



**CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHE
PLURIDISCIPLINAIRE (CIREP)
STATUT : UNIVERSITE PUBLIQUE
Web : www.cirep.ac.cd
Email : info@cirep.ac.cd**

Notes de cours de Questions approfondies en économie agricole et ressources naturelles

OBJECTIF DU COURS

L'objectif du cours de questions approfondies en économie agricole et ressources naturelles est d'approfondir la compréhension des étudiants sur les principaux concepts, théories et modèles économiques appliqués à l'agriculture et à la gestion des ressources naturelles. Ce cours vise à fournir aux étudiants les outils analytiques nécessaires pour étudier et résoudre les problèmes économiques complexes liés à l'agriculture, à l'environnement et à la durabilité des ressources naturelles.

Les étudiants exploreront des sujets tels que l'analyse économique des marchés agricoles, la politique agricole, la gestion des ressources naturelles, l'économie de l'environnement, le commerce agricole international, la sécurité alimentaire, la durabilité agricole, les externalités environnementales, et les incitations économiques pour une utilisation durable des ressources naturelles.

En mettant l'accent sur les questions actuelles et les défis futurs auxquels sont confrontés le secteur agricole et la gestion des ressources naturelles, ce cours vise à former des professionnels capables d'analyser et de formuler des

Introduction

On peut schématiquement distinguer deux périodes dans l'étude économique des problèmes posés par l'utilisation par l'homme des ressources naturelles. La première est centrée sur la question de l'épuisement des ressources naturelles et de ses conséquences pour la croissance économique. Elle commence dès la constitution de l'économie comme discipline autonome, par exemple avec Ricardo [1821] qui voyait, dans la baisse progressive de la qualité productive des terres mises en culture, la cause de l'arrêt futur de la croissance. Jevons [1865] fait le même diagnostic à partir de l'analyse du rôle du charbon dans l'économie britannique et de son épuisement supposé. Plus près de nous, le célèbre rapport Meadows du Club de Rome [1972] reprend la même antienne en l'étendant à toutes les ressources minérales. Très récemment encore, Lester Brown [2001] actualise le constat et fait le lien avec la seconde période, celle qui correspond à la montée des mouvements écologistes au plan politique et qui met davantage l'accent sur les dégradations environnementales dues à nos modes de consommation et de production. *L'Économie de l'environnement* [Bontems et Rotillon, 2003] présentait les concepts proposés par les économistes pour analyser les causes de ces dégradations et les méthodes pour y remédier et participer à la décision publique. Cet ouvrage a un objectif similaire concernant l'économie des ressources naturelles, telles qu'elles ont été abordées avant que l'accent ne soit mis sur les problèmes plus spécifiquement environnementaux.

I / Les ressources naturelles

Chacun d'entre nous peut donner des exemples de ressources naturelles, comme le pétrole, le charbon, le bois, les fruits sauvages..., si bien qu'il ne semble guère nécessaire d'en dire davantage, tellement l'expression paraît parler d'elle-même « Ressource » renvoie à quelque chose d'utile à l'homme et « naturelle » au milieu dont elle provient, milieu qui est lui-même déjà donné et extérieur à l'activité humaine. Nous allons montrer que le concept *économique* de « ressource naturelle » demande à être mieux précisé. Ceci nous conduira à faire une distinction fondamentale entre deux types de ressources naturelles : les *ressources épuisables* et les *ressources renouvelables*.

Le concept économique de ressource naturelle

Pour que quelque chose existant dans la nature soit utile à l'homme, encore faut-il que ce dernier puisse, d'une part, en avoir conscience et, d'autre part, avoir les moyens de s'en servir. Le radium, aujourd'hui indispensable en médecine, existait bien évidemment avant sa « découverte » par Marie Curie en 1896. En le mettant en évidence, cette dernière a dévoilé un aspect de la nature qui nous était jusqu'alors inconnu, mais elle n'en a pas fait pour cela une « ressource ». Il a fallu de nombreux progrès en physique nucléaire, en biologie et en technologie pour arriver à le domestiquer et en faire un outil de lutte contre le cancer, alors même qu'il a coûté la vie à Marie Curie. Et si, aujourd'hui, les chercheurs de champignons savent bien qu'ils ne peuvent pas consommer n'importe quelle espèce, la cueillette à l'aube de l'humanité a dû causer bien des drames.

Ainsi, une « ressource naturelle » n'est pas si naturelle que cela. Elle n'a d'existence que par rapport à une technologie d'utilisation donnée. Au début du XX^e siècle, le minerai de cuivre contenant moins de 10 % de métal n'était pas exploité. Quarante ans après, le développement de la demande et une nouvelle technologie permettaient l'exploitation d'un minerai avec une teneur en cuivre de 1 %, et aujourd'hui certains dépôts sont exploités avec 0,4 % de métal.

Mais la technologie ne suffit pas, il y faut aussi des conditions économiques favorables. On sait aujourd'hui extraire le pétrole des schistes bitumineux mais à un coût bien supérieur au prix de marché, ce qui rend, actuellement, toute exploitation à des fins productives inutile.

En résumé, on parlera donc de ressource naturelle au sens économique quand la ressource sera utilisable avec la technologie existante et exploitable avec les prix actuels.

Une dernière distinction doit être faite concernant les ressources naturelles. Étant utiles à l'homme, leur usage peut conduire à leur disparition et elles sont donc souvent des contraintes pour la croissance économique. Les économistes classiques du XIX^e siècle, comme Ricardo et Malthus, ont eu une conscience aiguë de cette question au travers de leurs analyses du développement économique et du rôle qu'y tenait la terre comme facteur de production. Le premier prévoyait l'évolution de l'économie vers un état stationnaire à cause de la limitation des terres cultivables et de leur fertilité décroissante, et le second voyait une contradiction indépassable

entre la croissance de la population et cette même limitation des terres. En 1865, dans *The Coal Question*, Jevons annonçait la fin de la révolution industrielle en Angleterre à partir de l'observation des limites physiques des gisements de charbon et du rôle de cette énergie pour la croissance économique. Au XX^e siècle, il a fallu attendre la publication du livre de Forrester, *World Dynamics* [1971], et les travaux du Club de Rome, avec le rapport Meadows [1972], pour voir repris le même discours sur la limitation essentielle des ressources naturelles conduisant à l'arrêt de la croissance.

Les ressources épuisables

Les ressources naturelles épuisables se présentent dans la nature sous la forme de stocks finis d'un point de vue physique et on a vu que c'est cette caractéristique qui justifie leur dénomination. Quand ces ressources sont essentielles au mode de production, comme le pétrole aujourd'hui, se pose la question de l'avenir de l'économie, une fois cette ressource épuisée. Toutefois, l'estimation de ces stocks est incertaine et cet avenir n'est pas facile à dater. On conçoit que la question de l'après-pétrole se pose de manière très différente selon que nous puissions encore maintenir notre mode de consommation présent pendant dix ans ou pendant cent ans. Dans le second cas, on peut raisonnablement espérer trouver un substitut sans modifier brutalement nos comportements actuels alors que ce serait sans doute impossible dans le premier cas.

On doit constater que, dans le passé, l'humanité s'est trouvée confrontée à cette question. C'était le fond de l'argumentation de Jevons à propos du charbon, pour lequel il ne voyait pas de substitut disponible dans un proche avenir. À cette époque, le pétrole servait surtout à l'éclairage sous forme de pétrole lampant, obtenu à partir de la distillation du charbon. On peut comprendre qu'il n'était pas facile d'y voir un substitut futur de ce même charbon !

C'est pourquoi l'estimation des stocks de ressources naturelles épuisables, pour délicate qu'elle soit, est un élément important de notre appréciation sur le devenir de notre système de production. On va voir, cependant, que la mesure des quantités disponibles de ressources se heurte à de nombreuses difficultés.

