

Cours 5: Le problème de la pollution optimale

Objectifs du cours

- Résoudre conceptuellement le problème de la pollution optimale
- Savoir identifier et discuter les différents niveaux d'incertitude dans un cas d'étude pratique: *la valeur sociale du carbone*
- Être capable de distinguer valeur sociale de la pollution, coût de réduction, valeur tutélaire et valeur de marché

Résolution du problème de la pollution optimale

C'est quoi une « pollution optimale »?

- Dans le cours n°4 nous avons vu qu'internaliser les externalités permet d'atteindre l'optimum social
- Or, nous avons vu que cet optimum social n'est PAS synonyme d'absence de production et donc de pollution
 - La pollution optimale est précisément celle de l'optimum social
 - C'est celle obtenue lorsqu'on égalise les coûts marginaux de la dépollution et les dommages marginaux de la pollution

Notion d'optimum de pollution



- Prenons l'exemple d'une entreprise polluante qui dégrade l'eau d'une rivière, ce qui nuit à l'ensemble des riverains. Ces derniers vont donc subir un dommage lié cette pollution alors que l'entreprise de son côté a un coût à dépolluer.

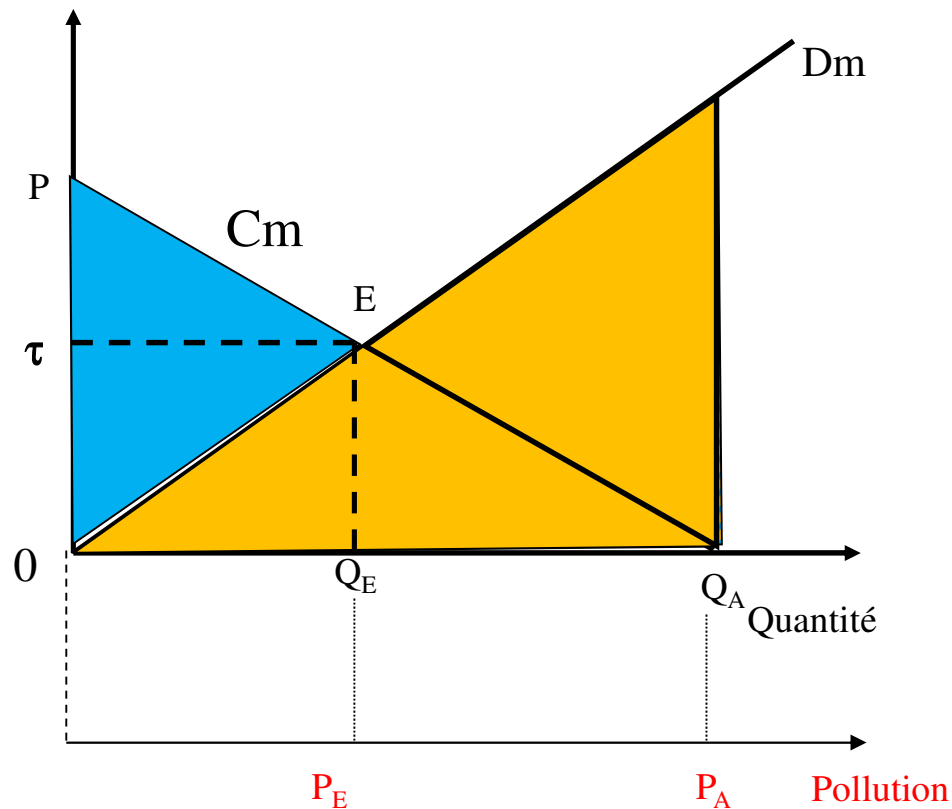
- Le coût de dépollution (ou de réduction de la pollution) est de plus en plus difficile au fur et à mesure que le volume à dépolluer est important.
 - Au début, des mesures sommaires permettront de réduire une grande partie de la pollution.
 - Mais pour des niveaux de pollution faible, il sera de plus en plus difficile de réduire la pollution.

- → le coût marginal de dépollution est croissant.

- Le dommage marginal des riverains est aussi croissant → Pour de faibles niveaux de pollution le corps humain est capable de s'adapter par ex. En revanche dès que des niveaux importants sont atteints, les dommages deviennent de plus en plus lourds.



