

IUFM AUVERGNE

---

ECONOMIE - GESTION

---

*Cours de Mr DIEMER*

---

## ECONOMIE GENERALE

---

### PARTIE II    CHAPITRE 8

## **DESEQUILIBRES ENVIRONNEMENTAUX**

### **Mots clés :**

- Bioéconomie
- Coase R.
- Commerce équitable
- Décroissance
- Développement durable
- Droits de propriété
- Ecologie industrielle
- Effet externe
- Erkman
- Forrester J.
- Georgescu-Roegen N.
- Hans Jonas
- Hotelling
- Kalundborg
- Lois de la thermodynamique
- Marché de droits à polluer
- Métabolisme industriel
- Pigou A.
- Principe de précaution
- Principe de responsabilité
- Symbiose industrielle
- Solow R.
- Taxe pigouvienne
- Taxe carbone

# PLAN

## I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

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

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

1. L'approche de type réglementaire
  - a. Des interdictions au principe de responsabilité et de précaution
  - b. La réglementation
2. L'approche de type économique
  - a. Les taxes et redevances
  - b. Les permis négociables
  - c. Les systèmes de dépôts-consignes
  - d. Les aides financières

## II. L'ECONOMIE DES RESSOURCES NATURELLES

### **A. La règle d'Hotelling**

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

1. Le caractère exponentielle de la croissance
2. Les limites de la croissance exponentielle
3. Les phénomènes de croissance à l'intérieur du système global
4. Les conclusions du rapport

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

## III. LE DEVELOPPEMENT DURABLE

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

1. Les enseignements de l'écologie
  - a. Un point de vue biophysique sur le système économique
  - b. La problématique environnementale et la question du développement durable
2. Des stratégies divergentes pour un développement durable
  - a. Les défis techniques de l'écologie industrielle
  - b. L'écologie politique et l'auto-limitation des besoins

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

1. Le développement durable : concilier développement et croissance
  - a. De la mesure de la croissance et du développement ...
  - b. au concept de développement durable
  - c. Un concept qui recouvre cependant de larges dimensions
2. Le développement durable : un nouveau modèle de gouvernance
  - a. Un nouveau modèle de gouvernance à l'échelon mondial
  - b. Les entreprises au cœur du dispositif
  - c. La pression de l'environnement

Les problèmes environnementaux, très en vogue ces dernières années, ne sont pas nouveaux. Ils avaient déjà été soulevés au début des années 70, par le Rapport Meadows « *Halte à la croissance* », commandité par le Club de Rome (1972). Ce rapport tirait la sonnette d'alarme face aux périls que faisait encourir à l'humanité, « *le paradigme de la croissance exponentielle* ». La croissance d'une économie au taux de 5% (et de surcroît peu économe en ressources naturelles) ne pouvait que rencontrer rapidement des risques de pénurie de ressources naturelles, notamment par épuisement des réserves d'énergie fossile (charbon, pétrole) et autres minerais non renouvelables (cuivre, platine...). Si le monde échappait à cette pénurie, disait le rapport, ce serait quelques décennies plus tard pour mieux mourir asphyxié par les diverses pollutions liées à une industrialisation et à une urbanisation aussi massives et générales que particulièrement négligentes des conséquences néfastes de leurs effluents et autres rejets (Chanel, 1993). Face à ces dangers mortels, les auteurs préconisaient une solution simple, celle de la *croissance zéro* !

Depuis le milieu des années 70 et les deux chocs pétroliers (1973 et 1979), l'écologie s'est glissée dans les différents débats contemporains. C'est vrai au niveau politique (avec la montée du courant vert en Europe Occidentale) comme au niveau économique (mise en place de l'éco-taxe européenne, de la norme environnementale ISO 14000, des produits labellisés « écologiques », de la taxe carbone). C'est également vrai au niveau national (création du ministère de l'environnement et du Plan National pour l'Environnement, puis du ministère du développement durable) comme au niveau international (Sommet de Rio de la CNUCED en juin 1992, Protocole de Kyoto en décembre 1997). Enfin, c'est vrai au niveau idéologique (pression des ONG aux Etats-Unis) comme au niveau scientifique (rapports du GIEC et controverses sur les grands problèmes : pluies acides, réchauffement de la terre, diminution de la couche d'ozone...). Cette prise de conscience de la question environnementale semble aujourd'hui unanime. Le diagnostic des experts écologiques souligne une surexploitation des *milieux naturels*. Ces derniers renvoient d'abord au substrat physique, chimique et biologique, sur lequel se déroule l'activité des hommes (sol, air, eaux...) qui d'ailleurs, n'est pas forcément inerte, mais sujet à des évolutions plus ou moins longues (érosion du sol) et est intégré dans des cycles complexes (cycle de l'eau, du carbone, de l'azote...). Ils renvoient aussi aux organisations complexes que sont les écosystèmes « *ensemble de relations qu'entretiennent les êtres vivants entre eux et avec les éléments naturels* »<sup>1</sup>. Ces écosystèmes peuvent être vierges ou plus fréquemment aménagés par l'homme (champs cultivés).

L'homme, par et dans ses activités économiques, va utiliser ces milieux naturels. Dans son activité créatrice de biens (« *goods* ») il va prélever, pour les transformer ensuite, des matières énergétiques, minérales, organiques. Mais en même temps, il produit aussi des déchets (« *bads* ») qu'il recyclera ou qu'il rejettera dans la nature. Bref, par le terme de *ressources naturelles*, on voit que la « *nature travaille pour l'homme* », c'est-à-dire qu'elle lui fournit gratuitement (sans travail humain), un certain nombre de richesses utilisables soit directement (paysages, lieux de baignade, de promenade...), soit indirectement après une plus ou moins longue transformation par l'homme, sous forme d'énergie, de matières premières ou de processus physico-chimique (phénomène de la photosynthèse). Parmi ces ressources naturelles, on distingue traditionnellement celles qui sont *renouvelables* (et qui comme l'énergie solaire ou les coupes de bois, donnent lieu à des flux toujours disponibles, au moins sous certaines conditions) et *celles qui sont non renouvelables*, dont les stocks sont globalement limités et diminuent au fur et à mesure des flux de prélèvements (énergie

---

<sup>1</sup> On parle également de biocénose et de biotope.

fossiles, réserves de minerais, ...). Si l'exploitation économique de ces ressources naturelles est fondamentale et avantageuse pour l'homme, elle peut aussi donner lieu à une surexploitation par des prélèvements *trop importants* (surexploitation forestière au-delà du taux de croissance naturel ou sans replanter ce qui a été prélevé, conduisant alors à une déforestation massive comme en Inde, en Chine, en Asie du Sud-Est ou en Amazonie) ou *trop rapides* (dans le cas d'une ressource non renouvelable, cela ne permet pas de ménager un délai suffisant pour une prise de relais par une nouvelle technologie)<sup>2</sup>. Dans ces ressources non renouvelables, on peut y adjoindre un prélèvement excessif d'espaces plus ou moins vierges pour les besoins de l'urbanisme, de l'industrie, de l'agriculture ou du tourisme. Ceci détruit alors des sites irremplaçables et diminue alors les stocks d'aménités naturelles pourvoyeuses de bien-être. Cela peut également perturber la survie et la reproduction d'espèces vivantes (assèchement de zones humides), ce qui **diminue la biodiversité** qui apparaît pourtant comme un élément important du patrimoine naturel. Cette surexploitation peut enfin être liée à des rejets trop nombreux par rapport aux capacités d'absorption et de recyclage des milieux naturels. Ainsi, cette surexploitation de la nature vient d'une exploitation économique non respectueuse des équilibres et des cycles de reproduction naturels, ce qui provoque des effets en retour négatifs. Si tous ces phénomènes apparaissent hétérogènes, ils ont cependant tous un dénominateur commun : ils posent comme complémentaires l'homme et son milieu de vie et expriment les difficultés de leur relation. L'homme peut, par son activité, gravement perturber le jeu normal des éléments naturels, en subir en retour les conséquences et exprimer cet état pathologique à travers l'émergence d'une question environnementale.

Cette question environnementale est d'autant plus visible que les problèmes environnementaux sont plus nombreux et mieux connus (tant par la communauté scientifique que du grand public). Dès lors, ils vont aussi interpeller l'économiste. Ceci a donné lieu à l'investigation de trois champs : celui de **l'économie de l'environnement**, celui **des ressources naturelles**, et enfin celui du **développement durable**.

## I. L'ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

Les activités habituellement considérées par la théorie économique sont des activités marchandes qui aboutissent à la fixation d'un prix monétaire et à la réalisation d'un échange volontaire. 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. La pollution associée aux activités productives ou à la consommation de certains biens en est un bon exemple. Par ailleurs, 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* (y compris dans le cas où certains individus de la communauté ne le consomment pas). La couche d'ozone, n'est pas produite, n'appartient à personne, et est utile pour tous (sans avoir besoin d'exclure quiconque) même si on ne la consomme pas. Pour autant, l'environnement ne peut être considéré comme un bien collectif pur puisque sa consommation par certains peut détruire le bien ou les qualités qui en faisaient l'attrait. Les règles de gestion et d'allocation des ressources rares habituellement définies par l'économie politique et l'économie du bien être sont ici difficilement applicables. Comment doit-on effectivement déterminer le « vrai » prix de la nature ? Comment calculer la valeur économique de la biodiversité ? L'approche orthodoxe (néoclassique) de l'économie de l'environnement s'est donnée pour tâche de découvrir ces règles de gestion adéquates et d'allocation optimale des ressources. Cette approche qui s'efforce de rétablir les conditions d'un échange marchand, oblige les

---

<sup>2</sup> C'est le phénomène que l'on coutume d'appeler « *Back stop technology* ».

économistes à repérer ce qu'ils appellent les **effets externes** et à proposer des solutions pour les internaliser ou les éliminer. La solution qui consiste à marchandiser des biens qui échappaient à la sphère de l'échange et de la valorisation, tend cependant à soulever certaines limites, notamment inhérentes à la boîte à outils des économistes

### A. Les effets externes

Conformément à la logique microéconomique, le cas d'école généralement choisi par la théorie économique pour mettre en scène les problèmes environnementaux est celui d'une firme A qui utilise un cours d'eau comme vecteur de ses rejets polluants, rendant ainsi impossibles d'autres usages de l'eau pour une entreprise B située en aval de la première. Cette illustration prend souvent les traits d'une opposition entre une blanchisserie (firme A) et une pisciculture (firme B). Ainsi l'activité de production de la blanchisserie a des conséquences dommageables pour l'activité de pisciculture (pertes de compétitivité, coûts supplémentaires), et il n'y a pas pour autant versement d'une quelconque compensation financière de la première à la seconde. C'est en raison de ce caractère extérieur à l'échange marchand que ces 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* ou *externalités*. L'effet externe est révélateur d'une sorte de paradoxe de la concurrence, puisqu'il montre que, dans certaines conditions, si elle est laissée à elle-même, la concurrence peut conduire à mettre à mal, voire à éliminer complètement la concurrence.

Si l'existence d'externalités met en évidence certains effets pervers de la concurrence, il importe donc de définir avec précision les conditions dans lesquelles la concurrence pourra être dite parfaite. **Les effets externes sont ainsi analysés comme des défaillances par rapport au cadre de la concurrence parfaite tel qu'il est défini par la théorie néoclassique.** 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 (ce qui lui empêche d'atteindre un état jugé optimal au sens de PARETO). Ainsi aux yeux des théoriciens néoclassiques, les problèmes environnementaux n'apparaissent que comme des cas particuliers d'externalités parmi d'autres. Ces effets externes qui concernent l'environnement peuvent être positifs (apiculteur qui profite du champ de son voisin arboriculteur), mais en général on associera plutôt environnement et *effet externe négatif* (fumée d'usine, nuisance des transports, pollution des eaux...). Parmi l'ensemble des externalités négatives, plusieurs distinctions peuvent être opérées selon leur source ou leur influence sur l'économie. On distingue ainsi les *externalités de consommation*, provoquées par la consommation de certains biens (tabac, bruit, déchets polluants...) et les *externalités de production*, provoquées par l'activité productive des entreprises (émission de gaz polluants comme le soufre, pollution par les nitrates des sols et des cours d'eau,...). Les *externalités bilatérales* sont celles qui résultent de l'action d'un agent sur le bien être d'un seul autre agent. Les externalités sont cependant le plus souvent causées par l'action de plusieurs agents (pollution atmosphérique) et/ou affectent un grand nombre d'agents. Les externalités bilatérales peuvent être réparties en deux catégories, les *externalités privées ou rivales*, telles que le dommage subi par un agent réduit d'autant celui qui est subi par les autres (le stockage de déchets), et les *externalités publiques ou non rivales*, telles que le montant d'externalité affectant un agent ne diminue pas celui qui est subi par les autres (pollution atmosphérique). Ces dernières ont les mêmes caractéristiques que les biens publics. Lorsque la source productrice de l'externalité n'est pas identifiable, ce qui est le cas de nombreuses situations de pollution globale, l'externalité est dite *diffuse*. Enfin dans certains cas, un agent qui subit une externalité peut la faire peser sur d'autres agents (les déchets peuvent être transférés d'un pays à l'autre), l'externalité est dite *transférable*. On

peut enfin distinguer les *externalités statiques* des *externalités dynamiques*. Les premières ont un effet réversible sur le bien être des agents et peuvent être traitées par des accords entre agents économiques contemporains, tandis que les secondes ont des effets persistants sur l'économie et ne peuvent être compensées par les mêmes méthodes (émissions de gaz à effet de serre).

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

La conséquence essentielle de l'existence de l'externalité négative apparaît très clairement : le marché concurrentiel échoue à réaliser l'allocation optimale des ressources. En l'absence de régulation, les agents produisent spontanément un niveau de production excessif ainsi qu'une trop forte quantité du bien dont la production donne lieu à des rejets polluants. Afin de répondre au problème des externalités et donc aux défaillances du marché, les économistes de l'environnement ont opposé deux philosophies d'intervention : l'approche réglementaire de type administrative et l'approche économique.

### 1. L'approche réglementaire ou de type administratif

*L'approche réglementaire ou de type administratif* recouvre toutes les interdictions, les demandes d'autorisations légales et les normes (qu'elles soient de qualité de l'environnement, d'émission d'effluents, de procédés techniques à adopter ou les produits à fabriquer).

#### **a. Des interdictions aux principes de responsabilité et de précaution**

Les interdictions et les demandes d'autorisation sont utilisées par l'Autorité publique afin de restreindre l'accès de certains produits au marché dans une optique de protection de l'environnement et de santé publique. Dans les années 80 et 90, elles ont soulevé une large polémique à travers **le principe de responsabilité** et **le principe de précaution** (tant évoqué dans les questions de génie génétique : ADN, OGM).

