

## **TRAITÉ DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT TROPICAL**

**Pr Michel Maldague**

### **TOME I**

## **DÉVELOPPEMENT INTÉGRÉ DES RÉGIONS TROPICALES**

**Approche systémique - Notions - Concepts - Méthodes**

### **Fascicule I - 11**

*Concept de développement durable et ses implications*

#### **Place du fascicule**

L'analyse du concept de développement durable met à profit les notions examinées au fascicule I - 10. En effet, pour bien saisir la portée du développement durable, il convient de le situer dans un vaste contexte, dominé par l'évolution, dans le temps, de deux systèmes en interrelations dynamiques : le sous-système économique et l'écosystème global ou la biosphère. L'application du deuxième principe de la thermodynamique donne à l'examen du concept de développement durable des bases solides qu'aucune interprétation politique ou économique ne pourrait offrir.

Sont examinées, dans ce fascicule, les capacités de la biosphère, d'une part, à produire et régénérer des ressources, et, d'autre part, à assimiler les déchets dérivés du fonctionnement de la société. Différentes manifestations du dépassement de ces limites sont passées en revue.

En fait, ce fascicule, qui porte sur une grande question de l'heure, est une application des notions d'entropie et de néguentropie considérées au chapitre précédent. Dans le *Tableau synoptique*, ce fascicule est rangé parmi les éléments du contexte, tant il est vrai qu'aucun plan de développement ne peut dorénavant être considéré s'il n'a pas été au préalable analysé en regard du développement durable. Les implications du concept de développement durable lient les pays en développement et les pays industriels d'une manière contraignante qu'il ne sera pas aisé de mettre en œuvre.

## Table des matières

1. Introduction, 11 - 3
  2. Objectifs proposés par le Rapport Brundtland, 11 - 4
  3. Équations et problématique générale, 11 - 4  
*Fig. 11 - 1. La capacité de la biosphère présente deux dimensions : celle de régénérer et produire des ressources et celle d'assimiler et de recycler les déchets de son fonctionnement, 11 - 5*
  4. Sens à donner aux termes « développement durable », 11 - 5
  5. Nécessité d'une évolution des concepts de croissance et de développement, 11 - 7
    - 5.1 Remise en question de la croissance quantitative, 11 - 7
    - 5.2 Évolution récente du concept de limites, 11 - 7
    - 5.3 Atteinte des limites de la capacité de charge de la Terre, 11 - 8
  6. Écosystème global et sous-système économique, 11 - 9
    - 6.1 Fonctions de l'écosystème global dans le contexte économique, 11 - 9
    - 6.2 Rapports entre le sous-système économique et l'écosystème global, 11 - 9  
*Fig. 11 - 2. Évolution de la place relative du sous-système économique dans l'écosystème global, 11 - 10*
  7. Exemples de dépassement des limites, 11 - 11
    - 7.1 Appropriation de la biomasse, 11 - 11
    - 7.2 Réchauffement global, 11 - 11
    - 7.3 Réduction de la couche d'ozone, 11 - 13
    - 7.4 Dégradation des terres, 11 - 13
    - 7.5 Amenuisement de la biodiversité, 11 - 14
  8. Croissance versus développement, 11 - 14
  9. Stabilité démographique, condition du développement durable, 11 - 15
  10. Développement sans croissance et lutte contre la pauvreté, 11 - 16
    - 10.1 Développement sans croissance, 11 - 16
    - 10.2 Transfert sur grande échelle des riches vers les pauvres, 11 - 16
  11. Solutions, 11 - 16
  12. Difficultés de l'ajustement au développement durable, 11 - 19
- Annexe** : Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), 11 - 20
- Constats, 11 - 20
  - Objectifs, 11 - 21
  - Grands axes, 11 - 21
  - Observations, 11 - 21. •

Fascicule 11

**CONCEPT DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET SES IMPLICATIONS**  
**Approche thermodynamique**

**1. Introduction**

1. C'est en 1987 que la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, présidée par Mme Gro Harlem Brundtland, remettait son rapport — *Our common Future* (1) (« Notre avenir à tous ») — à la 42<sup>e</sup> session de l'Assemblée générale de l'Organisation des Nations Unies. Cet important document a marqué de son empreinte la *Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement*, tenue à Rio de Janeiro, en juin 1992. Il s'agit, sans conteste, d'un des documents qui a eu le plus d'impact sur les réflexions en matière d'environnement et de développement, au cours de la dernière décennie. On peut lui rapprocher, à cet égard, le rapport Meadows (2).

2. Le mandat de la Commission avait trois objectifs :

- 1° formuler des recommandations pour faire face aux problèmes critiques du développement et de l'environnement ;
- 2° proposer de nouvelles modalités de coopération internationale sur ces questions afin d'influencer les décisions et les événements dans le sens des changements requis ;
- 3° relever le degré de compréhension et d'engagement des personnes, des groupes et des gouvernements.

3. Le rapport se compose de 12 chapitres. Les préoccupations communes portent sur trois chapitres ; les problèmes communs, six chapitres ; et les efforts pour atteindre le développement durable, trois chapitres.

4. Les constats sont clairs :

- d'une part, le développement a été, dans une très large mesure, une faillite : déforestation ; désertification ; effet de serre ; atteintes à la couche d'ozone stratosphérique ; pollutions de toute nature, notamment par les déchets toxiques ; mortalité infantile ; famine ; malnutrition ; manque d'eau ; analphabétisme ; conditions de logement précaires ; insuffisance de combustible ligneux ; etc.) ;
- d'autre part, très grand gaspillage de ressources, essentiellement dans les pays industriels.

Ces constats confirment ce que nous avons dénoncé précédemment (3). De telles tendances ne peuvent conduire qu'à des distorsions de plus en plus marquées entre le Nord, riche, et le Sud, pauvre ; elles s'opposent au développement durable qui implique la satisfaction des besoins essentiels de tous et la possibilité, pour chacun, d'aspirer à une vie meilleure.

5. Le développement durable est un processus de développement qui rencontre les besoins du présent sans hypothéquer la capacité qu'auront les générations futures à faire face à leurs propres besoins. C'est un développement économique, basé sur des ressources renouvelables, qui respecte les processus écologiques

---

(1) Brundtland, G.H., 1989. *Our Common Future* (The Brundtland Report). Oxford, World Commission on Environment and Development/Oxford University Press, 393 p.

(2) Dennis Meadows *et al.*, *The Limits to Growth*, 1972 ; publié, en français, sous le titre de « Halte à la croissance ».

(3) Cf. Fascicule 8 : *Les crises des stratégies de développement et la nécessité de changer d'approche* ; et fascicule 10 : *Le deuxième principe de la thermodynamique et la gestion de la biosphère*.

fondamentaux, la biodiversité et les systèmes entretenant la vie (humaine, animale et végétale).

On pourrait ajouter que ce doit être aussi un développement qui tienne compte des impératifs fondés sur les principes de la thermodynamique, car c'est uniquement, alors, que l'on pourra prétendre viser la durabilité.

## 2. Objectifs proposés par le Rapport Brundtland

6. Les objectifs proposés sont les suivants :

- 1° Viser une croissance qualitative plutôt que quantitative.
- 2° Répondre aux besoins humains essentiels, en ce qui regarde l'emploi, la nourriture, l'énergie, l'eau et la santé.
- 3° Assurer un niveau démographique soutenable.
- 4° Conserver et développer les mécanismes de production des ressources.  
Certains auteurs (ou traducteurs) utilisent, ici, les termes d' « infrastructure en ressources » ou de « base de ressources ». En fait, il s'agit des *mécanismes de production des ressources* ; leur durabilité dépend du maintien des systèmes entretenant la vie, de la protection des écosystèmes et des processus écologiques essentiels. La conservation des mécanismes homéostatiques de la biosphère permettent la régénération des ressources naturelles renouvelables ; mentionnons, p.ex., les fonctions de régulation et de production de la biosphère.
- 5° Réorienter la technologie et gérer les risques.
- 6° Tenir compte des facteurs environnementaux et des facteurs économiques dans la prise de décision.

## 3. Équations et problématique générale

7. Pour bien comprendre la problématique de l'environnement et du développement, on peut considérer les trois sommets du triangle présenté à la figure 11 - 1.

1° Un des sommets représente la croissance démographique (6 milliards de personnes en 2000 ; 8 milliards en 2025) ; d'un point de vue, à la fois éthique et pragmatique, il y a lieu de satisfaire les besoins essentiels de la population humaine.

2° Un deuxième sommet correspond aux ressources naturelles renouvelables — les systèmes entretenant la vie ; il conduit à la notion de *capacité de la biosphère à générer* (régénérer, produire) des ressources ; nous désignons cette capacité par le symbole  $\mathbf{K_R B}$  [1] ; R, pour régénération.