Notion d'optimum de pollution



- Quand aucun effort de dépollution n'est réalisé, le coût de dépollution est nul et la pollution est maximale (P_A)
- Cette situation n'est pas la meilleure du point de vue de l'intérêt général car le dommage est maximal pour les riverains
- L'optimum social est déterminé par le minimum de la somme du dommage et du coût de réduction
- Cette somme est la somme des aires bleue et orange
- Elle est minimale quand B et C sont confondus, en E soit pour P_E

Cas d'étude: le prix du carbone

- Le terme « prix du carbone » recoupe plusieurs notions distinctes. Il peut être:
 - Le coût de la réduction des émissions de carbone
 - Le prix social du carbone
 - Le prix de marché du carbone
 - La valeur négociée du carbone

Coûts de réduction des émissions Vs Valeur Sociale du Carbone (VSC)

Le prix du carbone en tant que coût de réduction des émissions

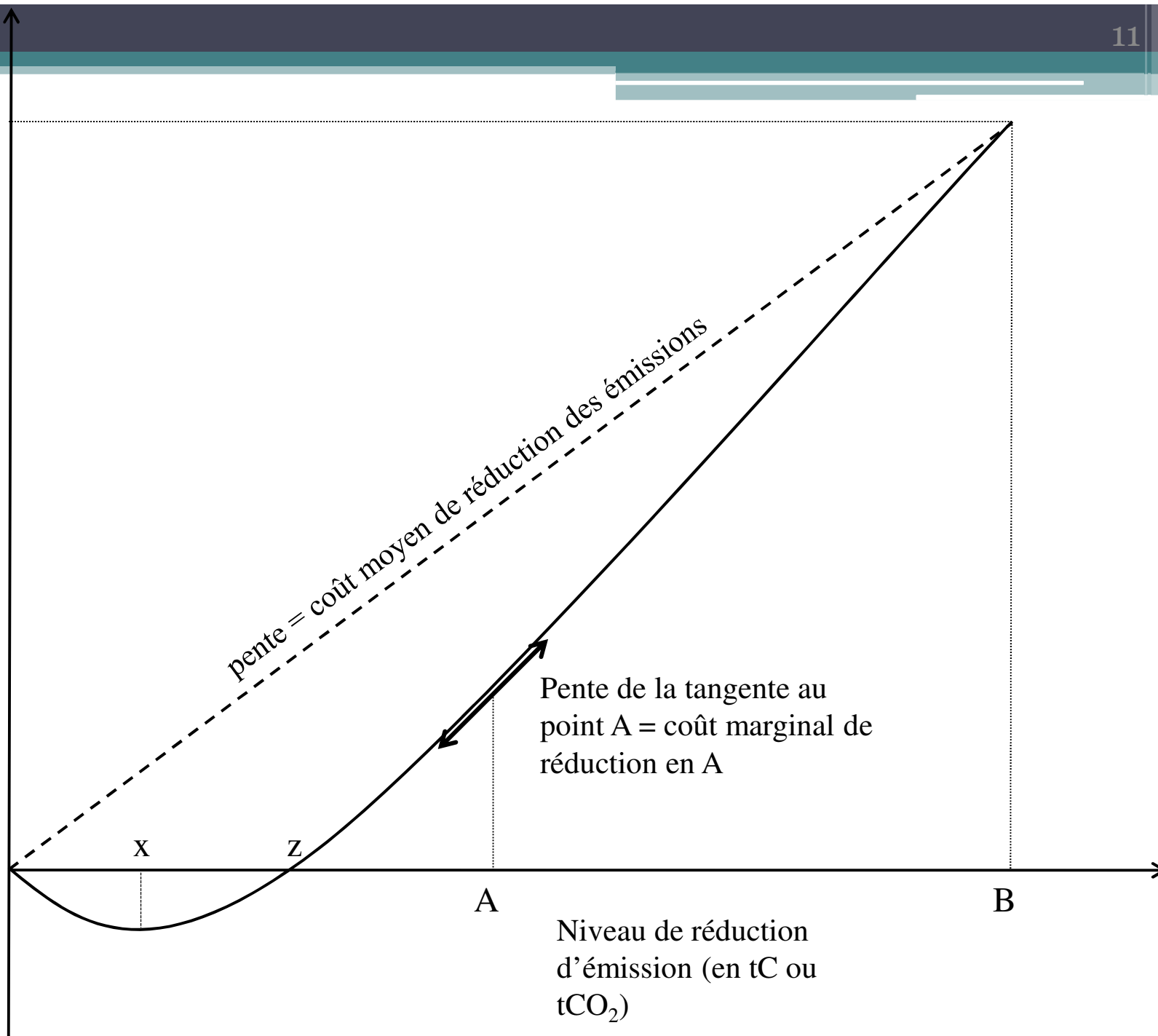
- Dans Barker *et al.* (2002) par exemple il est écrit que « *le prix du carbone compatible avec une stabilisation des émissions à 550 ppm en 2050 est compris entre 20-50 US\$/tCO₂* »
- Ce prix du carbone représente les coûts entraînés par une limitation des émissions à un certain niveau
 - Par exemple, stopper la déforestation permet de limiter les émissions de carbone mais cela représente un coût dont la valeur est précisément le bénéfice que l'on pourrait retirer de la surface déforestée (= coût d'opportunité) par exemple pour l'exploitation agricole