Dans leur ouvrage *Du bon usage de la Nature : Pour une philosophie de l'environnement*, Catherine et Raphaël Larrère (1997, p. 235) ont rappelé que « pendant longtemps en France, l'opinion dominante fut qu'en matière d'environnement on n'avait pas besoin d'éthique : le recours à l'expertise suffisait ». Puis progressivement, on en est venu à admettre la dimension éthique de notre rapport à la nature. On a alors considéré que la nature devait être l'objet d'un souci moral parce que nous en sommes responsables devant les générations futures (c'est la définition même du développement durable). Il s'agit de préserver nos conditions d'existence et de les transmettre 'naturellement' à nos enfants. C'est Hans Jonas (1979), qui a introduit la notion de principe de responsabilité dans son ouvrage *Das Prinzip Verantwortung* (traduit en français par le titre *Le principe de responsabilité*, 1990). Conscient du fait que les technologies humaines pouvaient entraîner l'extinction de toute vie sur terre, Hans Jonas considérait qu'une telle éventualité (domaine du possible et non de l'improbable) associée à la peur qu'elle pouvait provoquer, devait permettre de fonder une nouvelle éthique de la protection, invitant l'humanité à empêcher que le pire ne se réalise. Le principe de responsabilité nous invite donc à repousser les limites de l'imputation de l'acte (relation de causalité entre l'acte et ses conséquences) pour nous focaliser sur les devoirs qui nous lient aux générations futures (sorte de responsabilité par anticipation). Si cette réflexion s'inscrit sans aucun doute dans les préoccupations du courant écologique, elle a conduit dans le même temps au renouveau de la pensée éthique contemporaine.

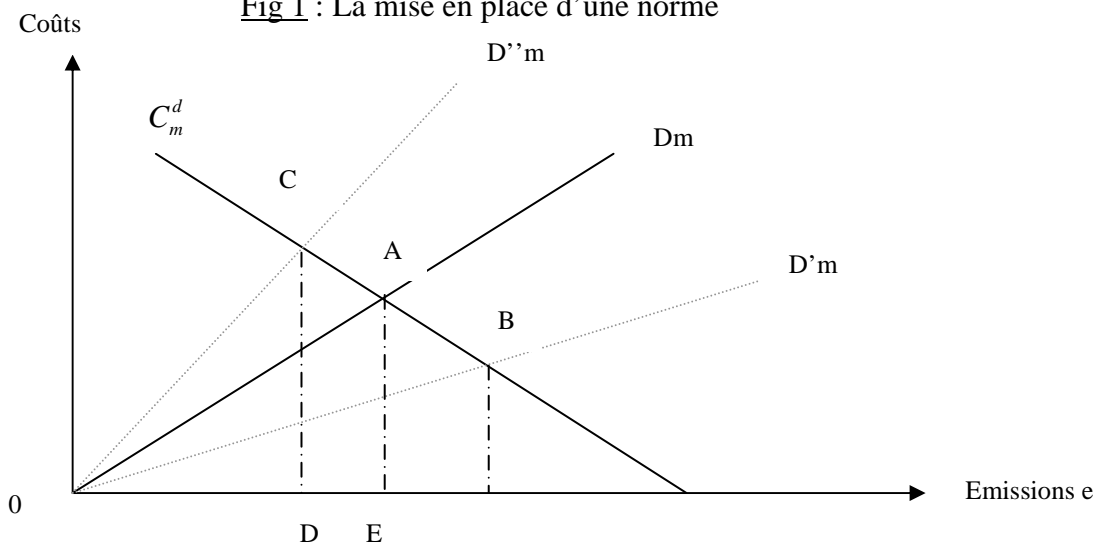
### **Illustration : les organismes génétiquement modifiés**

*Dans le cas des OGM, il faut distinguer quatre types de procédures d'autorisation en fonction de l'objectif de la demande : 1° l'utilisation confinée ; 2° la dissémination volontaire à des fins de recherche et de développement ; 3° la dissémination volontaire à des fins de mise sur le marché ; 4° la mise sur le marché de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux génétiquement modifiés. Ainsi, une entreprise qui prévoit de commercialiser un OGM doit au préalable introduire une demande d'autorisation auprès de l'autorité nationale compétente dans l'État membre où le produit doit être commercialisé pour la première fois. Dans ce cas, tous les dossiers de demandes d'autorisation de mise sur le marché d'OGM circulent dans tous les États membres de l'Union européenne. Si l'instruction débute en France, il est transmis à la Commission européenne après avoir été évalué en France. Le gouvernement doit alors indiquer, dans un rapport d'évaluation, si l'OGM peut être mis sur le marché ou si cette mise sur le marché n'est pas souhaitable. S'il rend un avis favorable à la mise sur le marché de l'OGM concerné, l'information est portée à la connaissance des autres États membres par la Commission. En l'absence d'objection de la part des autres États membres, l'autorité qui a réalisé l'évaluation initiale accorde l'autorisation de mise sur le marché du produit, qui peut ensuite être commercialisé dans l'ensemble de l'Union européenne en respectant les conditions éventuelles requises dans l'autorisation. Si des objections sont soulevées et maintenues, une décision doit être prise au niveau communautaire. Au cours de la procédure communautaire d'autorisation, le public est également informé et peut accéder à des données, publiées sur le site Internet de la Commission européenne, telles que les synthèses des demandes d'autorisations, les rapports d'évaluation des autorités nationales compétentes ou l'avis des comités scientifiques.*

#### **b. La réglementation**

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...). Dans la mesure où les agents pollueurs ont économiquement intérêt à polluer (ils subissent un coût de dépollution), la norme assure qu'ils choisiront toujours exactement le niveau maximal de pollution autorisé, ni plus ni moins. Si la norme est correctement spécifiée, l'objectif du planificateur est alors atteint. *Les normes de procédé* imposent aux agents l'usage de certains équipements dépolluants (pots d'échappement catalytiques, stations d'épuration, filtres ...). L'apposition d'une pastille verte sur les véhicules automobiles moins polluants (décret n° 98 – 704 du 17 août 1998) en est un bon exemple. *Les normes de qualité* spécifient les caractéristiques souhaitables du milieu récepteur des émissions polluantes (taux de nitrates dans l'eau potable, taux d'émission de dioxyde et monoxyde de carbone des véhicules automobiles). Enfin *les normes de produit* imposent des niveaux donnés limites à certaines caractéristiques des produits (taux de phosphate dans les lessives, teneur en soufre des combustibles, caractère recyclable des emballages...). Les normes peuvent être choisies selon deux types de critères : environnementaux ou économiques. Dans le premier cas, elles obéissent le plus souvent à des objectifs de protection de la santé et se traduisent alors par la fixation de concentrations ou de doses maximales de polluants tolérables pour la santé (émission de CO<sup>2</sup> par les voitures). Dans le second cas, la fixation de la norme devrait permettre d'atteindre le niveau de pollution optimale précédemment défini : l'évaluation correcte des autorités des dommages subis par les victimes de la pollution se révèle alors cruciale. Le graphique ci-dessous montre que la fixation d'une norme inappropriée peut faire subir aux victimes un dommage total excessif ou au contraire aux pollueurs un coût total de pollution excessif.

Fig 1 : La mise en place d'une norme



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

Les normes de procédé sont généralement préférables aux normes d'émissions car il est plus facile de contrôler l'existence d'un équipement spécifique de dépollution plutôt que de mesurer continûment les émissions polluantes. 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.

**Illustration : Les certificats verts**

*L'offre verte d'énergie peut prendre deux cas de figure, selon que le fournisseur dispose ou non de son propre parc de production d'électricité verte. Un groupe comme EDF, ayant obtenu la certification ENR pour trois de ses barrages hydrauliques, est habilité à produire de l'électricité verte. En revanche, GDF est contraint de recourir aux certificats verts pour honorer ses engagements environnementaux. Ne disposant pas encore d'installations certifiées, GDF doit acheter l'énergie verte dont il a besoin sous forme de « papier » auprès des producteurs certifiés. Depuis 2003, les états membres de l'UE sont en effet tenus de prouver l'origine renouvelable de l'électricité consommée. Les certificats verts sont des instruments de négoce qui permettent de commercialiser séparément la valeur verte de l'électricité d'origine renouvelable et l'électricité physique. Un certificat vert est une attestation de production d'électricité, d'une valeur financière variable, délivrée à l'exploitant d'une centrale utilisant des énergies renouvelables et assurant la traçabilité de l'électron vert, du producteur au consommateur final.*

**2. L'approche économique**

*L'approche économique consiste à utiliser les mécanismes du marché en modifiant un prix relatif et en provoquant un transfert financier. Les instruments économiques s'appuient sur les mécanismes du marché pour encourager producteurs et consommateurs à limiter la pollution et à empêcher la dégradation des ressources naturelles. Leur logique est simple : il s'agit d'élever le coût des comportements polluant tout en laissant aux producteurs ou aux consommateurs toute flexibilité pour trouver eux-mêmes les stratégies de contrôle de la production à moindre coût. Les instruments économiques sont généralement classés en quatre catégories : (i) régulation par les prix (taxes ou subventions) ; (ii) régulation par les quantités (permis d'émission négociables) ; (iii) établissement de règles de responsabilité (système de consignation, dépôts de garantie remboursables, pénalités de non-conformité) ; (iv) aides financières.*



### a. Les taxes et redevances

C'est Arthur Cecil Pigou (1920) qui a le premier proposé de mettre en place une taxe pour internaliser les externalités négatives. L'économie du bien être, telle que la conçoit Pigou, est une interrogation sur les liens existant entre la recherche de l'intérêt individuel et la recherche de l'intérêt collectif. Du fait de l'interdépendance non compensées entre les agents, Pigou voit que l'utilité collective ne peut être appréciée en faisant la somme des utilités individuelles. **Plus précisément 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. En reprenant l'exemple de la firme A qui utilise l'eau d'une rivière pour y rejeter ses effluents, on voit que celle-ci se conduit comme si elle utilisait un facteur de production sans le payer. Son coût de production (qui est un coût 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. Au delà du problème de non optimalité des arbitrages des agents économiques, Pigou souligne que l'existence des effets externes pose aussi un problème de justice sociale puisque certains agents ne sont pas rémunérés en fonction de leur contribution exacte à la richesse collective. **La solution préconisée par Pigou consiste à répondre à ces deux 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. Avec cette taxe portant sur chaque unité de pollution émise, son coût de production est désormais plus élevé tandis que son profit l'est moins. On remarquera que cette procédure d'internalisation des externalités ne requiert pas le choix préalable d'un objectif de qualité environnementale. Le niveau de pollution jugé optimal par la collectivité (montant de la taxe qui permet d'atteindre celui-ci) découle d'une analyse coûts-avantages et se trouve déterminé par l'intersection des courbes de coût social marginal et de profit marginal. L'économiste n'a nul besoin de l'expert en matière environnementale, ni de l'écologiste, la rationalité des agents parfaitement informés et l'optimalité de leurs calculs économiques permettent théoriquement de fixer et l'objectif à atteindre en matière de pollution ; et la façon d'atteindre au moindre coût cet objectif. Dans les faits, il faut tenir compte des nombreuses difficultés pratiques de l'analyse coûts – avantages liés à l'imperfection de l'information sur l'identité et les comportements des agents émetteurs et récepteurs de la pollution, sur leurs fonctions de coûts, de dommage social... La procédure d'internalisation pigouvienne n'est donc pas toujours facile à mettre en œuvre.

Dans le prolongement des travaux de Pigou, les économistes de l'environnement furent amenés à distinguer plusieurs types de taxes (Barde, Smith, 1997). *Les redevances ou les taxes sur les émissions* frappent directement la quantité ou la qualité des polluants rejetés. On y recourt dans la plupart des pays de l'OCDE mais à des degrés divers, pour faire face à des problèmes d'environnement, tels que la pollution de l'air (en France, des redevances ont été instaurées sur les émissions d'oxydes de soufre, en Suède, elles visent les émissions d'oxyde d'azote), de l'eau (systèmes de gestion de l'eau en France, en Allemagne, et aux Pays Bas), du bruit (redevances sur le bruit des avions) ou des rejets de déchets (elles ne visent cependant que les déchets industriels). *Les redevances d'utilisation* couvrent le coût des

services de collecte et de traitement et elles sont souvent utilisées par les collectivités locales pour la collecte et le traitement des déchets solides et des eaux usées. Leur principal objectif est de dégager des recettes. *Les redevances ou les taxes sur les produits* visent les produits polluants au stade de leur fabrication, de leur consommation ou de leur élimination. Ce sont par exemple les taxes sur les engrais, les pesticides et les piles, les principales étant les écotaxes sur l'énergie (taxes sur la teneur en carbone et en soufre des carburants et combustibles). Ces taxes ont pour objet de modifier les prix relatifs des produits ou de financer des systèmes de collecte et de traitement.

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>. D'un point de vue pratique, la taxation des combustibles (l'électricité n'étant pas concernée par la mesure) devrait générer l'équivalent de 4.3 milliards d'€ de recettes fiscales (le prix de l'essence et du gazole augmentant respectivement de 4 et 5 centimes). La contribution des entreprises a été évaluée à 2 milliards d'€, elle serait 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). L'ADEME comme les Rapports Quinet et Rocard, ont cependant rappelé que la réduction des émissions de CO<sup>2</sup> ne serait réelle et significative qu'en fonction d'une augmentation progressive de la taxe carbone. Le signal prix carbone devrait ainsi progressivement se rapprocher de la valeur de 32€ tonne.

### **b. Les permis négociables**

L'internalisation des effets externes nécessite souvent l'intervention publique. Cette intervention peut cependant prendre des formes diverses, certaines se limitant à des fonctions régaliennes classiques, d'autres au contraire s'étendant à une fonction d'action économique plus volontariste. L'absence de marché, pour des biens comme l'air, l'eau,... conduit à une allocation imparfaite des ressources particulièrement des ressources naturelles, mais aussi des

facteurs de production polluants. 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'État 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. Il existe donc une filiation entre les modes d'internalisation négociée, telles que Ronald Coase (1960) a pu les proposer et ce que l'on appelle aujourd'hui les systèmes de permis d'émission négociables (désignés également sous le terme de marchés de droits à polluer ou marché des droits de pollution).

