

# Impacts sanitaires et socio-économiques de la pollution de l’air

Olivier CHANEL

AMSE-CNRS-GREQAM-IDEP, Marseille



## **Objet principal de la présentation**

### **Constat**

Dans le domaine des transports, les émissions de GES et de polluants locaux sont analysées de manière indépendante alors qu'elles sont issues des mêmes sources (combustibles fossiles).

### **Problématique**

Quelles sont les conséquences d'un traitement conjoint sur le choix d'une politique de transport optimale ?

### **Analyse**

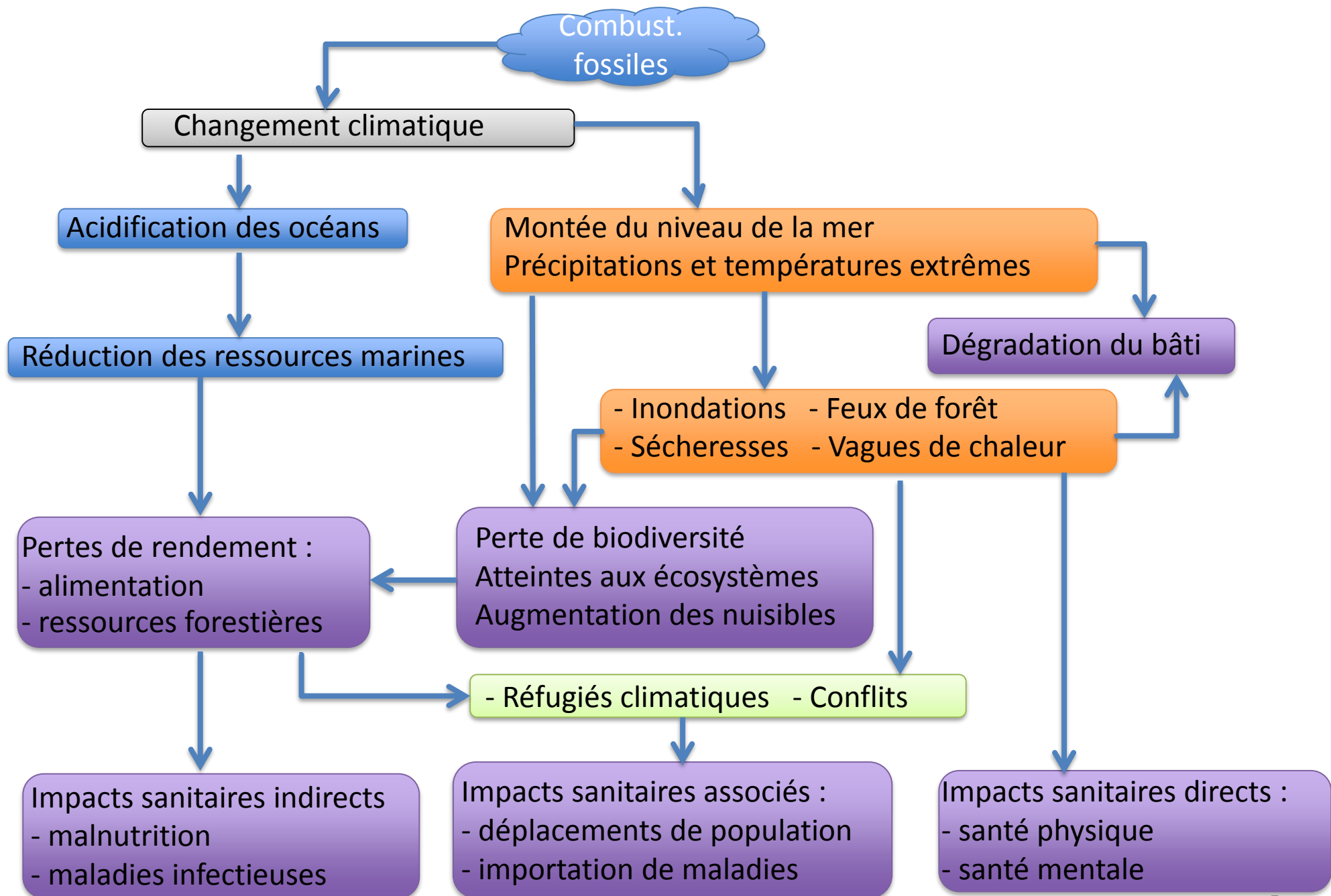
Nous les étudierons au moyen d'un modèle prenant en compte :

