

COLLOQUE INTERNATIONAL
Mondialisation, Energie, Environnement

Paris
10-13 Juin 2001

**Problématique du Mécanisme de Développement Propre
et stratégie de
développement durable pour les PVD**

WANKO Henri

CREDEN. Montpellier

wanko@sceco.univ-montp1.fr

SMIDA Salah

CREDEN. Montpellier

ssmida@sceco.univ-montp1.fr

Introduction

Le déséquilibre qui existe aujourd'hui au niveau mondial entre l'offre et la demande d'énergie et les risques d'épuisement des combustibles fossiles, a suscité des préoccupations grandissantes sur la durabilité de notre développement futur. A l'échelon international, l'émergence de nouveaux pays en développement qui devront jouer un rôle important dans le secteur de l'énergie¹ et la croissance soutenue de la population mondiale notamment celles des PVD ont montré la nécessité de forger des liens de coopération entre les différents pays pour trouver les solutions adéquates aux problèmes d'environnement. Certes, la croissance stimule la vie économique, mais l'accumulation forte des gaz à effet de serre « GES » anthropiques essentiellement imputables à l'activité économique et à l'utilisation de combustibles fossiles des pays du Nord notamment est susceptible de provoquer un changement climatique avec des effets préjudiciables sur le plan aussi bien écologique qu'économique. Une stratégie de développement durable doit intégrer des actions de prévention en mesure d'accompagner la croissance.

Si la conférence de Rio a confirmé la volonté du développement durable ou soutenable, c'est surtout la conférence de Kyoto (décembre 1997) qui a affiché la nécessité et surtout l'urgence de mesures antipollution notamment atmosphérique *via* une coopération internationale et un développement soutenable dans la mesure où les stratégies de développement étaient davantage centrées sur une orientation dite de croissance indéfinie.

Si la composante environnementale et l'effet de serre sont devenus une urgence et une préoccupation à laquelle il convient d'apporter des solutions, nous pensons, contrairement aux théories traditionnelles, que la croissance reste une priorité pour les pays développés et encore plus pour les pays en développement. L'apport des travaux actuels sur la théorie de la croissance met en lumière le rôle des taux de croissance autant dans le domaine de la préservation de l'environnement que dans celui de développement. Ce point sera détaillé dans la troisième partie sur le rôle des modèles de croissance endogène dans le développement et la lutte contre les problèmes environnementaux y compris les problèmes liés au changement climatique. Quant à la première partie, elle sera consacrée au rôle du MDP dans le développement durable. La deuxième partie traitera des problèmes d'acceptabilité en particulier ceux liés à l'additionnalité.

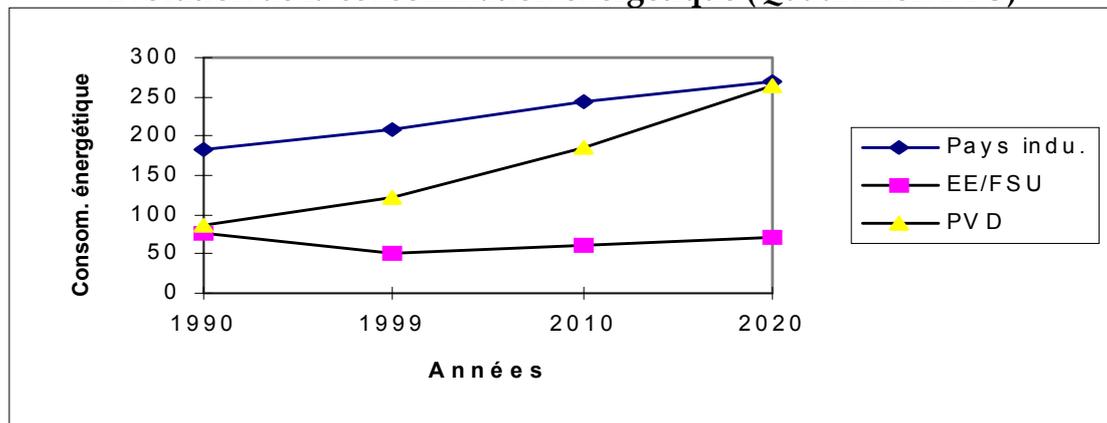
L'énergie dont la consommation est amenée à progresser et source de grandes quantités de CO₂, se trouve au centre des préoccupations du changement climatique. De toute évidence, le besoin de développement des PVD et de rattrapage des pays industrialisés exige des pays du Sud une consommation de plus en plus importante et le passage de formes d'énergie traditionnelle comme le bois ou le charbon de bois à la généralisation de formes d'énergies commerciales (pétrole, gaz naturel...). Cette stratégie se traduira, selon les différents schémas prévisionnels, par des rejets et par des émissions supplémentaires qui devraient accentuer le problème du

¹En accord avec les différents travaux des institutions internationales, nous avons préféré, dans l'étude des émissions de GES, de mettre l'accent uniquement sur le secteur énergétique dans la mesure où il représente la première source d'émissions de CO₂ d'une part et par le fait qu'il peut se traduire par des mesures « simples » et peu onéreuses.

réchauffement planétaire et du risque climatique. L'ampleur de ces dommages qui pourraient en résulter a déjà conduit les 157 pays représentés à Rio de Janeiro en juin 1992 à signer la convention cadre sur le changement climatique (CCCC), par laquelle ils s'engagent à prendre des mesures immédiates pour un développement durable.

Les travaux ou scénarios prévisionnels des différentes institutions internationales [AIE, OCDE, Banque mondiale] sur la consommation énergétique estiment que les pays du Sud, dans leur processus d'industrialisation et de développement, sont amenés à consommer davantage d'énergie. Selon les prévisions de l'AIE [1999] par exemple, la demande totale mondiale d'énergie devrait croître de 66 % environ entre 1995 et 2020. La répartition de la demande énergétique devrait se modifier ; la zone de l'OCDE passe au second plan par rapport aux pays en développement et la Chine. Environ 68 % de l'accroissement de cette demande serait imputable à ces pays². Faut-il alors continuer à suivre ou à imiter les trajectoires de développement des pays industrialisés avec toutes les conséquences que cela entraîne en termes d'émissions ? Ou au contraire chercher à trouver d'autres sentiers de développement moins énergivores, faiblement émetteurs de GES et respectueux de l'environnement.

Evolution de la consommation énergétique (Quadrillion BTU)



* Europe de l'Est et anciens Etats soviétiques

Source : IEA, International Energy Annual, 1999.

Le Protocole de Kyoto a mis en place plusieurs mécanismes censés limiter les effets des émissions de GES³ par des réductions contraignantes. Ces réductions devraient en principe contribuer à l'objectif de développement durable. Dans ce cadre, un mécanisme de développement propre qui implique les pays du Sud à participer indirectement à l'effort environnemental et à la prévention du risque climatique, a été signé par les différentes parties à la Convention.