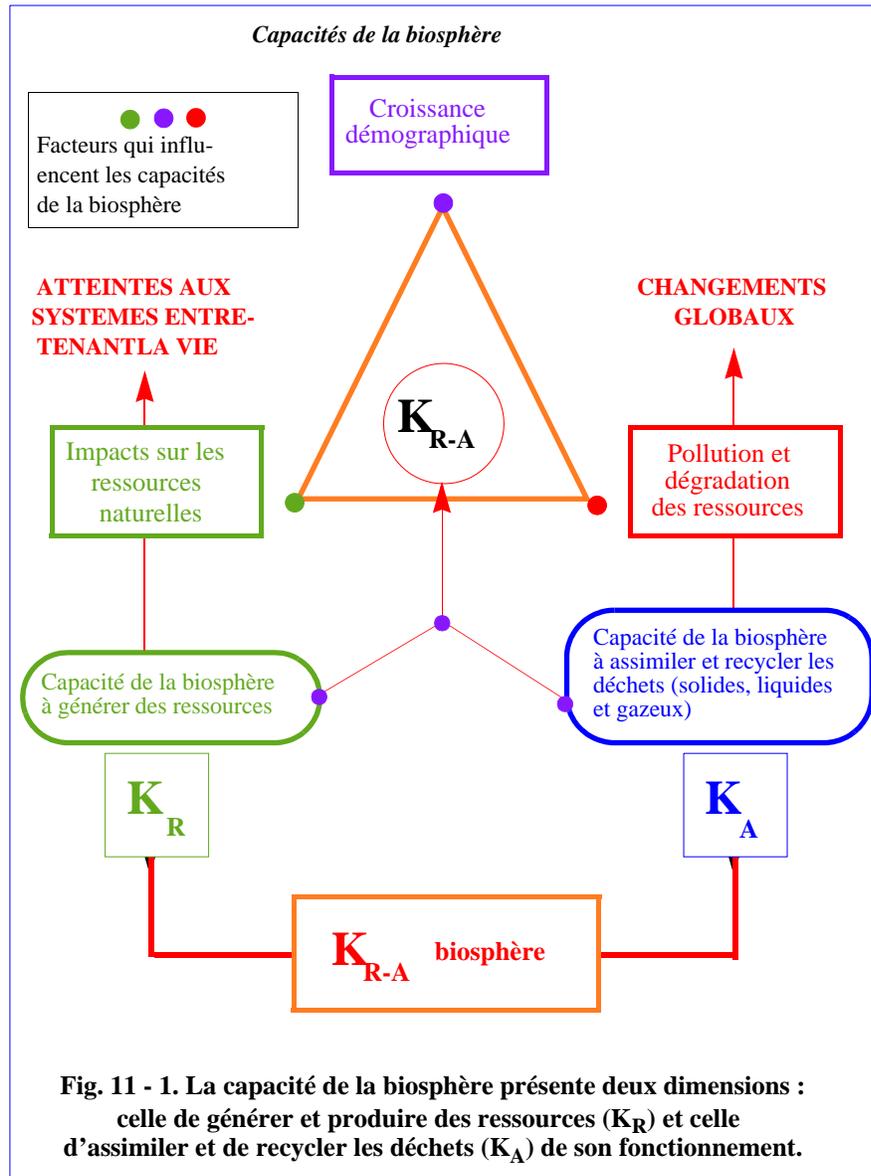
3° Enfin, le troisième sommet concerne les pollutions et la dégradation des écosystèmes, des ressources naturelles et des mécanisme de production des ressources. Considérant ces atteintes à l'environnement biosphérique, on peut introduire la notion de *capacité de la biosphère à assimiler et à recycler* les déchets (solides, liquides et gazeux) des activités humaines ; c'est ce que nous désignons par  $\mathbf{K_A B}$  [2] ; A, pour assimilation,

8. On peut considérer simultanément les aspects relatifs à la régénération (R) des ressources [1] et ceux qui touchent à l'assimilation (A) des déchets [2], et désigner la capacité de la biosphère à régénérer des ressources et à assimiler des déchets par l'expression :  $\mathbf{K_{R-A} biosphère}$  [3].

9. Le problème de l'humanité, en ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, peut s'exprimer par la question suivante : comment assurer les besoins essentiels de la population humaine, en forte expansion, alors même que les atteintes aux systèmes entretenant la vie se multiplient et que se manifestent des changements globaux qui traduisent l'incapacité de la biosphère à assimiler les déchets des activités humaines ? C'est toute la question de la durabilité qui se pose, car il va de soi que le système économique mondial, tel qu'il fonctionne

actuellement, non seulement n'est pas durable ni équitable, mais porte en lui des germes de violence accrue. Ne perdons pas de vue que 25 % de la population mondiale consomme 79 % des combustibles commerciaux, 85 % du bois commercialisé ainsi que 72 % de l'acier. Une telle inégalité porte en elle des risques et est inadmissible.

10. Cette problématique sera envisagée, dans ce chapitre, sous l'angle de la thermodynamique, appliquée aux questions de conservation de la biosphère.



#### 4. Sens à donner aux termes « développement durable »

11. Quatre éléments essentiels sont pris en compte dans le Rapport Brundtland, à cause de leurs implications dans la perspective de la durabilité : la pauvreté ; la population ; la technologie et le mode de

vie. Si, d'une façon générale, le Rapport a été reconnu comme une voie à suivre, il faut cependant admettre que la difficulté réside ici non pas dans le bien-fondé de la durabilité — sur lequel tout le monde s'accorde —, mais bien dans le sens qu'il convient de donner à ce concept et surtout dans le choix des moyens à mettre en œuvre pour l'appliquer et aboutir à la durabilité. Il est clair qu'une période de transition et d'ajustement, dans laquelle il faudrait s'engager sans tarder, est indispensable. Elle doit préparer l'avènement d'une période — future — où la Terre fonctionnerait de façon conforme à ce concept.

12. La difficulté réside dans le fait que le concept de développement durable, tel qu'il apparaît dans le rapport, est flou à maints égards. Il en est résulté que l'appel au développement durable a suscité des réactions en sens opposé :

- Pour les uns, il s'agit de poursuivre le même type de croissance — celle que l'on connaît actuellement — mais à un rythme moindre ; le changement serait essentiellement de nature quantitative ; on ne différencie pas non plus clairement le cas des pays industriels et celui des pays en développement.
- Pour les autres, le développement durable signifie un développement qui se poursuivrait sans qu'il y ait accroissement du flux d'intrants (matière et énergie) au-delà de la capacité de régénération et d'assimilation de l'environnement :

$$C_{Fi} \leq K_{R-A} \text{ biosphère (4),}$$

où  $C_{Fi}$  est la croissance des flux d'intrants et  $K_{R-A}$  la capacité de régénération et d'assimilation de la biosphère (ou sa fonction homéostatique). Le flux d'intrants ( $F_i$ ) représente l'ensemble des flux de matière ( $F_m$ ) et d'énergie ( $F_\epsilon$ ) qui entrent dans le sous-système économique. Le sous-système économique (SSE) s'inscrit dans l'écosystème global (ESG) dont il dépend et qu'il influence. Il en dépend, au plan des ressources naturelles (ressources de basse entropie,  $VG > 0$  ;  $VS < 0$ ) dont il a besoin pour fonctionner ; il l'influence, en y rejetant les déchets de son fonctionnement (déchets de haute entropie,  $VS > 0$ ).

13. Ces deux approches s'opposent fondamentalement ; le conflit se situe entre les réalités politiques et les réalités biophysiques (ou thermodynamiques) :

\* D'un point de vue politique, la redistribution des revenus et la stabilité démographique sont des objectifs difficiles, voire impossibles, à atteindre. Par ailleurs, suivant le Rapport Brundtland, il faudrait, pour mettre un terme à la pauvreté, que l'expansion de l'économie mondiale soit multipliée par 5 ou 10. Un tel accroissement est en contradiction avec l'idée même de durabilité.

\* En revanche, le réalisme écologique — et thermodynamique — montre que l'économie mondiale a déjà dépassé les limites du développement durable de l'écosystème global (ESG), et qu'une expansion de l'économie mondiale, qui serait multipliée par 5 à 10, aurait pour effet de conduire d'une situation de non-durabilité à une catastrophe imminente.

14. Dans un contexte conflictuel de cette nature, on observera — et tentera de démontrer — que les points de vue politiques doivent être subordonnés aux impératifs biophysiques.

Le choix se situe en effet entre deux voies :

- une évolution planifiée de la société [ *i.e.*, *gestion de la crise* ], l'amenant à un stade transitoire, qui devrait progressivement la conduire au développement durable ; ou
- l'acceptation de voir les limites physiques et les dommages environnementaux dicter la manière dont se fera cette transition (c'est la voie du laisser faire).

Nous montrons dans ce qui suit que la deuxième option est en voie de se réaliser du fait que l'ESG a d'ores et déjà dépassé les limites de la capacité de la biosphère à soutenir durablement la vie.