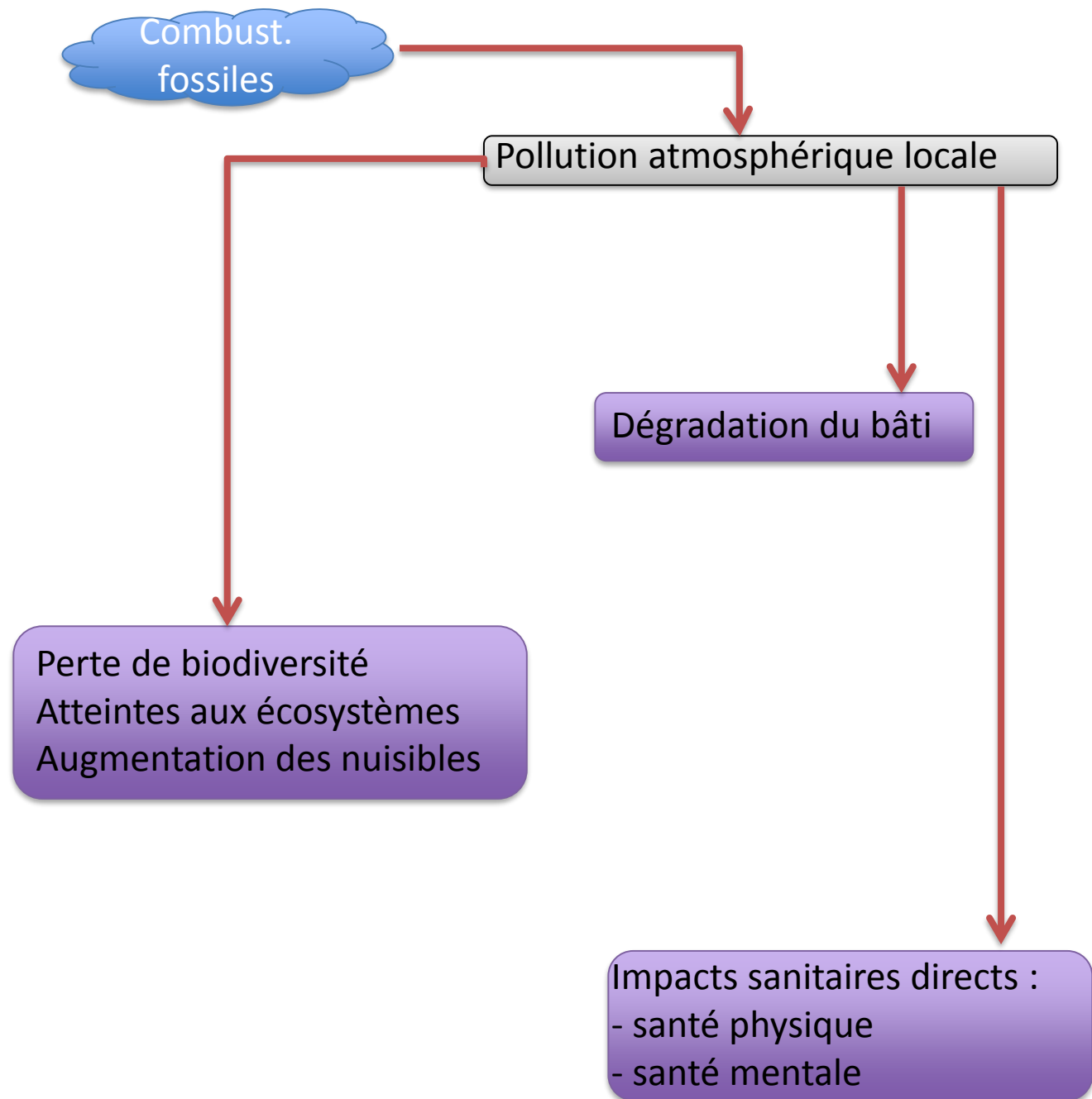
- le fait que les GES et les polluants locaux sont émis par la même source,
- l'incertitude, les irréversibilités et l'arrivée d'information.