Reconsidérant l'analyse de Pigou, Coase va contester l'optimalité sociale de la procédure d'internalisation des externalités qui fait appel à un système de taxation et d'intervention de l'État. Coase 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.* Dès lors poursuit Coase, il n'est pas pertinent de s'interroger comme le fait Pigou en termes de différence entre le coût privé et le coût social. Le critère pertinent pour apprécier la solution à apporter à un effet externe réside dans la maximisation de la valeur du produit collectif. De ce point de vue, taxer le pollueur (taxe pigouvienne) causera dans certains cas, une perte collective supérieure au dommage social subi par les victimes de la pollution.

**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. Cette procédure s'ordonnera suivant l'obligation ou non de dédommagement de la pollution, autrement dit, suivant la règle juridique en vigueur qui attribue les droits de propriété sur la ressource considérée. Dans le cas d'une firme A (blanchisserie) polluant une rivière et une firme B (pisciculteur) subissant cette pollution. On aura alors les deux cas suivants. (i) Si la firme A détient les droits de propriété sur l'usage de la rivière, c'est l'entreprise B qui doit payer A pour que celle-ci consente à réduire ses effluents. B aura intérêt à le faire tant que le coût que constitue pour elle ce paiement sera inférieur au dommage qu'elle subit du fait de la pollution. De son côté A aura intérêt à accepter le paiement de B tant que le bénéfice ainsi perçu sera supérieur aux coûts correspondant à la mise en place d'un procédé de dépollution. (ii) Si B détient les droits de propriété sur la rivière, c'est l'entreprise A qui doit payer B pour pouvoir utiliser celle-ci. Pour ce faire, A doit comparer le coût que ce paiement induit et le coût qu'elle devrait supporter pour mettre en place un procédé de dépollution. Dans les deux cas, un accord sera trouvé quand les coûts marginaux de réduction de la pollution supportés par le pollueur seront couverts, dans le premier cas, par le consentement marginal à payer de la victime, et dans le second, par son consentement marginal à recevoir.

Dans la solution préconisée par Coase, 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. On peut en effet remarquer que l'on ne peut échanger que ce que l'on possède, que les achats et les ventes effectués ne portent que sur ces droits de propriété. *Cette dernière proposition revient à dire – et c'est le point central de **la théorie des droits de propriété** – que plus que les biens eux-mêmes, ce sont les droits de propriété portant sur ces biens qui*

*s'échangent.* Dès lors, si les droits de propriété étaient clairement spécifiés et parfaitement exclusifs, tous les avantages et tous les dommages résultant d'une activité concerneraient celui-là seul qui la met en œuvre. Il n'y aurait plus aucun effet externe. Aux yeux des tenants de la théorie des droits de propriété, le problème de la pollution n'est pas un problème de défaillance du marché mais un problème lié au cadre légal sur lequel il s'appuie. Le seul rôle de l'Etat consiste à spécifier correctement ces droits de propriété. Autre implication de cette théorie des 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.

Dans la deuxième partie de son article, Coase note que l'absence de coûts transaction (condition essentielle à l'existence du théorème) est une hypothèse irréaliste. Coase s'est ainsi attaché à montrer que l'utilisation du système des prix par les agents économiques comporte des coûts de transaction tels que les coûts de recherche dans la comparaison des prix, des coûts de négociations, des coûts de rédaction, conclusion et contrôle des contrats... Afin de les éviter, il peut être plus rentable de traiter certaines opérations en dehors du marché. **Ainsi, il faut considérer les organisations (firmes ou institutions) comme un mode de régulation alternatif au marché.** Le choix du mode d'organisation sociale adapté au traitement de la pollution doit se faire en comparant les coûts de transaction, coûts d'organisation interne des firmes et des mesures gouvernementales. Quatre situations sont possibles : (i) si les coûts de transaction sont inférieurs aux coûts d'organisation interne des firmes et de l'administration, il faut laisser faire le marché ; (ii) si les coûts d'organisation internes des firmes sont inférieurs aux coûts de transaction, l'internalisation des effets externes se fera alors par une réorganisation des firmes sous la forme d'une absorption ou d'une fusion ; (iii) si les coûts d'organisation de l'administration sont inférieurs aux coûts d'organisation interne des firmes, il faudra que l'Etat intervienne sous forme réglementaire ; (iv) si aucune augmentation du produit social ne peut être attendue par une modification des conditions de production, quel que soit le niveau d'intervention considéré, la solution consiste à ne pas intervenir.

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

*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 devrait aider les sociétés associées à respecter leurs engagements qui visent à réduire de 4% d'ici 2006 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 eux seuls 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 va donc permettre aux entreprises d'acheter ou de vendre des droits à polluer afin d'ajuster leurs activités à leur stratégie ou à leurs moyens. Pour la première séance de négoce, 125 000 tonnes ont été mises aux enchères. Ce système devrait favoriser les sociétés qui ont réduit leurs émissions à effet de serre puisqu'elles pourront 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.

Les travaux de Coase ont été réutilisés dans les années 80 afin de mettre en place un système de permis d'émission négociables. Les permis négociables offrent aux pollueurs une souplesse accrue pour répartir leurs efforts de lutte contre la pollution entre différentes sources, tout en permettant aux pouvoirs publics de maintenir un plafond fixe d'émissions polluantes. L'augmentation des émissions d'une source doit être compensée par la réduction d'une quantité au moins équivalente d'émissions provenant d'autres sources. Si par exemple, un plafond réglementaire de pollution est fixé pour une zone donnée, une entreprise polluante ne peut s'y installer ou y étendre son activité qu'à condition de ne pas accroître la charge de pollution totale. Il faut donc que l'entreprise achète des droits à polluer ou permis à polluer à d'autres entreprises situées dans la même zone réglementée, celles-ci étant alors tenues de réduire leurs émissions dans des proportions équivalentes (c'est ce que l'on appelle aussi les échanges de droits d'émissions). Cette stratégie a un double objectif : d'une part, mettre en œuvre des solutions peu coûteuses (en encourageant les entreprises, pour lesquelles la réduction des émissions serait très coûteuse, à acheter des droits de polluer à d'autres entreprises pour lesquelles la réduction le serait moins) ; d'autre part, concilier développement économique et protection de l'environnement en permettant à de nouvelles activités de s'implanter dans une zone réglementée sans accroître la quantité totale d'émissions dans cette zone. Afin d'anticiper les échanges de permis d'émissions entre États prévus par le protocole de Kyoto, l'Europe a choisi de mettre en œuvre le 1<sup>er</sup> janvier 2005 un système européen d'échange de quotas (ETS) qui couvre environ 45 % des émissions de CO<sub>2</sub> en provenance principalement des secteurs de l'énergie et des industries grosses consommatrices d'énergie. Il ne concerne pas, en revanche, l'agriculture, l'habitat et les transports. Ce marché a conduit à faire émerger un prix du CO<sub>2</sub> de 20 à 25 euros la tonne sur la période récente (Quinet, 2009).

### **c. Les systèmes de consignation**

Ces systèmes sont largement appliqués dans les pays de l'OCDE, en particulier pour les récipients de boissons. Une certaine somme d'argent (une consigne) est versée lors de l'achat d'un produit contenu dans un certain type d'emballage. Elle est remboursée lorsque l'emballage est rapporté au détaillant ou à un centre de traitement.

### **d. Les aides financières et les subventions**

Les aides financières constituent également un instrument économique important qui est utilisé dans de nombreux pays de l'OCDE quoique dans des proportions limitées. Parmi les principales formes d'aides figurent les subventions, les prêts à taux réduits et les amortissements accélérés.

Plusieurs études ont simulé les incidences des politiques utilisant des instruments économiques pour la réduction de la pollution de l'air dans différentes régions des Etats-Unis. Un examen des résultats de 11 d'entre elles a révélé qu'en moyenne, le coût de réalisation d'un objectif environnemental donné est six fois plus élevé si l'on utilise des instruments de

minimisation des coûts tels que les taxes sur les émissions et les permis négociables (Tietenberg, 1990). Par conséquent les instruments économiques devraient apporter des réductions considérables de coût. Seul bémol de ces études, les simulations n'apportent pas la preuve que ces avantages sont réellement obtenus (peu d'études ex-post ont été réalisées jusqu'ici). Jean-Philippe Barde (1997) impute cette absence d'évaluations à des raisons particulières : 1° Tout d'abord dans la plupart des cas, ces instruments sont conjugués à d'autres mesures telles que les normes, des accords volontaires, ou des campagnes d'information et de sensibilisation. Faire la part de leurs apports respectifs est une tâche délicate, voire impossible ; 2° Ensuite, les données nécessaires pour mener à bien une évaluation de l'efficacité des instruments font souvent défaut, pour la simple raison que ceux-ci sont fréquemment mis en œuvre sans prévaloir la collecte d'informations ; 3° Enfin, nombre de ces instruments ayant été introduits assez récemment, leurs effets ne se sont pas faits encore pleinement sentir.

## II. L'ECONOMIE DES RESSOURCES NATURELLES

L'économie des ressources naturelles est une autre réponse à la question de l'environnement. Ce dernier apparaît alors comme un stock de ressources, renouvelables ou non, qu'il faut gérer de façon optimale à travers le temps. Il s'agit là d'une problématique économique d'allocation intertemporelle des ressources dont les fondements furent posés par Hotelling.

### A. La règle d'Hotelling

Les biens qui sont stockables, mais non reproductibles, sont qualifiés de « *ressources épuisables* » (exemple du charbon, pétrole, gaz, minerais...). L'impossibilité de reproduire ces biens (à part lors d'une découverte de nouveaux gisements) amène deux remarques: d'une part les stocks (plus précisément les réserves) sont considérés comme donnés, d'autre part, il existerait un lien étroit entre le taux d'extraction et les ventes de ressources naturelles. En effet, si le taux d'extraction peut être assimilé aux ventes, comme la substitution de productions est impossible, l'entreprise chargée d'exploiter une mine de charbon ou un puits de pétrole, pourra 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. La relation prix - taux d'extraction d'une ressource naturelle a été introduite par Hotelling dans son article « *The Economics of Exhaustible Resources* » (1931) grâce à un parallèle entre la sauvegarde de l'héritage intergénérationnel et l'influence des monopoles. Dans un premier temps, Hotelling s'attaquait à la philosophie du mouvement conservateur 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. Ce mouvement remettait en cause le productivisme et le consumérisme de la société américaine, et entendait défendre d'autres valeurs. Il appelait au développement d'une éthique environnementale. Les conservateurs soulignaient la spécificité des ressources naturelles qui réside, selon eux, dans le fait qu'elles sont essentielles à la société industrielle, épuisables et très difficiles à remplacer de manière satisfaisante. Les habituels critères économiques (prix, procédure de maximisation de la valeur présente) ne seraient pas capables de répondre de manière satisfaisante aux exigences des ressources naturelles. Dans un second temps, 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. La ressource apparaît pour le propriétaire de la mine comme

un stocks de biens qui diminue au fur et à mesure de son extraction. **Gérer de façon optimale ce stock revient à déterminer quel flux de ressource lui apportera le plus de revenu sur l'ensemble de la période d'exploitation de la mine.** Le propriétaire de la mine est à la recherche du profit maximal qu'il calcule en comparant ses recettes et ses coûts. Hotelling part du principe que les propriétaires d'une ressource naturelle souhaitent toujours maximiser la valeur actuelle de leurs profits futurs.

- En concurrence parfaite, les propriétaires d'une mine sont indifférents entre recevoir maintenant un prix (po) pour une unité de son produit ou recevoir un prix (pt) après un temps t. Dès lors, on peut s'attendre à ce que le prix pt soit une fonction du temps. Hotelling assimile le prix (pt) 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. Lorsque le prix (pt) est fixé, les différentes unités de la ressource auront la même valeur (actualisée) en tout point du temps et le propriétaire de la mine ne cherchera pas à jouer sur le taux d'extraction d'une période à l'autre. La valeur de (po) dépendra de la demande et de la quantité totale disponible de la ressource. Dès lors, le prix net évoluera en fonction des variations du taux d'intérêt, dont les déterminants sont indépendants du produit en question, de l'industrie concernée, et des variations de la production de la mine. De là, la rente de l'entreprise devrait augmenter avec le taux d'intérêt (en d'autres termes, la valeur actuelle du prix net est une fonction croissante du taux d'intérêt). **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).**

- Dans le cas du monopole, Hotelling avance qu'une entreprise peut influencer le prix en faisant varier son taux d'extraction (c'est-à-dire ses ventes). Cette dernière cherchera à maximiser la valeur présente de ses profits futurs. C'est ici le profit marginal de la ressource naturelle (à mettre en rapport avec la recette marginale) et non le prix qui doit croître en fonction du taux d'intérêt. Le prix diminuera plus ou moins rapidement en fonction de la relation prix-recette marginale.

Au total, la démonstration fût faite qu'à un rythme optimal d'évolution du prix d'une ressource naturelle, est associé un sentier optimal d'épuisement de cette ressource.

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

Le Club de Rome a demandé en août 1970 au Groupe d'étude de dynamique des systèmes du MIT d'entreprendre l'étude des tendances d'un certain nombre de facteurs qui déréglaient la société. Ce groupe a cherché à définir les limites matérielles qui s'opposaient à la multiplication des hommes et les contraintes résultant de leurs activités sur la planète.