Le problème de la mesure des stocks

Jusqu'à la fin des années 1970, une grande confusion régnait dans le vocabulaire désignant les ressources naturelles minérales. Ainsi, par réserves

prouvées, on entendait aussi bien les gisements de minerai de fer dont 85 % étaient estimés récupérables, le pétrole qui était estimé récupérable à 100 %, ou le charbon qu'il soit récupérable ou non. Progressivement, deux agences américaines, l'US Bureau of Mines et l'US Geological Survey, ont proposé une normalisation du vocabulaire qui est maintenant adopté par l'industrie et les autres pays, et dont on trouvera en encadré quelques définitions.

Comme on peut le constater, la notion de réserve n'est pas purement physique, mais physico-technico-économique. Il s'agit pourtant d'une normalisation qui est loin de régler tous les problèmes.

Les réserves

Réserves prouvées : Ressources découvertes et récupérables avec une certitude raisonnable, et économiquement exploitables compte tenu des prix courants et de la technologie disponible.

Réserves probables : Ressources découvertes mais non exploitées. Il s'agit d'une extrapolation de ressources potentielles, fondée sur la connaissance des formations géologiques et de leur lien avec la ressource. Ainsi, on sait que le pétrole se forme dans les bassins sédimentaires dont 600 sont recensés dans le monde, les deux tiers ayant été explorés. On considère généralement que ces ressources ont au moins 50 % de chances d'être exploitables avec la technologie et les conditions économiques du moment.

Réserves : Réserves prouvées + réserves probables.

Ressources présumées : Ressources non découvertes mais qu'on suppose pouvoir trouver un jour dans les sites connus et déjà explorés. Ainsi, on ne connaît pas le potentiel de pétrole en mer du Nord.

Ressources spéculatives : Ressources non découvertes dans des sites non encore explorés mais où on sait pouvoir trouver la ressource. La plupart des bassins sédimentaires non encore explorés sont dans les fosses profondes du Pacifique que la technologie actuelle ne permet pas de visiter mais dont on sait avec une quasi-certitude qu'ils contiennent du pétrole. Il faut noter que, il y a une cinquantaine d'années, la mer du Nord ne contenait que des ressources spéculatives.

Le tableau ci-dessous donne une estimation des réserves de quelques ressources dans le monde en milliards de tonnes équivalent pétrole (tep).

Ressource	Réserves	Réserves
------------------	-----------------	-----------------

	prouvées	probables
Pétrole	140	250
Gaz	120	130
Charbon	500	3 000

Source ADEME.

Toutefois, si le vocabulaire est commun, ni les définitions, ni les pratiques ne le sont. En particulier, les Américains ne tiennent compte que des réserves prouvées quand la plupart des autres pays considèrent les réserves (prouvées + probables) pour évaluer les stocks. En effet, la Security & Exchange Commission (SEC) impose à toutes les compagnies enregistrées à la Bourse américaine de ne déclarer que les réserves prouvées.

Le montant des réserves prouvées dépend aussi du coût auquel on considère que la ressource ne sera plus exploitable du point de vue de sa rentabilité économique. Avec un prix du baril de pétrole à 80 dollars, on n'utiliserait plus cette matière première mais des substituts parfaits qui peuvent être produits à partir du charbon à un coût inférieur.

Les ressources renouvelables

Une ressource renouvelable est une ressource qui a une capacité de reproduction propre, indépendamment de l'intervention humaine. C'est pourquoi, pour marquer la différence d'avec les ressources épuisables, on parle généralement de population ou de biomasse pour désigner le stock de ressource. Dans un écosystème donné, une ressource naturelle renouvelable, par exemple une espèce de poissons, croît à un taux égal à la différence entre son taux de natalité et son taux de mortalité. Ce taux n'est, en général, pas constant et dépend notamment de l'importance de la population, elle-même étant fonction de son écosystème. Quand les poissons sont peu nombreux, ils ont suffisamment de nourriture pour se reproduire à un taux élevé, et, à l'inverse, quand la nourriture devient rare du fait d'un trop grand nombre de poissons présents dans l'écosystème, le taux de croissance devient faible et peut même s'annuler quand les taux de natalité et de mortalité s'équilibrent.

On retrouve la même dynamique dans l'évolution d'une forêt. Sur une surface donnée, la forêt commence par croître rapidement parce que les arbres ont suffisamment d'espace mais, au fur et à mesure que le nombre d'arbres augmente, chaque arbre nouveau dispose de moins de terre, d'eau, a plus de difficultés à avoir accès au soleil... et la croissance de la forêt se réduit jusqu'à atteindre un équilibre où un nouvel arbre ne peut se développer

que si un ancien meurt.

Schématiquement, la croissance d'une ressource renouvelable est une fonction d'abord croissante puis décroissante de la taille de la population. Elle est nulle quand il n'y a pas de ressource et redevient nulle quand le taux de natalité s'équilibre avec le taux de mortalité. Le niveau de la population correspondant à cette situation est la *capacité de charge* de la ressource. C'est un équilibre stable, hors de toute intervention humaine, puisque, au-delà de ce seuil, une unité de ressource supplémentaire implique un taux de mortalité supérieur au taux de natalité et donc une réduction de la population qui revient à sa capacité de charge. Inversement, si la capacité de charge n'est pas atteinte, la croissance de la population est positive et sa taille se rapproche de sa capacité de charge jusqu'à la rejoindre finalement.

Par ailleurs, la forme de la relation entre la croissance de la population et sa taille implique qu'il existe un niveau de stock X_{pme} où cette croissance est maximum. On nomme ce niveau de stock le *prélèvement maximum équilibré* ou *prélèvement soutenable maximum*. En effet, si l'homme ponctionne cette ressource d'un montant égal à la variation de population correspondante, la taille de la population reste constante et égale à X_{pme} . Enfin, un autre paramètre est utile pour caractériser une ressource renouvelable, c'est son *taux de croissance intrinsèque*, qui est la limite de son taux de croissance quand la taille de la population tend vers zéro. Une ressource avec un taux de croissance intrinsèque élevé est une ressource qui se développe très rapidement dès qu'elle compte quelques unités.

Il a été estimé pour plusieurs espèces de poissons dont le tableau suivant donne quelques exemples avec la capacité de charge et la production soutenable maximum correspondantes. Ce chapitre a permis de définir les concepts de ressources naturelles épuisables et renouvelables, mais il n'a pas abordé les problèmes économiques liés à leur exploitation.

Espèce	Taux de croissance intrinsèque	Capacité de charge	Production soutenable maximum
Baleines de l'Antarctique	0,08	400 000	200 000
Baleines bleues	0,29	136 000	68 000
Flétans du Pacifique	0,71	80,5 millions de tonnes	40,25 millions de tonnes
Homards	1,29	3,26 millions	1,63 million de livres

de Miminegash		de livres	
Homards	1,80	3,50 millions	1,75 million de livres
de Port Maitland		de livres	

Sources : C. Clark, *Mathematical Bioeconomics*, Wiley (1976) ; T. Tietenberg, *Environmental and Natural Resource Economics*, HarperCollins College, New York (1996) ; J.-M. Hartwick et N. Olewiler, *The Economics of Natural Resource Use*, Addison Wesley, Reading (1998).

✓ / **L'exploitation des ressources épuisables**

Le débat sur l'épuisement d'une ressource se cristallise autour de la mesure de sa rareté : l'approche géologique, avec ses ratios, s'oppose à l'approche économique, davantage centrée sur l'examen des prix et des coûts de production. C'est cette seconde voie que nous allons explorer dans ce chapitre avec l'examen de la règle d'Hotelling, dont l'objet est précisément de construire un indicateur de rareté économique. Même si Lionel Gray [1914] en avait posé les premières bases, c'est en effet Harold Hotelling qui donne le premier exposé rigoureux de la théorie économique néoclassique des ressources épuisables.