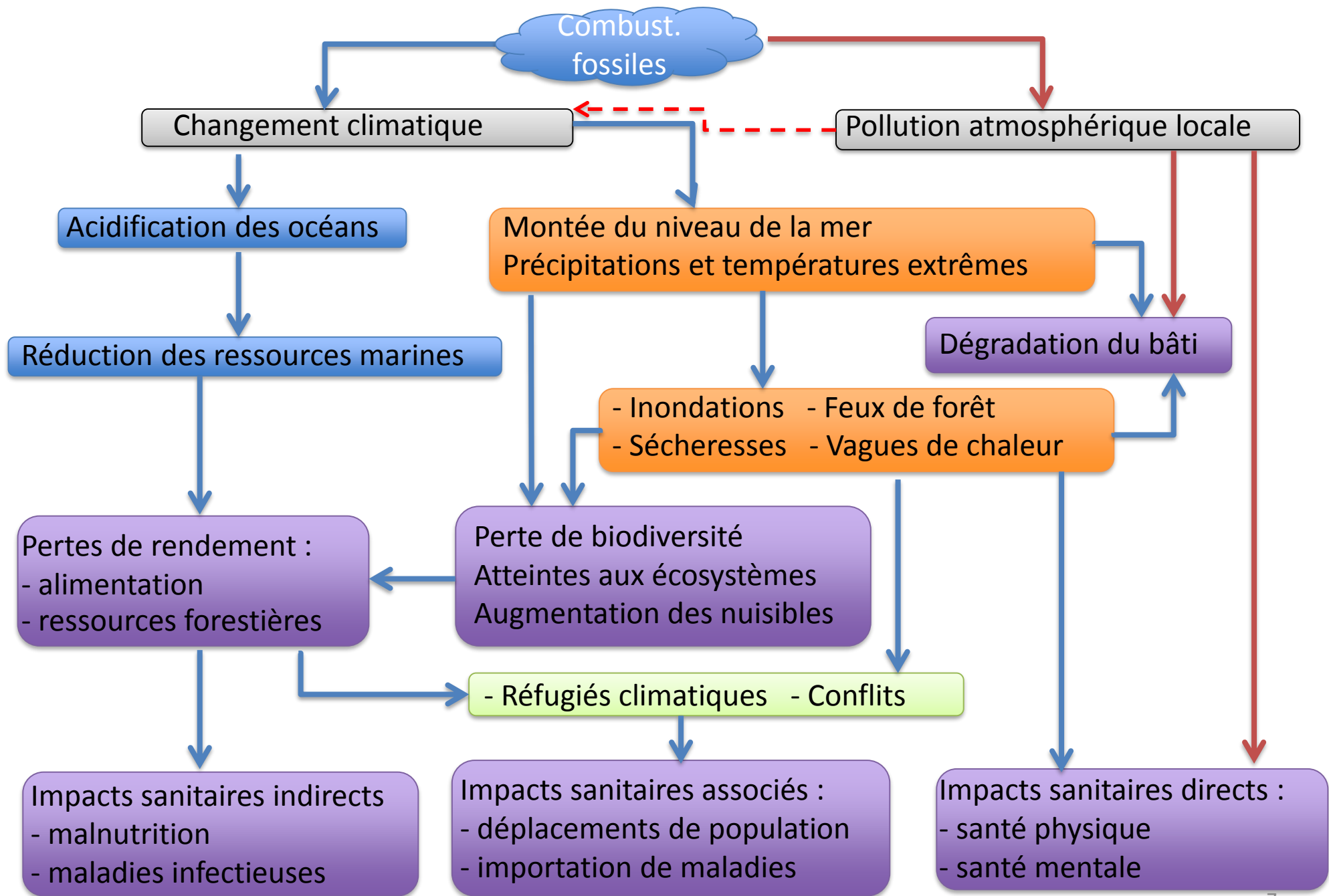
## **Plan de la présentation**

- I) Changement climatique, pollution atmosphérique locale et santé**
  
- II) Quelques éléments d'évaluation économique**
  - 1) Externalités associées à la pollution atmosphérique**
  - 2) Evaluations économiques de la pollution atmosphérique locale**
  - 3) Evaluations économiques des effets du changement climatique**
  
- III) Quelle politique de transport faudrait-il privilégier ?**
  - 1) Quelques données**
  - 2) Incertitudes, irréversibilités et arrivée d'information**
  - 3) Modèle et résultats**
  
- IV) Conclusion**

# **I) Changement climatique, pollution atmosphérique et santé**







## **II) Quelques éléments d'évaluation économique**



# 1. Impacts sanitaires et socio-économiques associés à la pollution atmosphérique

## Sources

Approche anthropocentrique, fondée uniquement sur la variation du bien-être des individus.

