

# ENVIRONNEMENT

## I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

### **A. Les effets externes**

### **B. L'internalisation des externalités**

1. L'approche de type réglementaire
2. L'approche de type économique

## II. L'ECONOMIE DES RESSOURCES NATURELLES

### **A. La règle d'Hotelling**

### **B. Halte à la croissance : le rapport Meadows (1972)**

### **C. La réponse des économistes néoclassiques (Robert Solow)**

I

## III. LE DEVELOPPEMENT DURABLE

### **A. Aux origines du développement durable**

1. Les enseignements de l'écologie
2. Des stratégies divergentes pour un développement durable

### **B. Le développement durable : un nouveau modèle de gouvernance**

1. Le développement durable : concilier développement et croissance
2. Le développement durable : un nouveau modèle de gouvernance

# I. ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

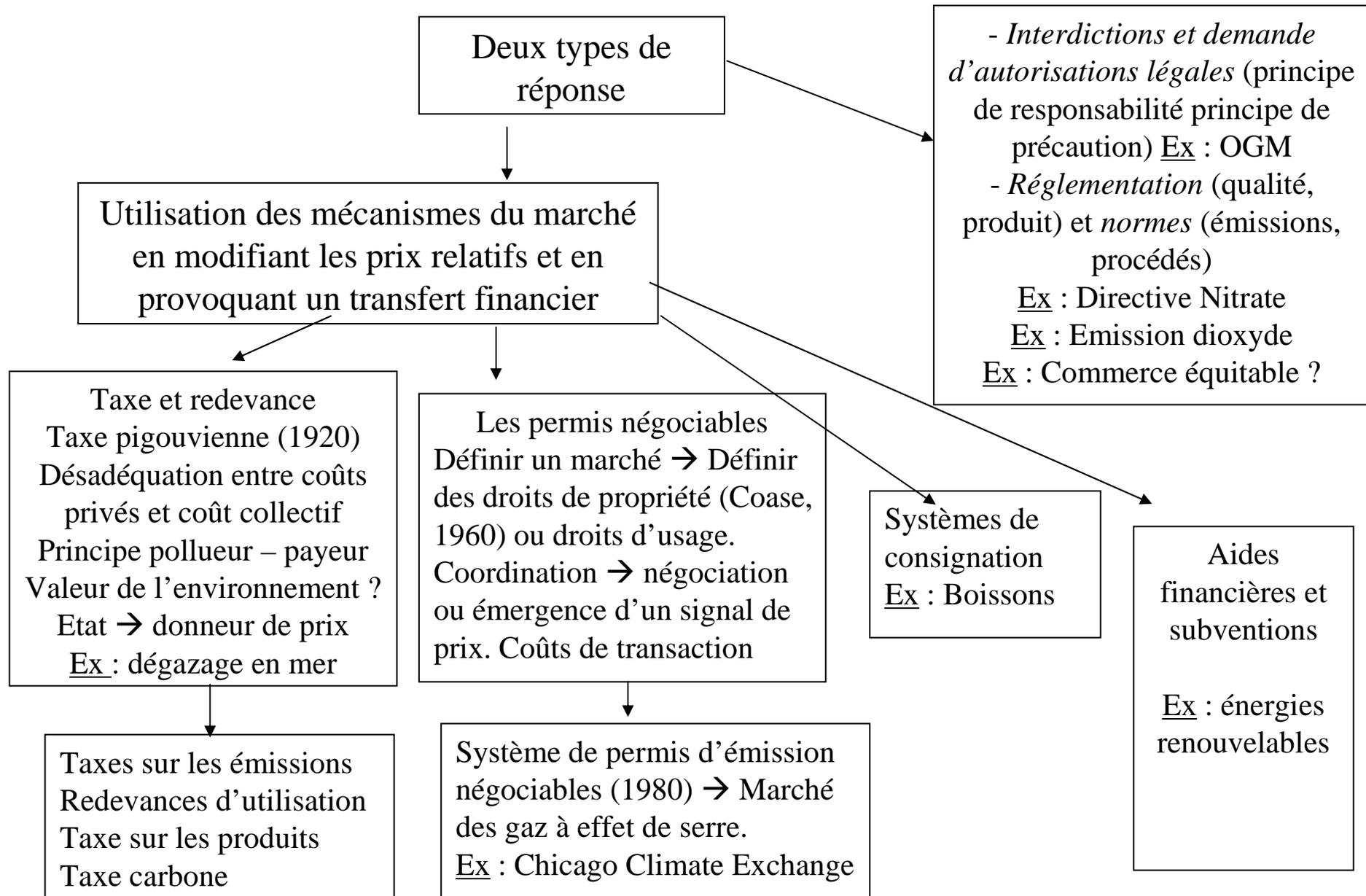
Certaines activités économiques d'un agent peuvent cependant affecter les ressources ou l'environnement des autres agents, c'est-à-dire leur bien être. On dit qu'elles exercent des *effets externes* ou des *externalités* sur les autres agents.

L'environnement entre dans la catégorie des biens collectifs : il est non appropriable, non exclusif, souvent gratuit, et apporte d'emblée un bien être à la collectivité.