L'exploitation optimale d'une ressource renouvelable

Que les ressources renouvelables soient potentiellement inépuisables ne nous dit pas à quel rythme nous pouvons les utiliser. La capacité de reproduction naturelle de ces ressources se traduit par la production d'un surplus. La totalité de ce surplus peut être prélevée sans que le niveau initial du stock en soit modifié, c'est le prélèvement soutenable. Au-delà, le stock diminue, en deçà il augmente. L'importance de ce surplus dépend essentiellement du niveau initial du stock. On a vu dans le chapitre I que l'on représentait généralement la croissance d'une ressource renouvelable par une fonction d'abord croissante puis décroissante du niveau du stock existant et qu'il y avait donc un niveau particulier du stock (noté X_{pme}) où cette croissance était maximum. Le prélèvement du surplus correspondant est lui aussi maximum, d'où sa dénomination de production maximum équilibrée (PME). Cette PME semble un bon candidat pour notre recherche d'un niveau optimal de prélèvement. Bien entendu, il n'y a aucune raison pour que le niveau de la ressource soit justement égal à celui où sa croissance est maximale au moment où l'on décide de l'exploiter, mais il permet de définir une règle de gestion simple pour cette exploitation : rejoindre au plus vite le niveau du stock où l'on pourra extraire la PME.

L'exploitation économique d'une ressource renouvelable.

Nous supposons ici que cette exploitation se fait dans le cadre d'une concurrence parfaite, c'est-à-dire que, pour les exploitants, le prix p auquel ils peuvent vendre la ressource est une donnée qui ne dépend pas de la quantité capturée. Cette capture dépend évidemment des moyens utilisés (techniques de localisation de la ressource, moyens de transport, matériel de capture...) qu'on résume généralement sous le terme générique d'effort.

C'est le niveau de cet effort qui constitue la variable de décision déterminant les conditions de l'exploitation (combien de bateaux, quels types de filets, combien de jours de pêche...). Pour un niveau d'effort E fixé, l'hypothèse la plus simple est de considérer que la quantité totale capturée H (*Harvest* en anglais), sera proportionnelle à la taille de la population X , soit $H = EX$ (on peut penser qu'il serait plus réaliste de considérer que si la population est peu nombreuse, la quantité capturée pour un niveau d'effort fixé E sera plus faible que pour une population importante, auquel cas on aurait $H = H(EX)$ où H est une fonction croissante de X . C'est sans doute vrai, mais l'hypothèse de proportionnalité ne changeant pas qualitativement les résultats.

/ Les ressources renouvelables en pratique

Le chapitre précédent était, pour l'essentiel, consacré à présenter les bases de la théorie économique des ressources renouvelables. Le point de vue adopté était donc principalement normatif, visant à donner des règles de gestion en fonction d'objectifs bien définis (maximisation du profit et/ou préservation de la ressource). Ce chapitre adopte au contraire un point de vue positif et s'attache à traiter des problèmes et des solutions qui ont été mises en place (ou qui tentent de l'être) pour réguler l'usage de certaines ressources renouvelables.

Les ressources halieutiques

Les ressources halieutiques sont entièrement consacrées à l'alimentation. La production mondiale, qui a dépassé les cent millions de tonnes en 2001, était destinée pour 75 % à la consommation humaine et pour 25 % à la fabrication d'aliments pour les élevages porcins et l'aquaculture. Le secteur emploie près de trente-cinq millions de personnes, mais plus de deux cents millions en dépendent, soit par des liens familiaux, soit par leur emploi dans des industries et activités connexes. C'est un secteur en crise, de nombreuses espèces étant menacées d'extinction à cause d'une surexploitation des stocks. Le problème essentiel posé par ces ressources est

celui d'un retour à une exploitation qui ne menace pas leur caractère renouvelable. Une régulation efficace des pêcheries est donc indispensable, ce qui nécessite une bonne connaissance de l'état des stocks et de l'effort de pêche. Des statistiques non fiables impliquent, en effet, une baisse de confiance dans la capacité des gestionnaires des pêches à faire leur travail, et ce aussi bien de la part des pêcheurs que du public.

État des stocks et effort de pêche

L'essentiel du suivi statistique des captures et de l'état des stocks est assuré par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (deux autres organismes interviennent également dans ce suivi : le Conseil international pour l'exploration de la mer, CIEM, et l'International Commission for the North-West Atlantic Fisheries, ICNAF). Les principaux indicateurs de l'état d'un stock sont la capture et l'effort de pêche [FAO, 2001]. La capture est exprimée en tonnes et s'évalue à partir de l'examen des livres de bord des pêcheurs, des ventes aux principales criées, de campagnes spécifiques de comptage sur des chalutiers spécialement équipés (sonars...) et de modèles théoriques où ces données sont interprétées. L'effort de pêche correspond à l'ensemble des moyens mis en œuvre par les pêcheurs pour la capture d'une quantité donnée durant une période déterminée. Il s'exprime en temps de pêche, longueur de filet, taille des mailles, nombre d'hameçons... Le tableau ci-dessous donne (en millions de tonnes) l'évolution de la production des pêcheries maritimes pour quelques espèces dans le monde.

I / Le développement durable

Qu'elles soient épuisables ou renouvelables, les ressources naturelles jouent un rôle essentiel dans nos modes de consommation et de production. On a déjà souligné que, dès l'émergence de l'économie comme champ disciplinaire relativement autonome, de grands économistes avaient attiré l'attention sur les limites de la croissance qu'impliquait l'utilisation de ressources naturelles essentielles. Le diagnostic ainsi posé est souvent fondé sur une projection des évolutions passées dans le futur. Un tel exercice repose sur des conditions dont la liste même suffit à ruiner tout espoir de crédibilité de la prévision. Prenons l'exemple du pétrole, ressource stratégique s'il en est en ce début de XXI^e siècle, dont on nous annonce l'épuisement avant quelques dizaines d'années. L'épuisement en soi n'est une catastrophe qu'autant qu'aucun substitut ne soit devenu disponible. Ce qui dépend, entre autres, du progrès technique, des prix relatifs d'autres ressources (à 80 dollars le baril, on peut

obtenir du pétrole par distillation de charbon et l'épuisement du pétrole ne peut que faire monter son prix), de l'évolution de la demande, d'une évaluation fiable des réserves et des coûts d'extraction, y compris futurs... Une prévision utile, reposant sur une modélisation de l'économie mondiale réaliste, doit donc intégrer la spécification des fonctions de demande et d'offre des principaux biens, des hypothèses sur l'évolution des anticipations des acteurs concernés (présents et futurs), la connaissance des stocks et des coûts d'exploitation, l'estimation des élasticités de substitution entre le pétrole et tous les biens dont l'utilisation a un lien avec lui (par exemple, l'automobile ou le transport aérien).

Les difficultés de mise en œuvre du marché des permis. — La première difficulté a concerné l'existence même de ce marché. La condition sur le pourcentage des émissions permettant la mise en application du protocole de Kyoto n'est réalisée que depuis novembre 2004. Avant cette date, les principaux non-signataires étaient les États-Unis, la Russie et l'Australie, représentant respectivement 36,1 %, 17,4 % et 2,1 % des émissions. L'arrivée au pouvoir du président Bush avait complètement modifié la position du gouvernement américain, qui est passée d'une coopération heurtée au retrait à la conférence de La Haye en 2000. De ce fait, seule la Russie avait un taux d'émission suffisant pour faire atteindre la barre des 55 % édictés par le protocole. La décision américaine la mettait ainsi en situation d'arbitre, et ce n'est que quatre ans plus tard qu'elle s'est finalement décidée à la ratification.

Mais, même après cette ratification du protocole par la Russie, conduisant à sa mise en vigueur en février 2005 et au démarrage du marché en 2008, il reste plusieurs obstacles à son bon fonctionnement. Un marché de permis négociables ne peut fonctionner que si, d'une part, il est possible de contrôler les déclarations d'émissions des acteurs pour vérifier qu'elles sont en conformité avec le nombre de permis qu'ils possèdent et, d'autre part, que des sanctions crédibles soient applicables en cas de non-respect des règles. Sur le premier point, des protocoles d'inventaire ont été mis au point, et ont été définies les conditions dans lesquelles chaque pays doit établir des rapports réguliers sur sa politique de l'effet de serre, ses émissions et ses mouvements de transferts internationaux de permis. Le second point a été un point important d'achoppement. Les propositions de pénalités financières ont été rejetées, car elles auraient impliqué une perte de souveraineté jugée inacceptable. Il faut dire que l'effet de serre touche à des secteurs sensibles

comme l'énergie et les transports. Les solutions trouvées consistent à prévoir une pénalité « en nature » sur les permis de la période suivante, après 2012, à suspendre la capacité d'un pays à participer aux transactions comme vendeur de permis et, enfin, à demander à chaque pays de demeurer en possession d'une réserve de permis correspondant au moins à 90 % de ses émissions annuelles.