Intermède vocabulaire: coût de réduction des émissions

- On rencontre généralement 3 « métriques » dans la littérature:
 - Le coût marginal d'abattement
 - Le coût moyen d'abattement
 - Le coût total d'abattement
- Bien que faisant référence au même « abattement » = réduction des émissions, ces trois métriques sont conceptuellement très différentes

Coût total
d'abattement
pour le niveau
de réduction B

Coût de réduction des
émissions (\$ ou € par tC
ou tCO₂)



Potentiels à coûts négatifs

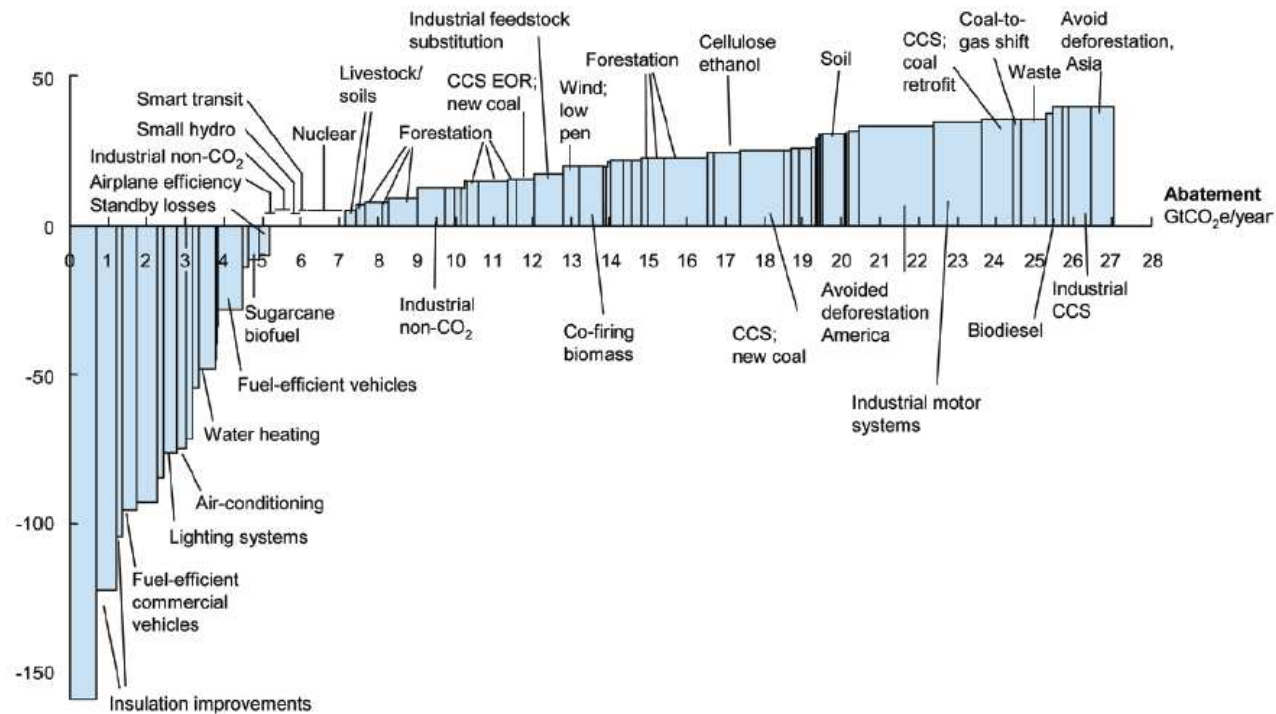
- Ces mesures à coûts négatifs sont appelés « potentiels sans regret » c-a-d « des mesures qui valent la peine d'être prises qu'il y ait ou non des raisons liées au climat pour le faire ».
- Potentiels à coûts négatifs: mesures dont le coût technique est négatif (remplacement des ampoules à incandescence par LED).
- Mesures à double dividende: mesures dont les rétroactions macro (par exemple recyclage d'une taxe) compensent les coûts d'adoption.
- Effets secondaires positifs des mesures de réduction qui ne doivent pas être confondus avec les bénéfices des mesures d'atténuation