Il convient dès lors de voir dans quelle mesure le MDP, issu de l'article 12 du Protocole de Kyoto, est réellement en mesure d'aider les parties visées à l'Annexe 1 « pays développés et pays en transition » à remplir leurs engagements chiffrés de réduction de leurs émissions prévues dans l'article 3, et de permettre aux parties hors

²Il convient de rappeler toutefois que la part cumulée à long terme des émissions de gaz à effet de serre restera dominée par les pays industrialisés et ce jusqu'à la moitié du siècle.

³Six gaz sont visés par le protocole, le CO₂, CH₄, N₂O, CFC, PFC et le SF₆.

Annexe 1 « pays en développement » à parvenir à un développement durable⁴. Pour les pays en développement, rappelons-le, au premiers rang desquels se situent la Chine et l'Inde, ils ont toujours refusé de prendre des engagements chiffrés de réductions de leurs émissions ; ils considèrent que si l'environnement est l'affaire de tous, les pays du Sud dont les émissions sont encore faibles en quantité et en rapport au PIB, doivent bénéficier de discriminations positives dans leur processus d'industrialisation. Les pays africains par exemple ont une consommation moyenne comprise entre 0.3 et 0.6 tep par habitant comparée à celle des Etats Unis qui dépasse les 19 tep par habitant.

Emissions de CO2 (tonne per capita)		
Pays	1990	1995
Etats Unis	19,34	19,65
Japon	8,67	9,06
France	6,23	5,82
Chine	2,12	2,67
Brésil	1,37	1,57
Maroc	0,98	1,08
Inde	0,79	0,97
Philippines	0,71	0,88

Source: World Bank Indicators, 1999

1. Développement durable et MDP

1.1. Diversité des conceptions de développement durable

Depuis le rapport Bruntland de la commission mondiale sur l'environnement et le développement qui a popularisé la notion de développement durable, la littérature économique n'a cessé de se développer conférant au concept, selon l'appartenance ou le domaine de recherche scientifique, une multitude de définition. Selon le même rapport, le développement durable serait considéré comme un processus de changement par lequel l'exploitation de ressources, l'orientation des investissements, des changements techniques et institutionnels se trouvent en harmonie et renforcent le potentiel actuel et futur de satisfaction des besoins des hommes. L'objectif est clairement identifié. Il s'agit de transférer aux générations futures un environnement propre sans compromettre les besoins des générations présentes ou actuelles. Des économistes comme Pezzy [1989] ou Pearce et al.[1989] ont recensé près d'une trentaine de définitions différentes du concept de développement durable. C'est dire toute la difficulté qui entoure la définition du concept.

Malgré cette diversité conceptuelle, l'on peut retenir toutefois deux approches ; l'approche économique globale et l'approche écologique du développement durable [Barde, p.38]. S'agissant de l'approche économique globale, le développement durable serait l'ensemble des éléments qui permettent le maintien ou la croissance du

⁴Selon les termes de l'article 12.2, l'objet du mécanisme de développement propre est d'aider les parties ne figurant pas à l'Annexe 1 à parvenir à un développement durable ainsi qu'à contribuer à l'objectif ultime de la conventionetc. »

revenu et du bien-être économique. Les travaux économiques ont insisté davantage sur la notion de durabilité ou de soutenabilité du développement qui doit se traduire par un transfert et un legs du potentiel de croissance aux générations futures.

Quant à l'approche écologique, le développement durable exige la gestion et surtout le maintien d'un stock de moyens de production au moins constant et ce dans un souci d'équité intergénération mais aussi intragénération. Deux types de stocks sont à distinguer [Barde, 1991]⁵. Un stock de capital que l'on qualifie d'artificiel et qui comprend l'ensemble des biens et facteurs de production qui sont le produit de l'activité humaine ; et le capital dit naturel qui comprend les ressources naturelles qu'elles soient renouvelables ou non. Dès lors, le développement durable ne doit pas être dissocié de la préoccupation et de la sauvegarde de ce capital naturel qui constitue un des facteurs clés de la croissance économique en particulier les ressources non renouvelables comme les énergies fossiles (pétrole, gaz etc..).

2.2. Protocole de Kyoto et émergence du MDP

Contrairement à la conférence de Rio où aucun pays n'a tenu ses engagements, la troisième conférence des Parties « COP3 » a retenu la réduction contraignante des émissions de GES pour les pays de l'Annexe 1 comme l'axe fondamental de la politique à mener. Le but étant de créer les incitations ou les conditions favorables à un développement durable qui concilie les besoins de croissance économique, d'équité et de préservation de l'environnement contre les menaces et les risques d'un changement climatique.

Chronologie des conférences des parties

Conférences	Dates	Principales évolution
COP1, Berlin	28mars-7 avril 1995	Elaboration du mandat de Berlin en vue de négocier un renforcement des engagements pour les pays visés à l'Annexe I
COP 2, Genève	8-19 juillet 1996	Déclaration de Genève, dans laquelle un certain de pays Annexe I annoncent leur intention d'adopter des engagements de réduction contraignants.
COP3 Kyoto	1-10 décembre 1997	Accord sur le Protocole de Kyoto
COP4, Buenos Aires	2-13 novembre 1998	Adoption du Plan d'action de Buenos Aires fixant le calendrier pour achever les travaux techniques nécessaires et régler les détails du protocole
COP5, Bonn	22 octobre-5 novembre 1999	
COP6, La Haye	Fin 2000	Délai fixé dans le Plan d'action de Buenos Aires pour l'achèvement d'une bonne partie des travaux techniques nécessaires pour la mise en oeuvre du protocole

Source : OCDE, « Changement climatique : les politiques nationales », Paris, 1999.

⁵Op. cit.

Le Protocole de Kyoto dont l'originalité est de préconiser la prise d'engagements ou d'objectifs quantifiés et différenciés de réduction des émissions en moyenne de 5 % pour l'ensemble des parties de l'Annexe 1 par rapport au niveau de 1990 et ce d'ici 2012⁶ (Article 3) a introduit plusieurs mécanismes de flexibilité destinés à donner une certaine souplesse au processus pour une meilleure efficacité technique et économique [Godard et Henry, 1998]. Outre, les principaux instruments flexibles à savoir l'application conjointe (*Joint Implementation*) et le marché de droits à polluer (*Emission Trading*) qui concernent les pays de l'Annexe 1, le protocole préconise l'utilisation du MDP « *Clean Development Mechanism* » comme instrument supplémentaire de flexibilité. Il concerne les parties de l'Annexe 1, les parties hors Annexe I et les différentes entités qu'elles soient publiques ou privées.