## A. Les effets externes

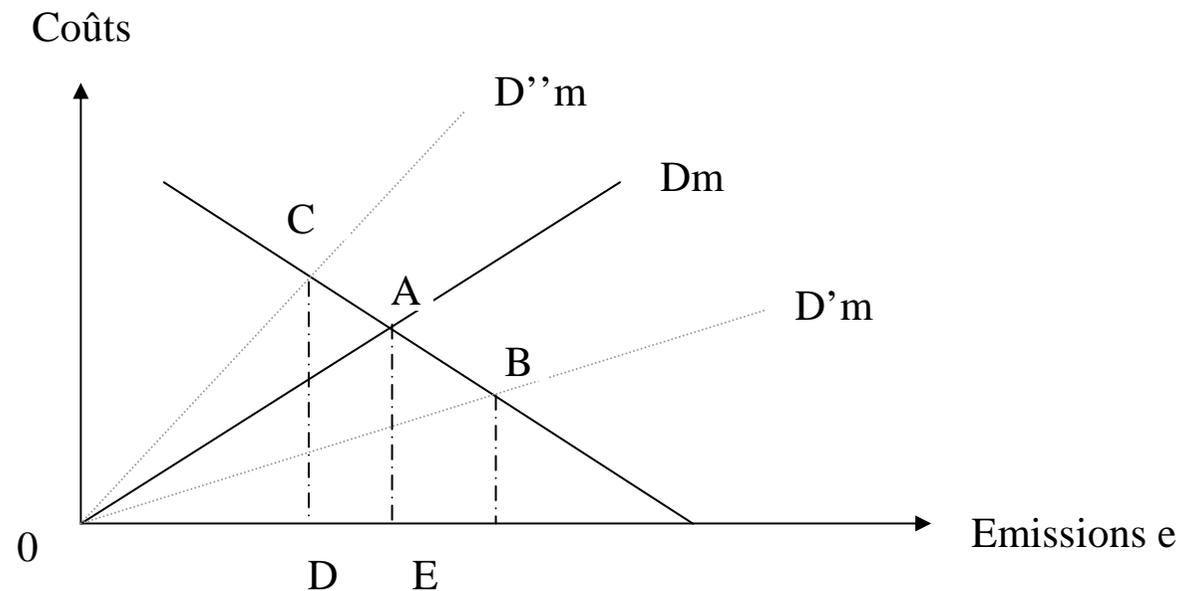
- Un cas d'école : la blanchisserie et la pisciculture
- Les phénomènes d'interdépendance involontaire entre activités de différents agents économiques, qui ne sont pas couverts par des coûts ni par des revenus, sont appelés *effets externes*.
- Les effets externes sont analysés comme des défaillances par rapport au cadre de la concurrence parfaite. Par les gains ou les coûts supplémentaires imprévus qu'ils apportent, les effets externes faussent les calculs d'optimisation des agents économiques rationnels et sont sources de mauvaise allocation des ressources rares.

## B. Internalisation des effets externes



## Les normes

Un moyen simple de s'assurer que le niveau optimal de pollution est atteint par les agents consiste à leur imposer des normes, qui peuvent être de différentes natures. *La norme d'émission* consiste en un plafond maximal d'émission qui ne doit pas être dépassé sous peine de sanctions administratives, pénales ou financières (émissions de dioxyde de soufre dans l'atmosphère ou le bruit produit par les véhicules à moteur...).



La surface ABO correspond à l'excès de dommage dû à une norme laxiste

La surface CAED correspond à l'excès de coût de dépollution dû à une norme sévère

L'inconvénient des normes est cependant leur incapacité, si elles sont fixées à un niveau optimal, à inciter les agents à augmenter leur effort de dépollution.

## La taxe pigouvienne

**Selon Pigou, la présence d'effets externes négatifs pose le problème de la désadéquation entre les coûts privés et le coût collectif (coût social) des activités économiques. Lorsqu'une firme utilise l'eau d'une rivière pour y rejeter ses effluents, celle-ci se conduit comme si elle utilisait un facteur de production sans le payer. Son coût de production (privé) est dès lors inférieur à ce qu'il devrait être et diffère du coût social de son activité, du coût qu'elle inflige à l'ensemble de la collectivité. Une telle situation est contraire à la théorie économique pour laquelle le coût social de l'activité doit être couvert par l'ensemble des dépenses qu'elle engage. **La solution préconisée par Pigou consiste à répondre à ce problèmes avec l'aide d'une intervention de l'Etat, la taxe pigouvienne.****

Pour que le calcul économique privé de l'entreprise A reflète le véritable coût social de son activité, il faut que celle-ci y comptabilise l'usage de la ressource environnementale. Il faut qu'elle internalise l'effet externe. Cela n'est possible que si on lui envoie un signal prix reflétant la perte de valeur de l'environnement qu'elle inflige à l'ensemble de la collectivité. C'est selon Pigou, l'Etat, qui va jouer ce rôle de donneur de prix en imposant une taxe (dite pigouvienne) au pollueur, égale au dommage social marginal causé par son activité polluante. C'est le principe du pollueur-payeur : l'entreprise polluante est alors correctement informée sur les véritables coûts sociaux de son activité

## La taxe carbone

A la suite du Grenelle de l'environnement, la France s'est engagée à diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050, en cohérence avec les scénarii et les contraintes étudiés par le GIEC. Une telle stratégie implique une inflexion sans précédent de nos comportements de production. Le Rapport de la Conférence des experts et de la table ronde sur la Contribution Climat et Energie (CCE), présidé par Mr Michel Rocard, a été conduit à proposer « *un accord de principe consensuel sur l'opportunité d'établir un signal prix carbone, par le biais d'un droit additionnel, perçu à l'amont en plus des accises existantes sur les combustibles fossiles* » (2009, p. 3).

La Contribution Climat Energie (CCE) devait s'appliquer à tous les ménages et les entreprises non soumises aux quotas d'émission de CO<sup>2</sup> dans le cadre de la réglementation européenne. Son niveau initial recommandé par le rapport Boiteux, puis le rapport Quinet avait été successivement de 25€ la tonne, puis de 32€ la tonne de CO<sup>2</sup> dès 2010. Le 10 septembre 2010, le gouvernement Fillon a finalement retenu le qualificatif de taxe carbone et le montant de 17€ la tonne de CO<sup>2</sup>.

La contribution des entreprises a été évaluée à 2 milliards d'€, elle sera plus que compensée par la suppression de la taxe professionnelle (8 milliards d'€).