Coûts de réduction des émissions

- McKinsey Global Institute (2008):

THE COST CURVE PROVIDES A “MAP” OF ABATEMENT OPPORTUNITIES

Cost of abatement, 2030, €/tCO₂e*

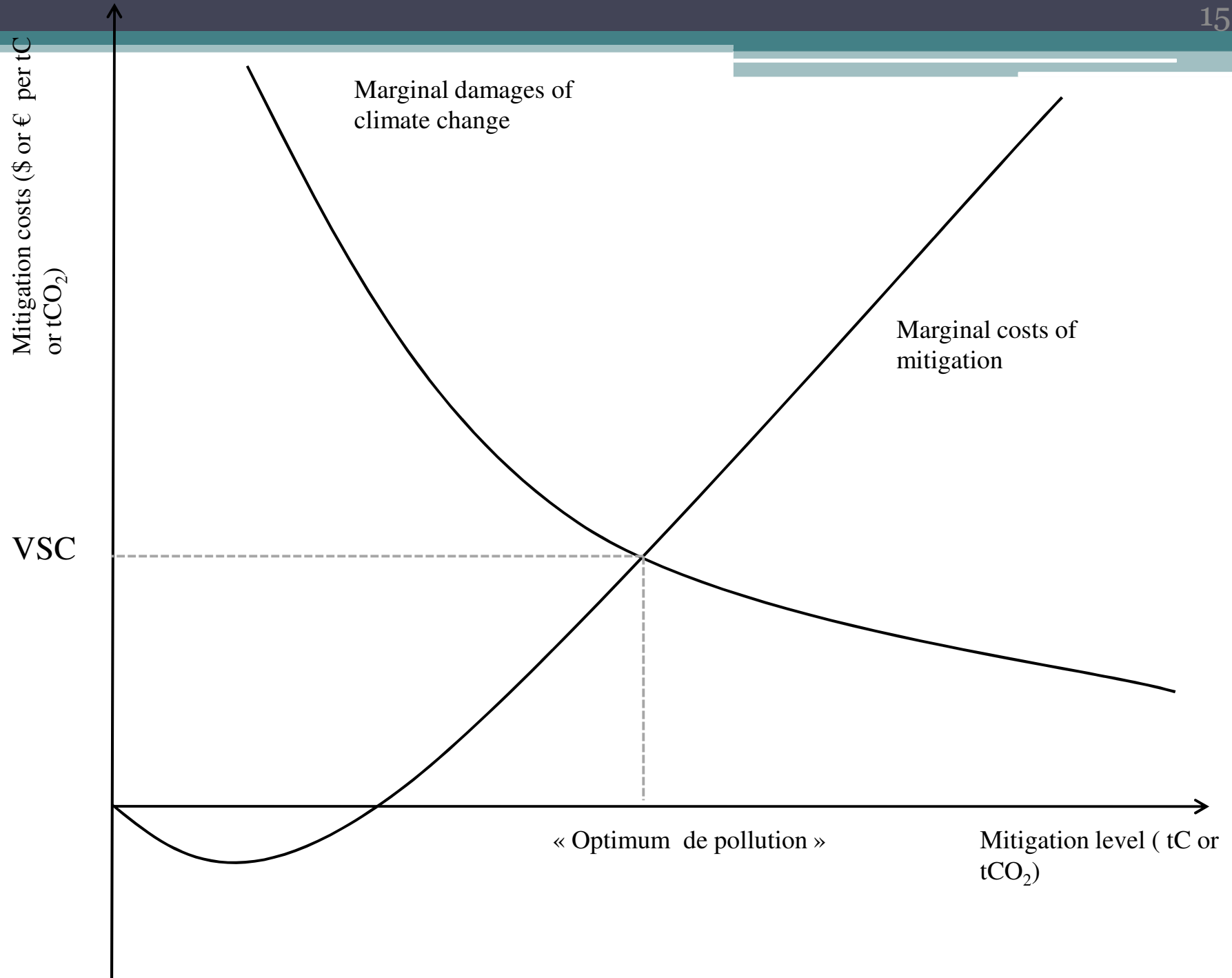


* Tons of carbon equivalents.