Contrairement à l'application conjointe, le MDP décidé tout à la fin de la négociation de Kyoto, a suscité de réelles attentes de la part des pays en développement. Outre son rôle potentiel de transfert de technologies dites propres, il devrait constituer, avec les sources traditionnelles de financement en particulier l'aide publique au développement en provenance des pays industrialisés et l'investissement direct étranger, une nouvelle opportunité de financement et d'investissement.

2. MDP et conditions d'acceptabilité dans une stratégie de durabilité de développement.

2.1. Principe d'efficacité et principe d'équité

Si le MDP est le seul mécanisme à impliquer les pays en développement à l'effort environnemental⁷ et à participer à la stratégie globale de prévention du risque climatique, il est aussi le plus complexe à mettre en place. Plusieurs PVD ont toutefois émis des réserves s'agissant de l'efficacité du mécanisme. Ils mettent l'accent sur le risque d'une substitution du MDP aux aides publiques au développement dont la tendance est déjà à la baisse d'une part, et le risque que présente pour les industries naissantes, la substitution de nouvelles technologies aux technologies usuelles d'autre part.

Quelle approche choisir ?

Depuis Kyoto, plusieurs approches ont été largement identifiées s'agissant de l'organisation du MDP. Faut-il continuer à privilégier, comme par le passé, la voie publique dont les résultats sont décevants ou au contraire, développer une approche privée en théorie efficace ? L'Etat ou les pouvoirs publics ont-ils les moyens institutionnels nécessaires pour le fonctionnement et l'organisation des investissements MDP ?

La discussion sur la structure du MDP a porté sur deux conceptions divergentes s'agissant de sa nature et de son fonctionnement. La plupart des pays

⁶Les Etats Unis ont accepté une réduction des émissions de GES de 7 %. Quant à l'Union européenne, elle s'est engagée à diminuer ses rejets en moyenne de 8 %. Les pays en développement n'ont pris aucun engagement de réduction. Des PVD, comme l'Argentine par exemple, ont toutefois pris volontairement des engagements de réduction de leurs émissions.

⁷Certes, le Fonds de l'Environnement Modiale implique les pays en développement dans le respect de l'environnement, mais ses moyens en particulier sont tels qu'il ne peut pas agir de façon efficace et glodable.

industrialisés privilégient l'approche bilatérale ou le modèle de marché libre, qui met l'accent sur les besoins des investisseurs et sur les intérêts du secteur privé. Le MDP définirait quelques lignes directrices de fonctionnement, mais l'élaboration et la mise en oeuvre des projets MDP seraient réalisées projet par projet entre l'acheteur et le vendeur de crédits d'émissions. Mais, cette démarche présente l'inconvénient d'affaiblir le rôle du MDP le réduisant à une structure institutionnelle qui ne servirait que de centre d'échange pour mettre en contact les investisseurs avec les pays hôtes intéressés.

Une autre solution alternative celle du modèle par dossier a été proposée par les PVD. Elle met l'accent sur le caractère multilatéral du MDP. L'idée fondamentale qui sous-tend ce modèle est de protéger les pays hôtes des pressions de la part des acheteurs. Ces acheteurs n'aborderaient pas directement les pays hôtes ; le MDP serait plutôt l'unique acheteur autorisé des réductions d'émissions. En d'autres termes, il serait la seule source de réductions d'émissions certifiées pour les investisseurs dans les projets MDP. Le MDP préparerait des projets, vendrait les réductions d'émissions certifiées et répartirait les fonds reçus aux pays hôtes. Les partisans en particulier les PVD insistent sur le fait qu'un tel modèle est en mesure de favoriser une participation plus équitable des PVD au MDP, car présenter des projets bien ficelés aurait pour effet de répartir le risque inhérent aux projets uniques selon le modèle bilatéral.

Toutefois, si cet aspect d'une large implication est des plus intéressants pour les pays en développement, il importe de prendre garde de ne pas faire crouler le MDP sous un poids administratif le rendant ainsi non concurrentiel face aux autres mécanismes de flexibilité. Il faudrait peut être concevoir dans un effort ultime, un modèle hybride, qui donnerait aux pays hôtes plus de souplesse dans la promotion de leur réduction d'émission certifiées et aux investisseurs un choix plus large. Les PVD peuvent difficilement se permettre un échec dans la mise en oeuvre du MDP. Ce mécanisme, conçu de manière appropriée, représente un stimulant efficace permettant de mettre en oeuvre des projets efficaces du point de vue de la réduction des émissions.

Or, si le MDP est bien appliqué en particulier en ce qui concerne l'additionnalité des projets que nous discuterons dans le point qui suit et la gestion des investissements MDP, il devrait réellement limiter les émissions de GES et surtout permettre aux parties de l'Annexe 1 de satisfaire leurs engagements et aux pays du Sud de s'approprier des technologies propres synonymes de développement durable. Par ailleurs et s'agissant des pays industrialisés, le MDP devrait, constituer un second marché de droits d'émissions. Autrement dit, la mise en application du MDP peut, à condition toutefois que les coûts de transaction,⁸ ne soient pas trop élevés, contribuer à abaisser les prix de référence de la tonne de carbone⁹ et partant développer le marché de droits à polluer.

Des auteurs comme Godard et Henry [1998]¹⁰ ont montré que le MDP, même s'il n'engage pas de façon significative les pays en développement dans l'effort de

⁸Les coûts de transaction peuvent regrouper un ensemble de coûts de recherche de partenaires, de négociation, d'organisation, de mise en place des procédures administratives d'autorisation de contrôle, d'assurance et de sanction etc.

⁹Cf. Blanchard et al. [1998]

¹⁰Op. cit.

réduction des émissions de GES, est d'une importance économique et politique évidente. Sur le plan politique, le MDP en associant les PVD aux actions de prévention du risque climatique, leur permet d'être impliqués aux efforts de réduction des émissions de GES ; sur le plan économique, à condition toutefois que le mécanisme soit bien géré en permettant notamment aux investisseurs des pays du Sud d'être crédités de réductions additionnelles, il peut diffuser auprès des investisseurs l'idée de coût d'opportunité à l'émission de GES. Autrement dit, toute émission de GES serait synonyme de perte de revenus qui pourraient être obtenus de la vente de crédits d'émission aux pays de l'Annexe 1. La prise en compte de ce coût d'opportunité est susceptible de constituer une incitation pour les PVD à écarter sinon à réduire dans leur processus de développement les techniques de production intensives en carbone. De même, les parties à l'Annexe I, sont incitées à délocaliser leurs investissements si les crédits d'émissions sont attractifs¹¹.