La problématique des auteurs du rapport Meadows (1972), au titre évocateur « *Halte à la croissance* » fût ainsi définie de la manière suivante : « *Dans ce contexte, partout les hommes sont confrontés à des théories de problèmes étrangement irréductibles et tout aussi insaisissables : détérioration de l'environnement, crise des institutions, bureaucratie, extension incontrôlable des villes, insécurité de l'emploi, aliénation de la jeunesse, refus de plus en plus fréquent des systèmes de valeurs reconnus par nos sociétés, inflation et autres dérèglements monétaires et économiques... Ces problèmes en apparence différents ont en commun, trois caractéristiques. Premièrement, ils s'étendent à toute la planète et y apparaissent à partir d'un certain seuil de développement quels que soient les systèmes sociaux ou politiques dominants. Deuxièmement, ils sont complexes et varient en fonction d'éléments techniques, sociaux, économiques et politiques. Finalement, ils agissent fortement les uns sur les autres et cela d'une manière que nous ne comprenons pas encore* » (1972, p

139). Afin d'obtenir une évaluation générale de la situation du monde, le groupe du MIT a choisi une méthode analytique spécifique, mise au point par Forrester (1971), **la dynamique des systèmes**. Cette dernière permettrait une représentation graphique ou numérique de toutes les relations planétaires, en termes facilement compréhensibles. L'objectif principal du MIT était ainsi la reconnaissance dans un contexte mondial des interdépendances et interactions de 5 facteurs critiques : explosion démographique, production alimentaire, industrialisation, épuisement des ressources naturelles et pollution

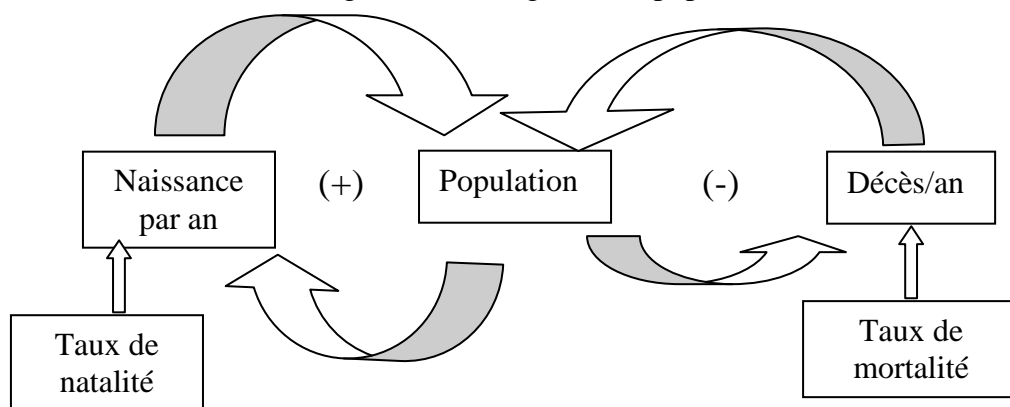
### 1. Le caractère exponentiel de la croissance

Pour les auteurs du MIT, dès que l'on aborde les problèmes relatifs aux activités humaines, on se trouve en présence de phénomènes de nature exponentielle. Les cinq paramètres de l'étude : population, production alimentaire, industrialisation, pollution et utilisation des ressources naturelles non renouvelables, évoluent selon une progression géométrique<sup>3</sup>. La quasi totalité des activités humaines, qu'il s'agisse du développement des centres urbains ou de la consommation d'engrais, obéissent à cette loi. La croissance exponentielle est un phénomène dynamique : elle met en jeu des éléments qui changent en fonction du temps. Mais, quand plusieurs quantités différentes en nature croissent simultanément au sein d'un même système, quand en outre, ces quantités ont entre elles des relations complexes, l'analyse des causes de la croissance et du comportement ultérieur du système deviennent très difficiles.

**La méthode de la dynamique des systèmes** « met en évidence les nombreuses relations entre éléments, formant des boucles avec couplage, et pour certaines à effets décalés dans le temps » (1972, p 153). Ainsi une boucle positive (boucle d'amplification) apparaît à chaque fois que l'on rencontre une quantité variant exponentiellement. Cette boucle positive est en quelque sorte un cercle vicieux (exemple bien connu de la boucle prix-salaires). Dans une boucle positive, toute séquence de relations de cause à effet aboutit fatalement à son point de départ : tout accroissement donné à l'un des éléments quelconque de la boucle amorcera une suite logique de modifications dont le résultat final se traduira par une augmentation encore plus grande de l'élément de départ. Une boucle négative a un rôle régulateur. Elle vise à maintenir à un niveau constant une fonction qui tend à croître ou à décroître. Elle agit donc en sens inverse de la variation de la fonction

**Illustration 1:** La croissance de la population humaine obéit à une loi exponentielle (suite géométrique selon Malthus). La structure du système qui traduit la dynamique de la croissance de la population est schématisée ci-dessous.

Fig 2 : boucle régissant la population



<sup>3</sup> Un quantité croît exponentiellement si elle augmente d'un % constant au cours d'un intervalle de temps donné.

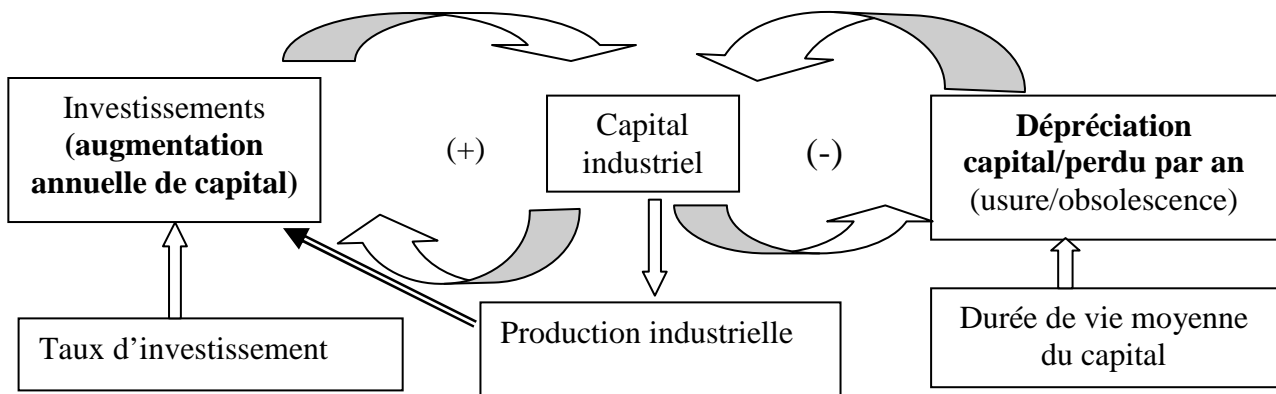


Ce système a deux boucles. Celle de gauche est positive. Elle représente ce que l'on peut déduire de la courbe de croissance exponentielle observée : étant donnée une population à taux de natalité constant, plus cette population est élevée, plus le nombre de naissances annuelles sera élevé. Celle de droite est négative. L'évolution d'une population est fonction du taux moyen de mortalité lequel reflète l'état global de santé d'une population. La mortalité tend à réduire l'accroissement de population. A taux de mortalité constant, un accroissement de la population tend à accroître la mortalité annuelle en valeur absolue. Un nombre accru de décès diminue la population ce qui – toujours à taux de mortalité constant – provoquera l'année suivante, un nombre de décès inférieur à l'année précédente.

Selon les auteurs du rapport Meadows (1972), l'espérance moyenne de vie, à l'échelle planétaire, était de 53 ans, et devait croître. En termes de moyennes mondiales, l'allure de la boucle positive (natalité) ne paraît pas devoir subir de modifications sensibles. En revanche, les effets cumulatifs dus à la boucle négative (mortalité) vont être considérablement réduits. Il en résulte un bilan nettement positif qui explique la croissance exponentielle rapide de la population globale.

**Illustration 2** : la production industrielle, second facteur essentiel de l'étude, a connu une évolution encore plus rapide que la population. En prenant pour base l'indice 100 en 1963, on serait passé de 30 au cours de la décennie 1930-1940 (avec une forte chute en 1932 et une légère pointe en 1937), à 50 en 1950, 70 en 1958 pour aboutir à 140 en 1968. Le taux de croissance moyen s'est élevé à 7% entre 1963 et 1968, et le temps de doublement n'a été que de 10 ans (1958-1968). La structure du système qui traduit l'évolution du capital industriel (biens d'équipement, usines, véhicules, machines, outils...) se décompose de la manière suivante :

Fig 3 : boucle régissant le capital



L'évolution de ce capital industriel est également régie par deux boucles. Avec un capital industriel donné, il est possible de produire chaque année une certaine quantité de produits manufacturés. Une bonne partie des biens produits chaque année sont des biens de consommation (textiles, voitures...) qui sortent du circuit (consommation finale). En revanche, une autre partie de la production équivaut à un apport complémentaire de capital puisqu'elle sert à produire à nouveau (machines à tisser, laminoirs, machines-outils). Cette dernière partie de la production constitue **les investissements**. Ces investissements caractérisent une boucle positive : « *Plus le capital initial est élevé, plus il produit ; plus il produit, plus il permet d'investir et plus il permet d'investir, plus il s'accroît* » (1972, p 159). Dans ce système, le temps de réponse est le délai nécessaire à la formation de nouveaux investissements, sources de nouveaux produits. Ce temps de réponse peut parfois être long : c'est une des caractéristiques des investissements à moyen et long terme.

La boucle négative souligne que le capital industriel n'est pas éternel. Il se déprécie et meurt. Dans ce cas, il est perdu en tant qu'outil de production : « *Plus le capital est important, plus la dépréciation moyenne annuelle est grande et plus grande est la dépréciation, moins il reste de biens d'équipements l'année suivante* » (1972, p 159)

Comme le taux de croissance de la production industrielle est de 7% par an, et que la population ne s'accroît que de 2%, le caractère dominant de la boucle positive paraît autoriser l'optimisme. Selon les auteurs du rapport, une simple extrapolation de ces taux de croissance tendrait à démontrer « *que le niveau de vie matériel de la population mondiale doublera d'ici 14 ans à condition toutefois que cette production soit équitablement répartie entre les citoyens du monde entier, ce qui est loin d'être le cas. La plus large part de la croissance économique ne concerne, en fait, que les pays déjà industrialisés pour lesquels le taux de croissance de la population est relativement faible* » (1972, p 160).

## 2. Les limites de la croissance exponentielle

La liste des moyens permettant de maintenir la croissance économique et la croissance de la population jusqu'en 2000 et au delà, peut être divisée en deux grandes catégories :

- Les moyens matériels indispensables à la satisfaction des besoins physiologiques et au soutien des activités industrielles : produits alimentaires, matières premières, combustibles naturels, ainsi que les systèmes écologiques de la planète qui absorbent les déchets et recyclent les substances chimiques importantes.

- Les nécessités sociales : même si les systèmes purement physiques de notre globe étaient capables de supporter une population beaucoup plus nombreuse et, économiquement, beaucoup plus développée, la croissance effective de la population et de l'économie dépendra de facteurs tels que la paix, la stabilité sociale, l'éducation, l'emploi et l'évolution contrôlée du progrès technique. Selon les auteurs du rapport Meadows, ces facteurs « *sont plus délicats à évaluer que les facteurs matériels. Ni le rapport, ni même le modèle global en son état actuel ne peuvent traiter explicitement de ces données sociologiques* » (1972, p 165).

### **a. Les produits alimentaires**

Les estimations de la FAO à cette époque, faisaient ressortir une carence fondamentale en calories dans la plupart des nations en voie de développement, carence liée au manque de protéines. Les études démontraient par ailleurs que la surface totale de terres susceptibles d'être cultivées n'excédait pas 3,2 milliards d'hectares (environ la moitié des terres étaient alors cultivées). Pour défricher, irriguer et fertiliser la seconde moitié, le coût moyen avait été estimé à 1150 \$ à l'hectare.

Les auteurs notaient que même si la société acceptait de payer le prix de la mise en valeur de nouvelles terres ou d'une amélioration des rendements, un nouvel accroissement de la population amènerait une nouvelle crise. Chaque crise successive serait plus dure à surmonter. Toute duplication du rendement de la terre coûterait plus cher que la précédente (loi des coûts croissants) : « *La production de denrées alimentaire que l'on peut espérer dans l'avenir dépend des terres disponibles, des ressources en eau douce mais aussi des investissements consacrés à l'agriculture. Ces investissements, à leur tour, sont liés à une autre boucle positive dominante, celle des investissements globaux* » (1972, p 173).

### **b. Les ressources non renouvelables**

A partir des estimations d'indices statistiques - S représentant le nombre d'années à l'issue desquelles les réserves actuellement connues seraient épuisées si la consommation annuelle des ressources se maintenait au taux actuel ; I correspondant au temps nécessaire à l'épuisement des réserves globales connues en supposant une augmentation annuelle du taux

de consommation égale au % moyen -, le rapport Meadows insiste sur le fait que même si l'on tenait compte de facteurs économiques tels que la hausse des cours, corrélat de la raréfaction, on pourrait voir, que les réserves de platine, or, zinc seront insuffisantes pour faire face à la demande : «*Au taux actuel d'expansion, l'argent, l'étain et l'uranium pourront manquer avant la fin du siècle nonobstant la hausse inévitable des prix de revient. En 2050, d'autres gisements de minerais seront épuisés si la consommation annuelle se poursuit au rythme actuel* » (1972, p 173). La croissance exponentielle de la consommation de ressources non renouvelables serait liée à l'effet conjugué de deux boucles positives : croissance de la population et croissance des investissements. En outre, l'utilisation exponentielle des ressources naturelles diminuerait les réserves disponibles.

**Illustration** : Le rapport Meadows s'appuie sur le chrome pour préciser ses conclusions. Les réserves connues de chrome étaient évaluées à 775 millions de tonnes. Le taux d'extraction du chrome était de 1,85 millions de tonnes par an. Si ce taux était maintenu, les réserves seraient épuisées en 420 ans. La consommation de chrome augmentant de 2,6% en moyenne par an, les réserves pourraient être épuisées non pas en 420 ans mais en 95 ans. En supposant que les stocks, par suite de découvertes miraculeuses, soient 5 fois plus élevés que ne l'indiquent les estimations, ils seraient épuisés en 154 ans au lieu de 95 ans (année 2014). Enfin, si l'on supposait qu'à partir des années 70, il était possible de recycler intégralement le chrome utilisé, et de cette manière, reconstituer les réserves initiales : par suite de l'accroissement de la consommation, l'épuisement des réserves initiales se produirait au bout de 235 ans.

**Interprétation** : Au début la consommation annuelle croît exponentiellement et l'on entame largement les réserves. Pendant un certain temps, les prix restent stables par ce que les progrès de la technologie permettent de tirer le meilleur parti des minerais moins riches. Toutefois, la demande continuant à croître, les progrès techniques ne sont pas assez rapides pour compenser les coûts croissants qu'imposent la localisation des gisements moins accessibles, l'extraction du minerai, son traitement et son transport. Les prix montent, doucement d'abord, puis en flèche. Ces prix plus élevés incitent les consommateurs à utiliser moins de chrome et à lui substituer dans la mesure du possible d'autres matériaux. Au bout de 125 ans, les réserves résiduelles, environ 5% des réserves initiales, ne peuvent fournir le métal qu'à un prix prohibitif et l'exploitation des derniers gisements est pratiquement abandonnée. L'influence des paramètres économiques permettrait donc, dans le cas du dernier modèle plus perfectionné de reculer de 30 ans (125 ans au lieu de 95) la durée effective des stocks de chrome tels qu'ils ont été évalués en 1970.