La faiblesse du dispositif de sanction est d'autant plus gênante que la nature même d'un protocole issu d'une négociation entre États souverains le rend fragile et instable. En effet, non seulement aucun pays ne peut être forcé à signer par les autres, mais il existe une forte incitation pour chaque pays à ne pas participer à l'effort commun et ce d'autant plus que les autres sont plus nombreux à participer. C'est le comportement bien connu du « passager clandestin » dû à l'impossibilité d'exclusion de l'usage d'un bien public une fois que celui-ci est disponible. Le recul de l'effet de serre, du fait des efforts de réduction des pays signataires, profitera de toute façon aux autres pays.

Enfin, tel qu'il est prévu, le marché qui doit se mettre en place en 2008 n'est qu'une toute première étape pour commencer à affronter le problème de l'effet de serre. Après le retrait américain, les engagements de réduction des émissions ne concernent qu'une part minoritaire des émissions annuelles mondiales. Ce n'est pas suffisant pour réduire durablement le stock de GES dans l'atmosphère. Aller plus loin suppose d'impliquer les pays en développement dans l'effort de maîtrise des émissions, d'autant que c'est dans ces pays que les émissions seront les plus importantes dans le futur, au fur et à mesure de leur développement.

On comprend bien que l'approche adoptée à Kyoto pour définir des engagements quantifiés (réduire les émissions en référence à l'année 1990, règle dite du « grand-parentage »), si elle était concevable dans une logique de limitation des coûts et d'acceptabilité politique du protocole entre pays industriels, ne pourrait pas être acceptée par des pays comme l'Inde ou la Chine qui dépassent le milliard d'habitants et dont les émissions totales doivent pouvoir augmenter en fonction de leur croissance. Ces pays militent d'ailleurs pour une distribution attribuant à chaque pays un quota proportionnel à sa population. C'est la question de l'équité des règles d'allocation des permis qui est posée, question difficile sur laquelle nous renvoyons le lecteur intéressé à Godard [1997 et 1999].

Kyoto, et après ?

La mobilisation d'un certain nombre de pays industriels face au risque de

changement climatique peut donner lieu à deux types d'interprétations, selon le modèle de la bouteille à moitié vide ou à moitié pleine. On peut y voir le début de la prise de conscience collective d'une menace pour les générations futures et la mise en œuvre, certes difficile mais réelle, d'actions pour y faire face. On peut aussi mettre l'accent sur les difficultés et regretter que la poursuite des intérêts particuliers à chaque pays, dont les États-Unis donnent un si bel exemple, conduise à tant d'atermoiements et de faux départs.

Mais on peut aussi privilégier une lecture de Kyoto comme le premier pas nécessaire (donc limité si on le veut réel) au début d'un processus dont l'objectif essentiel est l'intégration des pays en développement, pour une coopération à la fois efficace et équitable. Comme pour les ressources halieutiques ou la forêt, les incantations au développement durable sont encore loin de déboucher sur une réduction des atteintes à l'environnement qu'elles dénoncent ; mais c'est en 2013, au moment où le premier bilan des réductions réalisées par les pays de l'annexe B sera fait, qu'on pourra mieux juger, à partir du niveau d'engagement des pays en développement, de la réelle volonté de tous à maîtriser l'effet de serre et de nos chances d'y parvenir.

L'eau

Il est difficile de caractériser l'eau en tant que ressource naturelle. Si d'un point de vue écologique son cycle, parfaitement connu (évaporation, condensation, retour à la mer), en fait une ressource renouvelable, l'eau douce, celle dont nous dépendons pour les usages domestiques, industriels et agricoles, est plutôt une ressource épuisable. C'est d'ailleurs ainsi que l'a caractérisée la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement qui s'est tenue à Dublin en 1992 dans son principe n° 1 : « L'eau douce — ressource fragile et non renouvelable — est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. »

Cependant, son caractère épuisable tient moins à ses caractéristiques physico-chimiques propres qu'à la fragilité de son processus de reproduction naturelle. Cette fragilité est due, d'une part, aux conflits d'appropriation et/ou d'usages engendrés par son inégale répartition sur notre globe et, d'autre part, aux conséquences des multiples pollutions qu'elle subit.

Les ressources d'eau sont donc renouvelables (sauf certaines eaux souterraines), mais avec des différences de disponibilité très importantes selon les régions du monde et des variations considérables, en termes de précipitations saisonnières et annuelles (par exemple, les précipitations en Inde

sont concentrées sur quelques semaines avec la mousson).

D'un point de vue économique, l'eau potable est théoriquement un bien public dans les pays riches, puisque le service d'eau est conçu pour être accessible à tous les habitants d'une commune avec un tarif fixé de manière à n'exclure aucun usager et sans rivalité d'usage. Pratiquement, l'exclusion des usagers qui ne paient pas leur facture peut la rapprocher d'un bien de club. Dans les pays en développement, la pratique courante de la connexion illégale au réseau fait de l'eau un bien commun.

La majorité de l'eau sur terre est de l'eau de mer, la quantité globale d'eau douce ne représentant que 2,53 % du total. Sur ces 2,53 %, l'eau de surface (lacs et rivières) compte pour 0,3 %, les eaux souterraines pour 29,9 % et les glaciers et les neiges éternelles pour 68 %, le reste correspondant aux mares, zones humides, etc. Le volume global d'eau douce utilisable s'élève ainsi à 12 500 milliards de m³. Ce volume serait suffisant s'il était équitablement réparti, ce qui n'est le cas ni dans l'espace, ni dans le temps. Le tableau ci-dessous donne la disponibilité en eau par grandes zones géographiques par rapport à la population.

Zones	Disponibilité en eau	Population
Amérique du Nord et centrale	15 %	8 %
Amérique du Sud	26 %	6 %
Europe	8 %	13 %
Afrique	11 %	13 %
Asie	36 %	60 %
Australie et Océanie	4 %	1 %

Source : site Internet de l'UNESCO/PHI.

Le tableau souligne bien la disparité entre continents et la situation difficile de l'Asie qui ne possède que 36 % des ressources alors qu'elle représente 60 % de la population mondiale.

Du point de vue des usages, l'agriculture est de loin le secteur le plus consommateur avec 70 % du total, quand les usages industriels en

représentent 22 % contre 8 % pour les usages domestiques. Toutefois, les usages industriels augmentent en fonction du revenu des pays et ils représentent 59 % du total dans les pays à revenu élevé et 10 % dans les pays à faible revenu et revenu moyen inférieur. L'augmentation prévue des usages industriels devrait se faire, pour l'essentiel, dans les pays en développement.

Sur le plan de la qualité, la pollution affecte de plus en plus les réserves. Environ deux millions de tonnes de déchets (effluents industriels, produits chimiques, engrais, pesticides...) sont déversées chaque jour dans des eaux réceptrices et on estime que la pollution mondiale pourrait atteindre 12 000 km³. Comme trop souvent, ce sont les populations les plus pauvres qui sont les plus touchées, 50 % de la population des pays en développement étant exposée à des sources d'eau polluées.

Le développement économique et la croissance démographique devraient accentuer la raréfaction progressive de la ressource et, selon les estimations, c'est 2 à 7 milliards d'individus dans 48 à 60 pays qui devraient souffrir de pénuries d'eau et des maladies qui lui sont liées (paludisme, dengue, infections gastro-intestinales) vers le milieu de ce siècle. C'est pourquoi on parle aujourd'hui de crise mondiale de l'eau et que beaucoup y voient le grand défi de ce début de troisième millénaire.

