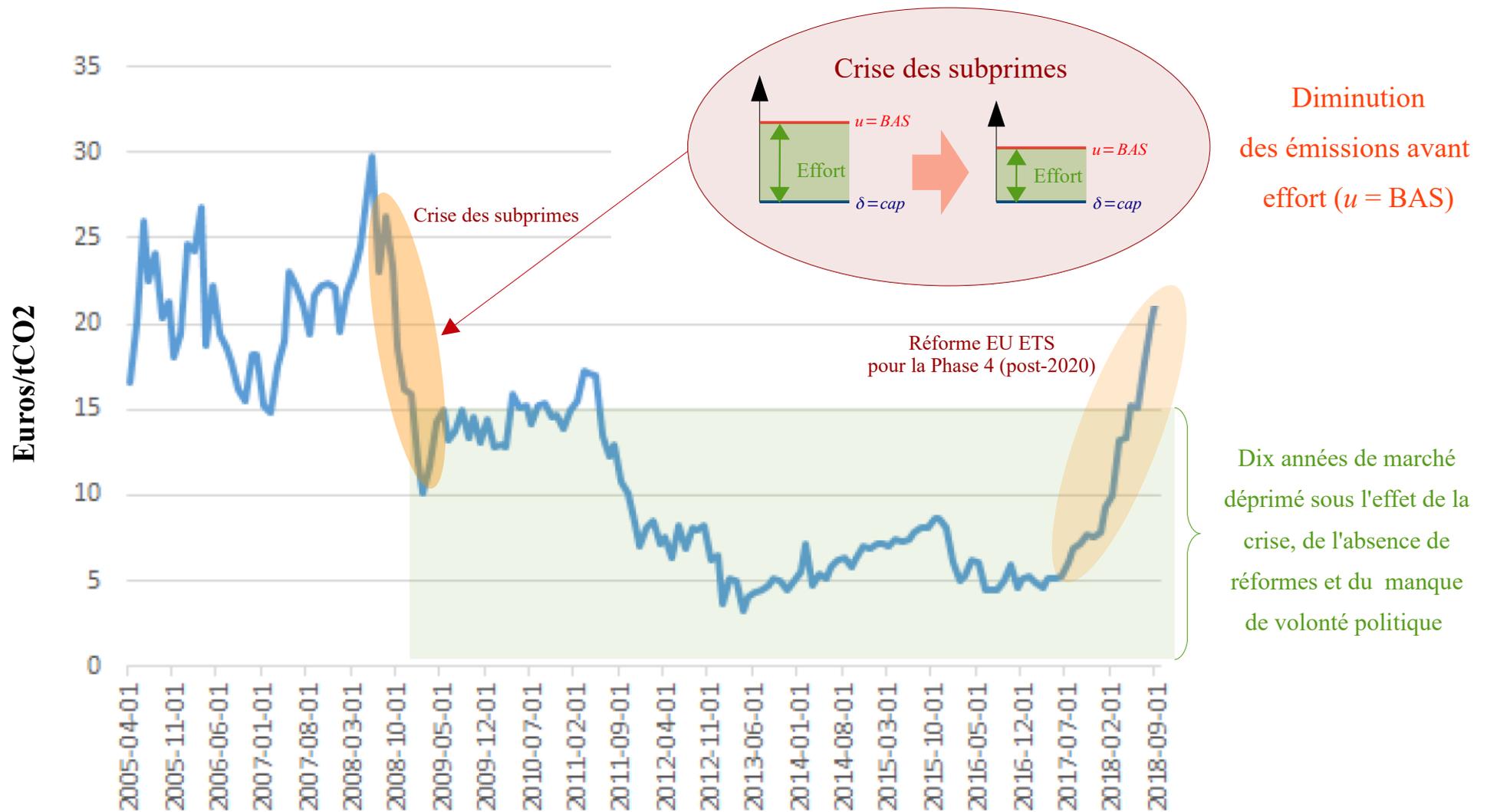
3. Prix du carbone : Cas du marché européen (EU ETS)