Les auteurs font les mêmes projections pour les autres matières, ainsi les réserves d'aluminium ne dureraient pas plus de 31 ans (en d'autres termes, elles ne devraient plus exister aujourd'hui), et éventuellement 55 ans si l'on multipliait par 5 le chiffre du stock actuellement connu. Dans le cas du cuivre, on obtiendrait respectivement 36 et 48 ans. A travers ces exemples, le rapport Meadows conclut «*qu'étant donné le taux actuel de la consommation des ressources naturelles et l'augmentation probable de ce taux, la grande majorité des ressources naturelles non renouvelables les plus importantes auront atteint des prix prohibitifs avant qu'un siècle ne se soit écoulé* » (1972, p 182). Cette conclusion ne saurait être remise en cause quelles que soient les hypothèses les plus optimistes quant aux réserves encore inconnues, aux progrès techniques susceptibles d'être réalisés, à la découverte de produits de substitution et au recyclage des matériaux tant que la demande continuera à croître exponentiellement.

### **c. La pollution**

Les métaux et les combustibles utilisés ne sont jamais perdus. Leurs atomes sont redistribués et éventuellement dispersés sous forme diluée, et non immédiatement utilisable, dans l'air, le

sol et les eaux de notre planète. Les systèmes écologiques naturels peuvent en absorber une bonne part. Cependant, si ces déchets sont produits en très grandes quantités, les mécanismes naturels d'absorption peuvent être saturés. C'est ainsi que l'on retrouve le mercure dans l'organisme des poissons de mer, les particules de plomb dans l'air des villes, les coulées de pétrole sur les plages et des immondices dans les montagnes. Une autre grandeur exponentielle du système global intervient ici : **la pollution**. Tous les polluants qui ont pu faire l'objet de mesures, ont vu leur importance croître exponentiellement avec le temps. Les polluants issus de l'utilisation croissante de l'énergie, peuvent être estimés d'après le montant de la consommation individuelle moyenne d'énergie. Cette moyenne individuelle, à l'échelon mondial, augmentait de 1,3% par an. En tenant compte de la poussée démographique, on obtient un chiffre de 3,4% par an. Les auteurs notent que 97% de l'énergie utilisée dans les années 70 provenait de combustibles fossiles : charbon, hydrocarbures, gaz naturels. Brûlés, ces combustibles laissent échapper dans l'atmosphère, de l'anhydride carbonique (CO<sup>2</sup>), environ 20 milliards de tonnes par an. La loi de concentration de CO<sup>2</sup> dans l'atmosphère est également exponentielle (le taux d'accroissement moyen étant de 0,2%).

En vertu des lois de la thermodynamique, la majeure partie de l'énergie utilisée par l'homme est restituée au milieu ambiant sous forme de chaleur. Venant d'une source d'énergie autre que le rayonnement solaire, cette chaleur réchauffe l'atmosphère soit directement, soit par l'intermédiaire des fluides de refroidissement (généralement l'eau<sup>4</sup>). L'énergie nucléaire engendrerait, quant à elle, un autre type de polluant : les déchets radioactifs. L'anhydride carbonique, l'énergie thermique et les déchets radioactifs ne constituent que trois des éléments perturbateurs que l'homme introduit dans son environnement à un rythme exponentiel.

### 3. Les phénomènes de croissance à l'intérieur du système global

Les 5 grandeurs fondamentales (population, investissements, nourriture, ressources naturelles et non renouvelables, pollution) sont liées les unes aux autres par un réseau de relations et de boucles. Ainsi la population plafonne si la nourriture manque, augmenter la production de denrées alimentaires demande des investissements, la croissance des investissements implique l'utilisation de ressources naturelles, l'utilisation de ressources naturelles engendre des déchets polluants et la pollution interfère à la fois avec l'expansion démographique et la production alimentaire. Les auteurs du rapport se sont intéressés aux modes généraux de comportement du système population-investissements. Par modes de comportement, ils entendent « *les tendances aux variations des niveaux (population, pollution...) en fonction du temps. Une fonction peut croître, décroître, demeurer constante, osciller ou présenter successivement plusieurs de ces divers caractéristiques* » (1972, p 201). L'objectif est alors de déterminer lequel des modes de comportement est le plus caractéristique du système global lorsque l'on se rapproche des limites ultimes de la croissance.

#### **a. Le réseau des boucles**

De nombreuses interactions se produisent entre la population et les investissements. Une partie de la production industrielle est constituée par des matériels, matériaux ou produits utilisés à des fins agricoles : tracteurs, canaux ou conduites d'irrigation... Le montant des capitaux investis dans l'agriculture et la superficie des terres cultivées ont une influence marquante sur la quantité de nourriture produite. Le quota alimentaire individuel (quotient de la masse globale de nourriture produite par le chiffre de la population) agit sur le taux de mortalité. Les activités industrielles et agricoles peuvent toutes deux être cause de pollution (dans l'agriculture, il s'agit des polluants tels que les résidus de pesticides, DDT, engrais, dépôts salins résultant d'une irrigation inadéquate). La pollution peut avoir un effet direct sur

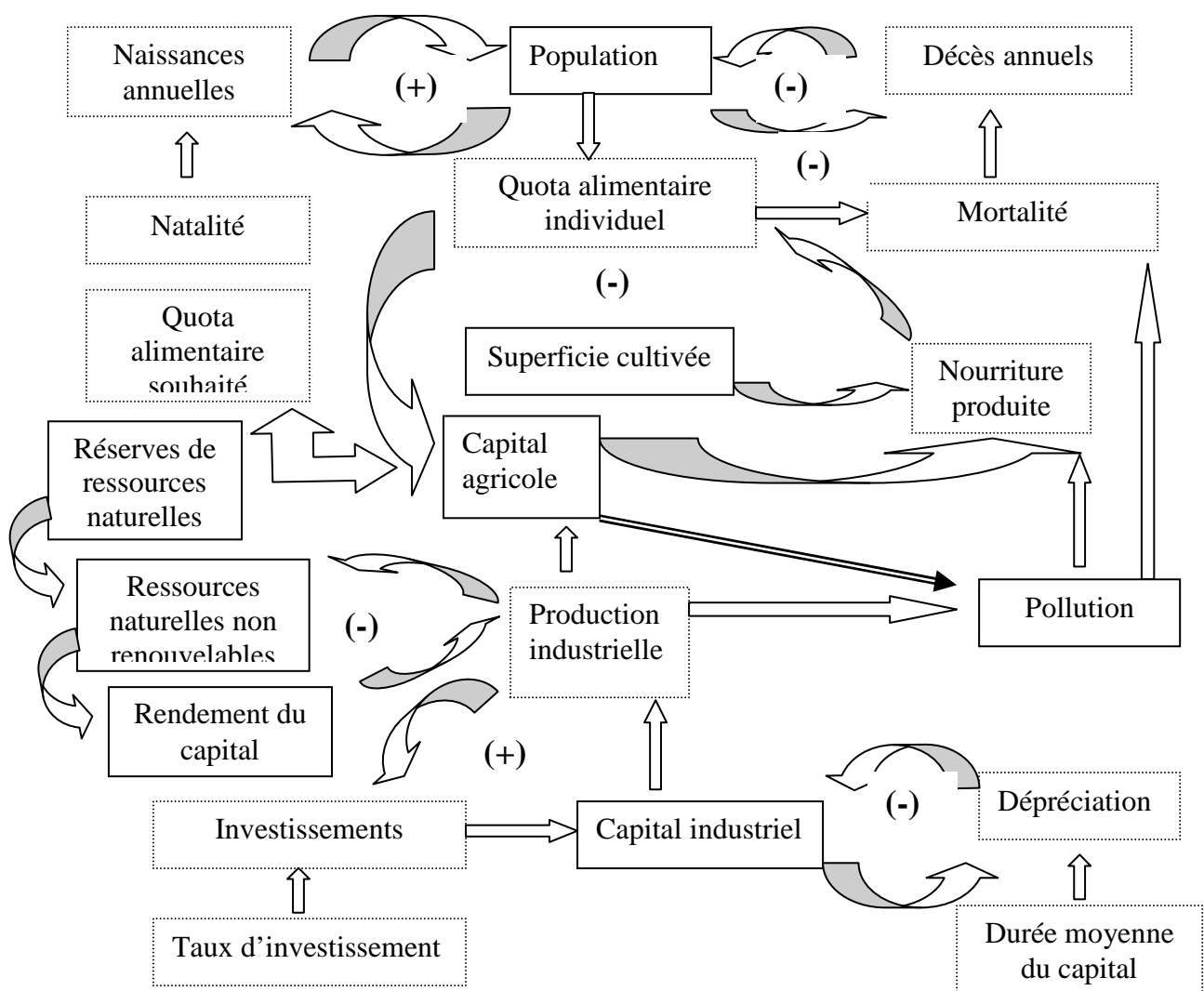
---

<sup>4</sup> Cette eau de refroidissement est généralement rejetée dans les rivières, on parle alors de pollution thermique.

la mortalité et aussi un effet indirect en ce sens qu'elle diminue la production agricole. La figure suivante insiste sur plusieurs boucles importantes.

Selon l'hypothèse *Ceteris Paribus*, un accroissement de la population entraînerait une diminution de la ration alimentaire individuelle moyenne, un accroissement du taux de mortalité et, en valeur absolue, du nombre des décès à l'intérieur de cette population, et pourrait conduire à une diminution de la population (boucle négative). Selon les auteurs du rapport, une autre boucle négative tend à contrebalancer les effets de la première : «*Si la ration individuelle tombe en deçà de la valeur souhaitée par la population, on aura tendance à accroître la fraction des investissements consacrés à l'agriculture, de sorte que la production agricole et par la suite la ration alimentaire individuelle pourront croître*». (1972, p 208).

Fig 4 : Boucles régissant la population, le capital, la production agricole et la pollution

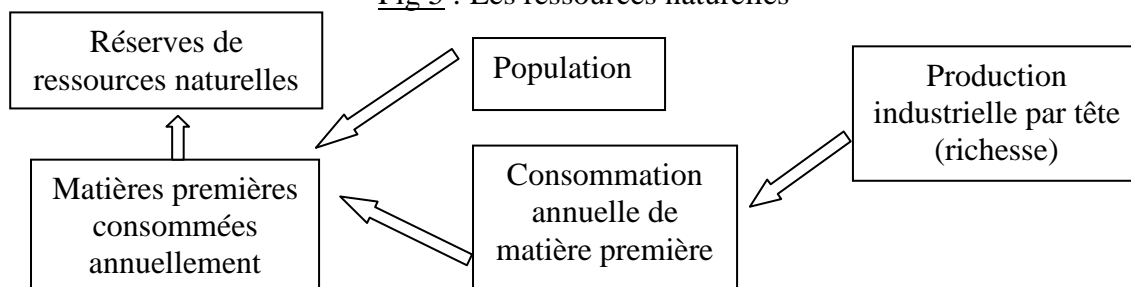


### b. Les hypothèses du modèle

Les auteurs du rapport Meadows ont cherché à évaluer les conséquences des variations de la population et des capacités de production sur différentes variables, en l'occurrence la consommation par tête de ressources naturelles. Il est possible de calculer la quantité de ressources naturelles consommées chaque année en multipliant le chiffre de la population par la consommation moyenne de chaque individu. Cette consommation moyenne n'est

naturellement pas une constante. Au fur et à mesure qu'une population s'enrichit, elle a tendance à consommer davantage par personne et par an.

Fig 5 : Les ressources naturelles



La relation entre la richesse (production industrielle par tête) et la demande de matières premières (consommation par individu) serait exprimée par une courbe non linéaire. L'historique de la consommation de l'acier et du cuivre aux Etats Unis semblerait confirmer le sens de cette relation. Au fur et à mesure que s'accroissait le revenu individuel moyen, la courbe de consommation s'élevait dans les deux cas, d'abord rapidement, puis lentement. Le palier final vers lequel tend la courbe signifierait que l'américain moyen aurait atteint le seuil de saturation de biens matériels. Les augmentations ultérieures de revenus seront toutefois de moins en moins consacrées aux biens de consommation de ce type, mais de plus en plus aux services lesquels consomment moins de ressources naturelles.

#### 4. Les conclusions du rapport

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'advient-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 : « *L'avenir de notre monde sera-t-il caractérisé par une croissance exponentielle suivie d'un effondrement ? Si nous nous contentons de l'hypothèse selon laquelle rien ne sera changé à la politique actuelle, cela deviendra une certitude* » (1972, p 234).

## C. La réponse des économistes néoclassiques au Rapport Meadows

A la logique explosive du rapport Meadows, les économistes opposèrent la prétendue vertu stabilisatrice des lois de l'offre et la demande. L'article de **Robert Solow** (1974), *The economics of Resources of the Resources of Economics*, **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 exprimer 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. En plus de l'efficacité, les auteurs néoclassiques, tel que Solow (1974) entendent garantir l'équité intergénérationnelle. Il suffit pour cela (d'après la règle d'Hartwick, 1977) que toutes les rentes issues de la gestion intertemporelle optimale de l'épuisement des ressources naturelles soient investies dans du capital reproductible qui doit se substituer aux ressources naturelles utilisées dans la production. Ainsi, l'idée qu'à long terme l'économie tend naturellement vers un sentier de croissance équilibrée s'est trouvée réaffirmée au milieu des années 70 face aux tenants de la croissance zéro.

### III. LE DEVELOPPEMENT DURABLE : ECONOMIE ET ECOLOGIE

Opposées dans les faits, mais étymologiquement très proches, les relations qu'entretiennent l'économie (la règle ou l'administration de la maison) et l'écologie (le discours ou la science de la maison), sont complexes et ambigus à la fois. Selon Karl Polanyi (1944) et Louis Dumont (1971), l'histoire de la discipline économique est animée par la volonté de quitter les champs du politique et de la morale dans lesquels elle plonge ses racines pour accéder à un domaine et à l'expression d'une logique propre (reconnaissance du bien fondé de l'enrichissement individuel et collectif, étude d'une institution : le marché). Du côté de l'écologie, celle-ci serait d'abord apparue sous la forme d'un discours scientifique traitant de l'interaction du vivant avec son milieu naturel. Ce ne serait qu'ensuite que l'écologie serait aussi devenue une idéologie (discours philosophique et politique) qui s'opposerait à l'exclusivité de l'ordre et de la rationalité économique, au développement anarchique de la société industrielle et à l'extension du modèle occidental à l'ensemble de la planète. Selon l'économiste René Passet (1979), l'économie met en œuvre des activités d'appropriation et de transformation de la nature (extraction d'énergie et de matière première, rejets d'effluents et de déchets). L'acte économique (production, consommation) a nécessairement une dimension écologique ; l'économiste ne peut faire autrement que d'avoir un discours sur la nature. Dans cette optique : une nouvelle théorie « économie écologique » contribuerait à la finition et à la modification du rapport des sociétés occidentales à la nature

Depuis les années 1990, les questions d'économie et d'écologie sont désormais inextricablement liées dans la définition et la mise en œuvre de ce que l'on désigne aujourd'hui sous le terme « **développement durable** ». 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.* » Compte tenu de ces contraintes, le développement durable appelle de profonds changements dans nos sociétés, en particulier en ce qui concerne leurs modes de production et de consommation. Dans notre souci d'apporter une dimension théorique au débat, nous présenterons dans un premier temps, deux courants de pensée qui ont réfléchi à la question du développement durable. Le premier courant de pensée se range sous la bannière de l'écologie industrielle (Frosch, Gallopoulos 1989 ; Erkman 1998). Le second courant de pensée, regroupe un certain nombre d'auteurs, comme Illich (1973, 1975), Gorz (1978, 1988) ou Georgescu-Roegen (1978, 1993), que l'on range dans les rangs de l'écologie politique ou dans ceux la bioéconomie. Dans un second temps, nous évoquerons le thème du développement durable en le replaçant dans le contexte des différents sommets de la terre (juin 1992 à août 2002). D'abord présenté comme une tentative pour concilier croissance et développement économique, il insiste aujourd'hui sur l'existence d'un nouveau modèle de gouvernance générant à la fois des perspectives économiques, sociales et écologiques. En s'étendant à de nombreux domaines - on parle d'agriculture durable, de gestion forestière durable -, le développement durable s'inscrit davantage dans le contexte de la durée plutôt que celui de l'effet de mode.