Source: McKinsey and Vattenfall analysis

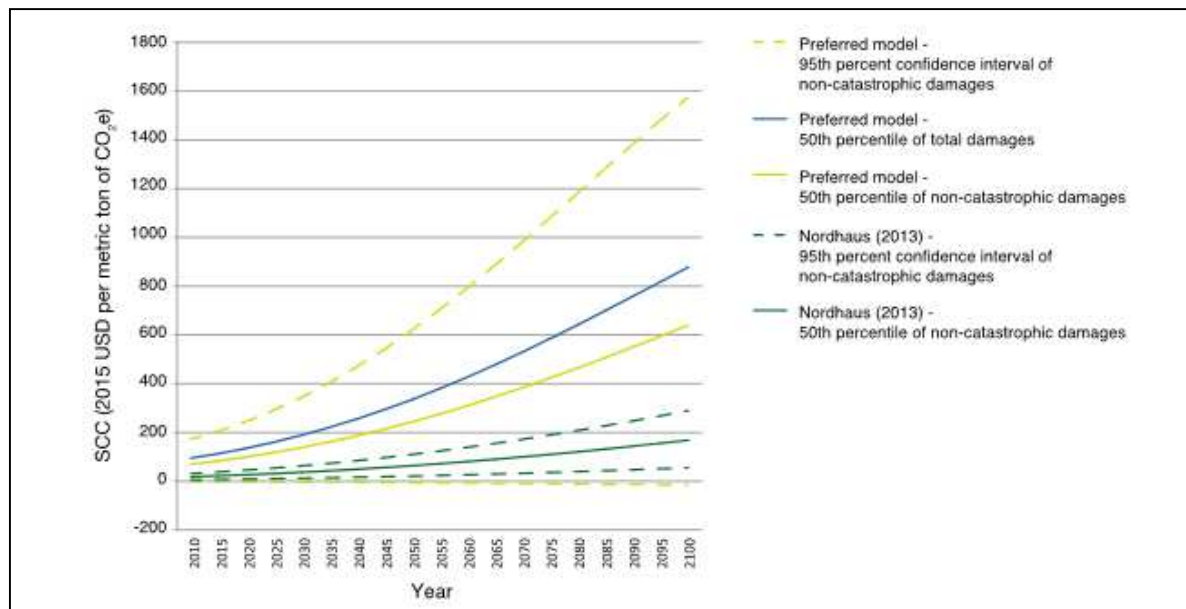
Le prix du carbone en tant que prix social

- Dans tous les cas, la définition précédente ne prend pas en compte les bénéfices environnementaux de la réduction des émissions
 - Or, en réduisant les émissions, on réduit également les futurs dommages qui y sont indirectement liés à travers les mécanismes de changements climatiques
- Le principe du prix social du carbone est de prendre en compte à la fois les coûts liés à la réduction des émissions et les bénéfices (futurs) liés à cette même réduction
- La valeur du prix social du carbone est précisément celle qui égalise ces coûts et ces bénéfices



Estimation des dommages marginaux du CC et calcul de la VSC

- La revue de littérature présentée par Yohe et al. (2007) révèle une large fourchette dans les valeurs des VSC (entre 4 et 95 US\$/tCO₂ en 2007)
- Plus récemment Howard and Sterner (2017):



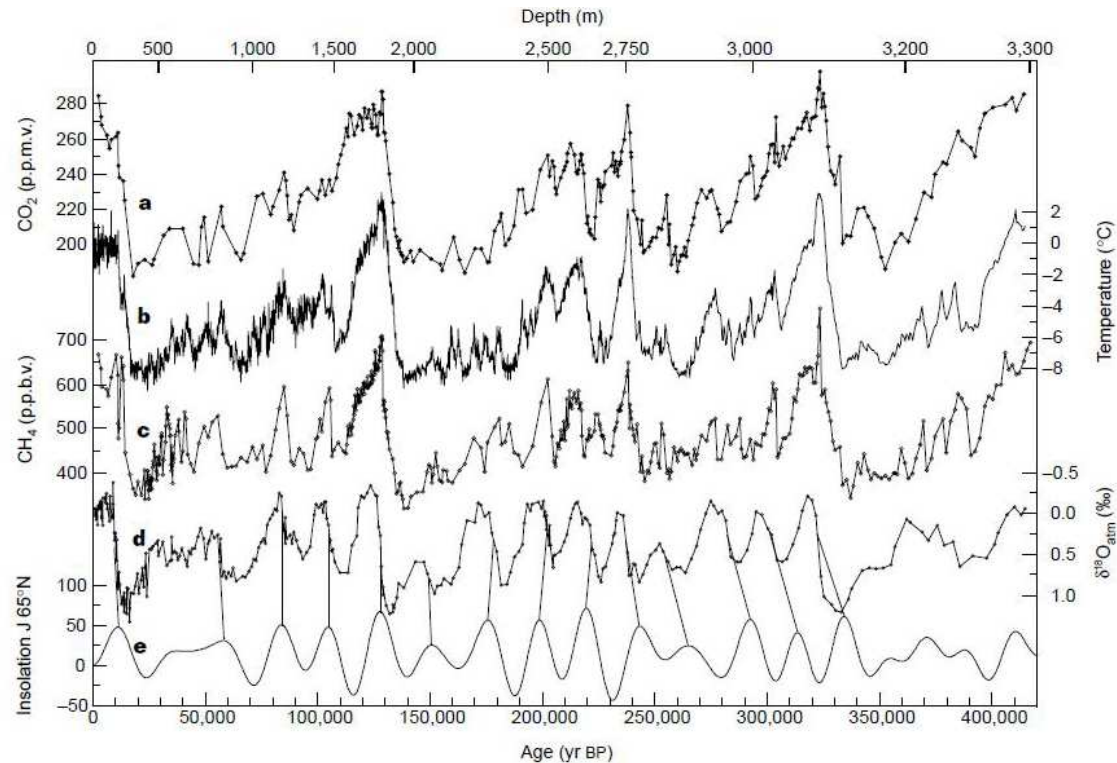
Six niveaux d'incertitudes
affectent le calcul de la VSC