L'enjeu principal : satisfaire la demande

La priorité, c'est d'assurer l'accès à l'eau potable pour tous. À l'heure actuelle, 1,1 milliard de personnes n'ont pas d'équipements leur permettant de s'approvisionner en eau et 2,4 milliards n'ont pas accès à des systèmes d'assainissement. Encore faut-il souligner que le taux de raccordement d'une population à un réseau n'est pas synonyme d'accès à l'eau potable car, dans certains cas, l'eau du réseau n'est disponible que quelques heures et avec une pression variable [voir Marie Llorente, 2002, pour le cas de Delhi].

Il est donc nécessaire non seulement de créer des réseaux performants, mais aussi de mettre en place des systèmes d'assainissement dans une approche par bassin qui est le niveau adéquat de gestion de la ressource à cause de sa nature de bien collectif.

Mais la demande c'est aussi (surtout) celle de demain. Dans les trente prochaines années, on assistera à un doublement de la population urbaine (60 millions supplémentaires par an). Une telle croissance en un laps de temps si court pose des défis nouveaux que n'ont pas eu à relever les pays riches d'aujourd'hui qui ont pu construire et financer leurs réseaux sur des temps

beaucoup plus longs et sans explosion démographique.

Il y a donc un problème de financement. Ainsi, la Banque mondiale chiffre à 180 milliards de dollars par an jusqu'en 2025 le règlement des problèmes d'eau (tous usages compris : hydroélectricité, eau potable, irrigation...). Toutefois, ces estimations sont obtenues à partir de normes techniques prévalant dans les pays industrialisés et font ainsi l'impasse sur des scénarios ayant recours à d'autres types de technologies, mieux adaptées aux pays en développement. Comme le note Pierre-Noël Giraud [2002], « le modèle des grands réseaux centralisés fournissant 100 % d'eau potable et traitant 100 % des eaux usées sans réutilisation ni réinjection dans les aquifères, qui caractérise les pays riches, en particulier d'Europe, est et restera beaucoup trop cher pour une large partie des populations urbaines du tiers-monde ». Mais s'il est clair que les populations des pays en développement n'ont pas les moyens d'autofinancer les équipements nécessaires, leurs classes moyennes en voie de constitution n'en sont pas complètement dépourvues. Toutefois, devant la mauvaise qualité des services existants, due précisément à leur dégradation par manque d'entretien, elles se réfugient dans des solutions individuelles, pourtant plus coûteuses à la fois pour elles et socialement, pérennisant ainsi la faiblesse du financement dans un cercle vicieux parfait.

Il est toutefois vain d'imaginer que les habitants des pays en développement auront une capacité à payer l'eau suffisante pour couvrir les coûts. Ce qui revient à dire que les usages de l'eau dans ces pays seront nécessairement subventionnés, puisqu'il y a subvention dès que le prix payé par l'utilisateur ne couvre pas le coût de fourniture du service, défini comme un coût annuel de fonctionnement et de maintenance auquel il faut ajouter un coût d'amortissement du capital (coût marginal de long terme).

Généralement, les subventions sont synonymes d'inefficacité, d'une part à cause du gaspillage qu'elles impliquent (l'utilisateur ne reçoit pas le bon signal sur le prix réel de la ressource et a tendance à la consommer excessivement), et, d'autre part, à cause du manque de recouvrement des coûts qui conduit au cercle vicieux dénoncé ci-dessus.

Pourtant, les réseaux des pays riches n'existeraient pas sans leur subventionnement par la puissance publique et, si l'OCDE considère que les pays développés recouvrent 100 % de leurs coûts de fonctionnement et de maintenance, ce n'est pas le cas pour les coûts d'amortissement du capital. On

voit donc mal comment les pays en développement pourraient s'en passer. Et ce d'autant plus que ces subventions sont sans doute justifiées par l'importance des externalités négatives associées à la mauvaise qualité des réseaux (maladies, décès...).

Mais on touche là sans doute au cœur de la crise de l'eau.

Quelle(s) solution(s) à la crise de l'eau ?

Faire des problèmes (réels) de financement le cœur de la crise de l'eau, c'est mettre l'accent sur la nécessaire intervention des grandes entreprises du secteur et lancer le débat stérile de l'alternative public/privé. Stérile parce que la solution ne peut résider ni dans la seule privatisation, impossible à cause des externalités liées à la ressource, à son caractère de bien public ou commun et à la nécessité des subventions, ni dans la seule gestion publique qui ne peut se passer de la compétence technique des majors de l'eau, qui s'est construite historiquement au sein d'entreprises privées et qu'aucune entreprise publique ne possède actuellement et ne pourrait acquérir rapidement.

Cette compétence ne peut s'obtenir qu'au prix « normal » de leurs services et suppose que les pays en développement aient un environnement institutionnel suffisamment stable pour que ces compagnies jugent les contrats qui leur sont proposés d'un risque acceptable. Ainsi, la dévaluation du peso en Argentine en 2001 a coûté à Suez plus de 400 millions d'euros et lui a fait porter l'affaire devant un tribunal arbitral international. Il a par la suite renoncé à plusieurs contrats à l'étranger (Porto Rico, Djakarta, Manille) et la plupart des grands groupes préfèrent investir aujourd'hui en Europe plutôt qu'en Asie ou en Amérique du Sud.

Il n'y aura pas de solution(s) à la crise de l'eau sans la coopération entre des institutions publiques, crédibles et responsables, qui définissent des règles du jeu claires, et les grands fontainiers apportant leur savoir-faire (optimisation des réseaux, effets d'échelle...). Mais il y faut aussi la participation des usagers dont les modalités d'implication font partie des défis à résoudre. C'est ce dernier volet qui est aujourd'hui largement sous-estimé par les institutions internationales qui ont surtout pensé à une sortie de crise fondée sur le système de la délégation que connaissent les pays développés et qui paraît de moins en moins adapté aux pays en développement. En effet, dans ce système, les collectivités territoriales délèguent la gestion de leurs services d'eau à une entreprise privée ou à un

syndicat intercommunal, qui peut lui-même la confier à un délégataire privé. En France, par exemple, les deux tiers des 36 000 communes se sont regroupées au sein d'environ 2 000 syndicats intercommunaux des eaux et plus de 80 % de la population est desservie par une entreprise privée (dont Vivendi – désormais Veolia-Environnement – 43 %, Suez-Lyonnaise 24 % et Saur-Cise – du groupe Bouygues – 10 %). Ce mode de régulation est caractérisé par de nombreuses asymétries d'information qui impliquent des contrôles coûteux qu'un pays en développement peut difficilement mettre en place.

Dans cette équation où les trois inconnues sont les rôles de chaque partie (État, collectivités locales comprises, firmes et usagers), il n'existe pas de solution unique, c'est sans doute la seule chose dont on puisse être sûr. Pour le reste, le mieux à faire est d'analyser ce qui se fait et de chercher à en tirer les leçons

Les mésaventures de la prévision

En 1967, Herman Kahn, un des pères de la prospective, et Anthony Wiener publiaient un livre expliquant comment le monde allait se développer d'ici l'an 2000 sur les plans politique, économique, démographique, scientifique et technologique. Ce livre, traduit un an plus tard en français [Kahn et Wiener, 1968], décrivait les scénarios les plus probables auxquels on devait s'attendre dans les trente prochaines années.

Mais, au-delà de toutes les précautions oratoires pour prévenir le lecteur des nombreuses erreurs possibles qu'un tel exercice impliquait, deux événements fondamentaux n'avaient absolument pas été prévus, qui rendent caduc l'ensemble du travail. Il s'agit d'une part de la chute du mur de Berlin et de l'éclatement consécutif du bloc soviétique et, d'autre part, de l'avènement de la micro-informatique. Il en résulte une vision du monde futur construite sur une logique d'affrontement entre blocs de l'Est et de l'Ouest, renforcée par une informatique hors de portée des individus et nécessitant de plus en plus une gestion centralisée par les États, de par les investissements qu'elle implique.