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

En insistant sur le fait que le développement durable pouvait trouver ses origines dans deux modèles alternatifs, celui de l'écologie industrielle et celui de l'écologie politique, nous serons amenés : 1° à présenter les points communs de ces deux approches, pour l'essentiel une ouverture aux enseignements de la science écologique et l'accent mis sur la nécessité de résoudre la crise environnementale ; 2° à étudier leurs divergences, si ces deux courants de pensée travaillent tous deux à la décroissance, les stratégies respectives qu'ils entendent mettre en œuvre sont radicalement différentes.

### 1. Les enseignements de l'écologie

L'écologie politique et l'écologie industrielle présentent un certain nombre de points communs. On peut y observer la même volonté affichée de vouloir changer le cours des choses, de rejeter les modèles analytiques standards dans le domaine économique et, comme l'écrit Erkman (1994), de porter un « *regard nouveau* » sur les activités économiques. Le recours à d'autres savoirs – à la thermodynamique et à la science écologique notamment – et à une démarche pluridisciplinaire y est un autre aspect de cette culture commune aux deux démarches. Cela leur permet de mettre l'accent sur les dimensions biophysiques de l'activité économique. C'est à partir de cette grille de lecture qu'elles ont toutes deux la volonté de réduire l'impact écologique des activités économiques.

#### **a. Un point de vue biophysique sur le système économique**

Qu'ils se qualifient de « politique » ou d'« industrielle », les deux courants considérés entendent trouver un certain nombre d'enseignements dans l'écologie, cette « *science carrefour* »<sup>5</sup> qui étudie les rapports et les processus qui rattachent les êtres vivants à leur environnement. Le biologiste et écologiste Barry Commoner (1971) a été l'un des premiers à

---

<sup>5</sup> Jean-Paul Deléage (1991, p 297) note que « (...) l'écologie conserve une spécificité, qui l'apparente d'ailleurs plus à la géographie qu'à toute autre science : placée au carrefour de savoirs sur la nature comme la biologie et les sciences de la planète, et de sciences humaines comme l'ethnologie ou l'économie, l'écologie est nécessairement polydisciplinaire. »



tenter de vulgariser certaines connaissances de la science écologique pour répondre à la crise de l'environnement qu'il décrivait par ailleurs. Ainsi, dans son ouvrage le plus connu, *The Closing Circle*, à la suite de la présentation de la Biosphère et des grands cycles biogéochimiques qui l'animent, Commoner édicte un certain nombre de principes.

**La première loi de l'écologie** stipule que « *Toutes les parties du complexe vital sont interdépendantes* ». Les systèmes écologiques sont des systèmes dynamiques qui évoluent grâce à l'interaction de nombreux éléments abiotiques et biotiques qui forment respectivement le biotope et la biocénose, cette dernière étant elle-même formée par un ensemble d'espèces associées en un réseau trophique. Ainsi, nous explique Commoner (1971), en tout système naturel, ce qui est rejeté comme déchet par un organisme est utilisé comme nourriture par un autre organisme. Pour comprendre la logique et les modes de régulation de ces structures complexes, 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 à la Forrester.

**La deuxième loi de l'écologie** enseigne que « *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. La matière et l'énergie ne sont ni créées ni détruites, les êtres vivants ne peuvent que les transformer. Cela veut dire, entre autres, que l'introduction de nouvelles substances dans les écosystèmes – le DDT, par exemple - aura nécessairement des conséquences sur l'organisation de ceux-ci, lesquelles sont rarement contrôlables et désirables.

**La troisième loi de l'écologie** précise enfin que « *La nature en sait plus long* », autrement dit, les hommes doivent user de beaucoup de précaution et de prudence avec ce qu'ils rejettent dans la nature.

Penser l'économie dans la suite de l'évolution de la vie est aussi un des objectifs de Nicholas Georgescu-Roegen (1966), un des premiers économistes contemporains à mettre l'accent sur l'importance des enseignements de la thermodynamique – tout particulièrement de son second principe - et de la biologie pour la science économique. Selon lui, même si la fonction de production néoclassique, représentation analytique standard, présente la production comme une relation technique entre des intrants et des extrants, elle ne décrit finalement aucune réalité physique. Rompant avec celle-ci, Georgescu-Roegen va mettre en avant la notion de « processus », à savoir une transformation contrôlée de la nature qui se déroule dans un certain contexte organisationnel. Sous son aspect biophysique, la production économique est une transformation de « basse entropie » en « haute entropie », et ce tant du point de vue de l'énergie que de la matière. Georgescu-Roegen dénonce ainsi l'idée selon laquelle les seules limites naturelles que rencontrerait le développement industriel résident dans l'énergie disponible pour le système de production. Pour bien marquer l'importance de cet aspect, il entendait faire de l'entropie matérielle la quatrième loi de la thermodynamique.

On trouve des idées très proches chez Robert Ayres et Allen Kneese (1969) et Allen Kneese, Robert Ayres et Ralph D'Arge (1970) qui ont développé les études des bilans matières en économie. C'est le premier principe de la thermodynamique – celui de la conservation de l'énergie – qui sert de guide à ce type d'approche. Selon ces auteurs, dans une économie fermée où il n'y a pas d'accumulation nette (sous forme d'usine, d'équipements, d'immeubles, etc.), la masse de rejets et de déchets de toute sorte produits par le système économique équivaut approximativement à la masse d'énergie et de matière utilisées par ce même système.

L'écologie industrielle s'inspire de ces mêmes conceptions et principes. Le mot d'ordre de ce courant de pensée est que, désormais, il convient que les modèles de l'organisme et de l'écosystème inspirent les chercheurs, les ingénieurs et les entrepreneurs. Il lui importe de promouvoir une approche holistique, « intégrée », des systèmes industriels, lesquels, comme les systèmes écologiques, sont traversés de flux énergétiques et matériels. Suren Erkman (1998, p 22) résume ce point de vue : « *Le substrat biophysique du système industriel, c'est-à-dire la totalité des flux et des stocks de matière et d'énergie liés aux activités humaines, constitue le domaine d'étude de l'écologie industrielle, par opposition aux visions usuelles, qui considèrent l'économie essentiellement en termes d'unités de valeur immatérielle* ».

## **b. La problématique environnementale et la question du développement durable**

Dans cette optique biophysique, les répercussions sur l'environnement - ce que les économistes désignent habituellement comme des externalités - ne peuvent être considérées que comme des conséquences normales de l'activité économique. Ivan Illich (1975) et Allen Kneese *et al.* (1970) avaient déjà respectivement mis en exergue ce point important. On retrouve cette conception chez les tenants de l'écologie industrielle : « *le point essentiel dans la perspective de l'écologie industrielle, écrit ainsi Suren Erkman (1998, p 55), réside dans le fait que les principaux flux de substances toxiques ne résultent pas d'accidents spectaculaires, mais d'activités de routine : industries, agriculture, occupations urbaines, consommations de produits divers.* »

Si les modifications de l'environnement sont inévitables, les différentes activités et les diverses techniques de production n'ont pas pour autant les mêmes impacts. Pour Commoner (1971, p 17), comme pour d'autres écologistes, les problèmes d'environnement contemporains trouvent d'abord leur origine dans des « *erreurs de la technologie productive et des arrière-plans scientifiques.* » Au-delà de l'énergie nucléaire, ce sont les industries chimiques qui sont mises en cause. L'important, pour nombre d'écologistes, est de souligner que c'est à la réussite de certains développements et solutions techniques de l'industrie - et non à leur échec - que l'on doit des dégradations et des destructions de la nature. Dès lors, selon Commoner (1971, p 282), il convient de se sortir de ce faux pas technologique : « *les technologies actuelles, [écrit-il], devraient être entièrement remodelées et transformées pour s'adapter, dans toute la mesure du possible, aux nécessités écologiques ; et dans l'industrie, l'agriculture et les transports, la plupart des entreprises actuelles devraient être réorganisées en fonction de ces nouveaux objectifs.* ».

Le thème du « **développement durable** » ne va apparaître qu'au tournant des années 80, mais cet objectif est déjà annoncé par la littérature écologiste. Commoner (1969) se demande : quelle terre laisserons-nous à nos enfants ? Schumacher (1973, p. 33) recommande d'« *étudier l'économie du durable* », c'est-à-dire la poursuite à longue échéance d'une croissance qui ne peut être illimitée. En ce qui concerne Georgescu-Roegen (1978, p. 374), même si, quand elle se sera répandue, il dira ne pas aimer l'expression *sustainable development* (Georgescu-Roegen, 1993), il n'en dénonce pas moins le fait que la définition de l'économie politique traditionnelle ne précise pas qu'elle « *considère l'administration des ressources rares seulement pendant l'horizon économique d'une génération.* ». A l'inverse, il entend définir un « **programme bioéconomique** » qui concerne l'affectation des ressources dans l'intérêt, non pas d'une seule génération, mais de toutes les générations. L'idée de soutenabilité est aujourd'hui clairement affichée par les tenants de l'écologie industrielle [Ayres (1993), Graedel (1996)]. Il s'agit, pour reprendre le sous-titre de l'ouvrage de Suren Erkman (1998), de « *mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle.* » L'écologie industrielle se présente comme une approche soucieuse de donner un contenu opérationnel à la notion de développement durable.

## 2. Des stratégies divergentes pour un développement durable

La connaissance des enseignements de la science écologique conduit à ne plus pouvoir considérer la croissance économique en dehors de la dynamique des systèmes écologiques. L'écologie politique et l'écologie industrielle appellent à rompre avec le système productiviste. Ivan Illich (1973) ou Suren Erkman (1998) soulignent ainsi la nécessité de dissocier l'accroissement du bien-être des sociétés, d'une part, et l'accroissement de la production et des consommations énergétiques et matérielles, d'autre part. Toutefois la façon de mettre en oeuvre cette « décroissance » diverge fortement quand on considère les stratégies avancées respectivement par l'écologie industrielle et l'écologie politique.

### **a. Les défis techniques de l'écologie industrielle**

Depuis son origine, la thermodynamique a toujours travaillé à rapprocher et comparer les systèmes techniques et les systèmes vivants. Elle a appris aux hommes à concevoir la machine (à vapeur, en particulier) comme un organisme et l'organisme comme une machine. La même opération de pensée s'est déroulée avec le développement de l'écologie systémique. Rien de très étonnant donc à vouloir aujourd'hui « *envisager le système industriel comme un cas particulier d'écosystème* » (Erkman, 1998, p 9), ainsi que le recommandent les partisans de l'écologie industrielle.

- Le premier temps de cette démarche analogique est descriptif. L'écologie industrielle entend considérer tout processus de production dans sa totalité, avec tous ses intrants et ses extrants, qu'ils soient de nature énergétique ou matérielle. On retrouve là l'esprit des analyses en termes de bilans matières développées par Ayres, Kneese (1969), et Kneese, Ayres et D'Arge (1970) qui appelaient à l'élaboration d'une théorie des résidus, des déchets, de leur production et de leur circulation, une théorie des « maux » (*bads*) symétrique de la théorie de l'échange des « biens » (*goods*) qui existe déjà, permettant, d'une part, de rendre compatible le fonctionnement du système industriel avec celui de la biosphère et, d'autre part, de limiter les gaspillages. La métaphore aidant, et compte tenu des transformations, tant qualitatives que quantitatives, qui s'opèrent durant la production, les auteurs vont s'efforcer d'étudier ce qu'ils désignent comme le « **métabolisme industriel** » (Ayres, 1989) des différents systèmes étudiés (usine, agrosystème, ville, etc.). C'est un système de comptabilité biophysique, aussi bien en termes de stocks que de flux, qui doit ainsi être mis sur pieds.

- Le deuxième temps de la démarche est prescriptif. L'idée affichée par les tenants de l'écologie industrielle est de trouver des modèles dans la nature et de les copier. Ainsi, Froesch et Gallopoulos (1989, p106) avancent qu'un « *écosystème industriel* » devrait, tant que faire se peut, fonctionner comme un écosystème biologique. Dans la pratique, il s'agit d'en finir avec un système industriel essentiellement « extractiviste » et de développer davantage le bouclage des flux et le recyclage des matières et éléments qui traversent le système économique ou qui sont créés par le processus de production des biens et des services. Les industriels doivent procéder à une optimisation des consommations énergétiques et matérielles, à une minimisation des déchets et à la réutilisation des rejets pour servir de matière première à d'autres processus de production et à d'autres activités économiques. La « **synergie de Kalundborg** », située au Danemark, est l'exemple qui sert généralement à illustrer cette nécessaire interdépendance et le bouclage des flux entre plusieurs processus de production mis en oeuvre par différentes entreprises. Froesch (1995, p 149) la décrit comme un « *écosystème industriel modèle* ». L'idée est de s'efforcer ne pas créer des déchets à la source plutôt que de devoir les traiter et les éliminer ensuite.