## Evaluation économique

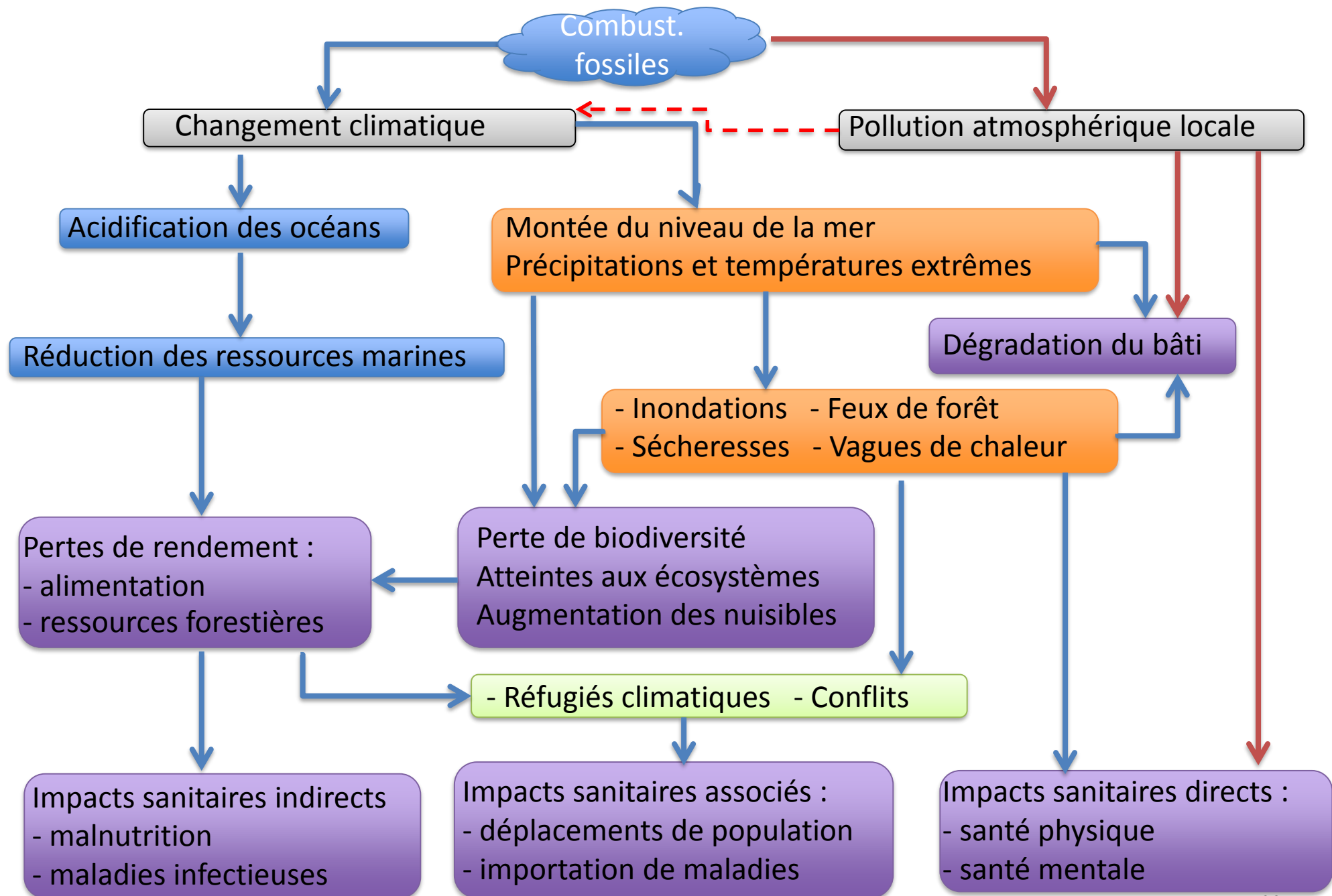
Il faut les exprimer dans une unité de mesure commune à des fins de comparaisons donc disposer :

- de **prix** pour **les composantes marchandes**, disponibles sur un marché,
- de **valeurs** pour les **composantes non marchandes**, inférées soit à partir d'un bien marchand considéré d'une façon ou d'une autre comme équivalent, soit par des méthodes de révélations directes (enquêtes).