## 5. Nécessité d'une évolution des concepts de croissance et de développement

### 5.1 Remise en question de la croissance quantitative

15. Pourquoi une telle transition est-elle nécessaire ? Dans un document récent <sup>(4)</sup>, Goodland *et al.* estiment que les activités économiques ne peuvent plus se poursuivre comme à l'accoutumée. Le vieux concept de croissance des flux ( $C_F$ ), à l'échelle de la biosphère, associée à des besoins toujours croissants d'énergie et d'autres ressources matérielles, ne peut constituer les bases d'un développement durable. Il y a lieu, en conséquence, de poursuivre des objectifs économiques qui aient un impact moindre sur les ressources. Le fait de sous-estimer la valeur des ressources naturelles (ressources de basse entropie, qui peuvent être rares) et de négliger les dégradations (accroissement de l'entropie) a pour effet d'entraîner un appauvrissement global et une réduction des options dont pourrait bénéficier l'humanité pour assurer son futur.

16. La nouvelle approche — compatible avec le concept de durabilité —, vers laquelle il faut tendre, implique un effort concerté dans plusieurs domaines :

- la modification des habitudes de consommation ( $Co_r$  : consommation de ressources per capita) ;
- l'orientation des besoins dans une perspective qui soit plus soucieuse du maintien de la qualité de l'environnement biophysique.

Il faut notamment chercher à réduire le flux d'énergie ( $F_é$ ) par unité de produit (ou de services) final.

### 5.2 Évolution récente du concept de limites

17. Plusieurs ouvrages ont fait état des limites de la croissance. L'un des premiers à le faire a été le *Rapport Meadows au Club de Rome* qui insistait notamment sur le risque de l'épuisement des matières premières, comme les métaux (p.ex., le cuivre) ou le pétrole.

18. Plus récemment, sont apparus des problèmes d'un autre ordre qui ajoutent une nouvelle dimension — plus contraignante — au problème des limites. Ce sont les *changements globaux*, comme l'effet de serre et la destruction de la couche d'ozone, ou encore les pollutions de l'air et de l'eau ainsi que la destruction des forêts tropicales et l'érosion des sols. Il ne s'agit plus, cette fois, du risque de manquer de matières premières, non renouvelables, mais bien des dangers qui résultent de modifications survenant à l'échelle planétaire, d'une part, à cause de la perturbation des mécanismes néguentropiques (atteinte à  $K_R B$ ) et, d'autre part, à cause du rejet d'effluents qui peuvent avoir des conséquences particulièrement graves sur la biosphère, les hommes et l'évolution de la civilisation (atteinte à  $K_A B$ ). C'est dans ce contexte qu'ont été adoptées notamment la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la Convention sur la protection de la biodiversité (CPB).

19. Cette nouvelle dimension, liée au problème des limites, que passait sous silence le rapport Meadows, est plus lourde de conséquences et, de ce fait, plus grave que le simple épuisement de ressources naturelles non renouvelables (*i.e.*, le stock). Cette dernière situation peut être beaucoup plus facilement corrigée par les fluctuations du marché ; si le cuivre se faisait rare, son prix s'élèverait et sa consommation s'en trouverait réduite d'autant ; des substituts peuvent, en outre, être cherchés. De fait, dans le cas des ressources non renouvelables, il est possible de faire appel à des substituts ; de plus, l'épuisement de ce type de ressources

---

(4) Environmentally Sustainable Economic Development : Building on Brundtland. Edited by Robert Goodland, Herman Daly, Salah El Serafy, Bernd von Droste. Unesco, 1991.

se présente localement. Contrairement à ce que l'on pense, il n'en est pas du tout de même des ressources renouvelables dont la situation est de plus en plus précaire (voir plus loin).

20. Il y a des problèmes que l'on peut contrôler sans trop de difficultés, comme p.ex., les chloro-fluoro-carbones ( CFC ) qui ont fait l'objet du Protocole de Montréal (1987). D'autres sont beaucoup moins faciles à maîtriser, comme, p.ex., l'appropriation massive par l'homme de la biomasse (p.ex., la destruction des forêts tropicales). Mais les limites clefs — qui sont des facteurs limitants — sont celles qui concernent la capacité d'assimilation (  $K_{AB}$  ) par la biosphère des déchets (  $CO_2$  ) provenant de la combustion des combustibles fossiles. La difficulté de contourner ce problème devrait accélérer la transition vers l'utilisation d'énergies renouvelables, incluant l'énergie solaire (5). Une autre limite clef concerne  $K_R B$ , la capacité de la biosphère à régénérer des ressources de basse entropie.

21. Les lieux de décharge sont de plus en plus difficiles à trouver ; des tentatives ont été faites pour se débarrasser de déchets toxiques dans certains pays en développement, mais cette pratique a été dénoncée, à juste titre, comme immorale. Elle contrevient au Principe 14 de la *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement*. Un montant de 100 millions de dollars par an pour la location d'un site, destiné à recevoir des déchets radioactifs, n'a pas trouvé preneur.

22. Goodland *et al.* proposent de taxer ce que l'on désire réduire, comme la pollution et l'épuisement des ressources (ce qui revient à internaliser les externalités négatives).

### **5.3 Atteinte des limites de la capacité de charge de la Terre** [ *capacité sustentatrice de la Terre pour la vie humaine* ]

23. Pour de nombreuses raisons, la Terre a, dès à présent, atteint ses limites, et la poursuite de la croissance (C) des flux de matière et d'énergie (  $F_m$  et  $F_e$ , ou  $F_i$  ), dans le sous-système économique ( SSE ), ne peut être poursuivie impunément. En d'autres termes, un tel type de croissance ne peut être soutenable ; il n'est pas durable. En 1982, Catton (6) estimait déjà que la poursuite de la croissance pouvait fermer plusieurs options pour le futur et amener le dépassement des limites.

24. Faire du développement durable un objectif planétaire rallie pratiquement toutes les nations de la Terre aussi bien que le Système des Nations Unies et la Banque mondiale. Cependant, la volonté politique de réaliser cet objectif a besoin d'être stimulée. Le manque de détermination est actuellement l'un des principaux obstacles à l'adoption de mesure allant dans le sens du développement durable. Pour hâter cette nécessaire prise de conscience, qui doit précéder tout engagement dans des actions appropriées, il y a lieu de démontrer par des exemples ( *i.e.*, par l'analyse grands problèmes de l'environnement mondial ) que la Terre a atteint ses limites.

25. Pour le moment, la Terre fonctionne d'une manière qui n'est pas durable : elle tire l'essentiel de son énergie de stocks de combustibles fossiles hérités d'un lointain passé (60 millions d'années). Le pétrole et le gaz comptent pour 60 % de l'énergie globale utilisée dans le monde. Ces ressources, finies — une cinquantaine d'années de réserves prouvées —, de basse entropie, sont brûlées à une vitesse déconcertante. On procède actuellement, à vive allure, à la destruction des stocks énergétiques planétaires, et cette destruction est irréversible (conformément au deuxième principe de la thermodynamique). Et pourquoi le fait-on ? Est-ce pour le bien-être collectif de l'humanité et la stabilité globale de la Planète ou pour la consommation effrénée de minorités ? On se trouve ici devant un cas flagrant de consommation d'une ruine

---

(5) Michel Maldague, Politique énergétique intégrée en République Démocratique du Congo. Leçon publique à l'ANSD. Kinshasa, *Bull. Ac. Nat. Sc. Dével. de la RDC*, n° 2, déc. 2001, pp. 27-67.

(6) Catton, W.R., 1982. *The Ecological Basis of Revolutionary Change*. Chicago, University of Illinois Press, 298 p.

patrimoniale qui laisse pratiquement tout le monde indifférent.

## 6. Écosystème global et sous-système économique

26. La figure 11 - 2 permet de comparer l'évolution du *sous-système économique* ( SSE ) par rapport à *l'écosystème global* ( ESG ou biosphère ) dont il dépend.

27. L'écosystème global ( ESG ) est la source de tous les intrants matériels — ressources de basse entropie ou flux de ressources (  $F_R$  ) —, nécessaires au fonctionnement du sous-système économique ( SSE ). Il est également le milieu dans lequel sont rejetés les flux de déchets et d'effluents (  $F_D$  ) — substances de haute entropie, souvent toxiques (polluants, contaminants), pouvant contribuer aux changements globaux — provenant du fonctionnement du sous-système économique.

### 6.1 Fonctions de l'écosystème global dans le contexte économique

28. L'ESG a deux fonctions majeures :

- une fonction de pourvoyeur de ressources (  $f_R$  [ fonction d'approvisionnement en ressources ], déterminant  $F_R$  [ flux de ressources ] ) ; apport de substances de basse entropie ;
- une fonction d'accumulation de déchets (  $f_D$  [ fonction d'accumulation de déchets ], déterminant  $F_D$  [ flux de déchets ] ) ; rejet de déchets de haute entropie par le processus économique.