Quant à la répartition des efforts entre les pays de l'Annexe 1 et ceux non Annexe 1, la recherche d'une certaine équité a largement dominé le débat sur la protection de l'environnement contre le changement climatique. Faut-il exonérer les PVD d'engagements ou les impliquer de façon contraignante dans l'effort de réduction des GES ? si oui, faut-il appliquer un taux de réduction uniforme ou au contraire trouver un taux de réduction différencié ? Depuis la fin des années 1980, la littérature économique a formulé de nombreuses propositions ¹². Il s'agit de voir si l'on dispose de règles de répartition susceptibles de conduire à la fois à l'efficacité économique et à l'équité distributive ? Plusieurs options ont été formulées dont l'objectif est de trouver des solutions appropriées susceptibles de répondre aux considérations d'équité puisque les responsabilités ne sont pas identiques. Une première conception que l'on qualifie de conséquentialiste a été proposée. En prêtant peu d'attention aux critères pris en compte, elle cherche à faire un jugement sur l'équité des résultats d'une répartition des efforts. Plusieurs critères ont été proposés comme la parité, la proportionnalité ..etc.. Une deuxième conception que l'on qualifie de procédurale consiste à s'intéresser à l'équité non plus des résultats, mais des procédures. En d'autres termes, ce qui importe n'est pas tant les résultats d'une quelconque répartition mais les procédures mises en oeuvre. Ainsi, une répartition des efforts en matière de réduction par exemple serait jugée équitable si elle résulte d'une procédure équitable appliquée à une situation légitime [Godard et Henry, 1998].

Dans un souci d'équité internationale et plus particulièrement Nord-Sud, il est légitime que les pays du Nord assument tout ou partie des dégâts causés par leurs activités industrielles. En effet, les pays du Nord ont, dans leur processus de production, fait usage de combustibles fortement émetteurs et ce en fonction des phases de développement¹³. Autrement dit, la priorité doit aller aux pays dont les besoins sont les plus pressants. Les exigences ou besoins de développement priment sur ceux de confort puisque la prise en compte de l'environnement, est appréhendée comme un coût additionnel susceptible de limiter les perspectives de développement des pays du Sud.

¹¹Voir annexe 1.

¹²Pour une discussion détaillée, voir Blanchard et al. [1998] et Godard et Henry[1998].

¹³Ils sont passés successivement d'une consommation centrée sur le bois et le charbon à une consommation dont le pétrole et le gaz occupent une place de plus en plus importante.

Blanchard et al.[1998] ont identifié plusieurs critères susceptibles d’être pris en compte et dont les résultats ne sont pas sans introduire des discriminations selon que l’on soit pays de l’Annexe 1 ou hors Annexe 1.

Règles opératoires et principaux critères de différenciation

Schémas de différenciation	Règle opératoire	Critère de différenciation
Volume de réduction des émissions	<ul style="list-style-type: none"> - Plafond d’émission/tête à ne pas dépasser -Vol. de réduction proportionnel au PIB/hab -Vol. de réduction proportionnel à la responsabilité du pays dans les émissions ou dans le réchauffement - Quota d’émissions attribué sur la base des émissions actuelles ou cumulées de pays - Objectif de réduction inversement proportionnel au coût marginal de réduction 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissions/hab - PIB/hab - Emissions actuelles ou cumulées, par dans le réchauffement. - Emissions actuelles ou cumulées. - Coût marginale de réduction
Coûts de réduction des émissions	<ul style="list-style-type: none"> - Coût de réduction proportionnel au PIB ou au PIB/hab - Coût de réduction proportionnel à la respon. du pays dans les émissions ou dans le réchauffement - Taxe sur les émissions -Egalisation des coûts marginaux de réduction - Coût supporté en fonction du consentement à payer 	<ul style="list-style-type: none"> - PIB, PIB/hab - Emissions actuelles ou cumulées, part dans le réchauffement global - Emissions actuelles ou cumulées - Coût marginal de réduction - Dommages subis à cause du changement

Source : Blanchard et al. « Différenciation, équité internationale et efficacité dans la lutte contre le changement climatique », Cahier de recherche de l’IEPE, n°14, 1998.

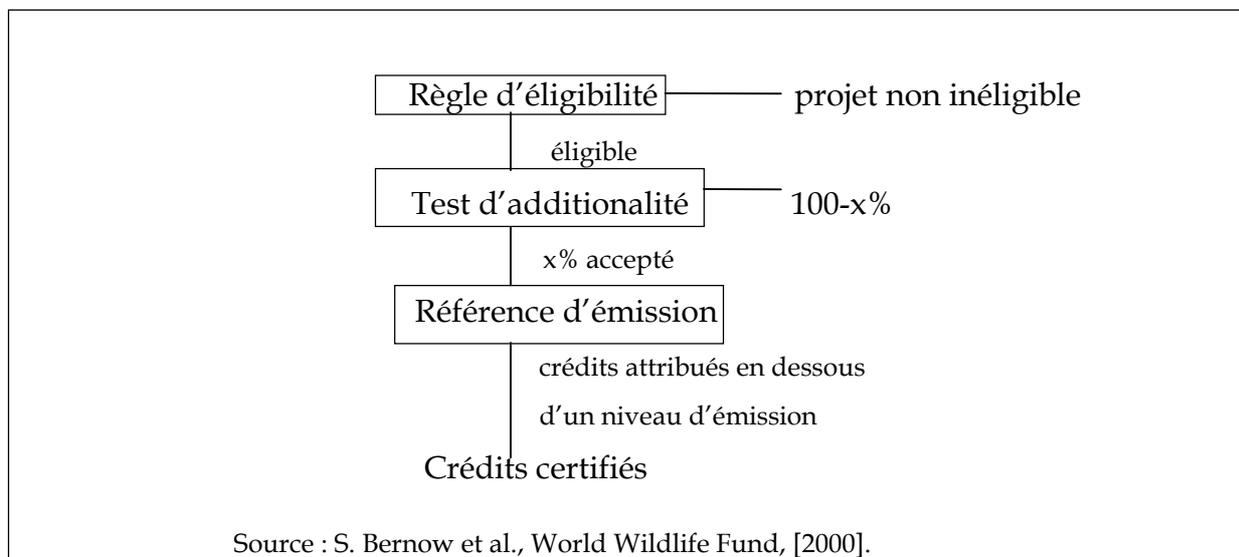
Le tableau ci-dessus sur les principaux critères de différenciation illustre la difficulté de tirer un critère de différenciation qui soit juste et équitable et partant acceptable par tous. Dans les faits, la répartition opérée par le Protocole de Kyoto a été vivement critiquée en particulier par les Etats-Unis qui n’ont toujours pas ratifié le Protocole. Rappelons que la Convention n’a tenu aucun critère de différenciation de façon explicite. Mais, en imposant des objectifs contraignants aux pays les plus industrialisés, en définissant des objectifs moins contraignants pour les pays d’Europe de l’Est et de la Russie et enfin en ne prenant, conformément au mandat de Berlin, aucun engagement pour les PVD, le Protocole présente l’avantage d’aller dans le bon sens du point de vue de la prise en compte des inégalités de revenu entre les différentes régions.