La contribution des ménages serait proche de 2.3 milliards d'€. La facture avoisinerait les 80€ par foyer en moyenne. Toutefois des écarts importants voient le jour selon l'habitat (maison de campagne chauffée au fioul, appartement en ville chauffé au gaz) et le niveau de consommation (type de véhicule, résidence secondaire). L'ADEME a ainsi estimé que pour un ménage urbain appartenant au 1er décile (ménages les plus pauvres), l'impact de la taxe s'élèverait en moyenne à 29€ ; que pour un ménage rural appartenant au dernier décile (ménages les plus riches), la facture serait proche de 174€. Cette part payée par les ménages leur sera reversée sous la forme d'un crédit d'impôt : 46€ par adulte vivant dans une zone desservie par les transports en commun et 61€ pour les autres. Par ailleurs, chaque ménage recevra en plus 10€ par personne à charge. Ainsi un couple urbain avec deux enfants à charge touchera 112€ tandis qu'un célibataire rural se verra octroyer la somme de 61€. Au final, après compensation, la taxe carbone s'élèvera à 70€ en moyenne pour un ménage urbain du dernier décile (les ménages les plus riches) tandis qu'un ménage rural du premier décile (les ménages les plus pauvres) verra son revenu augmenter de 18€ en moyenne (De Ravignan, 2009).

## Des permis négociables aux marchés de droits à polluer

L'absence de marché, pour des biens comme l'air, l'eau,... conduit à une allocation imparfaite des ressources. L'une des solutions, pour traiter ce problème, consiste à définir un marché, là où il n'en existe pas à priori, et à laisser jouer les mécanismes de la concurrence pour internaliser les externalités visées. Il suffirait à la base de définir des droits de propriété ou des droits d'usage lorsqu'ils font défaut (biens libres) pour rétablir le bon fonctionnement de l'économie, sans que l'Etat s'implique davantage. La coordination des comportements des agents économiques (ménages, entreprises) est alors assurée soit par la négociation directe, soit par l'émergence d'un signal de prix (un prix de pollution, un prix du permis de pollution...) qui résulte de la confrontation des préférences individuelles et collectives.

Ronald Coase (1960) met l'accent sur le caractère réciproque attaché à l'existence de toute pollution : d'un côté, celle-ci gêne l'agent économique qui en est victime, d'un autre côté, la réduction de la pollution nécessite de diminuer le niveau de la production polluante et contraint l'auteur de la pollution. *Cela étant posé, Coase souligne que l'intérêt de l'ensemble des individus doit être pris en compte, et non pas seulement celui des victimes de l'externalités.*

**Le théorème de Coase** stipule qu'en l'absence de coûts de transaction (coordination des activités des firmes), il y a intérêt économique à ce qu'une négociation s'instaure directement entre pollueurs et victimes jusqu'à ce que survienne une entente spontanée sur le niveau de pollution acceptable. l'attribution des droits de propriété n'importe que dans la mesure où elle est un préalable au démarrage de la négociation entre les deux parties concernées.

→ Le seul rôle de l'Etat consiste à spécifier correctement ces droits de propriété.

→ Les facteurs de production (capital, travail) doivent être considérés non comme des ressources physiques mais comme des droits d'usage sur ces ressources.

Les effets externes peuvent alors être définis comme des autorisations à se nuire, comme des droits de faire quelque chose qui a des effets nuisibles. La logique de la théorie des droits de propriété conduit alors à ce que les externalités, conçues comme des droits d'usage sur les ressources, fassent l'objet d'un échange marchand.

John Dales (1968) imagina la création de marchés où s'effectuent l'achat et la vente de permis ou de droits à polluer. Des marchés qui sont aujourd'hui expérimentés pour prendre en compte les effets externes.

## Le protocole de Kyoto et les marchés des gaz à effet de serre

**Illustration** : Cinq ans après avoir accueilli dans l'ancienne capitale nipponne un sommet sur l'environnement, le gouvernement japonais a décidé, en avril 2002, de se lancer officiellement dans le processus de ratification du protocole de Kyoto. Rappelons que pour devenir force de loi, le protocole de Kyoto doit en effet être accepté par au moins 55 pays (Les Etats-Unis s'y sont toujours soustraits) et les pays industrialisés signataires doivent représenter au moins 55% des émissions des pays développés. La signature du Japon était donc primordiale. Le protocole de Kyoto prévoit que d'ici 2008-2012, le Japon devra rejeter dans l'atmosphère 6% de moins d'émissions contribuant à la destruction de la couche d'ozone qu'en 1990. Le protocole de Kyoto a débouché sur la création de marchés de gaz à effet de serre :

- Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), le plus important des gaz dont les rejets réchauffent l'atmosphère, est devenu le 2 avril 2002, à Londres, un titre de Bourse. L'échange sur ce nouveau marché s'effectue sur des quotas de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> et de cinq autres gaz à effet de serre (méthane, protoxyde d'azote, polyfluorocarbones, hydrofluorocarbures, hexafluorure de soufre) visés par le protocole de Kyoto. Les principaux opérateurs sont des entreprises britanniques très polluantes qui doivent diminuer leurs émissions pour permettre à Londres de respecter cet accord international de lutte contre le changement climatique. On trouve également des sociétés étrangères ayant leurs activités dans d'autres pays engagés par Kyoto, ainsi que des ONG ou des particuliers.

- Durant l'année 2003, il a été procédé au lancement du Chicago Climate Exchange (CCX). Cette solution devait aider les sociétés associées à respecter leurs engagements qui visent à réduire de 4% leurs émissions, notamment celles de CO<sub>2</sub>. L'initiative regroupe, parmi ses membres fondateurs, la ville de Chicago, des universités et 22 entreprises internationales dont America Electric Power, Bayer, BP America, Dupont, Ford, Stora Enzo ... Ensemble, les membres du CCX représentent l'équivalent de 50% de la totalité des émissions faites en Grande-Bretagne et 30% de celles de l'Allemagne. La cotisation varie de 1000 à 10 000 \$ suivant le degré de pollution émis par la société. La création de ce marché ouvert aux six gaz nocifs doit permettre aux entreprises d'acheter ou de vendre des droits à polluer afin d'ajuster leurs activités à leur stratégie ou à leurs moyens. Lors de la première séance de négoce, 125 000 tonnes ont été mises aux enchères. Ce système favorise les sociétés qui ont réduit leurs émissions à effet de serre puisqu'elles ont la possibilité de céder à bon prix leurs droits à polluer non utilisés. Les quotas des membres ont été calculés en tonnes à partir d'un niveau d'émissions de référence moyen calculé sur la période 1998-2001.