Évolution du prix en réponse aux événements : Quelques gros plans



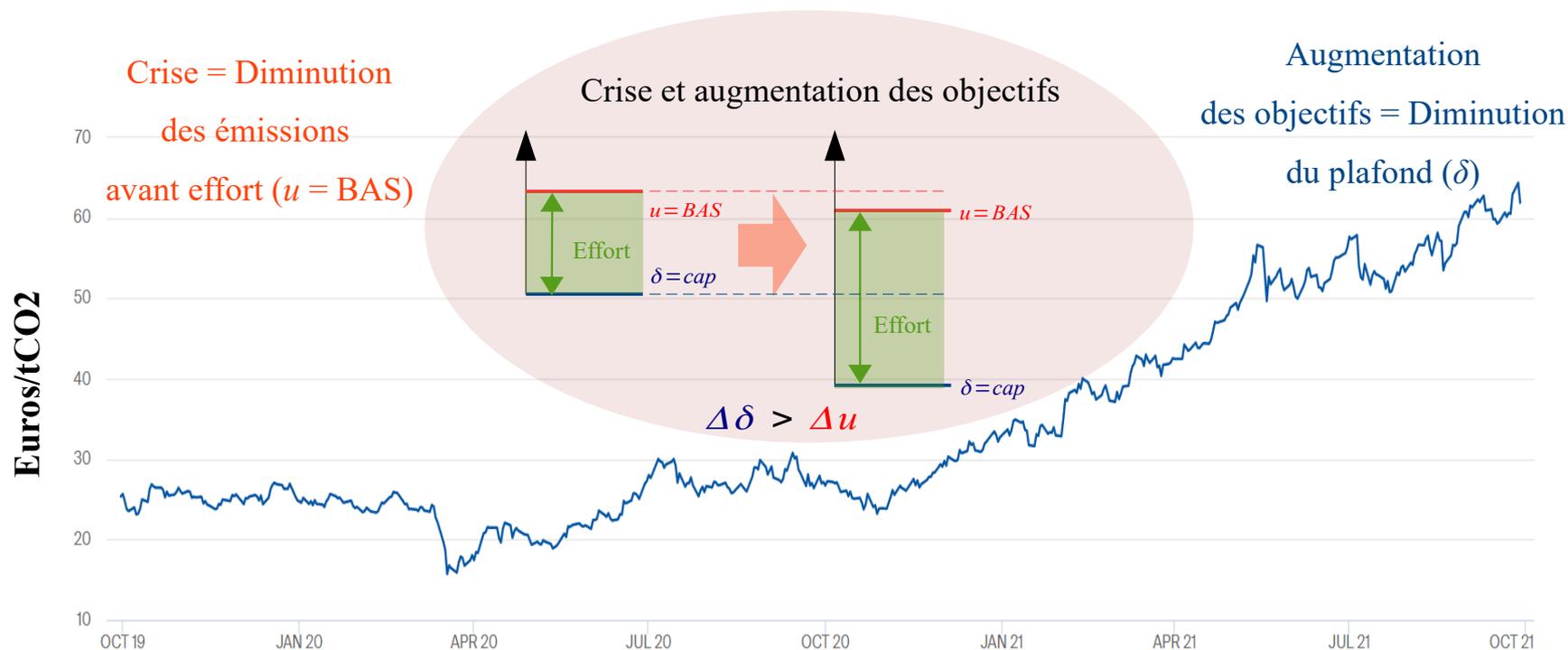
3. Prix du carbone : Cas du marché européen (EU ETS)