2.2. MDP et problèmes d'asymétrie informationnelle

2.2.1. La question d'additionalité des projets MDP

Si la mise en place du MDP est faisable et surtout souhaitable étant données les perspectives qu'elle présente dans la réduction des émissions et de sa contribution au développement durable, l'aspect additionalité ne va pas sans poser plusieurs écueils auxquels il convient de trouver des réponses. Les incertitudes de l'additionalité des projets entre ce qui est éligible et non éligible pose en effet la question de savoir ce qui se serait produit dans l'hypothèse « *business as usual* » où aucun revenu supplémentaire provenant de la vente de crédits dans le cadre du MDP n'aurait été disponible. Le contrôle ou l'éligibilité des projets est du ressort des pays hôtes qui doivent disposer de moyens de régulation suffisants pour contrôler les projets candidats au MDP. La sélection et l'éligibilité des projets d'investissement candidats au MDP nécessitent de disposer de suffisamment de moyens pour le choix des références.

Processus d'éligibilité d'un projet



Godard et Henry[1998, p.109] distinguent deux problèmes qu'il convient d'éviter s'agissant de la définition de référence des projets d'additionalité à savoir une référence laxiste ou rigoureuse. Concrètement, il importe d'éviter de définir des références à partir du niveau d'émission des techniques les plus utilisées dans les pays en développement. Celles-ci impliqueraient en effet des émissions plus élevées que celles de tout nouvel investissement qui peut bénéficier du progrès technologique. Rappelons que dans les pays en développement, même si une restructuration et une libéralisation du secteur énergétique ont été déjà opérées, le système de tarification des prix de l'énergie par exemple souffre dans plusieurs pays d'insuffisances significatives. Les prix d'électricité par exemple ont été largement subventionnés et se sont traduits par des gaspillages de grande ampleur. Ainsi, si une telle référence est maintenue, ce qui est à craindre, le MDP peut conduire à créditer des émissions fictives qui porteraient atteintes aux objectifs même du Protocole. Le commerce de « *hot air* » provoquerait en effet une forte baisse de la

valeur internationale des permis et découragerait par là même l'investissement R&D dans les technologies propres. Autrement dit, la baisse de la valeur ou du prix de la tonne de carbone peut limiter les effets d'un tel mécanisme. L'objectif est alors de définir un prix d'équilibre qui ne pénalise ni les investisseurs ni les vendeurs. Un prix de la tonne de carbone trop bas risque d'atténuer les effets et surtout l'attractivité de la mise en place d'un tel mécanisme. Bernow et al. ont simulé dans une étude sur l'industrie électrique les effets de la mise en place du MDP. Ils concluent que si le prix d'une tonne de carbone est par exemple de 10 \$ au lieu de 100 \$, l'effet du MDP est presque nul. L'incitation à engager des investissements dans des projets propres comme l'énergie renouvelable est faible. En revanche, si le prix est trop élevé (100 \$ par exemple), l'incitation à engager des projets sans viabilité économique est très élevée. Le MDP, dont l'objectif est en théorie d'assurer le développement durable des pays du Sud, aurait alors un effet de sélection adverse des projets les moins intéressants et les moins justifiables économiquement et socialement. Partant, il peut limiter les perspectives de développement de ces derniers et imprimer davantage les pays en développement dans le sous-développement.

Il s'agit donc de trouver un prix de la tonne de carbone tel qu'il ne constitue pas un obstacle à la mise en place des projets MDP qui présentent des réductions réelles d'émissions.

2.2.2. Régulation et asymétrie d'information

L'absence d'un contrôle rigoureux de l'additionnalité des projets et de la réalité des réductions peuvent constituer des obstacles de la mise en place du MDP. L'absence d'organismes ou d'entités opérationnelles de régulation, du moins jusqu'à aujourd'hui, peuvent se traduire par des crédits fictifs non justifiés avec une production massive des émissions en particulier dans les pays hors Annexe 1. Faut-il mettre en place une agence de régulation *ad hoc* avant même la mise en place des projets MDP avec toutes les difficultés de financement que cela risque d'entraîner ?

Les investisseurs étrangers qui disposent d'un avantage informationnel sur les projets par rapport aux pays hôtes disposent d'une « rente informationnelle » au sens de Laffont [1993] très importante. Partant, ils peuvent être incités à utiliser cette information à leur profit et à manipuler les paramètres technologiques de façon à dégager des projets additionnels qui auraient été financés et réalisés sans le MDP ou de surévaluer les crédits générés par le MDP.

Certes, l'investisseur ou l'acheteur dispose d'une forte incitation dans la mesure où il peut rapatrier des crédits à moindre coûts et par là même éviter des politiques contraignantes et coûteuses. Mais le pays hôte, en bénéficiant de la vente de ces réductions, est aussi incité à entrer en jeu. C'est donc au régulateur d'apprécier la fiabilité des informations fournies par les entités partenaires s'agissant de la réduction associée au projet. Dans leur simulation sur les effets du MDP dans le cas de projets d'investissements électriques, Bernow et al. estiment que si le MDP peut donner lieu à des réductions légitimes de CO₂ et servir d'instrument d'efficacité économique et de développement durable mentionnés à l'article 12.2¹⁴ du Protocole,

¹⁴Voir les termes de l'article en annexe 2.

il peut aussi se traduire par des crédits pour des projets non additionnels. Les phénomènes de « *free rider* » ou de « passager clandestin » sont tels qu'ils peuvent atténuer les effets du MDP et partant son inefficacité dans la lutte contre les émissions de GES ¹⁵.

Cela suppose par conséquent la prégnance et le renforcement de la fonction de régulation. Le régulateur doit être mieux informé et surtout apte à prendre les décisions adéquates. Ce qui risque de se traduire par des coûts de réglementation et de contrôle trop élevés qu'il convient d'estimer afin de limiter leurs effets négatifs. Des options ont toutefois été identifiées pour aider le régulateur dans ses fonctions de contrôle et de régulation principalement le benchmarking et la matrice technologique au sens où l'entend Cavard et al. Si la matrice technologique, qui constitue une forme de listes de technologies dont l'objectif est de simplifier l'évaluation d'additionnalité, est intéressante, elle suppose toutefois des coûts trop élevés en particulier ceux de transaction que nous avons discutés. Quant au benchmarking, qui établit une sorte de références ou de repères¹⁶, de la même manière que la matrice technologique, il pose le problème de la référence à retenir.