Sans l'échange	Avec l'échange
<p>Les pays A et B doivent réduire leurs émissions de 10 unités chacun</p> <hr/> <p>Le coût de réduction pour le pays A est de 100 \$ par unité, soit 1 000 \$ pour 10 unités</p> <hr/> <p>Le coût de réduction pour les pays B est de 50 \$ par unité, soit 500 \$ pour 10 unités</p> <hr/>	<p>Le pays B réduit ses émissions de 20 unités Le pays A achète 10 unités</p> <hr/> <p>Le coût de réduction pour le pays A est de 75 \$ par unité, soit 750 \$ pour 10 unités</p> <hr/> <p>Le coût de réduction pour le pays B : 50 \$ par unité, 1 000 \$ pour 20 unités moins 750 \$ (payés par le pays A) = 250 \$</p> <hr/>
<p><b>Montant total des coûts pour les deux pays = 1 500 \$</b></p>	<p><b>Montant total des coûts pour les deux pays = 1 000 \$</b></p>
<p><i>Sources : Greenhouse Gas Emissions Trading : A Market Solution to Climate Change, par Julian H. Richardson Copyright © 2003 par Marsh &amp; McLennan Companies, Inc.</i></p>	

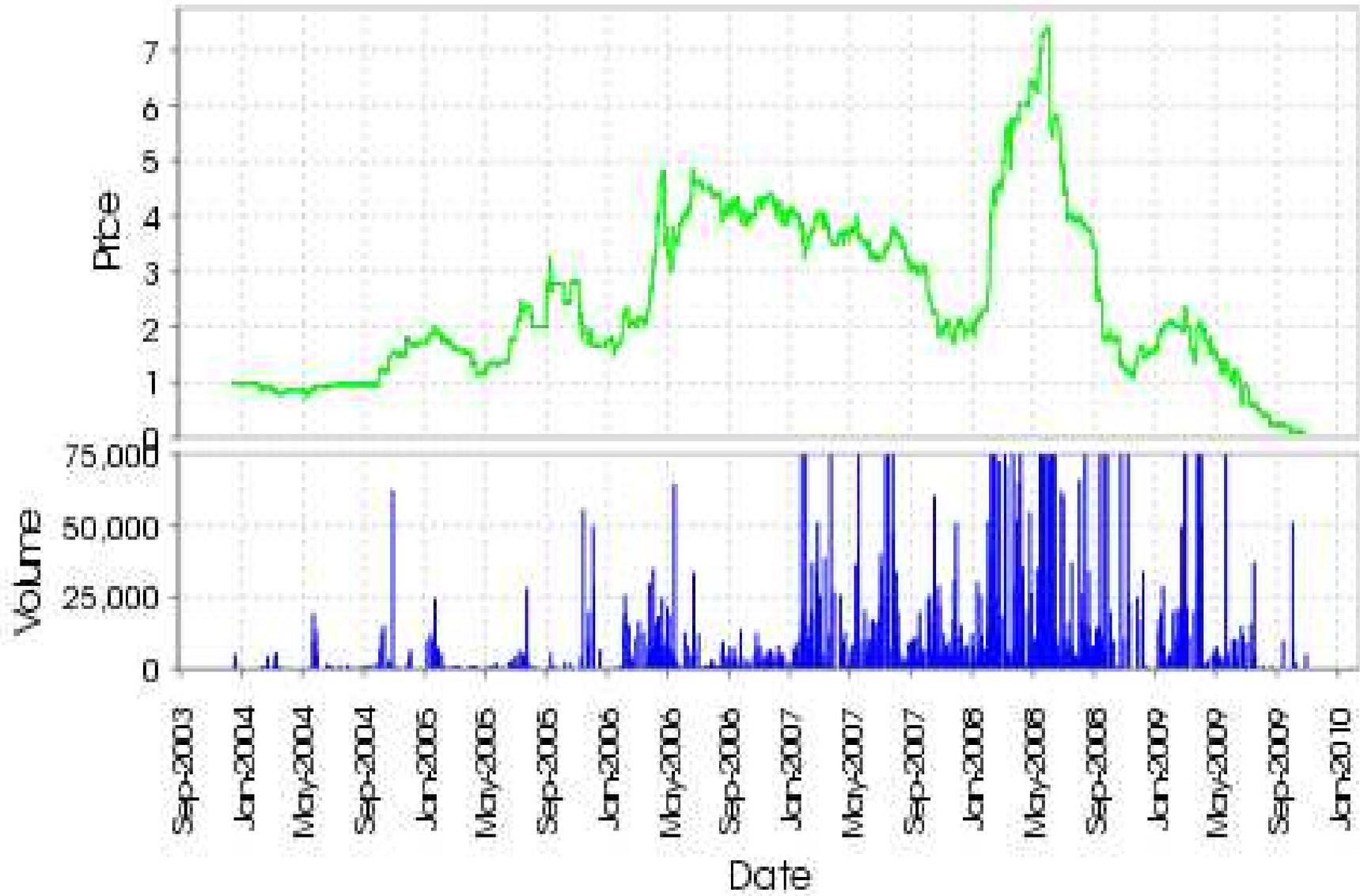
**Valeur du marché du carbone** : 30 milliards de dollars en 2007