Modification du bien-être

Effets indirects via les variables d'environnement

Effets sanitaires (mortalité, morbidité)



Dégradation du bâti

Pertes de rendement :  
- alimentation  
- ressources forestières

Perte de biodiversité  
Atteintes aux écosystèmes  
Augmentation des nuisibles

Impacts sanitaires indirects  
- malnutrition  
- maladies infectieuses

Impacts sanitaires associés :  
- déplacements de population  
- importation de maladies

Impacts sanitaires directs :  
- santé physique  
- santé mentale

Modification du bien-être

Effets indirects via les variables d'environnement

Effets sanitaires (mortalité, morbidité)

Dégradation du bâti

Pertes de rendement :  
- alimentation  
- ressources forestières

Perte de biodiversité  
Atteintes aux écosystèmes  
Augmentation des nuisibles

Impacts sanitaires indirects  
- malnutrition  
- maladies infectieuses

Impacts sanitaires associés :  
- déplacements de population  
- importation de maladies

Impacts sanitaires directs :  
- santé physique  
- santé mentale

# Modification du bien-être

## Effets indirects via les variables d'environnement

Perte de biodiversité  
Atteintes aux écosystèmes  
Augmentation des nuisibles

**NON-MARCHAND**

Dégradation du bâti

Pertes de rendement :  
- alimentation  
- ressources forestières

**MARCHAND**

## Effets sanitaires (mortalité, morbidité)

Coûts directs :

- coûts d'hospitalisation
- coûts de consultation
- coûts de traitement
- valorisation d'un décès

**MARCHAND**

Coûts indirects :

- pertes productives associées
- aspects psychologiques
- douleur, désagrément, gêne
- effets induits (visite des proches, temps passé)

**NON-MARCHAND**

## 2. Evaluations économiques de la pollution atmosphérique locale

On compare les dommages associés à la situation actuelle à ceux d'une situation de référence.

### Effets sanitaires associés à la pollution de l'air (particules et ozone) en France

21138 décès prématurés (source: World Bank – IHME, 2016)

Valeur d'évitement d'un décès = 3 millions € (selon Quinet, 2013)

=> **Evaluation économique de la mortalité : 63,3 milliards € (soit 2,6% du PNB).**

### Autres évaluations économiques françaises sur l'ensemble des effets

- Généralement, entre 0,5 - 3% du PNB.

- Sénat (2015):

- effets sanitaires 68 - 97 milliards € dont 90% pour la mortalité, (soit 2,8% - 4% du PNB).

- effets indirects (pertes de rendement, bâtiments, prévention et surveillance) : environ 4 milliards € (soit 0,2% du PNB).

Sources :

**World Bank - IHME (2016)** The Cost of air pollution: Strengthening the economic case for action, World Bank, Washington DC

**Sénat (2015)** Rapport de la commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air, juillet.

### 3. Evaluations économiques des effets du changement climatique

On compare les dommages associés à une situation future à ceux de la situation actuelle.

#### **Détermination des dommages (selon OCDE 2015)**

- Même si certains effets peuvent être positifs (tourisme), le PNB de tous les pays en dehors du Canada et de la Russie, sera affecté négativement.
- L'Afrique et l'Asie supporteront les pertes économiques les plus importantes.
- Les effets sanitaires et agricoles représentent plus de 80% des impacts totaux, le tourisme, l'énergie, les événements extrêmes et les impacts sur les zones côtières environ 20%.
- Ces évaluations reposent sur des modèles climatiques, agricoles et économiques complexes et comportent de larges incertitudes à chaque étape de l'analyse.

#### **Evaluation économique pour une augmentation de la température moyenne de 2°C en 2050**

A partir de 2050: impact évalué pour la majorité des études entre 1 et 3% du PNB par an, voire 5 à 6% sous des hypothèses particulières.

#### **Evaluation économique pour une augmentation de la température de 4°C en 2100**

Impact de l'ordre de 10% de PNB par an à partir de 2100 (OCDE, 2015; Stern, 2006).

#### **Sources :**

**OCDE (2015)**, OECD POLICY PERSPECTIVES, Adapting to the impacts of climate change.

**Stern N.** (2006), The Economics of Climate Change: The Stern Review, Londres, HM Treasury, octobre.



**III) Quelle politique de transport  
faudrait-il privilégier ?**

## 1. Quelques données

Produits pétroliers = 1<sup>re</sup> source d'énergie consommée en France : 40,5 % (Ademe, 2014).

Secteur des transports = 1<sup>er</sup> poste de consommation d'énergie en France : 32,6 % (Ademe, 2014).