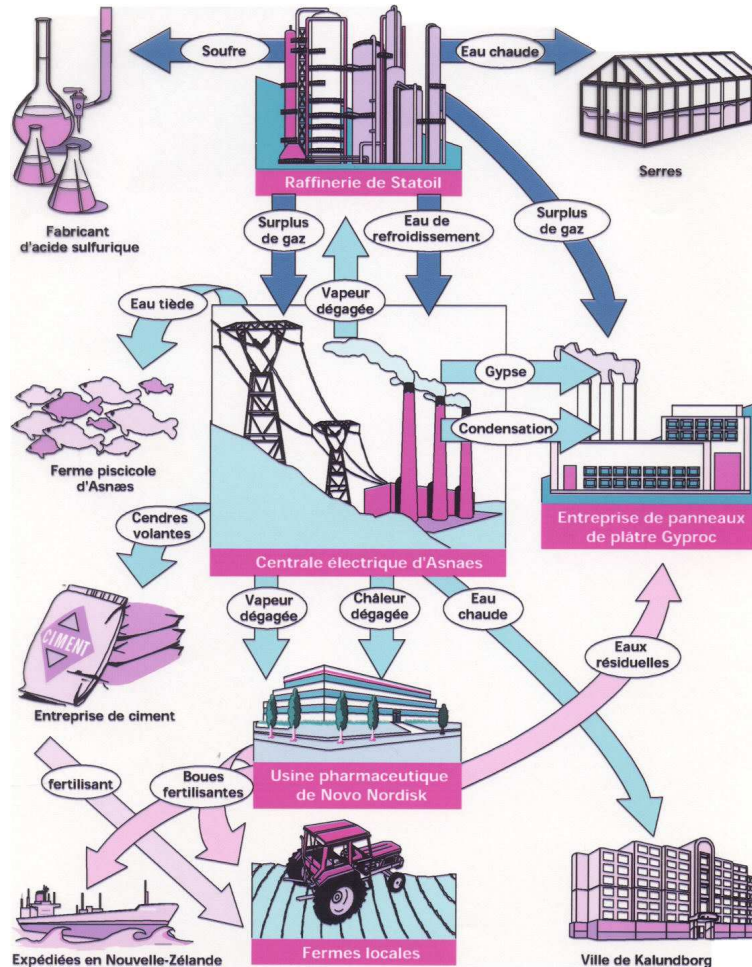
### **Illustration : Kalundborg et l'écologie industrielle**

Kalundborg est une petite ville industrielle située à une centaine de kilomètres à l'ouest de Copenhague. Dans les années 1950, s'y installent une raffinerie de pétrole et une centrale électrique. Comme toutes les centrales, celle-ci produit des quantités impressionnantes d'eau chaude, mais cette eau n'est pas rejetée dans l'environnement : elle entre dans un processus de "cogénération", c'est-à-dire de réutilisation en vue d'assurer le chauffage de divers usagers – une idée qui tend à s'imposer aujourd'hui, mais qui passait pour très avant-gardiste à l'époque. Puis d'autres partenaires industriels s'installent à Kalundborg et prennent l'habitude d'échanger entre eux les déchets de leurs activités, au point que les responsables de la zone industrielle finissent par réaliser qu'une véritable symbiose s'est instaurée entre les diverses usines du site. Celles-ci sont aujourd'hui au nombre de cinq, reliées entre elles, sur quelques centaines de mètres, par un dense réseau de pipelines permettant les échanges. Au centre du dispositif, la plus grande centrale électrique du Danemark, alimentée au charbon et qui emploie 600 personnes. Tout près, la plus grande raffinerie de pétrole danoise, avec ses 250 employés. Puis à proximité, une usine de biotechnologie, l'une des principales productrices mondiales d'enzymes industrielles et de médicaments obtenus par transgénèse bactérienne, notamment l'insuline : 1.200 personnes y travaillent. A quelques centaines de mètres, une société suédoise produit des panneaux de construction en gypse; elle compte 175 collaborateurs. Enfin, tout naturellement, la ville de Kalundborg est entièrement chauffée par la vapeur fournie par la centrale électrique.

Ce système de partenariat croisé fonctionne sur le modèle de la nature : rien ne se perd, tout se transforme. Les échanges d'eau et de vapeur constituent l'élément central de la symbiose industrielle de Kalundborg. On dénombre dix-neuf flux d'échanges entre les partenaires. La raffinerie fournit de l'eau usée pour refroidir la centrale électrique qui vend à son tour de la vapeur à ladite raffinerie, à la ville de Kalundborg, mais aussi à l'entreprise de biotechnologie pour fonctionnement des fermenteurs; elle vend aussi de la vapeur à l'usine de panneaux de construction et de l'eau chaude à une ferme d'aquaculture qui élève près de là des turbots. Soucieuse de désulfurer ses émissions gazeuses – l'une des principales causes de la pollution de l'aire en milieu industriel – la centrale a mis en service en 1990 une installation de désulfuration. Les gaz de combustion barbotent, avant d'être rejetés, dans un lait de chaux, ce qui donne du gypse, aussitôt transporté par camions jusqu'à l'entreprise voisine où il sert de matière première à la fabrication de panneaux de construction. Du coup, cette société a cessé d'importer du gypse naturel, jusqu'alors en provenance d'Espagne, réduisant du même coup ses charges de transport. Le bilan chiffré de cette étonnante symbiose industrielle ... (profit annuel résultant de l'économie des ressources et de la vente des déchets) ... est évalué à 10 millions de dollars." Ce fameux exemple de symbiose, concernant des déchets industriels et non ménagers, prouve avec éclat les potentialités de recyclage et de valorisation existantes tant pour des matières volatiles (gaz) que solides. Il est clair qu'une pareille mise en œuvre nécessite presque un changement d'état d'esprit qui, sans remettre en cause le principe de la rentabilité financière – gage de viabilité à long terme de toute activité économique – bouleverse néanmoins l'ordre des priorités qu'une entreprise se fixe habituellement : l'analyse d'impact environnemental, l'appel à candidature pour la recherche de partenaires intéressés par des échanges de matières deviendraient des éléments au moins aussi importants que le coût de la main-d'œuvre ou que la rémunération de l'actionnaire. De tels partenariats supposent d'agir à long terme, ce qui est souvent contradictoire avec les stratégies industrielles à courte vue. Tel est le défi du Corporate Social Responsibility (CSR = responsabilité sociale de l'entreprise) !

Extrait de l'ouvrage de Jean-Marie Pelt (2000), *La Terre en héritage*, éditions Fayard.

## La symbiose industrielle de Kalundborg



Dans l'ensemble, les modifications organisationnelles du système économique qui sont prônées par l'écologie industrielle concernent les processus et les sites de production. Ce sont les entreprises qui, à l'aide du progrès technique, vont modifier leurs normes de production, en ayant recours au recyclage et à la « dématérialisation » de certains produits. Certes, certains auteurs sont bien conscients que les attitudes du public doivent changer en matière de consommation mais, pour l'essentiel, ainsi que l'écrivent Frosch et Gallopoulos (1989, p.114), cela doit se traduire par des efforts accrus de la part des consommateurs en matière de ramassage et de tri sélectif des déchets ménagers. De son côté, dans la société post-industrielle qu'il entrevoit, Suren Erkman (1998, p. 129) entend bien que l'utilisateur de service doit, à terme, remplacer le travailleur consommateur. Mais les analyses menées en ce sens tournent vite court. Ainsi, c'est de manière fort symptomatique, nous semble-t-il, que le même Erkman (1998:64), quand il s'interroge au sujet de l'éco-compatibilité de la production de jus d'orange, note que « *L'autre option, peu vraisemblable, supposerait une baisse de la consommation de jus d'orange...* » Nous allons voir que c'est précisément dans cette direction que certains penseurs de l'écologie politique ont développé leurs réflexions.

### b. L'écologie politique et l'auto-limitation des besoins

La bioéconomie développée par Georgescu-Roegen, est une des sources d'inspiration de l'écologie industrielle. Pour résumer les conclusions auxquelles son analyse bio-entropique l'a mené, on pourrait faire écho au *Halte à la croissance* du rapport Meadows (1972) ou à l'ouvrage *Demain la décroissance* édité par Jacques Grinevald et Ivo Rens (1995). Pour organiser celle-ci, Georgescu-Roegen (1975, p 132) nous dit que « *L'innovation technique a*

*certainement un rôle à jouer dans ce sens. Mais il est grand temps pour nous de ne plus mettre l'accent exclusivement – comme tous les programmes l'ont fait jusqu'ici - sur l'accroissement de l'offre. La demande peut aussi jouer un rôle et même, en dernière analyse, un rôle plus grand et plus efficace.* » Quelques années plus tard, Georgescu-Roegen (1978, p 376) écrira : « *Le plus simple et aussi le plus ancien principe économique veut que, dans toute situation où les ressources deviennent de plus en plus rares, une sage politique consiste à agir en premier lieu sur la demande.* » Plus précisément, à la lecture de son « **programme bioéconomique minimal** », on comprend que Georgescu-Roegen (1975) en appelle à une réduction de la consommation marchande des individus par le rejet des gadgets, de la mode et des objets inutiles.

Cette idée rejoint celle de certains penseurs de l'écologie politique, tels Ivan Illich (1973, 1975) ou André Gorz (1988, 1991), qui mettent en avant la nécessité de repenser la notion de besoin et de réfléchir à l'élaboration d'une norme du « suffisant ». Cette auto-limitation des besoins des consommateurs doit se faire à partir d'un certain nombre de renoncements, et non de sacrifices, note André Gorz (1991). Illich et Gorz en appellent ainsi à la découverte d'une « *austérité joyeuse* », entendons un modèle de société où les besoins sont réduits, mais où la vie sociale est plus riche parce que plus conviviale. Cette recherche sur le libre épanouissement des individus oblige aussi à considérer de manière critique les liens qui unissent le productivisme et le travail, lequel est le mode de socialisation le plus important de la société industrielle. Beaucoup de biens et de services, comme le note André Gorz (1988, p. 64), sont « *compensatoires* ». D'une part, la consommation d'objets, lorsqu'ils sont superflus ou contiennent un élément de luxe, va symboliser l'évasion de l'acheteur de l'univers strict de la rationalité économique. D'autre part, nous explique Gorz (1991, p. 169), « *plus vous consacrez du temps au travail rémunéré, plus vous avez tendance à consommer des marchandises, mais aussi des services marchands, car le temps ou les forces vous manquent pour faire des choses par et pour vous-même.* » Dès lors, selon les penseurs de l'écologie politique, pour rompre avec cette logique et pour que s'opère une libération dans la sphère de la consommation, il faut introduire du choix dans le travail des individus. Il faut que le niveau des besoins et le niveau des efforts à consentir dans le domaine du travail soient proportionnés et déterminés conjointement. De manière générale, il s'agit de redéfinir les frontières de la sphère de la rationalité économique et des échanges marchands. Les activités économiques doivent décroître, selon Gorz (1991), tandis que les activités non régies par le rendement et le gain doivent se développer.

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

La notion de développement durable fait l'objet depuis près d'une vingtaine d'années d'un vif débat au sein de la communauté scientifique, économique et politique. Initié lors du 1<sup>er</sup> Sommet de la Terre en juin 1992, le développement durable, *sustainable development* en anglais, a pris une nouvelle dimension lors du sommet mondial de Johannesburg qui s'est déroulé en août 2002. Signe de ce succès, le gouvernement français a rebaptisé son ministère de l'environnement, ministère de l'écologie et du développement durable. Le développement durable, défini dans le cadre du Rapport Brundtland (1987), est « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ». Si le développement durable a souvent été présenté comme une tentative pour concilier croissance et développement économique, il insiste aujourd'hui sur l'existence d'un nouveau modèle de gouvernance générant à la fois des perspectives économiques, sociales et écologiques. En s'étendant à de nombreux domaines (on parle désormais d'agriculture durable, de gestion forestière durable), le développement durable s'inscrit davantage dans le contexte de la durée plutôt que celui de l'effet de mode.

## 1. Le développement durable, une tentative pour concilier croissance et développement

### **a. De la mesure de la croissance et du développement...**

Le taux de croissance du Produit Intérieur Brut par tête est un agrégat quantitatif et monétaire servant à mesurer la croissance économique. Durant les années 80, cet indicateur a été critiqué par de nombreux auteurs dont le prix Nobel Amartya Sen. L'IDH (indice de développement humain) est ainsi apparu comme un moyen d'intégrer des indicateurs qualitatifs à des indicateurs quantitatifs : c'est ainsi que le taux de scolarisation des enfants, le taux de natalité... ont pris une place importante dans l'analyse, notamment transversale de la croissance. La notion de développement a été ainsi associée à la notion de croissance. Les travaux de François Perroux, illustrent cette relation en rappelant que le développement économique est « *la combinaison des changements mentaux et sociaux d'une population qui la rendent apte croître cumulativement et durablement, son produit réel global* ». Le taux de croissance du PIB se trouve ainsi lié à des transformations qualitatives de la société dans les domaines économiques (production, consommation de masse), sociaux (taux de scolarisation, santé publique...), démographiques (pyramide des âges, taux de natalité...) et écologiques (épuisement des ressources naturelles, pollution...).

### **b. au concept de développement durable**

La notion de développement durable a repris à son compte l'ensemble de ces transformations. Elle repose ainsi sur trois piliers : *un pilier économique*, le développement durable ne doit pas compromettre le progrès économique en limitant l'initiative et l'innovation ; *un pilier social*, le progrès économique doit être accompagné d'un progrès social appréhendé par la qualité des services de santé, de logement... ; et *un pilier écologique*, la préservation et la valorisation des milieux naturels devient une nécessité pour l'avenir. Aux longs débats qui consistaient à internaliser ou à externaliser l'environnement : l'épuisement des ressources naturelles et la responsabilisation des actes humains (problèmes écologiques des années 80-90, effet de serre, déforestation) sont venus modifier notre perception du progrès économique et social. Le développement durable leur a associé une condition supplémentaire : la satisfaction des besoins présents ne doit pas se faire au détriment des besoins futurs ; en d'autres termes, la croissance et le développement économique doivent respecter un équilibre inter-générationnel.