Évolution du prix en réponse aux événements : Quelques gros plans



3. Prix du carbone : Cas du marché européen (EU ETS)

Évolution du prix en réponse aux événements : Depuis la pandémie



→ Maintien du prix malgré la crise

⇒ Réformes pour la Phase 4 (2021-2030) = Introduction d'une réserve de stabilité

⇒ Green Deal européen (juillet 2021) = Passage de -40% à -55% à horizon 2030

Structure de la présentation

1. Problème du changement climatique

2. Économie du changement climatique

3. Prix du carbone

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

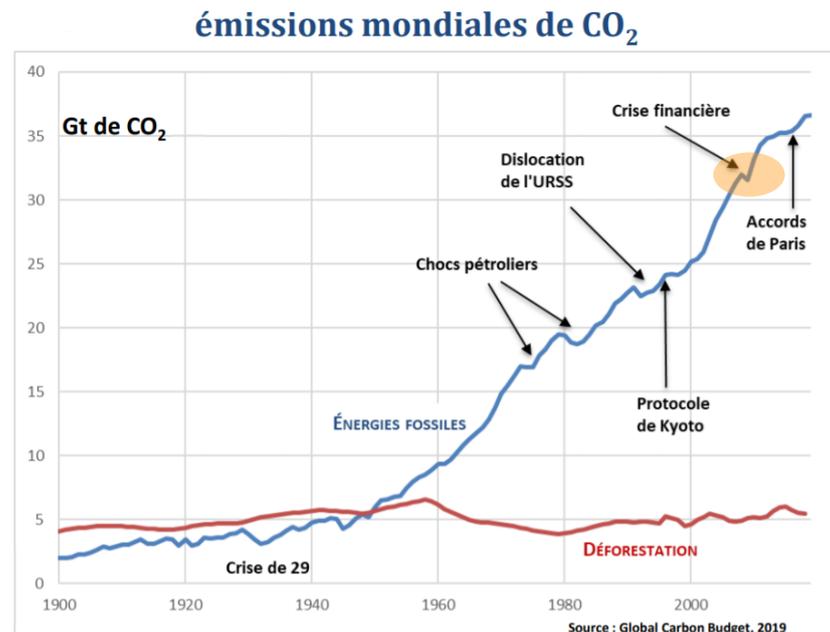
4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

La pandémie et le climat : Deux visions

- **Pessimiste** = Objectifs moins ambitieux face à *des émissions qui diminuent toutes seules...*

⇒ Forte tentation pour les gouvernements

⇒ Problème après la crise = Retards cumulés dans la décarbonation et effet de rebond plus fort au moment de la reprise



4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

La pandémie et le climat : Deux visions

- **Optimiste** = Accélération de la transition et recul des fossiles

⇒ Télétravail et autres changements dans les comportements

⇒ Observation des premiers effets du changement climatique = Perception plus importante des coûts pour le futur = Peut-être faudrait-il assurer notre maison ?

⇒ Recul de l'industrie du pétrole accéléré par la crise ?

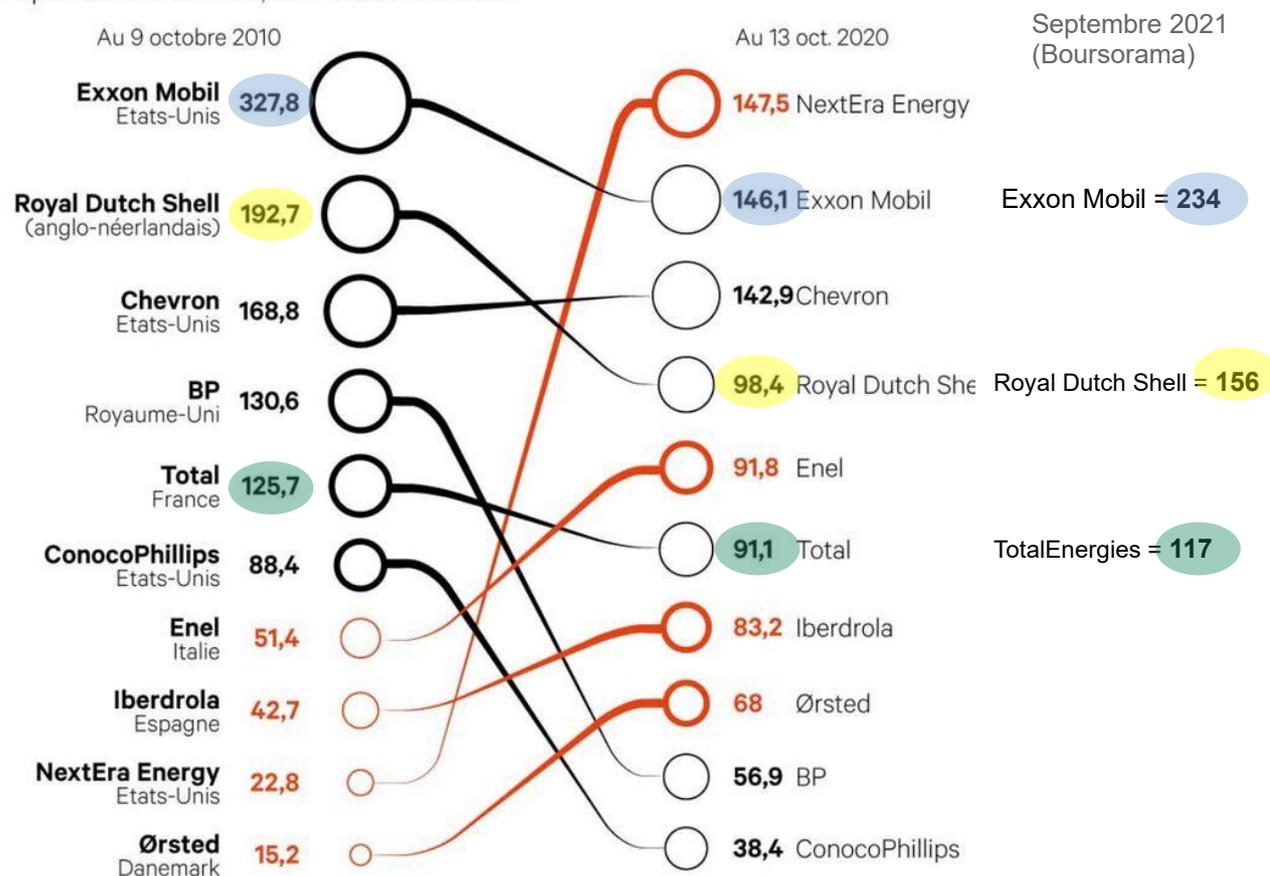
4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