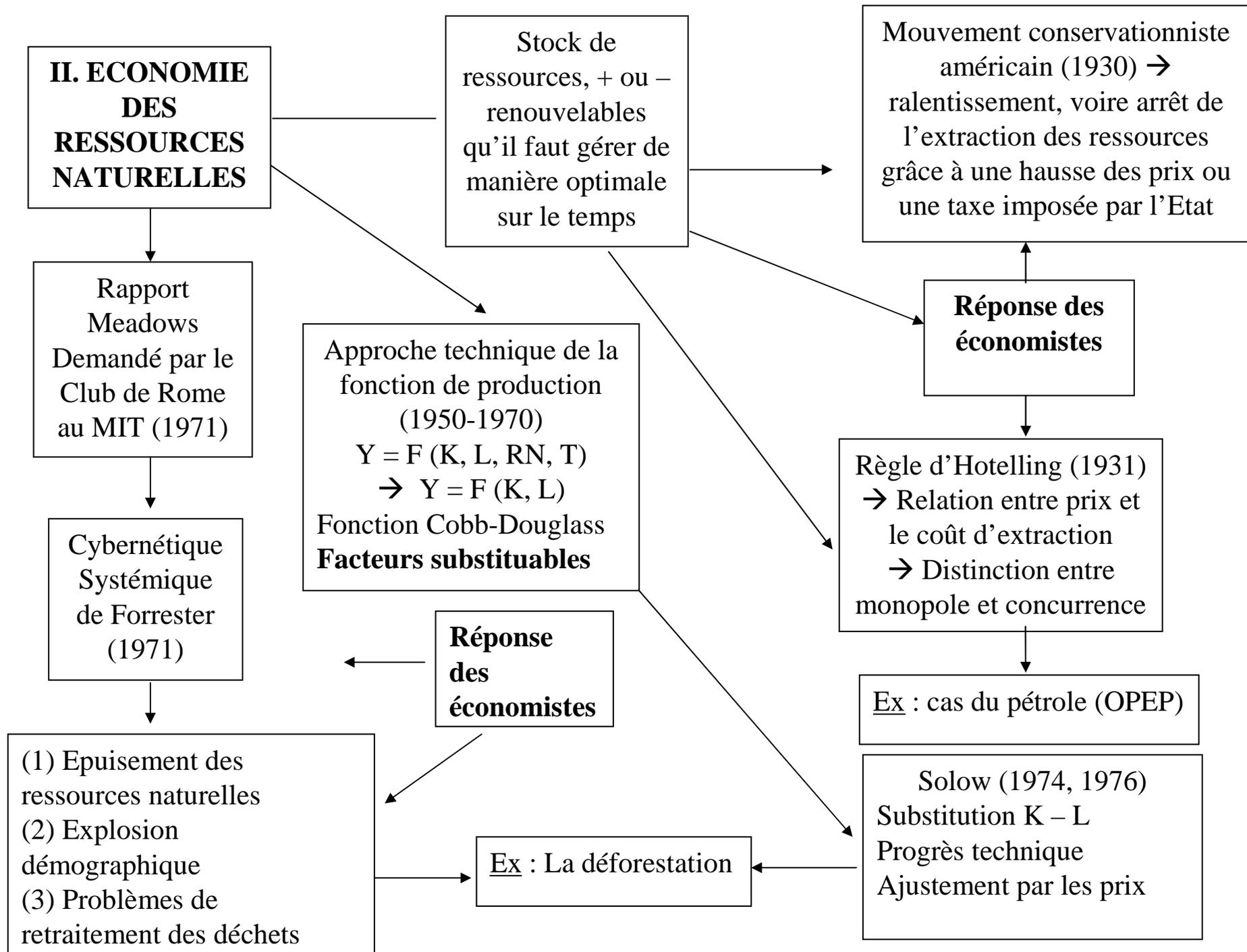
**Vente et revente de permis d'émission** : 25 milliards de dollars en 2007

Source : Mission Climat de la Caisse des Dépôts



# CCX Carbon Financial Instrument (CFI) Contracts Daily Report





## Le modèle d'Hotelling

Une entreprise chargée d'exploiter une mine de charbon ou un puits de pétrole, peut chercher soit à accélérer l'extraction (c'est-à-dire substituer des ventes présentes à des ventes futures), soit à la ralentir (substituer des ventes futures à des ventes présentes). Une entreprise serait ainsi capable d'influencer le prix des ressources naturelles en faisant varier ses ventes via le taux d'extraction.

→ Hotelling s'attaquait à la philosophie du mouvement conservationniste américain qui prônait un ralentissement, voire un arrêt de l'extraction des ressources naturelles au moyen d'une augmentation de leurs prix – y compris par le biais de taxes imposées par l'Etat.

→ Hotelling s'attaquait aux situations de monopoles afin de montrer la supériorité en matière de gestion des ressources naturelles de la concurrence réputée pure et parfaite.