3. MDP et apports de la théorie de la croissance endogène

Si le développement des pays du Sud a été largement calquée sur celui du Nord, ils sont désormais contraints d'éviter ce mimétisme et de favoriser un développement endogène. Le choix actuel d'une référence à la croissance endogène met l'accent sur le changement technique et sur la correction des imperfections de marché. Cela oblige à remettre au centre de la problématique le secteur informel qui représente une part non négligeable dans l'activité économique. Les projets MDP seront probablement mis en branle par le secteur privé. Lorsqu'on considère les projets éventuels du MDP en Afrique par exemple, l'attention ne doit pas porter seulement sur les projets de crédits d'émission, mais aussi sur les projets d'adaptation. Les pays hors Annexe 1 ont un rôle important à jouer dans la mise au point du MDP. Ils doivent formuler des politiques claires, élaborer un cadre législatif approprié et mettre sur pied des outils efficaces et surtout proposer des pistes qui favoriseront un développement approprié, efficace et durable.

Dans le développement qui va suivre, nous nous intéresserons d'abord aux spécificités et à l'intérêt de la croissance endogène pour l'intégration du MDP dans les stratégies de développement économique, ensuite nous terminerons ce développement en proposant des pistes à explorer susceptibles de se traduire par des réductions d'émissions.

¹⁵ « While the CDM could induce some legitimate lower-emission electricity generation in host country, it could also give rise to a considerable amount of spurious allowances by crediting non-additional « free-rider » activities. Activities that would take place in the absence of the CDM ». [Bernow et al. p.4.]

¹⁶ comme le contenu de CO₂ pour l'industrie électrique ou de l'industrie de ciment ..etc.

1.1. Intérêt des modèles de croissance endogène dans l'intégration du MDP

L'essentiel de ces modèles a été mis au point aux environs de 1986 par Romer et Lucas. Cette nouvelle perspective critique grosso modo le modèle de Solow. L'hypothèse central de la théorie de la croissance endogène est que la productivité marginale du capital ne décroît pas lorsque le stock de capital augmente ; pour les tenants de la croissance endogène, le progrès technique est le fruit d'investissement effectués par les agents. Le progrès technique n'a de ce fait rien de naturel car son rythme dépend du comportement économique des agents. Cette approche met l'accent sur l'hétérogénéité des taux de croissance entre pays ; les tenants de la croissance endogène vont montrer que l'intervention de l'Etat peut stimuler la croissance en incitant les agents à investir davantage dans le progrès technique. L'Etat peut être ainsi conduit à inciter les innovateurs à accroître leurs efforts, en renforçant la législation sur les brevets, en encourageant aussi la coopération entre les firmes. S'il s'agit de recherche générique, l'Etat peut financer sur fonds publics. Pour inciter à investir en capital humain, l'Etat peut favoriser l'accès à l'éducation, notamment par la mise en place d'un système de bourses.

On assiste ainsi à une réhabilitation des dépenses publiques, non pas dans une perspective de régulation à court terme, mais dans une perspective structurelle de croissance à long terme. En rendant l'information moins élevée, ces interventions de l'Etat favorisent la mise en place des conditions d'une concurrence parfaite.

Les facteurs de croissance endogène engendrant des externalités positives, peuvent par ailleurs être perçus comme le fondement de la justification de l'intervention de l'Etat. Ce dernier, en investissant dans des infrastructures comme l'éducation par exemple, peut conduire à l'amélioration de la productivité des entreprises privées.

Une analyse de Barro [1990] a souligné que les infrastructures facilitent la circulation des informations, des personnes et de biens. Diverses études empiriques ont été menées (Aschauer [1989] sur les Etats-Unis) qui démontrent l'effet positif de l'intervention de l'Etat dans l'économie au travers de ses dépenses.

Dans la lignée des travaux de Romer, les modèles qui font des rendements croissants le fondement de la croissance attribuent cette dernière à l'accumulation du capital physique. Du fait de la circulation de l'information, les entreprises bénéficient de l'accumulation de savoir-faire entraînés par l'accumulation de capital. Les infrastructures publiques constituent donc un facteur de croissance qui engendre des rendements croissants du fait que la croissance est un « bien non rival » et que le coût de son appropriation est minimal pour chaque chercheur. Cette analyse permet d'incorporer dans le capital physique le seul progrès technologique et non l'ensemble des investissements directs. Ces travaux rejoignent ceux de Schumpeter.

L'accumulation du capital humain fut mise en valeur par Lucas en 1988, définie comme le stock de connaissances valorisables économiquement et incorporées aux individus. Lucas développe dans ses travaux le capital humain qui est volontaire et qui correspond à une accumulation de connaissances (schooling) et une accumulation involontaire (learning by doing). En outre, la productivité privée du capital humain a un effet externe positif car, en améliorant son niveau

d'éducation et de formation, chaque individu augmente le stock de capital humain de la nation et par là même contribue à améliorer la productivité de l'économie nationale.

Malgré leur diversité, les différents modèles de croissance endogènes doivent être mis en oeuvre simultanément. Ces théories suggèrent par ailleurs que la croissance économique n'est pas naturelle et donc jamais acquise. Elles revalorisent l'intervention de la puissance publiques et ont le mérite de placer leurs travaux dans un cadre plus réaliste.

3.2. Les pistes à explorer permettant des réductions d'émissions

Parmi les familles de modèles de croissance endogène existant, trois ont retenu notre attention et permettent d'examiner partiellement la soutenabilité du développement [Gastaldo et Ragot, 1994]. Il s'agit des modèles où le « learning by doing » est le moteur de la croissance, ceux pour lesquels les dépenses publiques sont à l'origine de l'expansion, et enfin ceux où les innovations technologiques jouent un rôle crucial.

1. Le modèles où le « learning by doing » est le moteur de la croissance. En effet, à la suite de Romer [1986], certains travaux ont cherché le moteur de la croissance dans les phénomènes d'apprentissage par la pratique qui s'opère à l'intérieur des entreprises. L'idée de base est que l'acte de production développe un savoir faire qui permettra de produire plus efficacement par la suite. Dans le modèle de Romer, les rendements sont constants par rapport à l'ensemble des éléments du capital et une croissance permanente par une accumulation, est possible. Le modèle suppose que le processus d'accumulation des connaissances échappe aux décisions conscientes des agents. Un effet externe est donc présent, et il en résulte que le marché ne constitue plus un mécanisme efficace d'allocation des ressources. L'Etat doit donc intervenir afin de corriger le système d'incitation auquel sont soumis les agents. L'hypothèse-clé est que le stock de connaissance est à la disposition de tous.

En effet, en produisant, une entreprise augmente le stock général de connaissances et partant exerce un effet bénéfique sur toutes les entreprises qui l'entourent. Les canaux par lesquels se diffusent ces connaissances sont multiples, et le modèle ne les explicite pas. Il adopte un raccourci théorique consistant à traiter le stock de capital physique moyen de l'économie, comme un indicateur approximatif du stock de connaissances. Le montant de l'accumulation résulte de l'interaction entre les comportements d'épargne et d'investissement. Les ménages décident de leur épargne en fonction du taux d'intérêt qui à un moment donné, doit être égal à la productivité marginal du capital.