La pandémie et le climat : Deux visions

- **Optimiste** = Accélération de la transition et recul des fossiles

La montée des pépites du renouvelable

Capitalisation boursière, en milliards de dollars

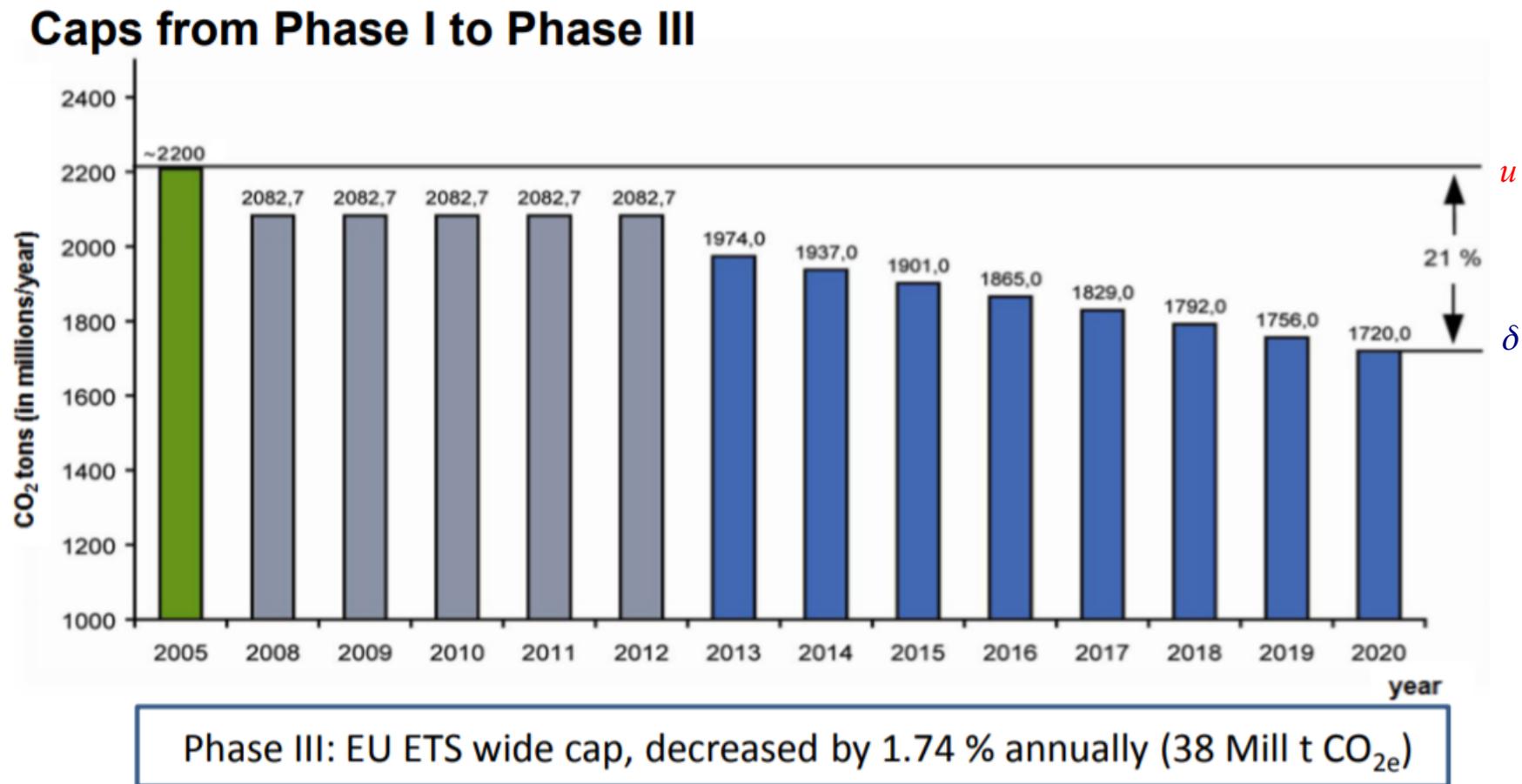


Source : Les Echos

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