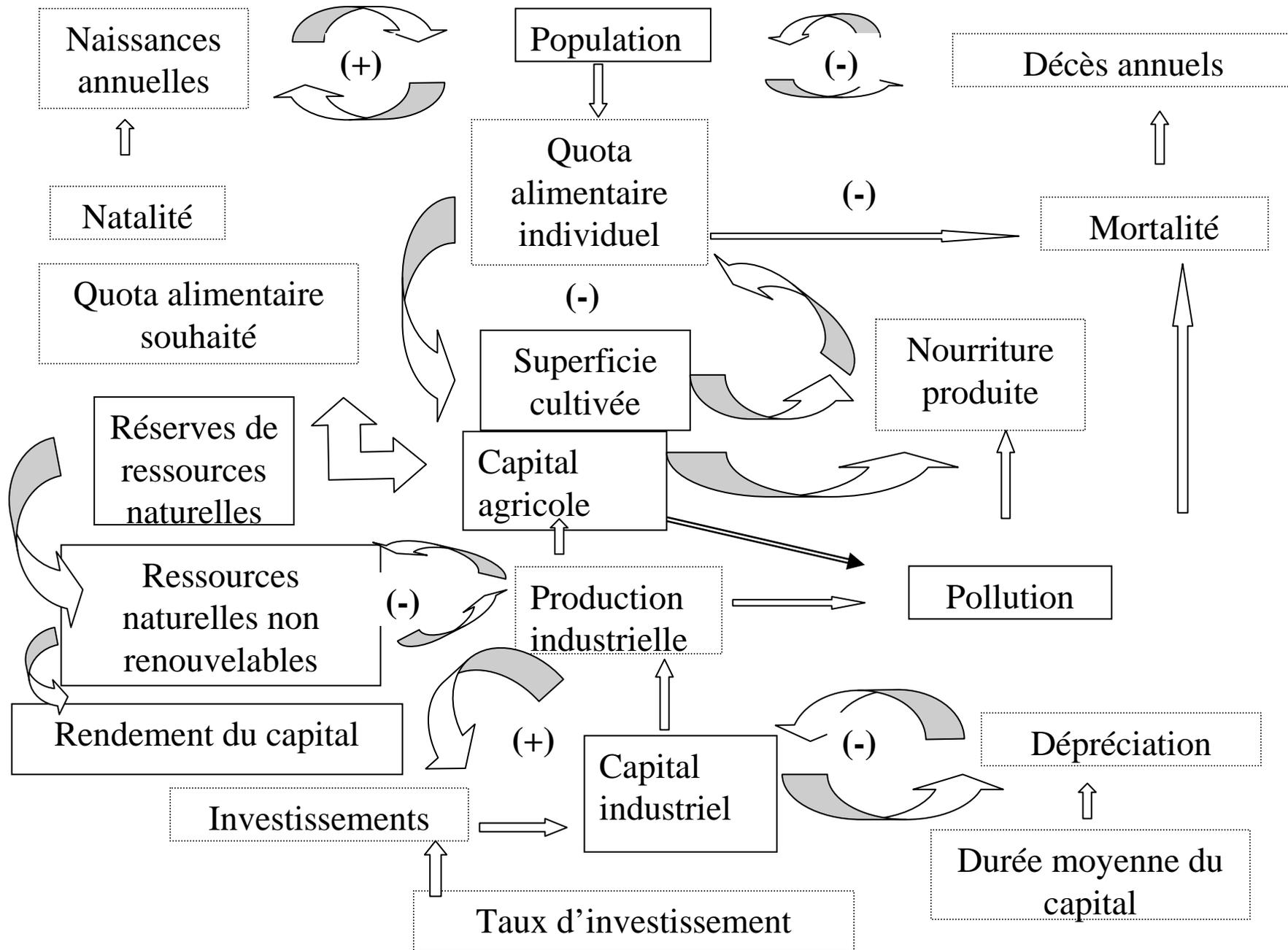
Pour répondre à ce double objectif, Hotelling va bâtir une théorie de l'entreprise minière exploitant une ressource non renouvelable, en reprenant les outils et les éléments de la théorie microéconomique du producteur..

**Gérer de façon optimale un stock de matières premières revient à déterminer quel flux de ressource lui apportera le plus de revenu sur l'ensemble de la période d'exploitation de la mine.**

→ En concurrence parfaite, les propriétaires d'une mine sont indifférents entre recevoir maintenant un prix ( $p_0$ ) pour une unité de son produit ou recevoir un prix ( $p_t$ ) après un temps  $t$ . Dès lors, on peut s'attendre à ce que le prix  $p_t$  soit une fonction du temps. Hotelling assimile le prix ( $p_t$ ) au prix net, une fois payé le coût d'extraction et placé le bien sur le marché. Dans ces conditions, si les taux d'intérêt varient parmi les propriétaires de mines, ceci affectera également le taux d'extraction.

**Ainsi la condition d'équilibre, baptisée, règle de Hotelling, stipule que le prix de la ressource naturelle et donc la rente qui lui est attachée, doit croître à un taux égal à celui du taux d'actualisation (taux d'intérêt).**

# Rapport Meadows et Analyse systémique



# Conclusions du rapport Meadows

Pour les auteurs du rapport, le système global tendrait inéluctablement vers une surchauffe suivie d'un effondrement.

**La cause de cet effondrement est la disparition de matières premières.** A partir du moment où les investissements nécessaires pour maintenir un certain niveau de production ne peuvent plus compenser la dépréciation du capital, tout le système de la production industrielle s'effondre et entraîne l'effondrement des activités agricoles et des services dépendant de la production industrielle. Pendant un certain temps, la situation est extrêmement dramatique, car la population, compte tenu du temps de réponse relativement long, continue à croître. Un réajustement progressif, mais vraisemblablement à un niveau plus bas ne pourra se produire qu'après une période de recrudescence de la mortalité par suite de carence alimentaire et de détérioration des conditions d'hygiène et de prophylaxie : « *Cela nous permet d'affirmer avec une quasi-certitude que, au cas où aucun changement n'interviendrait dans notre système actuel, l'expansion démographique et l'expansion économique s'arrêteraient au plus tard au cours du siècle prochain (avant l'an 2100, précisera le rapport)* » (1972, p 232).

Le système s'effondre par suite d'une pénurie de matières premières. Qu'advierait-il si le stock des matières premières avait été sous-évalué ? Les auteurs du rapport sont formels : **c'est le niveau de la pollution qui serait la cause essentielle de l'arrêt de la croissance.** Le taux de mortalité monte rapidement sous l'action conjointe des polluants et du manque de nourriture. A la même époque, les ressources s'épuisent dangereusement, bien que les réserves initiales aient été doublées, tout simplement parce que quelques années supplémentaires de consommation suivant une loi exponentielle ont été suffisantes pour accélérer leur disparition.

## La réponse des économistes

A la logique explosive du rapport Meadows, les économistes opposèrent la prétendue vertu stabilisatrice des lois de l'offre et la demande. **Robert Solow (1974) réaffirme le rôle central du système des prix de marché.**

→ Les ressources naturelles furent assimilées à du capital dans les théories de la croissance. Il a suffi de raisonner à partir d'une traditionnelle fonction de production macroéconomique censée exprimée les contraintes technologiques auxquelles est soumise l'économie : les ressources naturelles  $y$  sont considérées comme un facteur de production, une sorte de capital naturel, qui prend place à côté du capital conventionnel et du travail. **Une des dimensions essentielles de la discussion portant sur la poursuite de la croissance résidera dans le progrès technique et les possibilités de substitution entre facteurs de production macroéconomiques** : si l'élasticité de substitution par rapport au prix est forte, l'épuisement de certaines ressources naturelles sera un événement parmi d'autres et non une catastrophe.