29. Le produit de la population (  $N_p$ , nombre de personnes ) par la consommation de ressources per capita (  $Co_R$  ) est le flux total de ressources (  $F_R$  ) passant de l'écosystème global au sous-système économique :

$$N_p \times Co_R = F_R$$

$$F_R \text{ [VG élevé]} \text{ --->} F_D \text{ [VS élevé]}$$

Le flux de ressources (  $F_R$  ), à l'issue des processus économiques, donne lieu à un flux de déchets (  $F_D$  ) qui retourne à l'écosystème global. Sur le plan du deuxième principe de la thermodynamique, il y a dégradation de l'énergie libre ( VG ) et augmentation de l'entropie ( VS ). On sait que :

$$VG = VH - TVS,$$

où VH est l'enthalpie (variation de chaleur dans les réactions chimiques à pression constante) et T, la température absolue.

### 6.2 Rapports entre le sous-système économique et l'écosystème global

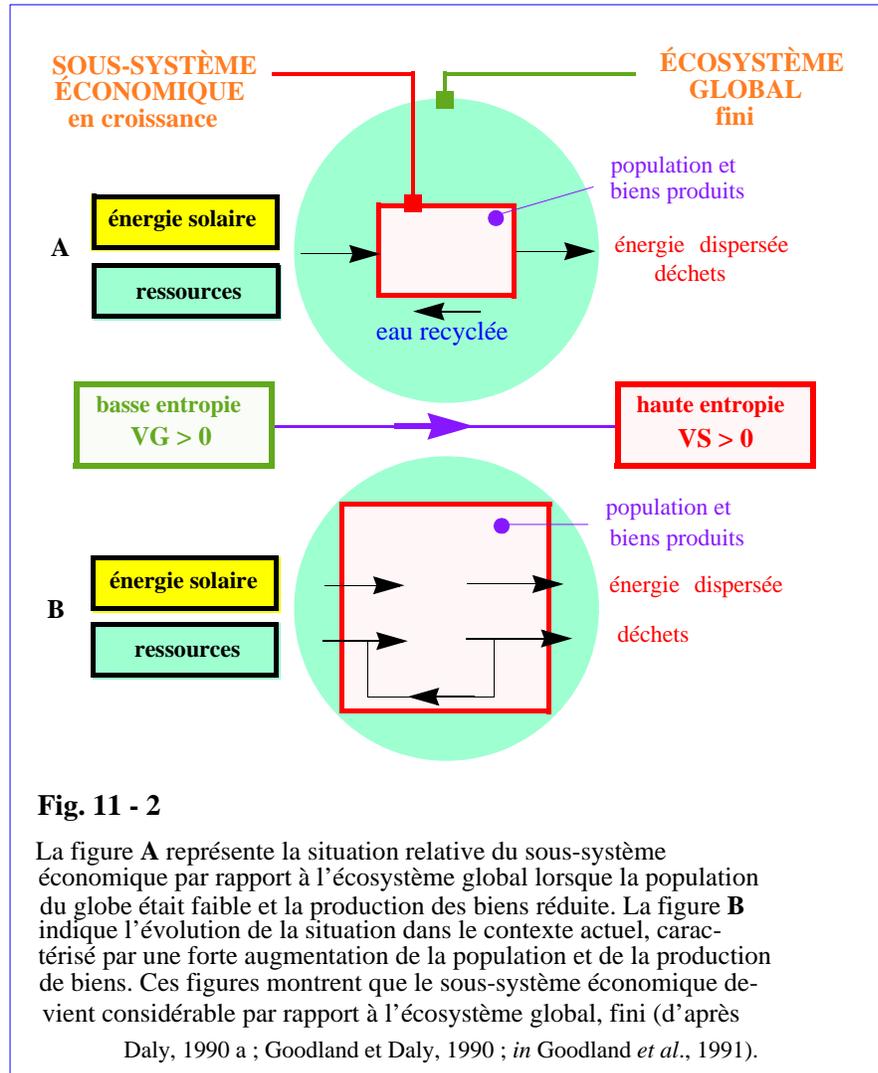
30. La fig. 11 - 2-A illustre les rapports entre ESG et SSE, lorsque ce dernier était relativement petit par rapport à ESG. La fig. 11 - 2-B caractérise une situation qui se rapproche de celle que nous connaissons actuellement, où SSE est très grand par rapport à ESG.

31 La capacité de la Terre à fournir des ressources au SSE (capacité de régénération de la biosphère,  $K_R B$ ) et à absorber les déchets (capacité d'assimilation de la biosphère,  $K_A B$ ), qui en proviennent, connaît des limites : limites en termes de production et de genèse ou de régénération de ressources ; limites en termes d'assimilation et de recyclage de déchets. Il est donc obligatoire de maintenir les dimensions du SSE

(l'économie globale), en deçà de la capacité de l'ESG à assumer ses deux fonctions,  $K_R$  (liée à  $F_T$ ) et  $K_A$  (liée à  $F_d$ ), ce qui peut s'exprimer comme suit :

$$C_{Fi} \leq K_{R-A} \text{ biosphère,}$$

où  $C_{Fi}$ , croissance des flux d'intrants ;  $K_{R-A}$ , capacité de régénération et d'assimilation de la biosphère.



32. Speth (1989) a calculé qu'il a fallu toute l'histoire de l'humanité pour atteindre, en 1900, un niveau économique de 60 milliards de dollars ( $6 \times 10^{10}$  \$). Aujourd'hui, l'économie mondiale croît d'un montant pareil tous les deux ans. L'économie globale actuelle du monde s'élève à 20 trillions <sup>(7)</sup> de dollars ( $2 \times 10^{19}$  \$). Il est invraisemblable que le monde soit en mesure de soutenir le doublement de cette économie

(7) Trillion : anciennement, mille milliards (soit  $10^{12}$ ) ; depuis 1948, un milliard de milliards ( $10^{18}$ ).

(Brundtland envisageait sa multiplication par un chiffre allant de 5 à 10 !). Par ailleurs, il apparaît inévitable que la population du globe double au cours du présent siècle (XXI<sup>e</sup>).

33. On comprend aisément que lorsque SSE était petit par rapport à ESG (fig. 11 - 2 - A), les sources d'intrants (*i.e.*, la capacité de fournir et de générer des ressources,  $K_R$ ) et les décharges de déchets (*i.e.*, la capacité d'assimiler et de recycler les déchets,  $K_A$ ) étaient grandes et que la question des limites ne se posait pas. En revanche, de nombreux auteurs ont montré, ces dernières années, que le monde n'était plus vide, ce qui signifie que SSE est relativement grand par rapport à la biosphère (fig. 11 - 2-B) et que les capacités de celle-ci, tant en ce qui concerne les sources d'intrants que les décharges de déchets, sont en train d'être dépassées. De fait, plusieurs dépassements de limites sont examinés ci-après.

## 7. Exemples de dépassement des limites

34. Divers problèmes environnementaux témoignent de l'atteinte ou du dépassement des limites du SSE, tant en ce qui concerne les ressources que les déchets. Les traces de la présence humaine sont observables dans les endroits les plus reculés de la Terre. On ne peut analyser un seul échantillon d'eau des océans sans y trouver les traces de quelque 20 milliards de tonnes de déchets que les hommes y rejettent chaque année. Des BPC (biphényles polychlorés) et autres substances chimiques persistantes, comme le DDT et les métaux lourds (Pb, Hg, Cd, p.ex.) ont pénétré dans les chaînes trophiques de l'écosystème marin. Un cinquième de la population du globe respire de l'air qui ne rencontre pas les normes de l'OMS. Une génération entière d'enfants, vivant à Mexico, est menacée intellectuellement par un empoisonnement au plomb (Brown *et al.*, 1991).

### 7.1 Appropriation de la biomasse

35. Vitousek *et al.* (1986) ont calculé que l'économie est responsable, directement ou indirectement, de l'appropriation d'environ 40 % de la production primaire nette, résultant de la photosynthèse *terrestre* (néguentropie). Or, différentes causes — désertification, destruction des forêts, extension des villes au détriment des surfaces agricoles, érosion du sol et pollution — entravent les processus néguentropiques (*i.e.*, les processus qui transforment l'énergie radiante en ressources de basse entropie ; c'est le flux énergétique dont dépend la Terre pour son évolution future), alors qu'augmente simultanément la population de la Terre.

36. Ceci signifie qu'avec un doublement de la population, la Terre utiliserait 80 % de la production primaire, et, peu de temps plus tard, 100 %. Or, une appropriation de 100 % est écologiquement impossible et socialement tout à fait indésirable. Il faut tenir compte en outre du flux de déchets ( $F_d$ ) que cette appropriation de la biomasse suppose et des problèmes qu'il engendrerait ainsi que de la dégradation même des mécanismes néguentropiques.

### 7.2 Réchauffement global

37. Quelques données :

- l'année 1990 a été la plus chaude en plus d'un siècle de relevés thermiques ;
- les sept années les plus chaudes ont été relevées au cours des 11 dernières années ;
- les années 1980 ont été de 0,5 °C plus chaudes que les années 1880 ; et 1990 a été plus chaude de 0,7 °C.