Faut-il un prix du carbone ? – Des émissions qui diminuent (EU ETS)

→ Les émissions sont plafonnées donc elles diminuent = Plafond qui diminue d'année en année

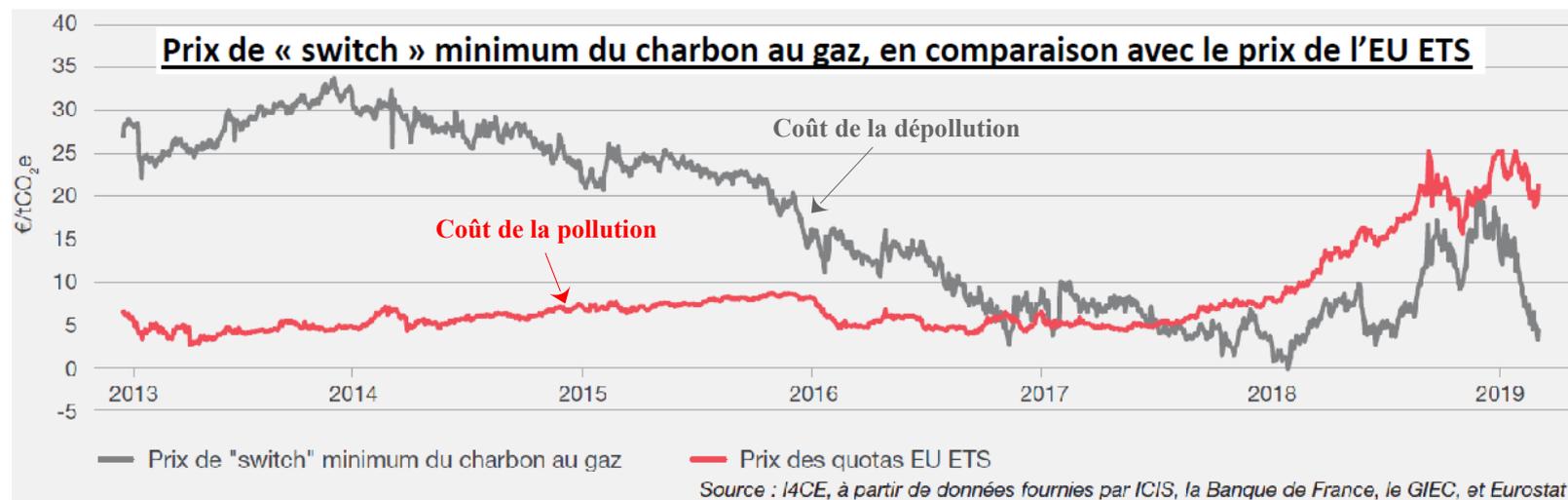


Source : Emissions Trading Division, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, Germany