Le secteur des transports a presque exclusivement recours à des produits pétroliers, et génère de **multiples externalités** :

1) liées aux émissions de polluants **par la combustion** de produits pétroliers :

- les transports sont responsables de 27% des émissions de GES (MEDD, 2015),

- les transports sont responsables de 58% des NOx, 16% des PM10, 20% des PM2.5 et 15% des COVNM (Citepa, 2012),

- ces particules contribuent au réchauffement climatique (black carbon / carbone suie).

2) liées aux émissions de particules **hors combustion** : les émissions par usure des pneus, des plaquettes de frein, de l'embrayage, du revêtement routier et la remise en suspension = 50% des émissions totales de particules liées à la route (EU, 2004) et sans doute 90% en 2020 (Pant and Harrison, 2013).

3) non liées aux émissions de polluants : congestion des infrastructures, nuisances esthétiques et paysagères, accidents, bruit.

Il est pratiquement impossible d'améliorer simultanément l'efficacité énergétique (donc les émissions de CO<sub>2</sub>) et les émissions de polluants locaux pour les sources de combustion mobiles.

① Les réglementations sur les émissions des transports sont difficiles à respecter.

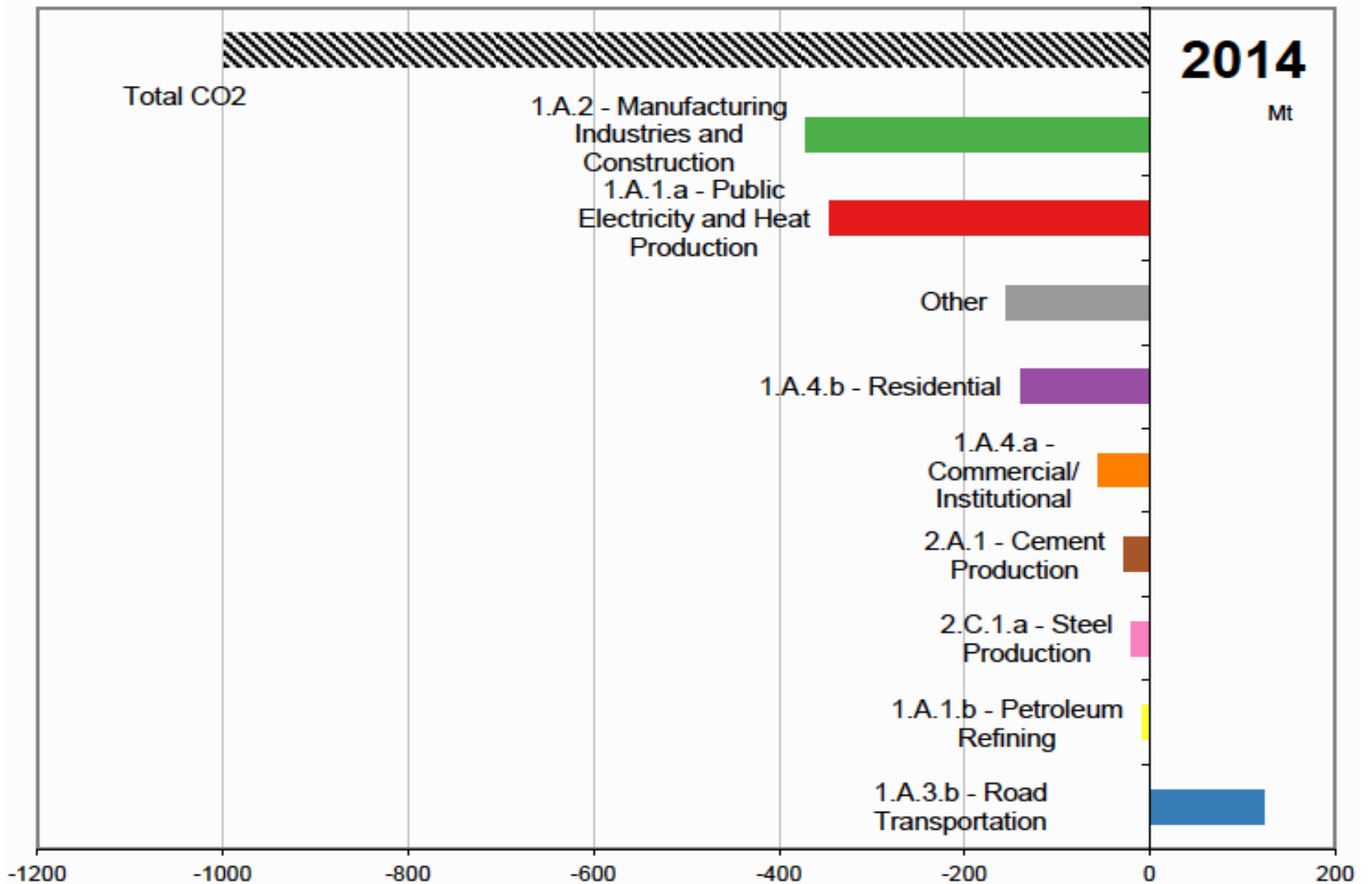
=> triche sur les tests d'émissions des véhicules :