38. Cette situation alarmante contraste avec la stabilité thermique de l'époque pré-industrielle : la température de la Terre n'a pas connu plus de 1 à 2 °C de variation durant une période de 10.000 ans. Depuis 7.000 ans, on n'a pas observé de variation dépassant 1 °C (Arrhenius and Waltz, 1990).

39. On s'accorde généralement à reconnaître que le réchauffement global a commencé, il y a quelques années, et que l'accumulation de CO<sub>2</sub> remonte à plusieurs siècles (à partir de la révolution industrielle du XVIII<sup>e</sup> siècle), tout en s'accéléralant sans cesse. L'accroissement annuel du taux de CO<sub>2</sub> atteint près de 4 %. L'Académie Nationale des Sciences des États-Unis a averti le Président américain que le réchauffement global pourrait bien être l'enjeu international le plus pressant du siècle prochain. Et malgré cela, le Protocole de Kyoto n'a pas encore été ratifié par les États-Unis.

40. L'échelle à laquelle l'économie fait aujourd'hui appel aux combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) semble être la cause principale de l'accumulation de gaz à effet de serre. À l'heure actuelle, 5,3 milliards de personnes brûlent annuellement au moins l'équivalent d'une tonne de charbon, chacun, et contribuent à l'augmentation du CO<sub>2</sub>. C'est près de 7 milliards de tonnes de carbone qui sont émises dans l'atmosphère, chaque année, à la suite des activités humaines (combustion de combustibles fossiles, déforestation et feux de brousse). Cette accumulation montre que la capacité d'absorption de ce gaz se trouve dépassée.

41. Viennent ensuite d'autres polluants gazeux qui dépassent la capacité d'absorption de la biosphère : méthane, CFC, oxyde nitreux. D'un point de vue économique, le prix actuellement payé pour utiliser la capacité de l'atmosphère à recevoir le CO<sub>2</sub> est nul, alors que le vrai coût d'opportunité est en réalité astronomique. Que l'on songe aux conséquences possibles de cette évolution : les millions de réfugiés fuyant les basses terres — 50 % de la population du globe vit le long des côtes et dans les estuaires — ; les dommages occasionnés aux ports et aux villes côtières ; l'accroissement de l'intensité et des effets des tempêtes et, pire, les dommages à l'agriculture.

Une petite île du golfe de Fonseca, *Boca del Rio*, à 10 km de la côte du Honduras, a été peu à peu engloutie par la mer ces 20 dernières années ; ses derniers habitants viennent d'abandonner leurs modestes maisons de pêcheurs. Des experts estiment que l'engloutissement progressif de l'île est dû à des phénomènes climatiques (8).

42. En revanche, réduire le réchauffement global permettrait d'épargner de l'argent, du fait de la réduction des factures de combustibles. Tout indique qu'il faut agir dès maintenant pour réduire l'effet de serre.

### **Accroître l'efficacité énergétique**

43. De grandes marges de manœuvre existent qui permettraient de réduire l'utilisation énergétique dans l'industrie et l'économie en général et, par là, les émissions de CO<sub>2</sub>, sans réduire pour autant les conditions de vie. C'est le cas du Japon ; ce pays a augmenté ses extrants de 81 %, depuis 1974, en utilisant la même quantité d'énergie. On peut citer un cas analogue, celui des États-Unis, pays qui a augmenté son PNB de 39 %, depuis 1973, avec une augmentation très faible de l'utilisation d'énergie ; ceci signifie une augmentation de l'efficacité énergétique de 26. En doublant l'efficacité dans le domaine de l'électricité, la Suède a abaissé de un milliard de dollars par an les factures des consommateurs.

44. Augmenter l'utilisation de l'énergie sans accroître le CO<sub>2</sub> implique le recours aux sources d'énergie renouvelables comme la biomasse, l'énergie solaire et l'énergie hydro-électrique.

45. Une autre source majeure d'émission de CO<sub>2</sub> réside dans la déforestation, souvent accompagnée de la combustion de résidus ligneux ; citons encore, les feux de brousse.

---

(8) Agence France-Presse, *Le Soleil*, Québec, 25 septembre 1999.

### 7.3 Réduction de la couche d'ozone

46. La réduction de la couche d'ozone est une autre preuve de ce que les limites globales de la Planète, devant les contraintes écologiques, ont été atteintes. L'existence de « trous » dans la couche d'ozone montre clairement que les activités des hommes sont en train d'endommager la capacité de charge (ou capacité sustentatrice) de la biosphère pour la vie ( **K<sub>v</sub> B**). De nombreux tests ont révélé que l'amincissement de la couche d'ozone se produisait plus rapidement que ne l'avaient laissé prévoir les modèles.

47. Les relations entre l'augmentation des rayons ultraviolets B, d'une part, et les cancers de la peau et les cataractes, d'autre part, sont assez bien connues : pour chaque diminution de la couche d'ozone de 1 %, il y a une augmentation des cancers de la peau de 5 %. L'incidence de ces cancers est plus grande à proximité du « trou » qui se produit dans la couche d'ozone (p.ex., au Queensland, Australie). On peut s'attendre, dès à présent, à une forte augmentation des cancers de la peau, parmi lesquels un grand nombre seront fatals. Mais l'effet le plus grave sur la santé humaine réside dans l'affaiblissement des défenses immunitaires de l'organisme, ce qui accroît la vulnérabilité de celui-ci aux maladies parasitaires et infectieuses. Enfin, à mesure que le bouclier d'ozone se réduit, les rendements des cultures et des pêcheries s'abaisse. Au demeurant, la plus grave conséquence est l'incertitude en ce qui concerne les effets sur la végétation naturelle (capital naturel).

48. Les millions de tonnes de CFC (avec une demi-vie de 100 à 150 ans), émis annuellement dans la biosphère, prennent environ dix ans pour atteindre la couche d'ozone, où elles détruisent ce gaz. Les dommages que l'on observe actuellement à la couche d'ozone ne rendent compte que des effets produits par les niveaux relativement bas de CFC qui caractérisaient le début des années 1980. Si l'on cessait toutes les émissions de CFC, aujourd'hui, le monde serait encore aux prises, pendant dix ans, avec une augmentation des dommages. Ensuite, graduellement, au cours de 100 à 150 ans, on retrouverait le niveau qui précédait des dommages.

49. On peut en conclure que la capacité d'absorption des CFC par la biosphère a été considérablement dépassée. Alors que 85 % des CFC sont rejetés dans le Nord, industriel, le principal trou s'observe dans la couche d'ozone qui se trouve à 20 km au-dessus de l'Antarctique. Ceci montre que les dommages sont très répandus et que leur portée est globale.

### 7.4 Dégradation des terres

50. La dégradation des terres, due à l'érosion du sol, à la salinisation et à la désertification conduit à une diminution de la productivité. Comme nous l'apprennent le déclin de l'Ancien Empire Maya ainsi que les déclin de Rome et de la Castille, la dégradation des terres est un phénomène très ancien. Des sols dégradés, depuis des milliers d'années (p.ex., dans les vallées du Tigre et de l'Euphrate), sont toujours improductifs aujourd'hui. Cependant, l'échelle du phénomène s'est grandement amplifiée depuis ces temps reculés.

51. Le problème se pose avec acuité, car 97 % de notre nourriture vient de la terre et non de la mer. Le fait que 35 % des terres du globe sont déjà dégradées, que ce chiffre s'accroît rapidement et que ce processus est, à l'échelle humaine, irréversible, est un signe que nous avons dépassé la capacité de la terre à régénérer les sols (pédogenèse). Les pertes de sol (allant de 10 à 100 t/ha/an) dépassent de dix fois la vitesse de formation du sol. L'agriculture perd annuellement par suite de l'érosion, de la salinisation et de la saturation plus de 6 millions ha ( 600.000 km<sup>2</sup> ), situation qui affecte sérieusement l'économie alimentaire mondiale. Le dépassement des limites, dans ce domaine, signifie l'augmentation du prix des aliments et accentuera encore les inégalités, à une époque où déjà plus d'un milliard de personnes sont mal nourries.

52. Environ 2,4 milliards de personnes tirent l'énergie dont elles ont besoin des combustibles fournis par la biomasse (bois de feu et carbon de bois) (9). Plus grave encore, un tiers des pays en développement, souffrant de déficit en bois-énergie, en sont réduits à brûler des résidus végétaux et des fèces, substances qui sont ainsi détournées du processus naturel de recyclage, indispensable au maintien de la fertilité du sol.