Calcul de la VSC: incertitudes

- 1. les incertitudes portant sur la sensibilité climatique à l'augmentation de la concentration de CO₂ atmosphérique
 - Illustration avec la température et la composition atmosphérique issues du forage de Vostock
 - Les deux variables sont globalement très bien corrélées
 - Mais la modification de la température repose aussi sur la variation de concentration des autres GES, des particules fines, des cycles solaires

Estimation des dommages marginaux du CC et calcul de la VCS

- Courbe a: CO₂ atmosphérique, Courbe b: température isotopique de l'atmosphère



Calcul de la VCS: incertitudes

- 2. Les difficultés à monétariser les impacts du changement climatique
 - C'est le cœur du problème!
 - Comment monétariser la disparition d'une espèce, la destruction d'un écosystème ou de la vie humaine?
 - Des méthodes d'évaluation environnementales existent (cours ultérieurs)

Calcul de la VSC : incertitudes

- 3. le traitement de l'apparition d'évènements climatiques extrêmes
 - Effets de la modification de la circulation thermo-haline, émissions de méthane issu du dégel du permafrost, par exemple
 - Le calcul de la VSC est très sensible à ce paramètre qui, même s'il présente une probabilité très faible, modifie énormément les résultats
- 4. les incertitudes entourant la réponse sociétale au changement climatique
 - Quid des politiques climatiques mises en place dans le futur?
 - Les dommages marginaux sont évolutifs et doivent être ré-évalués à chaque nouvelle mesure d'atténuation

Estimation des dommages marginaux du CC et calcul de la VCS

- 5. Le traitement de l'équité intergénérationnelle et le calcul du taux d'actualisation
 - Il n'est pas nécessairement équitable pour la génération présente de considérer un taux de préférence pour le présent faible
 - Les générations futures seront a priori plus riches et donc plus à même de réduire les dommages via des mesures coûteuses
- 6. le traitement des inégalités intragénérationnelles

Estimation des dommages marginaux du CC et calcul de la VCS

- Pour conclure: la largeur de la fourchette des valeurs calculées de VCS est tout autant due aux paramètres normatifs (taux de préférence pure pour le présent, taux social d'actualisation) qu'aux paramètres empiriques (sensibilité climatique, événements extrêmes, monétarisation des dommages, prise en compte de la réponse sociétale).
- En outre les dommages pourraient être surestimés du fait de la non-prise en compte des bénéfices du changement climatique pour certaines régions (hautes latitudes)

Mitigation costs (\$ or € per tC or tCO₂)