- sur le CO<sub>2</sub> : En Europe, émissions de CO<sub>2</sub> en conditions réelles étaient 8% supérieures à celles des tests de conformité en 2001 ... et 40% en 2014 (International Council on Clean Transportation, 2015).
- sur les polluants locaux : 11,5 millions de véhicules du groupe VW émettent 3 à 10 fois plus de NO<sub>x</sub> en conditions réelles que lors des tests.

=> complicité des régulateurs :

- Pendant 10 ans, le bonus-malus (Autriche, Danemark, Espagne, France, Italie, Pays-Bas, Portugal et Suède) n'était fondé que sur les émissions de CO<sub>2</sub>.
- L'UE a augmenté le plafond d'émission de NO<sub>x</sub> pour les véhicules diesel (80 mg/km en 2016) de 210% entre 2017 et 2019, puis de 150% à partir 2020 pour permettre aux constructeurs de s'adapter aux nouveaux cycles normalisés.

② Les progrès obtenus sur les émissions des sources fixes font des transports la première source d'émissions d'équivalent CO<sub>2</sub>.



Variation absolue des émissions de CO2 entre 1990 to 2014 (Mt) pour EU-28 + Islande  
(source: EEA 2016)

## 2. Incertitudes, irréversibilités et arrivée d'information

### 21. Incertitudes

#### Scientifiques importantes sur les conséquences du CC

- écologiques et humaines (cf. figure avec les effets)
- économiques :
  - coûts des dommages en 2100 : 5-20% PNB (Stern, 2006), 1-6% (OECD, 2015)
  - coûts des politiques de réduction (-25% par rapport à 2005): 1% (-1 à 3%) PNB/an en 2050
  - coûts d'adaptation : 0.2% PNB/an (Chancel et Piketty, 2015)
- un horizon temporel long (avec le problème associé du choix du taux d'actualisation).

#### Scientifiques plus faibles sur les conséquences de la PA locale

- écologiques et humaines : effets sanitaires (mortalité prématurée de long terme), cultures et dégradation du bâti sont connus.
- économiques: 0,5-3% PIB, €72-101 milliards en France tous effets pris en compte (Sénat, 2015).

#### Ecologiques et économiques importantes

- GES : des engagements pour réduire les émissions (COP), disponibilité des technologies futures pour réduire les émissions ou stocker le CO<sub>2</sub>.
- Polluants locaux et GES : sur les valeurs monétaires retenues (morbidité, mortalité, taux d'actualisation), sur l'effectivité des mesures de réduction des émissions.

## 22. Irréversibilités

### Écologiques très importantes pour GES

- 50% du CO<sub>2</sub> émis disparaît en 30 ans, 30% en quelques siècles, 20% en quelques millénaires (Devolder, 2008).
- L'objectif est de ne pas dépasser 550 ppm eCO<sub>2</sub> (en 2016 : 400 ppm) afin de limiter l'augmentation moyenne de la température à 3°C en 2100. Il nécessite une réduction de 25% des émissions en eCO<sub>2</sub> en 2050 (par rapport à 2005).

NB : Même si l'on y parvient, le GIEC pense :

- que 100 à 300 ans seront nécessaires pour stabiliser la concentration de eCO<sub>2</sub>,
- quelques siècles pour stabiliser l'augmentation de température,
- quelques millénaires pour stabiliser le niveau des océans.

### Écologiques pratiquement nulles pour les polluants locaux

La pollution locale n'est pas irréversible (les concentrations varient très rapidement avec les sources d'émissions et les conditions météorologiques) : pas de problème de stock.

### Economiques importantes pour GES et polluants locaux

Les coûts de mise en œuvre des politiques sont fortement liés aux styles de vie et infrastructures => nécessitent de longues périodes et impliquent (probablement) des coûts irrécupérables.