La soutenabilité faible

Cette approche du développement durable se caractérise par un haut degré d'abstraction et part d'un critère très général qu'il s'agit ensuite de maximiser sous les contraintes qui caractérisent l'économie. Ce sera, par exemple, le niveau de consommation par tête [Pezzey, 1989], le maintien des capacités

productives [Solow, 1986], la somme infinie des utilités actualisées [Dasgupta et Heal, 1974] ou encore l'utilité de la génération la « moins bien lotie » [Solow, 1974]. Nous présentons dans la section suivante quelques-uns des modèles les plus représentatifs de cette démarche.

L'allocation intertemporelle de ressources épuisables

Le point de vue adopté dans tous ces travaux est donc celui dit du « planificateur bienveillant », qui maximise un critère traduisant les préférences d'un consommateur « représentatif », c'est-à-dire ayant les mêmes préférences que tous les autres. Généralement, ces préférences sont représentées par une fonction d'utilité, commune, par hypothèse, à tous les membres de l'économie, et le planificateur bienveillant est censé n'avoir d'autre intérêt que celui de ce consommateur (d'où le qualificatif). La fonction d'utilité est classiquement croissante (plus on consomme, plus on augmente son utilité) mais à un rythme décroissant, ce qui signifie que la consommation d'une unité supplémentaire augmentera moins l'utilité que la consommation de l'unité précédente. Pour utiliser le jargon des économistes, on dira que l'utilité marginale de la consommation est décroissante.

Le critère utilitariste. — Il s'agit en fait de la poursuite des travaux d'Hotelling, lequel avait étudié le problème de la maximisation de la somme infinie actualisée des utilités de la consommation quand celle-ci provenait d'une ressource épuisable.

L'objectif poursuivi par le planificateur bienveillant est donc la maximisation de l'expression suivante :

$$t = + \mathbf{q} \frac{u(c_t)}{(1 + d)^t}$$

où $u(c_t)$ est l'utilité de la consommation à la date t et d le taux d'actualisation, dont on rappelle la signification ci-après.

La question posée par Hotelling était celle du rythme optimal de la consommation, c'est-à-dire du choix de la consommation à chaque période qui maximise l'objectif retenu. Sa réponse est de même nature que celle qu'il avait déjà donnée concernant le rythme d'extraction d'une ressource épuisable et qu'on a présentée comme la règle d'Hotelling. Ici, ce n'est pas le prix de la ressource qui doit croître au taux d'intérêt, c'est l'utilité marginale de la consommation qui doit croître au taux d'actualisation. En effet, le consommateur veut bien renoncer à une unité de ressource aujourd'hui à

condition d'obtenir $1 + d$ unités de ressources demain. Le taux d'actualisation d est un taux de préférence pour le présent, puisqu'il mesure la quantité supplémentaire que demande un consommateur pour différer sa consommation. Inversement, si d est nul, cela signifie que le consommateur est indifférent pour la consommation d'une unité aujourd'hui ou demain et donc qu'il n'a pas de préférence pour le présent. L'unité supplémentaire d'aujourd'hui lui procurerait une utilité marginale de $u'(c_t)$ et les $1 + d$ unités de demain, une utilité marginale de $u'(c_{t+1})(1 + d)$. Si ces deux utilités marginales ne sont pas égales, c'est que le consommateur peut augmenter son utilité en consommant davantage à la période où l'utilité marginale est plus élevée. Il maximise donc son utilité quand elles deviennent égales à chaque instant. On a alors $u'(c_{t+1})(1 + d) = u'(c_t)$, quel que soit t , ce qui se réécrit $[u'(c_t) - u'(c_{t+1})] / u'(c_{t+1}) = d$, soit l'égalité entre le taux de croissance de l'utilité marginale et le taux d'actualisation comme annoncé. Mais si l'utilité marginale de la consommation croît, c'est que la consommation elle-même décroît, et ce jusqu'à l'épuisement de la ressource. Dans ce cas, il est clair que rien ne peut rester constant, puisque consommer, même de moins en moins, revient à extraire de la ressource et donc à diminuer le stock restant.

Pour introduire la préoccupation du développement durable dans ce cadre, on introduit généralement le stock s_t de ressource disponible à la date t dans la fonction d'utilité qui s'écrit alors $u(c_t, s_t)$ [Krautkraemer, 1985 ; Heal, 1998]. Cela signifie que le consommateur accorde une valeur à l'existence de la ressource en soi et pas seulement comme bien de consommation. Il apparaît ainsi un problème d'arbitrage entre consommer ou conserver la ressource puisque les deux options procurent de l'utilité. Mis à part cette modification, le modèle reste le même que le précédent : il s'agit de maximiser la somme actualisée des utilités sous la contrainte d'évolution de la ressource. Sous certaines hypothèses sur la fonction d'utilité, il est optimal de garder un certain stock de ressource s^* strictement positif, la consommation décroissant, puis devenant nulle une fois ce stock atteint.

En particulier, l'utilité marginale d'une consommation nulle doit être finie, sinon le consommateur choisirait toujours de consommer un peu, plutôt que de ne pas consommer et de laisser le stock intact. En effet, une unité de ressource consommée lui apporterait une utilité marginale infinie et l'arbitrage entre consommation et conservation se ferait toujours en faveur de la consommation. Cette hypothèse signifie en fait que le consommateur

n'est pas « obsédé » par la consommation au point de ne pouvoir s'en passer. On ne peut qu'espérer qu'elle soit vérifiée, sinon le développement durable, quel que soit le sens qu'on lui attribue d'une manière un peu raisonnable, aurait peu de chances d'exister.

Dasgupta et Heal [1974] montrent que, en présence d'une ressource épuisable, le critère utilitariste actualisé conduit à une consommation décroissante vers zéro. Ce résultat vient de l'actualisation qui implique d'accorder à l'utilité d'une génération un poids d'autant plus faible dans le critère qu'elle est éloignée dans le temps. Ce caractère inéquitable du critère actualisé, puisqu'il privilégie les premières générations, a conduit un certain nombre d'économistes comme Ramsey ou Kaldor à refuser cette pratique.

Est-il alors possible de maintenir la consommation constante sur la trajectoire optimale de l'économie dans ce type d'approche ? C'est évidemment impossible, tant que l'utilité provient directement de la consommation de la ressource. En revanche, si la ressource est un input dans un processus de production, cela devient possible selon la nature de la technologie disponible et du progrès technique (caractérisés par les propriétés de la fonction de production). La règle d'Hartwick [1977] fournit le résultat principal de cette ligne de recherche.

La règle d'Hartwick. — Sous sa version la plus simple, la règle d'Hartwick stipule que la consommation peut être constante le long d'une trajectoire d'équilibre de l'économie si et seulement si la valeur de l'investissement total (évaluée aux prix d'équilibre) est nulle à chaque instant. Pour illustrer ce résultat simplement, supposons que l'économie ne possède que deux types de capitaux : un capital physique et un stock de ressource épuisable.

Comme le stock de ressource ne peut que diminuer si on l'utilise, on est devant un investissement négatif, la valeur du stock diminuant de la valeur du montant prélevé, qui est la rente hotellinienne. Pour que la consommation reste constante, il faut, selon la règle d'Hartwick, que le stock de capital physique s'accroisse d'une valeur égale à cette rente. D'où la formulation normative de la règle d'Hartwick : investir à chaque instant la rente tirée de l'exploitation des ressources naturelles dans le capital physique. Il est clair que cette règle n'est applicable que s'il y a une substituabilité parfaite entre les différents types de capitaux. Il faut en outre supposer que les comportements d'offre et de demande permettront la substitution. En effet, à proximité de l'épuisement, la rente de rareté associée à la ressource sera très élevée et,

inverse- ment, le prix du capital physique sera faible puisque la presque totalité de la ressource aura été « transformée » dans ce type de capital. Il n'est donc pas certain que ces prix permettent d'appli- quer la règle, le montant nécessaire d'investissement en capital physique pouvant être trop élevé. Enfin, il faut noter que l'appli- cation de la règle suppose que l'on connaisse la valeur de l'investissement à chaque instant, une condition bien difficile à vérifier pratiquement et qui fait retomber dans les apories de la prévision.