### 7.5 Amenuisement de la biodiversité

53. Par suite de l'énorme développement de l'économie et de l'empiètement sur les milieux naturels, de nombreuses espèces ont dès à présent disparu. La vitesse actuelle de disparition des habitats et des espèces qui leur sont inféodées dépasse tout ce qui est connu dans l'histoire. L'habitat planétaire le plus riche, la forêt tropicale, a été détruite dans une proportion de 55 % ; sa vitesse de destruction est de 168.000 km<sup>2</sup>/an, suivant Goodland (10). Le nombre total des espèces est inconnu (de 5 à 30 millions ou plus). Même s'il est impossible de connaître avec précision la vitesse de leur disparition, certains avancent des chiffres modestes de plus de 5.000 espèces — faisant partie de notre héritage génétique — qui disparaissent chaque année. Mais d'aucuns, moins conservateurs, vont jusqu'à mentionner des pertes de 150.000 espèces par an. Un tel *anthropocentrisme*, sans compter qu'il témoigne d'une lourde arrogance à l'égard des organismes vivants, doit être considéré comme une faute d'ordre éthique. La *Charte mondiale de la nature* insiste sur la nécessité d'adopter un « *code moral d'action* ». La dégradation des forêts tropicales — engagée du temps de la colonisation et poursuivie ensuite — a conduit à la pauvreté. Tout ceci entraîne une irréversible perte du stock génétique naturel dont dépend la survie de la civilisation.

## 8. Croissance versus développement

54. Il faut bien faire la distinction entre croissance économique et développement. Tandis que la croissance se réfère à un processus quantitatif d'accroissement, « *développer* » concerne l'expansion ou la réalisation de potentialités ; y intervient une dimension qualitative.

55. La croissance quantitative et l'amélioration qualitative obéissent à des lois différentes. La Planète se développe sans croissance en ce sens que ses dimensions demeurent les mêmes. Quant à l'économie, qui est un sous-système ( SSE ) de la Terre — finie et non croissante —, elle devrait en arriver à s'adapter à un modèle de développement similaire, c'est-à-dire sans accroissement du flux d'intrants (  $F_i$  ). En d'autres termes, les intrants de nature physique devraient cesser de croître tandis que la valeur des extrants pourrait continuer à le faire aussi longtemps que le développement technologique le permettra. Ceci revient à faire plus et mieux avec moins ou autant.

56. Considérant le premier principe de la thermodynamique — principe de la conservation de l'énergie/matière —, si les intrants physiques sont limités, les extrants physiques le seront aussi. En d'autres termes, la croissance quantitative, en termes d'augmentation des flux (flux de ressources,  $F_r$  ; flux de déchets,  $F_d$ ), ne devrait plus être tolérée, tandis que l'amélioration qualitative des services rendus pourrait, au contraire, se développer grâce à de nouvelles technologies.

On en arrive ainsi à l'idée de *développement* ( $D^*$  avec valeur croissante des extrants) *sans croissance* (*i.e.*, avec flux physique constant). L'énergie est la composante dominante et critique.

57. Il y a donc lieu de bien distinguer entre la croissance des flux (la croissance proprement dite) et l'amélioration de l'efficacité (ce qui correspond à la connotation qualitative, donnée au terme développement). Le développement sans croissance des flux physiques (*i.e.*, des intrants, en termes

---

(9) Arnold *et al.*, 2003. In : Mémoire général C 15, Actes XII<sup>e</sup> Cong. mond. for., Domaine A, p. 13.

(10) Robert Goodland, *op. cit.*, p. 22.

d'énergie et de matières) correspond au développement soutenable ou durable. En d'autres termes, le développement durable ne pourra être réalité que lorsque la croissance quantitative des flux d'intrants ( $C_{Fi}$ ) sera stabilisée et remplacée par un développement qualitatif ( $D^*$ , développement sans croissance), où le flux d'intrants est constant :

$$C_{Fi} = \text{constante } \delta K_{R-A} \text{ biosphère}$$

58. Ce *développement sans croissance* (DsC) est à l'opposé de ce que l'on a connu pendant les premières décennies du développement (depuis 1960), à savoir une croissance sans développement (CsD). Avec le recul, on est en droit de porter un jugement très critique sur les tenants de cette approche dont les conséquences ont été catastrophiques sur les plans de la nature et de la culture.

### 9. Stabilité démographique, condition du développement durable

59. Par ailleurs, il apparaît inévitable que la population du globe double au cours du XXI<sup>e</sup> siècle (11) : 8,5 milliards pour les années 2025 ; 10 milliards pour 2050 et 12 milliards pour 2100-2150. La stabilité démographique doit être un objectif à poursuivre partout, dans tous les pays. Elle permettra de réduire la croissance. Mais elle doit être atteinte par des moyens non coercitifs. Plusieurs stratégies existent, fondées sur la planification familiale. Mais le moyen le plus efficace, urgent, valable et utile — mis de l'avant par la Banque mondiale dans son *Rapport sur l'état du développement* (1992) — réside dans *l'éducation des filles*. Plus une fille est éduquée, plus est réduit le nombre des enfants qu'elle met au monde. Par ailleurs, on estime que 25 % des naissances en Amérique et un plus grand pourcentage encore dans les pays en développement sont des naissances non désirées. La Conférence du Caire a montré qu'il existe, à l'heure actuelle, un consensus, très largement partagé, sur le bien-fondé de la limitation des naissances ; tel n'était pas le cas vingt ans plus tôt à Bucarest. À la même Conférence, un consensus s'est dégagé à l'effet que le meilleur moyen de stabiliser la population résidait dans l'adoption d'une *stratégie intégrée*, mettant l'accent sur le développement, la planification familiale et l'éducation des filles (12).

60. La pauvreté stimule la croissance démographique. MacNeill (1989) estime que la réduction de la croissance de la population est une condition essentielle du développement durable. La réduction de la population est tout aussi importante dans les pays industrialisés que dans les pays en développement, du fait que ce sont les premiers qui sont les plus grands consommateurs et, par voie de conséquence, les plus grands pollueurs. Les 20 % les plus riches du monde consomment plus de 70 % de l'énergie commerciale de la Terre. Treize pays ont atteint une croissance démographique zéro. Les pays en développement représentent actuellement 77 % de la population mondiale ; leur croissance démographique dépasse, de loin, ce que leurs économies sont en mesure de fournir pour satisfaire les nouveaux besoins ainsi générés. Le point d'inflexion de cette tendance démographique — si rien n'est fait — ne se manifesterait pas avant le milieu du XXI<sup>e</sup> siècle.

61. En réalité, il faut aider les pays pauvres et veiller, au moins, à ce que des conditions de vie minimales y soient satisfaites — éradication de la pauvreté. Dans la mesure où les pays riches évolueront d'une situation de croissance des flux d'intrants ( $F_i$ ) vers une situation de développement qualitatif ( $D^*$ ), davantage de ressources et de fonctions environnementales ( $f_r$  et  $f_d$ ) pourront être utilisées à la nécessaire croissance — et au développement — des nations pauvres. La Banque mondiale a un rôle important à jouer ici.

62. Un problème majeur se pose ici : le type de développement. Le problème est bien posé par le Dr Qu

---

(11) Édouard Bonnefous, La surpopulation et la Conférence du Caire. *Revue des Deux mondes*, nov. 1994. pp. 70-80. La Conférence du Caire, organisée par les Nations Unies, s'est tenue du 5 au 13 septembre 1994, pour mettre au point un texte général sur les problèmes de population et de développement.

(12) Cf. Tome I, fascicule 4 : *Aspects de la démographie mondiale et ses implications dans le développement*.

Wenhu de l'Academia Sinica qui dit : « *si les besoins incluent une automobile pour chaque chinois — il y en a un milliard — alors le développement durable est impossible* ». Ceci est évident dans les conditions actuelles, et il convient de chercher des alternatives et des options qui ne soient plus basées sur la combustion d'énergie fossile.

63. Dans l'équation :

$$N_p \times C_{or} = F_r$$

où  $F_r$  désigne le flux de ressources, l'on voit qu'il s'agit de réduire à la fois la consommation de ressources per capita ( $C_{or}$ ) [ ressources de basses entropie ] et la population ( $N_p$ ) [ nombre de personnes ].

## 10. Développement sans croissance (DsC) et lutte contre la pauvreté

### 10.1 Développement sans croissance (DsC)

64. La question est de savoir si ce développement sans croissance est en mesure de combattre la pauvreté qui doit être l'un des grands objectifs de notre temps ? Goodland *et al.* estiment que la seule amélioration qualitative de l'efficacité dans l'utilisation des ressources ne sera pas suffisante — même si elle peut aider grandement — à atteindre l'objectif du développement durable. La satisfaction des besoins essentiels (p.ex., nutrition adéquate, vêtements, abris, approvisionnement en eau potable, installations sanitaires, santé, éducation, etc.) implique une importante utilisation de ressources [  $F_r$  ] (ce qui n'est pas le cas, p.ex., de l'information).

65. Par ailleurs, il ne serait justifié, ni sur le plan environnemental ni sur le plan éthique ni sur le plan du droit, de freiner le développement des nations pauvres.