## 23. Arrivée d'information

### Importante pour les GES

Arrivée d'informations scientifiques continues sur les conséquences du changement climatique et les tentatives d'un accord efficace au niveau mondial.

### Plus limitée pour les polluants locaux

- amélioration sur l'origine de la pollution (particules secondaires),
- amélioration sur la connaissance des effets sanitaires et leur évaluation économique.

### 3 Modèle et résultats

Quelle devrait être la politique de transport optimale quand on prend en compte :

- de manière jointe les émissions de GES et de polluants locaux des transports,
- l'incertitude, les irréversibilités et l'arrivée d'information.

#### 31. Modèle

Résolution par un modèle standard avec incertitude et irréversibilités (Arrow – Fisher, 1974, Henry, 1974), par comparaison en statique comparative.

**Timing** : deux périodes, avec arrivée d'information entre les deux.

**Deux polluants** : GES et polluants locaux.

**Objectif** : Minimiser les coûts totaux.

#### Références :

- Arrow, K.J, Fisher, A.C., 1974. Environmental preservation, uncertainty and irreversibility, Quarterly Journal of Economics 88, 312-19.
- Henry, C., 1974. Investment decisions under uncertainty: The irreversibility effect, American Economic Review 64, 1006-12.
- Cabantous L., Chanel O. and J.-C. Vergnaud (2010) Transport, health and climate change: Deciding on the optimal policy, International Economics, 120, 11-36.



## Deux types de politiques publiques sectorielles avec des coûts associés :

- Politique structurelle qui cible le nombre de kilomètres parcourus en véhicules particuliers (accroissement du co-voiturage, réduction d'accès aux centres urbains et au parking, développement des transports publics).

- ☺ Réduit le nombre de kms de transport individuel motorisé ... et toutes les externalités associées,
- ☺ Moins sensible aux incertitudes que les mesures technologiques, car affecte toutes les émissions,
- ☹ Longue à mettre en œuvre.

- Politique technologique dont les mesures ciblent les taux d'émission par km parcouru (amélioration des technologies comme les filtres à particules ou à NOx, réglementations sur les carburants, remplacement de la flotte par des véhicules moins polluants, gestion du trafic).

- ☹ Cible en général un seul indicateur de pollution
- ☹ Les gains obtenus par des améliorations technologiques peuvent être perdus par un accroissement du volume des déplacements privés.

**Trois variables de décision** : A chaque période, le décideur public régule les émissions de polluants dans les transports grâce :

- à la proportion de déplacements effectués en transport privé motorisé (mesures structurelles),
- au taux de réduction des émissions unitaires de GES (mesures technologiques),
- au taux de réduction des émissions unitaires de polluants locaux (mesures technologiques).

## 32. Résultats

- ① Quand on s'attend à une arrivée d'information, **la politique optimale incite à augmenter la proportion de transport public**, et rend moins intéressante la réduction des taux d'émission des deux polluants.
- ② Quand on introduit des irréversibilités sur le développement du transport public, **la politique optimale incite à augmenter la proportion de transport public** et rend moins intéressante la réduction des taux d'émission des deux polluants, du fait d'un problème de flexibilité.
- ③ Quand on introduit des irréversibilités sur le taux de réduction des émissions, **la politique optimale conduit également à augmenter la proportion de transport public** et rend moins intéressante la réduction des taux d'émission des deux polluants, toujours du fait d'un problème de flexibilité.

# **IV) Conclusion**

## Enseignements du modèle

- Des modèles de décision adaptés qui traitent conjointement les émissions de GES et de polluants locaux tendent à favoriser les mesures structurelles (réduction de la part du transport privé) et défavoriser les mesures technologiques (réduction des émissions).
- **L'incertitude** renforce l'attractivité des mesures structurelles et affaiblit celle des mesures technologiques ...  
=> résultat contraire aux arguments des lobbies économiques et technologiques qui veulent favoriser les mesures technologiques et utilisent l'incertitude pour favoriser le scénario qui leur est le plus favorable.
- **Les irréversibilités** favorisent l'attractivité des mesures structurelles.

## Implications pratiques

- Il faut favoriser la réduction des externalités environnementales plutôt que de chercher le meilleur moyen de traiter leurs conséquences *ex post*.
- Echelle d'action : toute action locale de type structurel est bénéfique par la réduction des émissions des polluants locaux et globaux.