Mais, cette dernière notion revêt un caractère ambigu. Les agents ne tiennent compte que d'une productivité marginale privée, qui ne valorise pas l'accumulation des connaissances qui résulte de la production. Cette productivité marginale privée est donc inférieure à la productivité marginale sociale, qui par définition prend en compte les effets positifs de la production et de l'investissement.

Les modèles avec effet d'apprentissage posent l'hypothèse que le stock de connaissances est proportionnel à la quantité de capital. Michel et Rotillon [1993] intègrent par exemple l'environnement par le biais d'une émission de polluants en

proportion fixe de la production réalisée. L'évolution du stock de la pollution est modélisée, et le consommateur y est susceptible. L'effet d'apprentissage, proportionnel au stock de capital est choisi comme moteur de la croissance endogène. Pour ramener l'équilibre décentralisé à l'optimum lorsque celui-ci connaît une croissance nulle, la politique correctrice à mettre en place à long terme est de taxer le capital. Michel et Rotillon prêtent attention plus particulièrement à la spécification de la fonction d'utilité. L'indicateur naturel de qualité de l'environnement est ici le stock de pollution. Dans le cas où la fonction d'utilité est séparable, ou lorsque le stock de pollution a un effet dépressif sur l'utilité marginale de la consommation, l'optimum est un état stationnaire avec une consommation et une pollution constantes., alors que l'équilibre décentralisé est caractérisé par une croissance positive et une dégradation continue de l'environnement.

Musu et Lines [1993] utilisent un modèle semblable avec un effet d'apprentissage comme moteur de la croissance endogène. Ils introduisent par ailleurs un secteur de dépollution à rendements constants et des transferts financiers entre les industries et les ménages à travers un dédommagement de la part des industriels aux consommateurs lorsque la qualité de l'environnement se dégrade et inversement. En raison des effets externes, l'équilibre décentralisé connaît toujours une croissance plus faible qu'à l'optimum, et ce taux de croissance est indépendant de l'intensité de la préoccupation des consommateurs pour l'environnement. En outre, le stock de pollution s'établit au niveau minimal.

Michel [1993] introduit l'environnement par deux biais : d'une part par une ressource naturelle non renouvelable qui est un facteur de production et d'autre part, par un procédé de production polluant en proportion de la quantité de combustible utilisée. L'évolution du stock de pollution est modélisée, et c'est ce stock qui est à l'origine de désutilité pour le consommateur. Une technologie de dépollution est par ailleurs disponible. Le moteur de la croissance endogène est un effet d'apprentissage dans les deux secteurs industriels à savoir le secteur productif et la branche de dépollution. L'indicateur de soutenabilité est le stock de pollution. A l'équilibre et à l'optimum avec taxe correctrice, ce stock est nul et l'économie connaît une croissance positive. Par contre, à l'équilibre, sans correction des défaillances du marché, on s'achemine vers un stock constant de pollution, et une limitation du stock de capital physique.

2. Ensuite les modèles pour lesquels les dépenses publiques sont à l'origine de l'expansion. Il s'agit d'une voie de recherche explorée par Barro [1990] qui cherche le moteur de la croissance dans l'influence des biens et infrastructures publiques sur la productivité du secteur privé. Les investissements publics concourent intuitivement à la productivité privée. La production se fait suivant une technique à rendements constants utilisant deux facteurs : le capital privé et la capital public. Trois résultats sont obtenus dans ce modèle.

D'abord, puisque les rendements sont constants et les deux facteurs de production accumulables, le modèle engendre une croissance auto-entretenu. Ensuite, le taux d'imposition joue un rôle positif sur la croissance. Quand le taux d'imposition croît, le niveau de capital public augmente, et donc l'efficacité du capital privé. Cela accroît la rentabilité privée, donc le taux de croissance. Cependant, le taux d'imposition a aussi un autre effet. Il décourage l'activité privée et partant

influence négativement le taux de croissance. Enfin, il existe une taille optimale de l'Etat qui maximise la croissance de l'économie, i.e. un niveau optimal du taux d'imposition.

Le modèle de Barro a le mérite d'insister sur les relations qui existent entre niveau de prélèvements et croissance économique. Ces types de modèles sont ceux pour lesquels les dépenses publiques sont à l'origine de l'expansion. Reprenant le cadre d'analyse exposé par Barro [1990], Marrenwijk, Van Der Ploeg et Verbeek[1993] s'interrogent sur l'existence de situation « win-win » dans des modèles où l'indicateur de qualité de l'environnement ne jouerait pas obligatoirement un rôle positif dans le processus de production. Le moteur de la croissance endogène réside dans les dépenses productives de l'Etat qui est un facteur de production pour les entreprises. Leur fonction de production présente des rendements d'échelle constants par rapport au capital privé et aux dépenses productives de l'Etat. Un indicateur de qualité de l'environnement intervient de façon non séparable dans la fonction d'utilité instantané des consommateurs. Il est influencé d'une part par les dépenses de l'Etat visant à préserver ou à améliorer la qualité de l'environnement. L'Etat a donc un rôle essentiel dans ce modèle qu'il contrôle avec les dépenses productives et les dépenses environnementales, le taux de croissance de l'économie et la qualité de l'environnement. L'ensemble de ces dépenses est financé par un impôt sur le revenu national. Le développement soutenable dans ce modèle est envisageable lorsque l'Etat investit dans la défense de l'environnement sous certaines hypothèses sur les valeurs des paramètres.

3. Enfin, les modèles où les innovations technologiques jouent un rôle crucial. Ce sont ceux développés notamment par Romer [1990], Grossman-Helpman[1991] et Aghion-Howitt[1992].

Le noyau des théories traditionnelles est constituée par la fonction de production macro-économique ($Y = F(K,L,A)$) où le facteur A représente le niveau technologique. Dans la version de base de la théorie, ce facteur se réduit à une fonction du temps, reflétant la tendance exogène du progrès technique. Mais au niveau des principes, il doit être considérée comme un stock de connaissances. Sur le plan empirique, A représente le résidu de Solow qui explique la part du taux de croissance.

Dans les modèles où les innovations technologiques jouent un rôle important, les auteurs qui s'y sont penchés, font de A un stock d'innovations, produit d'une activité de R&D. La rentabilité de la R&D apparaît comme le principal déterminant du taux de croissance. Les connaissances technologiques sont par nature des biens sans exclusion d'usage. Une fois produits, il ne coûte rien de les mettre à la disposition de tous. Le marché ne peut assurer de manière satisfaisante la production de tels biens sans une certaine intervention de l'Etat. Dans le cas des innovations, l'intervention consiste à mettre en place un système de brevets et à garantir leur respect. Le brevet donne à la technologie le caractère économique d'un bien privé. Il peut être vendu à un acheteur et place son détenteur en position de monopole.