### 10.2 Transfert sur grande échelle des riches vers les pauvres

66. La solution à cette apparente contradiction réside dans une réduction de la croissance dans les pays riches. En réalité, les pays riches, qui sont d'ailleurs responsables de l'essentiel des dommages à l'environnement et dont le bien-être matériel est tel qu'ils sont en mesure de connaître un arrêt, devraient prendre ici les devants.

67. La lutte contre la pauvreté et le nécessaire progrès des pays en développement exigent une croissance considérable, mais, pour des raisons écologiques et thermodynamiques, les contraintes étant ce qu'elles sont, une croissance accrue, dans les pays pauvres, doit être compensée par une croissance négative, chez les riches. C'est là le seul moyen qui permettrait de maintenir l'équilibre global constant. En d'autres termes, le développement des nations riches doit viser à libérer les ressources qui sont nécessaires à la croissance et au développement, urgent et indispensable, des nations pauvres. Ces transferts des riches vers les pauvres devra tenir compte également des impacts que pourrait avoir sur les pays pauvres un ralentissement de l'économie dans les pays riches.

## 11. Solutions

68. Brundtland considère trois pistes de solution :

1° Produire plus avec moins, ce qui est possible en mettant l'accent sur la conservation, l'efficacité, les

améliorations technologiques et le recyclage (nous reviendrons plus loin sur ce point, car il manque de clarté à la lumière de l'approche thermodynamique suivie). En fait, il s'agit d'améliorer le rendement de toutes les étapes du processus économique [ la chaîne des intrants, depuis le point de départ (extraction des substances de basse entropie) jusqu'à l'utilisation optimale des déchets (substances dites de haute entropie, mais dont la valeur d'usage peut être élevée) ]. Nous avons mentionné que ceci était possible.

2° Réduire l'explosion démographique. Voir, ci-dessus, la stratégie intégrée de lutte contre l'accroissement démographique.

3° Transférer des ressources des riches vers les pauvres.

69. Un quatrième aspect peut être évoqué, à savoir le passage d'une situation, caractérisée par la croissance des intrants ( $C_{Fi}$ ) — et la croissance de l'économie —, vers un développement qualitatif ( $D^*$ ), qui aille de pair avec le maintien de l'économie dans des limites qui soient compatibles avec les capacités globales de régénération et d'assimilation ( $K_{R-A}$ ) des systèmes entretenant la vie (SSV) :

$$C_{Fi} \text{ ----> } D^* ; \text{ avec } D^* \delta K_{R-A} B$$

70. Dans une économie en état de développement qualitatif ( $D^*$ ), le bien-être de la population (stable) augmente. En revanche, une économie dont le flux d'intrants croît, dépasse les limites ( $K_{R-A}$ ) et compromet la capacité d'autoréparation (régénération et recyclage) de la Planète. Il faut se rappeler ici les trois caractéristiques fondamentales des processus vivants :

1° ils sont recyclables (cycle de la matière) ;

2° ils sont branchés sur l'énergie solaire ( $V_{GS} < 0$ ) (énergie libre du soleil ; mécanismes néguentropiques), grâce à quoi,  $V_{GB} > 0$  ( $V_{GB}$  : énergie libre de la biosphère), tandis que  $V_{GS} < 0$  ; et  $V_{GB} + V_{GS} < 0$ , confirmant la loi de l'entropie croissante ;

3° l'utilisation de l'énergie se fait d'une manière économe (structures dissipatives et cohérences locales (13)).

71. Brundtland estime qu'il faut favoriser la croissance ( $C_{Fi}$ ) des pays pauvres. Mais si l'on se contente d'élever le niveau des PED (pays en développement), sans réduire celui des pays industrialisés (PI), il ne sera pas possible d'atteindre la durabilité. Pour l'atteindre, il faut que :

$$C_{Fi} (PI) + C_{Fi} (PED) = Cte$$

Pour que  $C_{Fi} (PED)$  augmente — ce qui est un impératif —, il faut que  $C_{Fi} (PI)$  diminue. C'est là, la condition de la durabilité. La satisfaction des besoins essentiels des pays en développement (nourriture, vêtements, abris, etc.) implique une croissance des flux d'intrants [ $C_{Fi} (PeD)$ ] qui doit être compensée par une réduction équivalente de ces mêmes flux dans les pays riches [ $C_{Fi} (PI)$ ]. Le Système des Nations Unies et la Banque mondiale ont un rôle majeur à jouer ici, car il faudra convaincre les pays riches et leurs populations de ce nécessaire ajustement, condition du développement durable et, par là même, de la survie de la civilisation. En réalité il n'y a pas de choix. Mais comment rendre la classe politique, aussi bien que

(13) Cf. La thermodynamique de non équilibre (Prigogine, Prix Nobel de chimie).

les masses, conscientes de cette réalité ?

72. Non seulement, ce virage est indispensable aux plans thermodynamique et écologique, mais il se justifie encore au point de vue moral. Historiquement parlant, les pays riches ont exploité les matières premières du Sud sans que cela ne profite au développement des pays pauvres ; il convient donc, à présent, que les pays industrialisés compensent les pays pauvres pour l'exploitation qu'ils ont faite de leurs ressources (14). Tinbergen et Huetting (1991) sont d'avis qu'il n'y a plus de place pour une croissance de la production dans les pays riches.

Un tel virage implique un profond changement de mentalité.

73. Il y a lieu également de préparer l'avenir, car l'humanité sera forcément contrainte de délaisser les énergies fossiles pour des sources d'énergie inépuisables et non polluantes comme l'énergie solaire et l'hydrogène.

Un combustible comme l'hydrogène ne produit aucune pollution, aucun gaz à effet de serre :



le résultat de la combustion est de l'eau. L'énergie, nécessaire à la fabrication de l'hydrogène, pourrait provenir de centrales solaires, hydro-électriques, éoliennes ou géothermiques.

On connaît l'hydrogène ; des moteurs à hydrogène existent. Sans doute ces voies innovatrices sont-elles encore au stade des essais, parce qu'il est plus facile de puiser dans le baril de pétrole. Le changement de mentalité doit s'ouvrir sur une vision thermodynamicienne et évolutionniste des phénomènes fondamentaux de la Planète et de la Vie. Le charbon et l'acier feront place à l'électronique et aux fibres optiques. Il faut accélérer les applications industrielles qui réduisent  $F_i$  et celles qui accroissent l'efficacité et la productivité. Il faut promouvoir la conservation et considérer que le recyclage est hautement profitable. Il faudrait également internaliser les externalités environnementales (p.ex., les émissions de  $\text{CO}_2$ ).

74. Le sens donné par Brundtland à la croissance (produire plus avec moins ; économies davantage orientées vers les services) peut être remis en question, car :

- 1° Toute croissance, consomme des ressources et produit des déchets, même la croissance — non définie — de Brundtland. Du fait que nous avons atteint,  $K_{R-A}$ , aucune croissance des flux d'intrants ( $C_{Fi}$ ) n'est plus compatible avec la durabilité. Il faut donc en arriver à arrêter la croissance des flux d'intrants.
- 2° La taille du secteur des services par rapport à la production de biens a des limites.
- 3° De surcroît, de nombreux services sont tributaires d'un flux intense d'intrants, comme le tourisme, les hôpitaux.
- 4° Une croissance avec  $F_i$  réduit implique le recours à la haute technologie. Or les endroits où la croissance est nécessaire — les pays en développement, pauvres — ne sont pas très avancés sur ce plan. Il y a donc lieu de considérer des transferts de technologie appropriée (avec  $F_i$  neutre ou minimal). C'est dans ce but que le PNUE et la Banque mondiale ont créé le GEF (*Global Environment Facility*) à hauteur de 1,5 milliard de dollars. Il devra promouvoir quatre grands secteurs liés au capital biosphérique : (a) la protection de la couche d'ozone ; (b) la réduction de l'émission de gaz à effet de serre (cf. Fonds multilatéral, dont le secrétariat est à Montréal) ;

---

(14) Parmi les solutions récentes, proposées pour l'Afrique, mentionnons le projet de *Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique* (NEPAD). Zamb'a, n° 10, juillet 2003, pp. 4-9.

(c) la protection des ressources des eaux internationales ; (d) la protection de la biodiversité.

## 12. Difficultés de l'ajustement au développement durable

75. On comprendra que la transition vers un développement durable apparaît comme exceptionnellement difficile, tant pour des raisons d'ordre économique que politique. Que l'on songe notamment aux marchés qui devront apprendre à fonctionner sans expansion. Toutes les activités, sur le plan global, devront respecter les contraintes de l'équilibre biophysique, à savoir la non croissance des flux d'intrants ( $F_i$  ; matière/énergie) dans le sous-système économique (SSE). Il est difficile de prendre en compte des questions, comme la ruine patrimoniale ou l'irréversibilité, questions qui se posent dans tous les cas de dépassement des limites ( $K_{R-A}$ ) que nous avons examinés.