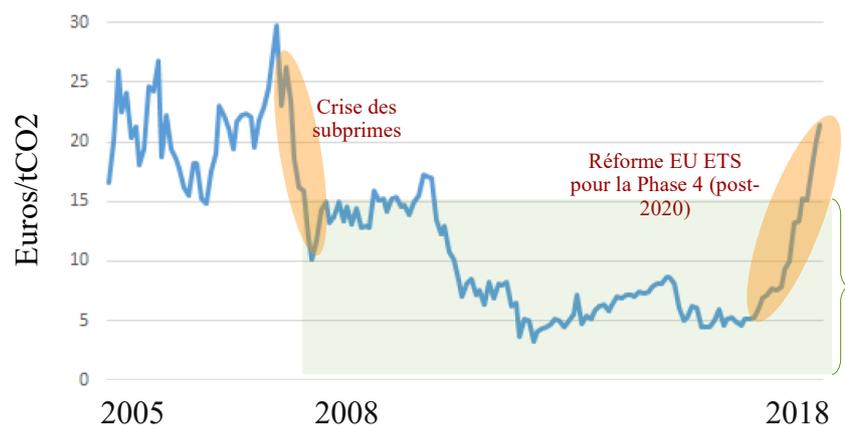
4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

Faut-il un prix du carbone ? – Des émissions qui diminuent (EU ETS)

→ Un prix du carbone qui déclenche des réductions



Les solutions moins carbonées (gaz plutôt que charbon) redeviennent plus compétitives que les alternatives très polluantes



Dix années de marché déprimé sous l'effet de la crise, de l'absence de réformes et du manque de volonté politique

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

Faut-il un prix du carbone ? – Mais un problème d'équité...

→ Taxe carbone régressive par nature = Frappe davantage les ménages les plus pauvres

⇒ La taxe renchérit ce qui pollue (et incite ainsi à se diriger vers ce qui ne pollue pas)

⇒ Mais tout le monde a-t-il les moyens de choisir de ne pas polluer ?

⇒ Risque qu'une grande partie de la population paye la taxe sans diminuer leurs émissions

→ On se retrouve comme « dans un piège » et les émissions ne diminuent pas (ou pas suffisamment)

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

Faut-il un prix du carbone ? – Mais un problème d'équité...

→ Nécessité de compenser = Redistribution du revenu de la taxe en direction des ménages qui n'ont pas les moyens de changer d'équipements

⇒ Efficacité environnementale assurée

⇒ Correction du caractère régressif de la taxe carbone

→ Sans « mesures d'accompagnement » = Problème d'acceptation de la taxe carbone

4. Conclusion : Quel avenir pour le prix du carbone ?

Faut-il un prix du carbone ? – ...et si le problème devenait la solution ?

→ Si on allait au-delà de la correction de l'impact régressif ?

→ Au-delà de la correction de l'impact régressif = La taxe carbone comme outil de correction des inégalités excessives dans la distribution des revenus = **Triple dividende !**

⇒ 1% les plus riches = 50% des émissions mondiales

⇒ 4 touristes de l'espace = 75 tonnes de CO2 en 10 minutes
= Plus qu'en une vie pour le milliard des humains les plus pauvres

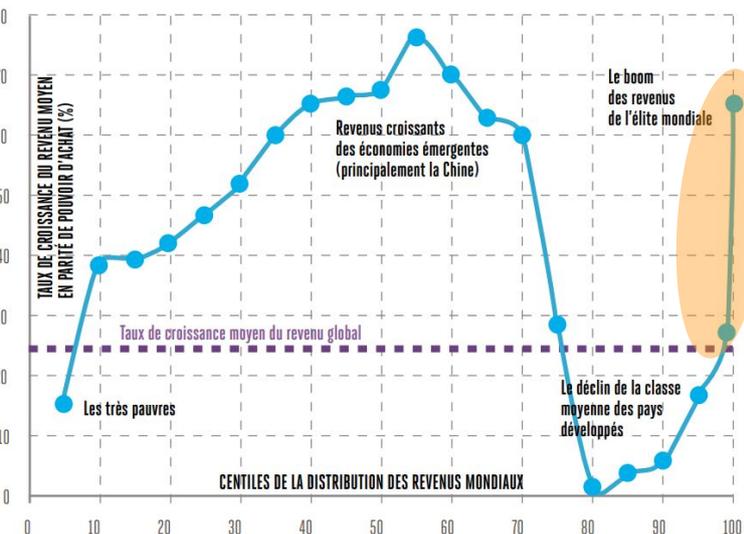
→ Le changement climatique comme révélateur de ces inégalités excessives et le prix du carbone comme solution = Prix du carbone pour les jets privés et les voyages dans l'espace à la COP 26 ?