P2

P1

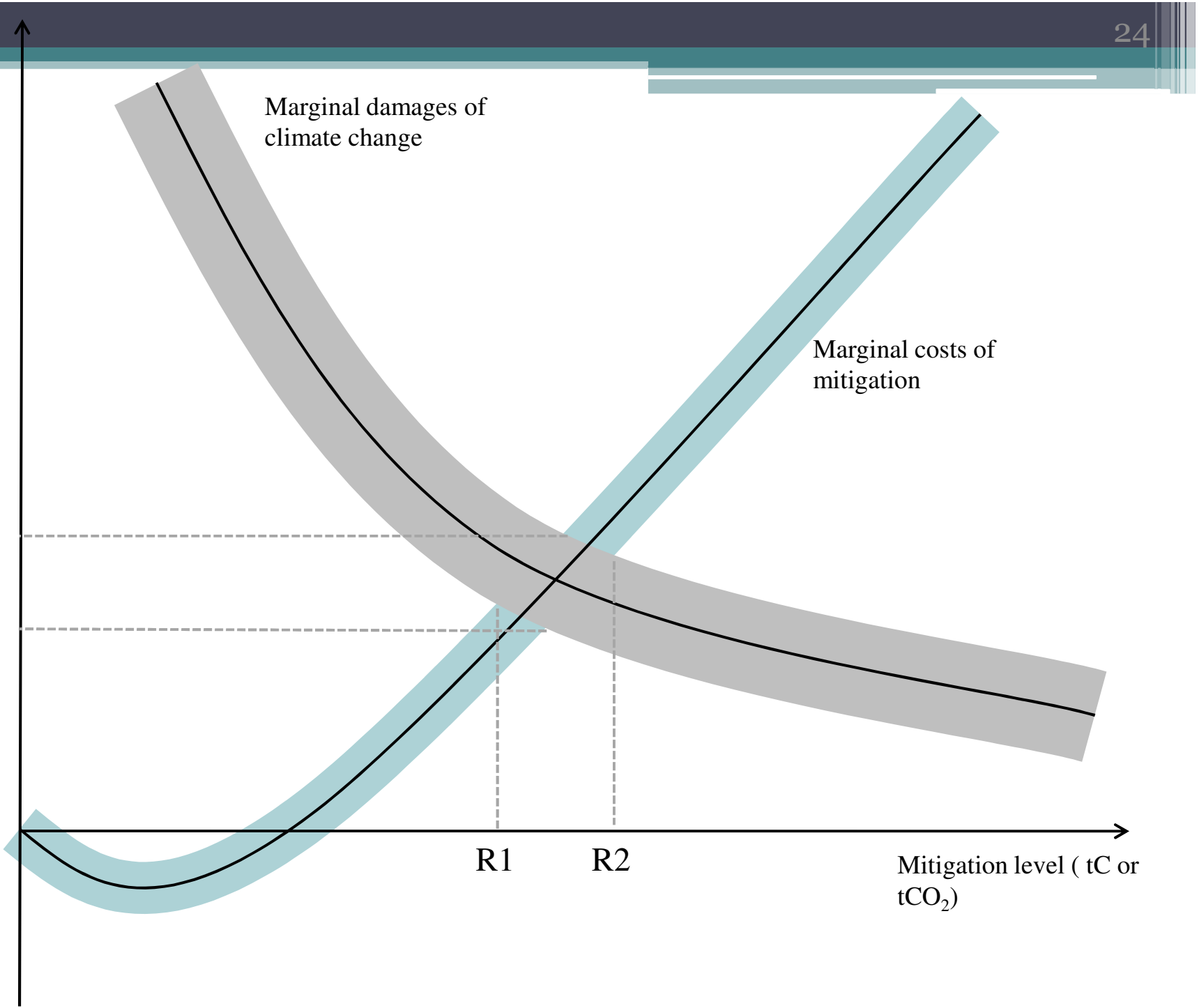
Marginal damages of climate change

Marginal costs of mitigation

R1

R2

Mitigation level (tC or tCO₂)