Dès lors, dans un système de prix conventionnel, la substitution entre les facteurs de production et le progrès technique permettront de maintenir la productivité de l'appareil de production et assureront une croissance « durable » malgré l'épuisement inéluctable de certaines ressources naturelles. Les générations futures disposeront certes de moins de capital naturel, mais en contrepartie recevront en héritage un volume de capital créé par l'homme (capital technique, capital humain), beaucoup plus important, ce qui leur permettra de maintenir leur niveau de vie.

### III. LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Défini par le rapport Brundtland (1987), le développement durable est « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ».

Selon Lester Brown (1992, p XIX), qui fait écho aux principes opérationnels proposés par Herman Daly (1990), il faut entendre par là un développement « *qui reposerait sur une utilisation modérée des ressources non renouvelables, un usage des ressources renouvelables respectant leur capacité de reproduction et une stricte limitation des rejets et déchets à ce qui peut être recyclé par les processus naturels* ».

## Origines du Développement durable

Ecologie politique  
Ivan Illich (1973, 1975), Gorz  
(1978, 1988), Roegen (1978, 1993)

Ecologie industrielle  
Frosch, Gallopoulos (1989)  
Suren Erkman (1998)

### FONDEMENTS

Ecologie : « Science carrefour »

B. Commoner (1971)---*Closing Circle*

1<sup>ère</sup> loi de l'écologie : « *Toutes les parties du complexe vital sont interdépendantes* », il importe donc de développer une approche en termes de systèmes, qui s'appuie sur des principes cybernétiques, c'est-à-dire des boucles de rétroaction, positives ou négatives

2<sup>ème</sup> loi de l'écologie : « *La matière circule et se retrouve toujours en quelque lieu* ». Il est ici question des cycles biogéochimiques et des éléments (carbone, azote, phosphore, soufre, etc.) qui traversent les systèmes écologiques, passant de l'environnement aux organismes vivants et des organismes à l'environnement.

3<sup>ème</sup> loi de l'écologie : « *La nature en sait plus long* », les hommes doivent user de beaucoup de précaution et de prudence avec ce qu'ils rejettent dans la nature.

Modèle de l'organisme et de l'éco-système

Principe de la thermodynamique (Carnot...)

Il faut rompre avec le système productiviste

## Écologie politique



### STRATEGIE 1

Programme de bioéconomie minimal de Georgescu-Roegen (1978) → réduction de la consommation marchande des individus → Autolimitation des besoins → redéfinir la sphère des échanges marchands (penser la décroissance).