La prise en compte de l'équité intergénérationnelle

Le critère utilitariste actualisé n'est pas le seul pris en compte dans l'approche de la soutenabilité faible, en particulier par les auteurs qui considèrent que les questions d'équité intergénérationnelle sont une des dimensions fondamentales du développement durable.

Maximin et règle d'or verte. — En s'inspirant de la définition de l'équité de Rawls [1971], on peut définir un critère particulier, dit maximin parce qu'il s'agit de maximiser l'utilité de la génération la moins favorisée (en termes d'utilité). Toutefois, l'extrême rigidité de ce critère, qui interdit toute substitution d'utilité entre le présent et le futur, le rend peu adapté à une définition du développe- ment durable. Avec ce critère, une société pauvre le resterait indéfiniment parce qu'elle ne pourrait pas épargner pour augmenter la consommation future sans diminuer la consommation présente, donc au détriment de la génération actuelle qui serait ainsi défavorisée, en contradiction avec le critère retenu.

Une autre façon de représenter la notion d'équité intergénérationnelle consiste à chercher quelle est l'utilité maximale que l'on peut atteindre à l'infini [Heal, 1998]. Dans ce cas, le critère revient à chercher la consommation qui maximise la limite de l'utilité quand t tend vers l'infini, soit :

$$\max_c \lim_{t \rightarrow \infty} u(c_t, s_t).$$

Cette optique mène à la « règle d'or verte », qui préconise une consommation nulle des ressources épuisables, et donc le maintien du stock initial s_0 , afin de maximiser l'utilité des générations les plus éloignées. Cette fois-ci, à l'opposé du critère utilitariste actualisé, ce sont les générations présentes qui sont ignorées.

Dans tous ces travaux, la démarche est la même : on se donne un critère défini *a priori* et les contraintes auxquelles est soumise l'économie, dont celle(s) censée(s) traduire l'idée de durabilité (consommation non décroissante, niveau d'utilité non décroissant...), et on caractérise les trajectoires optimales. Celles-ci sont ensuite réinterprétées en fonction de la définition posée *a priori* de la durabilité, ce qui conduit à des résultats du type : « Pour que l'économie suive une trajectoire "durable", il faut que l'utilité (respectivement, la fonction de production, le progrès technique, la technologie de dépollution...) soit de la forme... » Bien entendu, ces résultats n'ont que peu de valeur d'un point de vue positif et leur intérêt normatif semble aussi fort restreint, si on prend conscience de la nature de très long terme du problème. Ainsi, on voit mal comment interpréter les contraintes de forme sur la fonction d'utilité de ce point de vue. Le planificateur bienveillant du problème d'optimisation doit-il aller jusqu'à imposer la fonction d'utilité à l'agent représentatif pour obtenir un développement durable ?

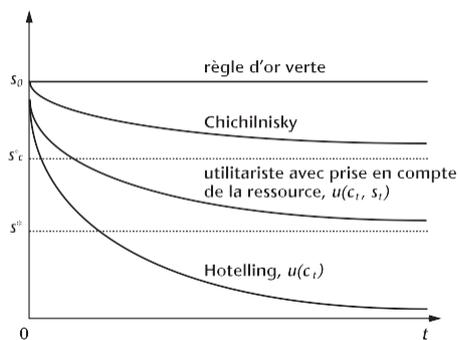
Nous terminons cette rapide présentation des principales lignes de recherche suivies par les tenants de la soutenabilité faible avec

les travaux de Graciela Chichilnisky [1996].

Le critère de Chichilnisky. — À première vue, sa démarche est très différente de celle des auteurs que nous venons de passer en revue. Plutôt que de partir d'une définition *a priori* de ce qu'est le développement durable, elle adopte une réflexion de nature axiomatique, qui impose des contraintes « raisonnables » sur ce qui devrait caractériser des préférences « durables », c'est-à-dire favorables à un développement durable. L'idée essentielle est très simple : aucune génération (c'est-à-dire, ici, aucun agent représentatif à une date t quelconque) ne doit pouvoir imposer ses préférences aux autres générations.

Comme on pouvait s'y attendre, ce stock est supérieur au stock s^* qui est conservé avec le seul critère actualisé et inférieur au stock initial s_0 de la règle d'or verte. La figure ci-dessous représente l'évolution du stock de ressource dans le temps pour chacun des critères considérés.

Toutefois, pour séduisant qu'il soit intellectuellement, le critère obtenu, étant une moyenne pondérée, pose la question du poids qui doit être accordé à chacune de ses composantes. Or, ce poids n'est pas déterminé et peut prendre n'importe quelles valeurs entre zéro et un (sauf les valeurs extrêmes). D'où, en



réalité, une infinité de critères possibles qui laisse entière l'indétermination de la trajectoire optimale puisque celle-ci dépend du choix (par le planificateur ?) de ce coefficient de pondération. On n'échappe donc pas à une conception *a priori* du développement durable, comme dans les travaux précédents.

Développement durable et décision publique

Les recherches sur le développement durable ne se réduisent pas à celles dont nous venons de rendre compte. On peut aussi l'aborder d'un point de vue plus orienté par la prise de décision publique.

Il n'est pas difficile de citer de nombreuses décisions, prises sur la base d'une argumentation économique, et qui ont des conséquences environnementales. Le choix d'une filière énergétique, l'exploitation d'une ressource naturelle, l'augmentation des taxes sur l'essence, l'interdiction des filets dérivants en sont autant d'exemples. Pour prendre des décisions favorables à l'environnement, il faut adopter des « règles du jeu » qui lui soient favorables. Et comme les décisions économiques sont prises sur la base des prix qui déterminent les coûts et/ou le rendement des alternatives possibles, le changement des règles du jeu revient, au moins en partie, à changer les règles de fixation des prix.

Le revenu national hicksien

Cette conception du revenu est attribuée à Hicks [1939], même si on peut déjà la trouver esquissée dans les travaux de Fisher [1906] et Lindahl [1933]. Hicks définit le revenu comme le montant maximum qu'un individu peut consommer au cours d'une période sans s'appauvrir. On retrouve bien ici une idée de durabilité et on paraphrase souvent cette définition en notant que c'est la consommation maximum qui maintient le capital intact. La première formalisation de cette conception du revenu appliquée au développement durable est due à Weitzman dans une série de travaux [Weitzman, 1976, 1997, 2003 ; Asheim et Weitzman, 2001].

Une définition formelle de la soutenabilité

Soit $C(t)$ une variable dépendant du temps (par exemple la consommation). On note $[C]$ l'équivalent constant annuel de $C(t)$, qui procure la même valeur actualisée totale que la série $\{C(t)\}$, c'est-à-dire que l'on a
$$S_{t=0} [C](1+d)^{-t} = S_{t=0} C(t)(1+d)^{-t}.$$

$$t=0 \quad t=0$$

Supposons, par exemple, que la valeur actualisée au taux d de $C(t)$ soit égale à

$(1/21)^t$. La valeur actualisée totale de la série est alors $S_{t=0}^q (1/21)^t$, soit une série

$$t=0 \quad 21$$

géométrique dont la somme est de $21/20$. Par définition, $[C]$ est tel que

$S_{t=0}^q [C](1+d)^{-t} = \underline{21}$. Comme $[C]$ est constant par hypothèse, on peut le mettre en

$$t=0 \quad 20$$

facteur dans le signe somme, ce qui fait apparaître une autre série géométrique

$S(1 + d)^{-t} = 21$ pour $d = 5\%$ et montre que $[C] = 1/20$.

$t=0$

Ainsi, une économie qui à chaque date t consommerait $(1,05/21)^t$, ce qui correspond, d'après le calcul qui vient d'être fait, à une consommation actualisée totale de $21/20$, pourrait, pour un même montant total, avoir une consommation constante à chaque date de $1/20$. D'une manière générale, on a

$[C] = \sum_{t=0}^{\infty} C(t)(1 + d)^{-t}$. Avec ces notations, la soutenabilité d'une économie à $1 + d$

la date t est mesurée par $S(t) = \sum_{s=t}^{\infty} C^*(s)(1 + d)^{s-t}$, où $C^*(t)$ est la consommation

$$1 + d \text{ } s = t$$

optimale en t au sens où elle maximise l'objectif de la société compte tenu des contraintes auxquelles est soumise l'économie.