### **c. Un concept qui recouvre cependant de larges dimensions**

Le développement durable rappelle qu'à long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable. Il se trouve donc à la confluence de considérations sociales, économiques, environnementales débouchant sur des engagements politiques, éthiques et philosophiques forts : importance de l'écologie (le processus de développement doit se faire à un rythme compatible avec celui de l'évolution du milieu naturel) ; la notion de citoyenneté (ensemble des devoirs et des obligations, donc des responsabilités de celui qui habite dans la cité) ; de commerce équitable, (commerce alternatif à la mondialisation des échanges et qui vise à rémunérer davantage les petits producteurs des pays en développement), d'éthique (ensemble de valeurs morales reconnues par tous, codes de conduite volontaires), de charte de développement durable (ensemble de mesures - réunies au sein d'un document écrit - que les différents signataires s'engagent à respecter), le principe de précaution (principe qui vise, dès qu'un risque existe, à prendre les mesures qui s'imposent en vue de protéger la population, l'environnement ... )

## 2. Le développement durable, un nouveau modèle de gouvernance ?

Le développement durable est devenu un enjeu pour tous les acteurs de la scène économique. Il fait parti des débats internationaux relatifs à la protection et la préservation de l'environnement, et est intégré de plus en plus dans les stratégies d'entreprises. L'opinion publique, les marchés financiers, les pouvoirs publics font d'ailleurs de plus en plus pression sur les entreprises afin qu'elles communiquent sur leurs engagements en matière de développement durable. Au-delà de ces clichés, il convient cependant d'ajouter que ce nouveau modèle de gouvernance insiste notamment sur le constat que les autorités internationales, les pouvoirs publics, les entreprises et la société civile vont devoir travailler main dans la main afin de réconcilier trois mondes longtemps opposés : l'économie, le social et l'écologie.

### a. Un nouveau modèle de gouvernance à l'échelon mondial

Suite à la conférence de Rio (1992), la plupart des Etats se sont engagés à **élaborer une stratégie nationale de développement durable**. Le développement durable impose des changements structurels en profondeur. Il faut rééquilibrer les pouvoirs entre les priorités économiques et les impératifs sociaux et écologiques. Ceci passe par :

- L'instauration d'une nouvelle pratique des décisions gouvernementales. Les décisions politiques sont encore trop souvent calculées à court terme, pour répondre à des intérêts économiques particuliers sans tenir compte de l'impact à long terme pour l'ensemble de la population.

- Le rééquilibrage des forces économiques entre les pays du Sud et du Nord. Les pays en voie de développement sont trop endettés et freinés dans leurs échanges commerciaux pour consacrer l'énergie et les moyens suffisants à l'éducation, la santé et la protection de l'environnement. L'annulation de la dette extérieure publique du Tiers-Monde, l'application d'une taxe de type Tobin sur les mouvements financiers et l'abandon des politiques d'ajustement structurels font partie des projets de développement durable.

- La création d'une institution internationale chargée de faire respecter les obligations souscrites par les Etats. À l'instar de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) qui gère les échanges commerciaux, il faudrait une Organisation Mondiale de l'Environnement pour gérer les problèmes écologiques. On peut citer ici le projet « *Global Compact* » de Kofi Annan, secrétaire de l'Organisation des Nations Unis. Il s'agit de réunir un maximum d'Etats et d'acteurs économiques s'engageant à respecter une liste de 9 principes de bonne conduite : respects des Droits de l'Homme ; interdiction du travail forcé et du travail des enfants ; développement d'une politique d'environnement ; recherche de techniques moins polluantes...

- Une implication de tous les groupes socio-économiques. La réalisation effective des objectifs du développement durable, ne peut aboutir que si l'ensemble des acteurs de la société agit en commun : les entreprises privées, publiques, les associations, les ONG, les syndicats et les citoyens. C'est ainsi que IKEA, BP et Carrefour travaillent avec les ONG pour la préservation de la population proche des sites industriels et de la biodiversité.

Lors du Sommet de Rio, en juin 1992, les Etats présents (182) ont adopté ***l'Agenda 21, c'est-à-dire un programme de 2 500 actions*** à mettre en œuvre au niveau international. Un *programme des Nations unies pour l'environnement* (PNUE) a également vu le jour



## **b. L'Europe et la mise en place des instruments du développement durable**

A l'occasion du Conseil européen de Göteborg (juin 2001), l'Union européenne a adopté une stratégie de développement durable et une dimension environnementale a été ajoutée au processus de Lisbonne sur l'emploi, la réforme économique et la cohésion sociale. Le Conseil européen a également proposé une liste ouverte d'indicateurs, constituant la base de réflexion pour le choix des sept indicateurs relatifs. Quatre groupes d'indicateurs ont ainsi été proposés (COM 2002 – 524):

Groupe 1 : émissions totales de gaz à effet de serre, émissions par habitant, par secteur et par unité de PIB ; consommation énergétique par mode de transport ; exposition de la population urbaine à la pollution atmosphérique (ozone, particules) ; émissions de polluants atmosphériques (précurseurs de l'ozone, particules et dioxyde de soufre) ; durabilité de la pêche pour des espèces sélectionnées ; superficie consacrée à l'agriculture biologique.

Groupe 2 : intensité des transports par rapport au PIB ; répartition modale des transports (dépendance des transports de marchandises par rapport à la route et des transports de passagers par rapport aux voitures) ; déchets municipaux collectés, mis en décharge, incinérés ; taux de recyclage des matériaux sélectionnés (papier, carton, verre) ; concentration de nitrates et des phosphates dans les rivières ; zones protégées à des fins de diversité biologique ; bilan azoté (relation entre les apports d'azote dans les sols et les prélèvements d'azote des sols découlant des activités de culture et de pâturage).

Groupe 3 : investissements dans les infrastructures de transport par mode (passagers et fret) ; taux de recyclage de matériaux sélectionnés ; production de déchets dangereux ; rejets de substances polluantes (fertilisants, matières organiques, produits chimiques) dans l'eau ; qualité de l'eau de distribution ; consommation d'eau par secteur économique ; productivité des ressources naturelles ; consommation des pesticides ; évolution des fertilisants.

Groupe 4 : exposition de la population à des seuils élevés de nuisances sonores provenant des transports ; durée et longueur moyennes des trajets par personne, par mode de déplacement et par objet du déplacement ; internalisation des coûts externes dans le secteur des transports ; exposition et consommation des produits chimiques toxiques ; prévention de la production de déchets ; taux de valorisation des matériaux sélectionnés ; intensité d'utilisation des matières premières ; diversité biologique ; contamination et érosion des sols ; autres indicateurs potentiels dans le domaine de la santé publique.

En décembre 2005, la Commission européenne a fixé les orientations de l'action de l'UE pour les 25 années à venir en vue d'une utilisation plus efficace et plus durable des ressources naturelles tout au long de leur cycle de vie (COM 2005 – 670). Le but de cette stratégie est de réduire les impacts environnementaux négatifs engendrés par l'utilisation des ressources naturelles (épuisement et pollution) tout en respectant les objectifs fixés lors du Conseil européen de Lisbonne en matière de croissance économique et d'emploi. Cette approche a pris la forme d'une politique intégrée des produits (prise en compte de l'environnement dès l'achat des inputs) et d'un plan d'actions pour les écotecnologies<sup>6</sup> (COM 2004 – 38). La Commission a adopté dans le même temps une stratégie sur la prévention et le recyclage des déchets. Actuellement près de 49% des déchets municipaux de l'UE sont mis en décharge, 18% sont incinérés et 33% sont recyclés ou compostés. Même si le recyclage et l'incinération progressent, les quantités de déchets mis en décharge ne cessent d'augmenter (certaines substances, mercure, cadmium, sont particulièrement dangereuses et polluantes)

---

<sup>6</sup> En 2006, le domaine des écotecnologies représentaient 2.1% du PIB de l'UE et 3.5 millions d'emplois (COM 2007 – 162).

### **c. Les entreprises, au cœur du dispositif**

Le développement durable traduit la responsabilité à la fois économique, sociale et environnementale (on parle également de **responsabilité sociétale**) des entreprises. Ces dernières doivent ainsi s'engager publiquement à respecter des codes de bonne conduite édités de manière interne (en mettant en place en 2000 une charte de développement durable, Monoprix a contribué au lancement des produits alimentaires « Max Havelaar » issus du commerce équitable) ou par les organismes certificateurs (Afnor en France), les pouvoirs publics (Charte de l'environnement en France), les ONG et les autorités internationales (la Commission Européenne a édité en 2001 un livre vert sur la responsabilité sociale des entreprises). La communication est importante, toutefois elle pose le problème de la récupération opportuniste, comment faire en effet la différence entre un acte altruiste de mécénat et une politique intéressée de sponsoring ? Par ailleurs, ces conduites vertueuses sont souvent dictées par le souci de ne pas se mettre les consommateurs à dos.

### **d. La pression de l'opinion publique et des ONG**

Les ONG relayés par l'opinion publique s'engagent de plus en plus en faveur du développement durable. Le collectif « *De l'éthique sur l'étiquette* » a ainsi poussé plusieurs entreprises à adopter un code de bonne conduite et à accepter un contrôle indépendant (il diffuse chaque année un carnet de notes permettant de comparer les avancées des différentes enseignes en matière de responsabilité sociale, il soutient également la mise en place de relations commerciales plus justes avec les pays en développement). Le commerce équitable traduit la responsabilité morale du citoyen vis à vis des petits producteurs des pays en développement (prix de vente plus élevé afin de permettre une meilleure rémunération des producteurs). Il fait également figure d'alternative à la mondialisation et au développement des inégalités économiques et sociales. Le développement durable a également généré l'apparition d'agences de notation sociale, des fonds éthiques et des investissements socialement responsables (ISR : les produits financiers doivent être investis dans des entreprises reconnues comme éthiquement responsables). Les sociétés sont évaluées en fonction de leur efficacité économique et financière, mais également à partir de critères environnementaux (prévention des risques industriels ; recherche de solutions aux problèmes de pollution) et sociaux (respect des normes sociales, ISO 8000 relatives aux conditions de travail ; non-discrimination raciale, refus d'investir dans les pays non respectueux de la démocratie. Les pouvoirs publics ont enfin intégré la dimension du développement durable dans une série de lois et de décrets. La loi sur les Nouvelles Régulations Economiques (NRE) du 15 mai 2001 oblige les sociétés cotées à préciser dans les rapports annuels, un volet social et environnemental. La loi du 19 février 2001 sur l'épargne salariale prévoit que les gérants tiennent compte de considérations sociales, environnementales ou éthiques dans leurs choix de placements.

## **Conclusion**

Si la question de l'environnement et des ressources naturelles a toujours intéressé au plus haut point les économistes, elle est également restée longtemps rattachée aux travaux sur la croissance. Dans le cas des ressources naturelles, Hotelling introduira une relation entre le taux d'extraction du minerai, le prix de vente de ce dernier et la structure de marché (monopole, concurrence). Dans le cas de l'économie de l'environnement, les économistes néoclassiques introduiront la fonction de production à deux facteurs (capital et travail ; la terre et les ressources naturelles, considérées comme abondants n'apparaissent plus dans cette fonction) et s'appuieront sur la notion d'effets externes (exemple de la pollution). Solow

insistera sur la relation de substituabilité entre les facteurs de production (amenant à remplacer le facteur coûteux, ici le prix des matières premières par un facteur moins coûteux). La notion de développement durable fait donc suite à un long débat qui consistait à internaliser ou externaliser l'environnement. L'épuisement des ressources naturelles (rapport Meadows) et la responsabilisation des actes humains (problèmes écologiques dus à l'effet de serre et à la déforestation) sont venus modifier notre perception du progrès économique et social. Le développement durable leur a associé une condition supplémentaire : la satisfaction des besoins présents ne doit pas se faire au détriment des besoins futurs. Croissance et développement économique doivent ainsi respecter un équilibre inter-générationnel.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARDE J.P (1997), « Environnement : les instruments économiques sont-ils efficaces ? », *L'observateur de l'OCDE*, n° 204, février-mars.
- BEAUMAIS O., CHIROLEU-ASSOULINE M. (2001), *Economie de l'environnement*, Bréal.
- BONNIEUX F., RAINELLI P. (1991), *Catastrophe écologique et dommages économiques*, Economica.
- BROWN L. (1992), *Le Défi Planétaire*, Sang de la Terre.
- CAHIERS FRANÇAIS (2002), Enjeux et politiques de l'environnement, *La documentation française*, jan-fev, n° 306.
- CAHIERS d'ECONOMIE ET DE SOCIOLOGIE RURALES (1996), *Economie de l'environnement*, n°39-40.
- CHANEL A. (1993), De l'émergence de la question environnementale aux recherches en économie de l'environnement, *DEES*, n° 94, décembre, pp. 5-16.
- CLUB DE ROME, (1972), *Le rapport Meadows : Halte à la croissance*, trad française, Fayard.
- COM (2007), « Rapport concernant le plan d'action en faveur des écotecnologies 2005 – 2006 », *COM 2007 – 162, Journal officiel C 181 du 3 août*, 2 p.
- COM (2005), « Stratégie thématique sur l'utilisation durable des ressources naturelles », *COM 2005 – 670, non publié au JO*, 21 décembre, 3 p.
- COM (2005), « Mise en œuvre de l'utilisation durable des ressources : une stratégie thématique pour la prévention et le recyclage des déchets », *COM 2005 – 666, non publié au JO*, 21 décembre, 4 p.
- COM (2004), « Promouvoir les technologies eu service du développement durable : plan d'action de l'Union européenne en faveur des écotecnologies », *COM 2004-38, Journal officiel C 98 du 23 avril*, 4 p.
- COM (2002), « Analyse de la liste ouverte d'indicateurs clés environnementaux », *COM 2002 – 524, non publié au JO*, 20 septembre, 4 p.
- DANNEQUIN F., DIEMER A., PETIT R., VIVIEN F-D (2000), « La nature comme modèle ? Ecologie industrielle et développement durable », *Cahier du CERAS*, n° 38, mai, p. 63 – 75.
- DE RAVIGNAN A. (2009), « Taxe Carbone, qui perd, qui gagne ? », *Alternatives économiques*, n° 284, octobre, p. 64.
- FAUCHEUX S., NOEL J-F, (1995), *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*, A. Colin.
- FORRESTER J.W (1971), *World Dynamics*, Cambridge, Wright Allen Press.
- LARRERE C., LARRERE R. (1997), *Du bon usage de la nature*, Aubier.
- LESCUYER G. (2002), Vers un système mondial de principes-critères-indicateurs pour la gestion forestière, Bois et Forêts, n° 272, 2<sup>ème</sup> trimestre, CIRAD, p. 108-109.
- PELT J.M (2000), *La Terre en héritage*, éditions Fayard.
- QUINET A. (2009), « La valeur tutélaire du carbone », *Rapports et documents*, n°16, La Documentation Française.
- SMOUTS M-C (2002), « Comment arrêter le massacre ? », *Alternatives économiques*, n° 207, p.52-55.
- TIETENBERG T.H (1990), Economic Instruments for Environmental Regulation, *Oxford Economic Review Policy*, vol 6, n°1.
- VIVIEN F-D (1994), *Economie et écologie*, Repères n° 158, La Découverte.