Prix de marché et valeur tutélaire

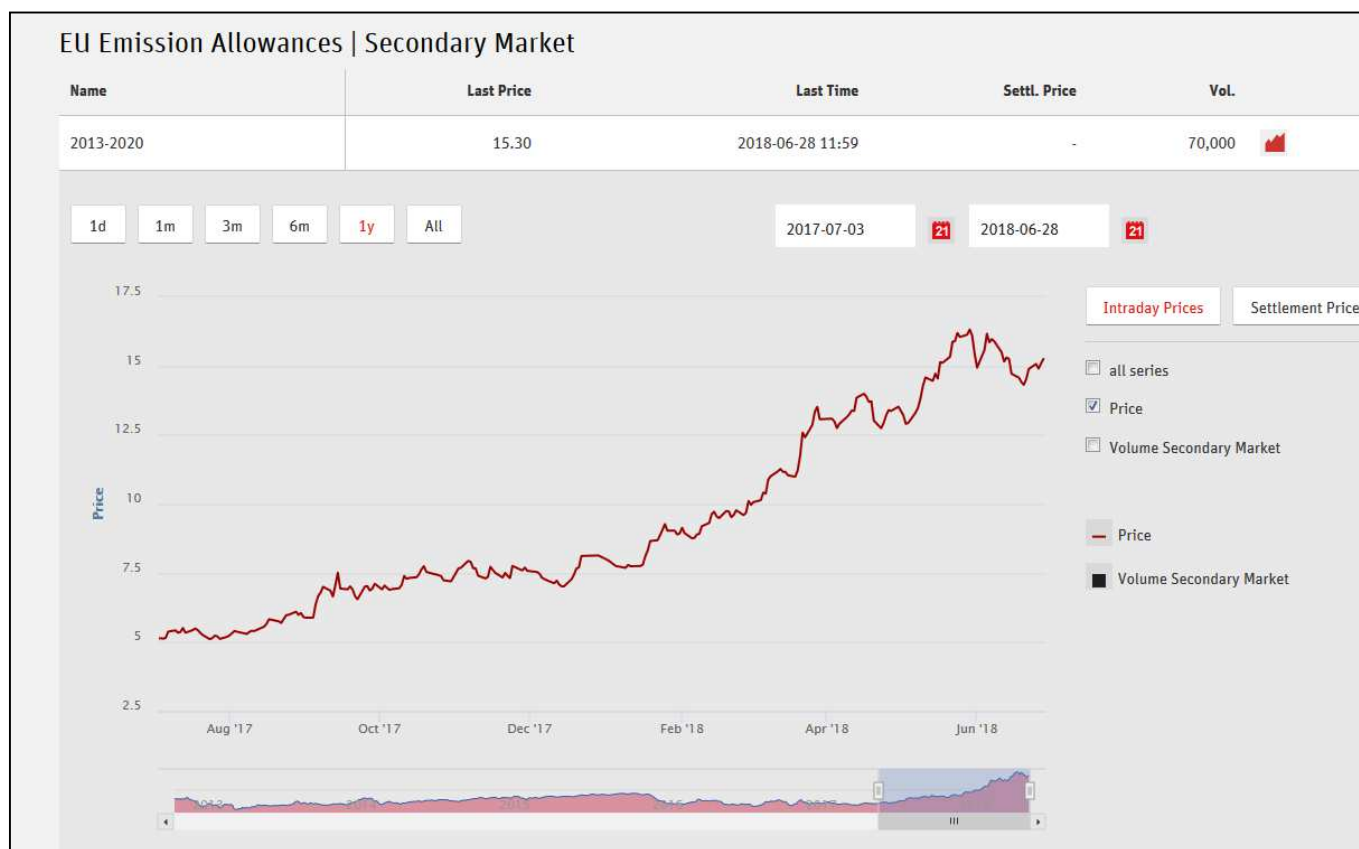
Prix de marché du carbone

- Il s'agit du prix résultant de l'échange des « crédits carbone » sur les marchés carbone
 - Ce prix dépend de l'offre de crédits et du niveau de la demande
 - Si l'offre est plus importante que la demande: le prix chute autour de 0. C'est ce qui s'est passé pour le marché EU-ETS à la fin de la première période de conformité

La valeur de marché du carbone

- Le prix de marché est fondamentalement différent de la VSC
 - Le **volume initial alloué n'est a priori pas égal à la réduction optimale**
 - Le marché des droits n'est pas un marché parfait, en particulier il n'est **pas toujours concurrentiel** (trop peu d'acteurs, domination de quelques acteurs, négociation déficiente)

Prix de marché du carbone (€/tCO₂)



Source: <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/spot-market/european-emission-allowances#!/2018/06/28>

La valeur tutélaire ou négociée du carbone

- Le prix du carbone utilisé pour calibrer une taxe carbone par exemple n'est pas le prix social du carbone qui serait trop haut pour être acceptable par la population
- Il y a généralement plusieurs niveaux de négociation, aboutissant à une valeur qui n'a plus rien à voir avec les estimations scientifiques
- En France, lors des dernières négociations en 2009, une valeur de 17 €/tCO₂ avait été retenue alors que la littérature préconisait plutôt un prix social du carbone supérieur à 100 €/tCO₂

En définitive

- La résolution du problème de la pollution optimale permet *a priori* de déterminer une quantité et un prix de la pollution
- Cette résolution présente de nombreux niveaux d'incertitude, portant notamment sur la courbe de dommages marginaux
- Le prix ou « valeur sociale de la pollution » qui résulte de la résolution ne doit pas être confondu avec des notions de prix de marché, coût de réduction ou valeur tutélaire