On peut alors définir le *développement durable* comme une trajectoire de consommation où, à chaque date t , $S(t)$ est supérieur ou égal à $C^*(t)$, ce qui signifie qu'à partir de t , l'économie peut consommer indéfiniment une consommation constante égale à $S(t)$ qui soit au moins égale à $C^*(t)$. Et la soutenabilité de l'économie à l'instant initial est $S(0) = [C^*]$.

La soutenabilité forte

On oppose souvent la soutenabilité faible, dont on vient de présenter les principaux aspects, à l'approche de la soutenabilité forte. On la distingue généralement de la précédente par l'hypothèse qu'elle fait sur la substituabilité entre les différentes formes de capitaux. Cette substituabilité serait parfaite pour la

soutenabilité faible et incomplète pour la soutenabilité forte. Nous pensons toutefois que, pour importante et réelle que soit cette distinction, l'essentiel n'est pas là. Ce qui différencie fondamentalement ces deux approches du développement durable, c'est leur degré d'abstraction, et donc la démarche qu'elles empruntent pour traiter du développement durable. Dans la soutenabilité forte, on cherche à définir concrètement des biens ou des espèces qui ne doivent pas décroître, sans référence à un critère abstrait comme dans la soutenabilité faible.

Capitaux critiques et indicateurs du développement durable

Dans ces conceptions, on distingue des capitaux naturels, baptisés « critiques », et qu'il s'agit de ne pas laisser décroître en dessous d'un certain seuil. Cette approche part de l'idée, *a priori* tout à fait raisonnable, que toutes les formes de capitaux ne sont pas substituables. On distingue en général trois types de capitaux : le capital physique construit par l'homme (bâtiments, machines...), le capital humain (l'homme lui-même en tant qu'accumulation de connaissances) et le capital naturel, celui qui nous est donné par la nature et que nous n'avons qu'à utiliser (à condition d'avoir la technologie et les conditions économiques adéquates ; voir sur ce point le concept de ressource naturelle discuté dans le chapitre I). Pour définir les seuils, il faut s'accorder sur une mesure des stocks considérés. Certains préconisent une mesure physique (tonnes ou hectares à conserver), d'autres une mesure monétaire, qui a l'avantage de permettre d'agrèger des capitaux de nature différente, mais pose des problèmes d'évaluation, d'autres enfin, comme le courant de l'économie écologique, tentent une synthèse entre les deux positions précédentes [voir Faucheux et Noël, 1995 ; Vivien, 1994].

Soutenabilité faible *versus* soutenabilité forte : un premier bilan

La principale difficulté de ces approches est qu'elles pensent le développement durable à la fois comme une définition technique (caractérisation d'une trajectoire par rapport à des contraintes) et une injonction morale (niveau effectif des contraintes à respecter et optimalité des trajectoires). Pourtant, définir une trajectoire particulière de développement comme techniquement réalisable n'implique aucune force morale pour la suivre. Il en résulte qu'on ne distingue plus entre des propositions positives concernant les menaces impliquées par la poursuite d'une trajectoire donnée et des propositions normatives sur son optimalité éventuelle. Il serait plus raisonnable de définir une trajectoire durable comme une trajectoire pouvant être suivie pendant une période à préciser. Qu'elle doive l'être est une toute autre question. Pour nous, la durabilité est d'abord un concept technique (ce qui ne préjuge pas de la plus ou moins grande facilité qu'il y a pour le construire) tandis que l'optimalité est un concept normatif, qui implique le choix d'un objectif donné *a priori* (un seuil à ne pas dépasser, un critère). De nombreuses activités économiques peuvent parfaitement être non durables et pourtant optimales (par exemple l'utilisation de ressources épuisables), et, inversement, certaines activités durables ne sont en aucun cas souhaitables (par exemple l'exploitation non rentable de ressources renouvelables).

Pour une définition abstraite du développement durable

Pour conclure ce survol des deux principales approches du développement durable, nous voudrions insister sur le principe de différenciation que nous avons mis en avant, à savoir le plus ou moins haut degré d'abstraction de l'approche en question. La pratique de l'enseignement de l'auteur de ce livre lui a appris que la grande majorité des étudiants sont plus favorables à la soutenabilité forte qu'à la soutenabilité faible. Et cela principalement

parce que la première leur apparaît de prime abord comme plus concrète, débouchant « naturellement » sur des politiques environnementales de gestion des ressources bien identifiées. La seconde, avec ses critères ésotériques, son planificateur bienveillant et son consommateur représentatif, est à mettre au débit des économistes académiques, coupés des réalités et perdus dans leurs mondes imaginaires. On peut penser que de nombreux lecteurs de ce livre auront le même jugement. Pourtant, le principal point faible de la soutenabilité forte nous semble précisément résider dans son manque d'applicabilité, justement dû à une abstraction insuffisante, le « concept » de capital critique n'ayant de sens que défini en extension.

L'abstraction n'est évidemment pas ce qui manque à la soutenabilité faible et, si on peut s'interroger sur sa qualité, on ne peut pas lui reprocher son existence.

Que doit-on conserver dans le long terme ?

Schématisons au maximum le problème pour n'en garder que l'essentiel (l'abstraction !). D'une part, l'idée de développement durable implique à la fois le développement, donc d'une façon ou d'une autre une certaine forme de croissance, et le maintien des conditions de ce développement. Or, la nécessité d'utiliser des ressources épuisables pour continuer la croissance actuelle est sans doute l'obstacle principal à surmonter pour atteindre le développement souhaité. On peut aussi penser à la pollution, c'est-à-dire à la dégradation de l'environnement qui peut, à terme, rendre invivable notre planète, ou du moins interdire tout développement. Néanmoins, d'un point de vue conceptuel, la pollution, qu'elle soit de flux (fumées, particules en suspension...) ou de stock (effet de serre), est très semblable à une ressource renouvelable et est donc moins problématique que l'utilisation d'une ressource épuisable. S'il est possible de contrôler immédiatement la pollution en émettant moins de polluants (c'est

tout l'enjeu du protocole de Kyoto, qui montre d'ailleurs que possibilité ne signifie pas facilité), il est impossible de faire voler les avions sans kérosène, du moins pour l'instant. D'autre part, le long terme impliqué par l'adjectif durable est nécessairement en contradiction avec le caractère fini des ressources non renouvelables. Même si la fin du pétrole n'est pas si proche que peuvent le dire certains prophètes, il est certain qu'un jour nous n'en aurons plus. La seule manière de ne pas subir cet événement, c'est de trouver au pétrole des substituts inépuisables (sinon le problème du développement *durable* n'est que repoussé).

Faut-il croire aux discours sur le développement durable ?

Si nous nous posons la question, en ce début de XXI^e siècle, c'est justement parce que nous avons le sentiment que nos choix techniques passés, nos modes de consommation, nos comportements individuels eux-mêmes nous mènent à une impasse. Le recours incessant au développement durable dans nos discours apparaît ainsi davantage comme un symptôme de notre sentiment collectif que notre développement actuel ne l'est justement pas.

Encore faut-il relativiser ce « nous ». Il désigne avant tout les habitants des pays industrialisés ou certaines élites de quelques pays en développement. Car, pour la grande majorité de ceux qui vivent sur notre planète, l'objectif reste encore le développement tout court, sur le modèle des pays industrialisés actuels et dont la Chine donne le meilleur exemple. Il suffit d'observer comment les grands pays industrialisés, anticipant surtout la promesse de fabuleux nouveaux marchés, aident ce pays à aller dans cette direction, pour craindre que le développement durable ne soit qu'un slogan ne résistant pas à l'épreuve des faits. La France vient de donner un exemple de cet écart entre les discours et les politiques réellement suivies avec son plan Climat qui ne retient que quelques micro mesures de court terme, vraisemblablement insuffisantes pour respecter son

engagement de stabilisation de ses émissions de CO₂ au niveau de 1990, alors même qu'elle déclare vouloir faire de la qualité de l'environnement un droit constitutionnel.