76. Deux aspects majeurs se détachent : la nécessité de reconnaître que les limites de l'ESG ont été atteintes et la nécessité de lutter contre la pauvreté. Comme l'indique la *Déclaration de Rio*, environnement, développement et paix sont liés.

77. Le laisser-aller et le laisser faire ne peuvent ici que conduire à l'instabilité qui, à terme, ne pourrait que déboucher sur un enchaînement de catastrophes. Il est temps de se mettre à gérer cette double crise planétaire plutôt que de s'en remettre au hasard — entropie croissante ; état de désordre et de hasard. Par son esprit inventif, l'homme doit faire de la Planète un système global, ordonné, un ensemble complexe, diversifié, une mosaïque de structures dissipatives, une construction de non-hasard, un ensemble de basse entropie. Actuellement, qu'il s'agisse des pays riches ou des pays pauvres, c'est au contraire vers une situation globale d'accélération de l'entropie que l'on assiste.

78. Mais comment promouvoir ces changements de mentalité, d'attitude et de comportements ? L'Agenda 21 insiste sur l'éducation et la formation à l'environnement et au développement. De plus, les Nations Unies ont un rôle moteur à jouer, notamment le PNUD, l'UNESCO et le PNUE. Un écueil réside dans la banalisation du concept de développement durable ; le lier à un raisonnement thermodynamique est un moyen de lui donner plus de crédibilité.

79. De fait, ce qu'il faudrait faire, c'est investir davantage dans les facteurs limitants du ESG. c'est-à-dire dans les systèmes naturels (mécanismes néguentropiques et protecteurs de l'équilibre biosphérique global) qui permettent l'exploitation du flux énergétique (énergie solaire) et assurent le maintien de la capacité homéostatique de la biosphère. Même s'il s'agit là de la logique économique, ce n'est pas ce que l'on fait. Exemples : au lieu d'investir dans les scieries, les bateaux de pêche ou les raffineries — qui accentuent la pression sur les ressources naturelles ( $F_r$ ), déjà considérablement compromises —, c'est dans la reforestation, le repeuplement des bancs de poissons et les substituts renouvelables du pétrole qu'il faudrait investir ainsi que dans l'augmentation de l'efficacité énergétique et l'utilisation des sources d'énergie renouvelables.

80. À cet égard, le comble de la déraison réside dans les pays qui dépensent moins pour l'environnement, la santé, l'éducation et le bien-être que pour les armes. Le budget mondial de l'armement dépasse actuellement 1.000 milliards de dollars. Or la sécurité globale est davantage menacée par les contraintes, liées à  $F_r$  et  $F_d$ .

81. Y a-t-il une bonne solution se demandent Trygve Haavelmo et Stein Hanssen ? Répondre à cette question, disent-ils, implique que l'on fasse trois suppositions :

- 1° Il faut avoir une bonne connaissance des conséquences des différentes options possibles pour la poursuite des activités humaines dans l'avenir. Les connaissances dans ce domaine ont certainement progressé au cours des dix dernières années.

- 2° Il faut que l'on ait des interlocuteurs capables de prendre en compte ces connaissances et les utiliser.
- 3° Il faut une structure internationale reconnue qui ait l'autorité et le pouvoir de choisir la prochaine voie à suivre pour le développement, et de la promouvoir.

82. D'aucuns diront que la situation sur la Terre, en ce qui regarde la pollution, le surpeuplement, la pauvreté et la détérioration de l'environnement, ne sera vraiment prise en compte que lorsque la situation sera devenue pire encore qu'aujourd'hui. Seules des organisations internationales, s'entourant de chercheurs-penseurs avertis, pourront contrecarrer le néo-analphabétisme, l'inertie au changement et la torpeur mentale de tant de responsables politiques, chefs d'industries et planificateurs à la petite semaine. •

## ANNEXE

### Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique NEPAD

#### Constats

1. *« Le développement de l'Afrique a toujours été l'objet d'une préoccupation aussi bien pour les africains eux-mêmes que pour les occidentaux. Malheureusement, toutes les initiatives, mises en place dans le but de promouvoir un développement commun réel du continent africain n'ont toujours pas abouti aux résultats escomptés. »*

*« Au cours de l'année 2001, prenant conscience de l'énorme retard de l'Afrique, de la situation désastreuse de ses populations et de l'inanité des interminables études et plans irréalistes qui ont jalonné notre histoire depuis l'indépendance, des Chefs d'État prirent sur eux-mêmes l'initiative de proposer des plans procédant d'un esprit tout à fait nouveau. »*

*« L'Afrique considère que, du fait de l'évolution historique, elle a été marginalisée. Ce pourquoi elle reçoit aujourd'hui moins de 1 % de l'investissement mondial et représente 1,7 % du commerce international. (...) Son appauvrissement historique provient des effets cumulatifs de 300 ans d'esclavage, de 100 ans de colonisation et, depuis l'indépendance, de la domination économique qui se traduit en exploitation de ses ressources et du travail de ses populations par des prix en perpétuelle tendance historique à la baisse. En vérité, cette marginalisation de l'Afrique existe aussi dans l'esprit de nos partenaires du monde développé qui, lorsqu'ils parlent d'économie mondiale, ne font entrer dans ce concept que les pays développés, le continent noir étant à la périphérie, de plus en plus poussé à l'extérieur par les mécanismes même de fonctionnement de l'économie mondiale. » (15)*

2. Ces constats, manifestement amers, recourent l'analyse que nous avons faite de la crise des décennies de développement (fasc. I - 8) et traduisent une dure réalité. C'est dans ce contexte, particulièrement critique, qu'a été créé le NEPAD, le 11 juillet 2001, lors du sommet de l'OUA, à Lusaka (Zambie).

---

(15) NEPAD, *op. cit.*, p. 4

### Objectifs

3. Le NEPAD a pour ultime objectif de combler le retard qu'accuse l'Afrique par rapport aux pays développés. Il s'agit là d'une finalité que l'on peut comprendre, même si elle est manifestement très ambitieuse. Le NEPAD vise à intégrer l'Afrique dans la mondialisation. On peut se demander si cette voie est, dans les conditions actuelles, la meilleure des alternatives ?
4. Pour ce faire, la revendication de l'Afrique est de demander aux pays développés des investissements massifs afin de combler le retard de l'Afrique dans des domaines prioritaires et ce au niveau régional.

### Grands axes

5. Le NEPAD retient 10 priorités (ou secteurs) qui sont :
  - la bonne gouvernance politique ;
  - la bonne gouvernance économique et les flux de capitaux privés ;
  - les infrastructures ;
  - l'éducation ;
  - la santé ;
  - les nouvelles technologies de l'information et de la communication ;
  - l'agriculture ;
  - l'énergie ;
  - l'accès aux marchés des pays développés ;
  - l'environnement.
6. Dans le document consulté, figure aussi la liste des huit actions prioritaires identifiées :
  - l'information environnementale ;
  - les eaux douces ;
  - la dégradation des terres ;
  - les écosystèmes marins et côtiers ;
  - la santé et l'environnement ;
  - les écosystèmes forestiers ;
  - le commerce et l'environnement ;
  - l'économie sociale.

### Observations

7. À la lecture de ces deux listes — axes et actions prioritaires —, force est de constater, pour dire les choses franchement, que le NEPAD est mal parti. Il poursuit effectivement la voie la plus traditionnelle et la moins porteuse d'avenir qui soit, la voie sectorielle, réductionniste, celle qui a marqué les quatre décennies de développement que nous avons considérées *supra* et qui n'ont guère été qu'une accumulation d'échecs. Il ne semble pas que le NEPAD ait suffisamment scruté les causes des échecs passés.
8. Les stratégies opérationnelles ne sont pas mentionnées ni la philosophie de base qui sous-tend le projet. Apparemment, rien ne semble le distinguer des projets habituels. Il nous apparaît qu'il eut mieux valu donner la priorité à la seule éradication de la pauvreté, appréhendée dans son *contexte systémique*. Car, en créant un dynamisme régional, le développement devient possible. Le développement ne sera pas le résultat d'investissements massifs, réalisés dans le cadre d'une mondialisation inappropriée.
9. Depuis sa création, en 2001, le NEPAD n'a guère attiré l'attention des grands organismes de financement ni des pays industriels. Ce délai peut être vu comme un constat de désintérêt, mais il peut aussi être saisi comme une occasion pour le NEPAD de revoir de fond en comble sa doctrine, incluant dans ce

terme, sa philosophie de base, son concept fondamental et ses finalités, ses objectifs généraux et opérationnels, son approche, ses stratégies opérationnelles et la conduite, à venir, de ses opérations de terrain. Alors, sans doute, pourra-t-on comprendre en quoi de NEPAD peut se distinguer du saupoudrage habituel de projets, mal ficelés et nécessairement sans lendemain ? Le NEPAD est effectivement fort mal parti, mais il devrait encore être possible de reprendre le tout à zéro. •