Et si Jeff Bezos finançait votre changement de chaudière grâce au prix du carbone ?

La courbe de l'éléphant

Source : World Inequality Lab

Croissance globale du revenu réel entre 1988 et 2008



Économie et **D**roit de l'**É**Nergie dans un contexte *industriel*



Création d'un réseau *EDENi* en 2022 dans le Nord Franche-Comté



Lauréat du dispositif « Soutien aux actions structurantes et d'animation scientifique » de la Région Bourgogne Franche-Comté



CONFÉRENCE DE LANCEMENT

Matinées de la Transition Énergétique

26 avril 2018
8h45 - 12h30

du pôle métropolitain du Nord Franche-Comté

UFR STGI
Université de Franche-Comté
2 rue Chanteraine, BELFORT

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic

CONFÉRENCE 2 : MOBILITÉ BAS CARBONE ET TRANSPORTS ÉLECTRIQUES

Matinées de la Transition Énergétique

5 juillet 2018
8h45 - 12h30

du pôle métropolitain du Nord Franche-Comté

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry
BELFORT

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st
FC LAB

CONFÉRENCE 3 : HABITAT ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Matinées de la Transition Énergétique

25 octobre 2018
8h45 - 12h30

du pôle métropolitain du Nord Franche-Comté

UFR STGI - Département AES-Droit
Université de Franche-Comté
10 rue Roussel, BELFORT

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

NUCLÉAIRE ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

18 avril
8h45-12h30

SAISON 2019 édition n°1

Conférences et Table Ronde
Economie et droit de l'énergie et du changement climatique

Avec: **Jacques PERCEBOIS**
Professeur émérite en économie à l'Université de Montpellier

Jean-Marie PONTIER
Professeur émérite en droit à l'Université d'Alsace

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry

Entrée Libre

Contacts : info.mte@univ-fcomte.fr

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

«Tarification du carbone»

JEUDI 20 JUIN
8h45-12h30

SAISON 2019

Conférences et Table Ronde

«Filière Forestière»

Entrée Libre

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

Filière forestière et énergie

JEUDI 7 NOV
8h45-12h30

SAISON 2019 édition n°3

Conférences et Tables Rondes

Economie et droit de l'énergie et du changement climatique

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry

Entrée Libre

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

Le TIC-TAC de l'horloge climatique

Une course contre la montre

JEUDI 1er octobre

SAISON 2020 édition n°1

Economie et droit de l'énergie

ÉDITION SPÉCIALE EN SOIRÉE

Présentation du dernier ouvrage de Christian de Perthuis

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry

Entrée Libre

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

Réseaux électriques à l'ère du renouvelable et du numérique

JEUDI 22 octobre
8h45-12h30

SAISON 2020 édition n°2

Conférences et Tables Rondes

Economie et droit de l'énergie

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry

Entrée Libre

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

Soirée de la Transition Énergétique dans un contexte industriel

La responsabilité juridique face au changement climatique

JEUDI 20 mai 2021
18h15

SAISON 2021

Conférence

Blanche Lormet
Docteure en droit de l'environnement, chercheuse en droit de l'énergie, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry

Entrée Libre

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

Matinées de la Transition Énergétique

Soirée de la Transition Énergétique dans un contexte industriel

L'économie du climat

JEUDI 27 mai 2021
18h15

SAISON 2021

Conférence

Vincent Bertrand
Maître de conférences en sciences économiques et chercheur en économie de l'énergie à l'Université de Franche-Comté (UFR STGI de Belfort et laboratoire CRESE)

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

CCI du Territoire de Belfort
1 rue du Docteur Fréry

Entrée Libre

STGI
VFC
CCF
GRAND BELFORT

crése
Zone Atelier
cujic
femto-st

De Kyoto à Paris : les accords internationaux sur le climat

VENDREDI
19
novembre
2021
8h45-12h30



SAISON
2021

● CCI du Territoire
de Belfort
1 rue Docteur Frery

Entrée libre



Conférences et tables rondes

Économie et droit de l'énergie
dans un contexte industriel

Contact : info.mte@univ-fcomte.fr

Conception: Laurens Griset - UFR STGI