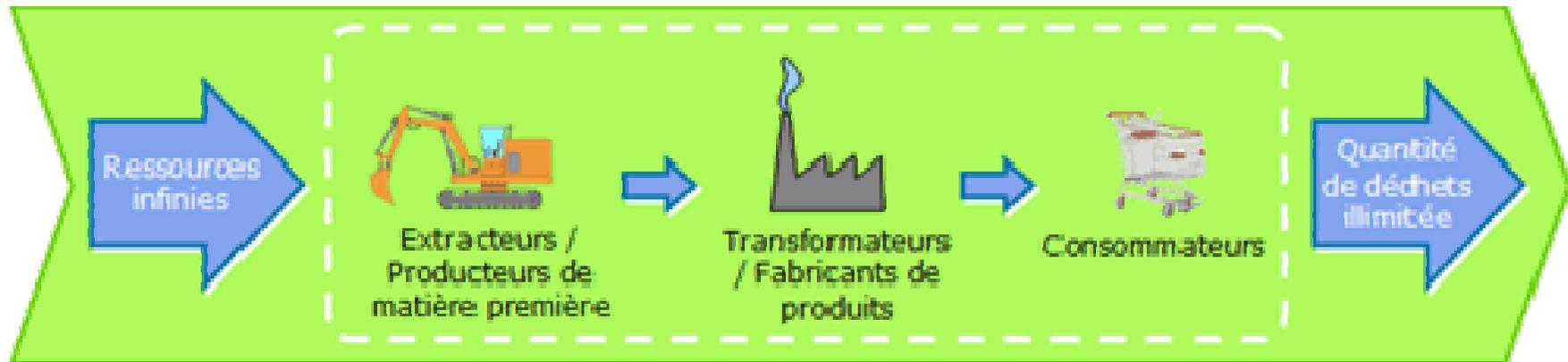
## Écologie industrielle



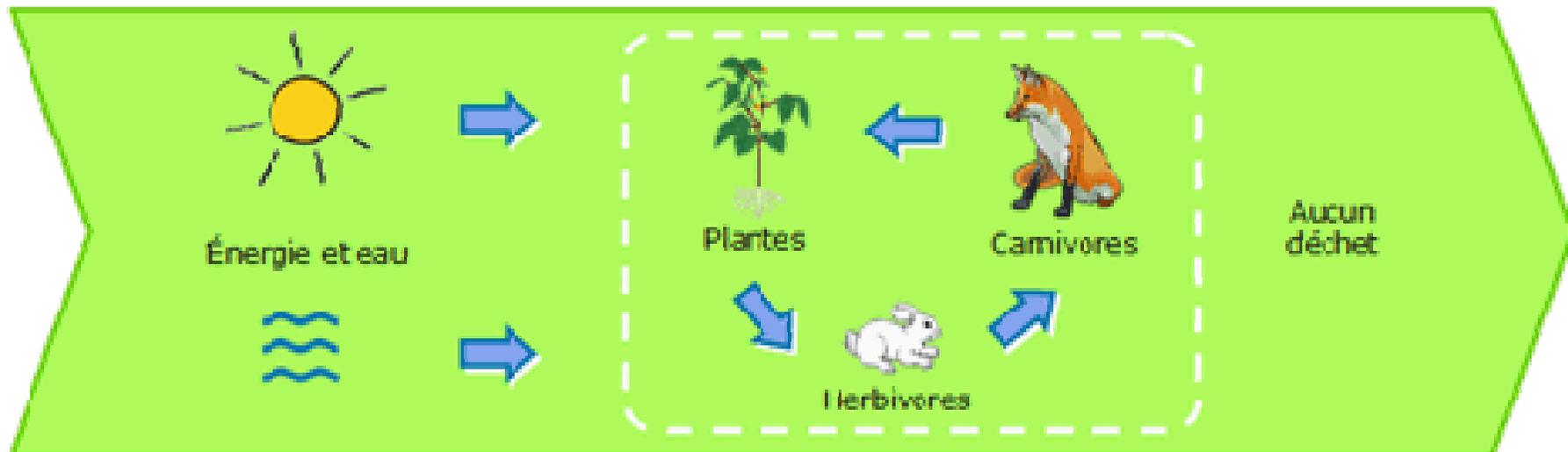
### STRATEGIE 2

Frosch, Gallopoulos --- General Motors  
- Système de comptabilité biophysique → Métabolisme industriel (Ayres, 1989)  
- Ecosystème biologique → Ecosystème industriel (la symbiose de Kalundborg)

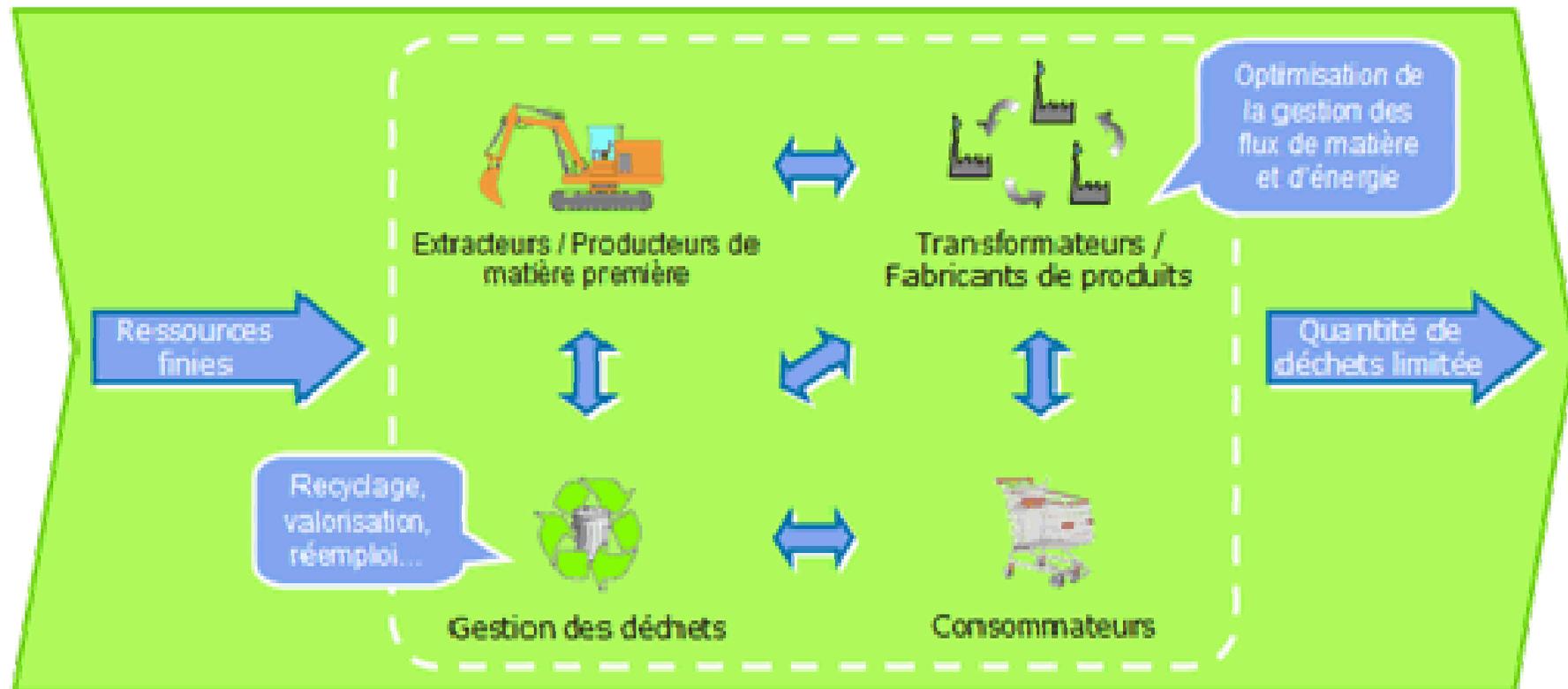
## Fonctionnement linéaire des systèmes "industriels" classiques



## Fonctionnement des écosystèmes naturels



## Fonctionnement circulaires des systèmes éco-industriels



# La symbiose industrielle

→ **Définition** : Il s'agit d'une collaboration entre plusieurs industries pour des bénéfices économiques et environnementaux mutuels.

→ **Principes** :

- Le déchet d'une industrie devient la matière première d'une autre industrie
- Des profits économiques et environnementaux
- Une certaine indépendance des différents partenaires

→ **La symbiose de Kalundborg** (Danemark) est une ressource et un réseau environnemental, composé de 20 accords commerciaux entre 6 industries et une municipalité.

*Gyroc* : production de plâtre

*Asnaes Power station* : centrale de production d'électricité et de chaleur

*Statoil Refinery* : Production de pétrole et dérivés

*Municipalité de Kalundborg* : distribution d'eau et d'électricité

*Novo Nordisk* : Production d'insuline

*Soilrem* : Retraitement des sols pollués par les métaux lourds et le pétrole

# La symbiose industrielle de Kalundborg