L'innovation conduit ainsi à une concurrence imparfaite qui possède un caractère dynamique. Toutefois, les rentes de monopole sont provisoires. L'innovation est ainsi une lutte perpétuelle pour reconquérir de nouvelles positions temporaires de monopole, et la croissance générale résulte de cet effort. la

modélisation du processus d'innovation peut s'effectuer de différentes manières: Il peut s'agir d'innovations de produits ou de processus. On peut considérer qu'une différenciation accrue des produits est l'une des moteurs de la croissance. Cette différenciation peut s'opérer du côté des biens de consommation.

Grossman et Helpman [1992] considèrent des modèles de ce type où la croissance prend un aspect qualitatif (augmentation des variétés ou de la qualité des biens plutôt que la quantité consommée). Romer considère que la différenciation porte sur le nombre de biens intermédiaires à la disposition des producteurs. Il considère que le stock global de connaissances, représenté par le nombre d'innovations passées, joue comme un effet externe dans la recherche actuelle. Le dépôt d'un brevet interdit l'utilisation de l'innovation pour la production, mais n'exclut pas qu'il serve gratuitement de source d'inspiration pour les recherches ultérieures.

Aghion-Howitt[1992] développent un modèle qui présente des traits particulièrement intéressants. D'abord le temps mis pour réaliser une innovation devient aléatoire ; ensuite, les innovations, en particulier de procédés, peuvent être rendus obsolètes. Une innovation nouvelle au lieu de s'ajouter simplement au stock existant, rend non rentable des innovations anciennes. Ainsi, sur cette théorie de la croissance fondée sur l'innovation, le taux de croissance apparaît déterminé par trois catégories de facteurs : tout ce qui influence positivement la propension à épargner, les paramètres technologiques de la fonction de production de la recherche, les structures de marché qui déterminent le montant des rentes associées à l'innovation. Ces types de modèles supposent l'apparition d'innovations sur les biens de consommation ou dans le processus de production, produit d'une activité de recherche.

Les modèles qui insistent sur le rôle fondamental des comportements de consommation des agents pour la définition d'un sentier de croissance soutenable sont rares. Verdier [1993] concentre son analyse sur les effets d'une taxe sur les émissions ou de l'imposition d'une norme technologique sur le flux de dépollution. S'inspirant des travaux de Grossman et Helpman, le comportement des consommateurs est caractérisé par un « goût pour la diversité ». L'utilité des consommateurs est sensible aux émissions courantes de pollution qui sont en proportion fixe de la production réalisée. Verdier relie directement le moteur de la croissance à la qualité de l'environnement. En effet, les variétés des biens de consommation sont caractérisées par le ratio d'émission de polluants par unité produite, qui dépend du niveau d'effort de R&D réalisé pour leur découverte. Dans cette perspective, Verdier montre que le taux de croissance des innovations est une fonction croissante du ratio d'émission, et de ce fait que toute politique qui viserait à diminuer ce ratio réduirait le taux de croissance de l'économie.

Gastaldo et Ragot [1994] explorent une économie où l'innovation concerne directement les biens de consommation. Le consommateur a un goût pour la variété et influence la qualité de l'environnement par l'intermédiaire de ses achats en produits plus ou moins respectueux de l'environnement. L'indicateur de soutenabilité est formalisé par l'expression d'accumulation du stock de pollution. La résolution du modèle détermine trois solutions d'équilibre possible : un équilibre propre, un équilibre sale et un équilibre mixte instable.

L'obtention d'une croissance soutenable définie par un stock de pollution constant ou décroissant n'est alors envisageable que dans le cas d'un « équilibre propre » caractérisé par des capacités d'absorption naturelles au moins égales aux flux d'émissions provenant du secteur standard. Le paramètre de préférence des ménages pour la consommation de biens verts est une variable clé pour la détermination des taux de croissance et du stock de pollution. Ainsi, son évolution peut devenir un objectif de la politique environnementale. Les autorités publiques ont ainsi la possibilité, en sensibilisant davantage les consommateurs aux problèmes environnementaux, d'améliorer la qualité de l'environnement, sans mettre en oeuvre obligatoirement des instruments contraignants.

Références bibliographiques

- Aghion P., Howitt P. « A Model of Growth through Creative Destruction », *Econometrica*, 60, 1992. Traduction française dans D. Foray et C. Freeman Eds « technologie et richesse des nations », *Economica*, Paris.
- Barro R. J., « Government Spending in a simple Model of Endogeneous Growth », *Journal of Political Economy* », Vol. 98, n°5, 1990.
- Beaumais O., Godard O., « Economie, croissance et environnement : De nouvelles stratégies pour de nouvelles relations ». *Revue économique*, 1994, 44 (hors série).
- Blanchard O., Criqui P., Trommeter M., Viguiier L. « Différenciation, équité internationale et efficacité dans la lutte contre le changement climatique global », *Cahiers de recherche* n° 14, 1998.
- Bureau D., Godard O., Hourcade J. C., Henry C. et Lipietz A. « Fiscalité de l'environnement » Rapport du CAE, La Documentation Française, 1998.
- Bernow S., Kartha S., Lazarus M. et Page T. « Free Riders and the Clean Development Mechanism », WWF, Novembre 2000.
- Cavard D. « Les pays en développement dans la négociation sur le changement climatique : les enjeux de la conférence de Kyoto ». *Revue de l'énergie*, n° 494, janvier 1998.
- Cavard D., Cornut P. et Menanteau P. « Les PVD et la prévention du risque climatique : quelles perspectives pour le mécanisme de développement propre ? ». *Cahiers de recherche* n° 21, 2000.
- Commissariat général du plan, « Croissance et environnement : les conditions de la qualité de la vie », La Documentation Française, 1993.
- Faucheux S., Noël J.F. « Les menaces globales sur l'environnement », Collection repères, 1990.
- Gastaldo S. et Ragot L., « Une approche du développement soutenable par les modèles de croissance endogène », Colloque C3E-AFCET 16, 18 mars, 1994a, université panthéon Sorbonne, Paris.
- Godard O. « Les enjeux des négociations sur le climat. De Rio à Kyoto : Pourquoi la convention sur le climat devrait intéresser ce qui ne s'y intéressent pas », *Futuribles*, 224, octobre.
- Godard O. « De la science à la politique : l'enjeu climatique aux Etats-Unis ». *Futuribles*, 2000, numéro 255.
- Goldenberg J., Reid W. « Developing Countries are Combating Climate Change ». *Energy Policy*, 26 (3), 1998.
- Grossman G. Helpman E. « Innovation and Growth in the Global Economy », 1991, MIT Press.
- Grubb. M. « Technologies, Energy Systems and the Timing of CO2 emissions abatement ». *Energy policy*, 25 (2), 1997.
- Harribey J. M. « Le développement soutenable ». *Economica*, 1998.
- Hung V.T.Y.; Chang P. et Blackburn K. « Endogeneous Growth, Environment and R&D », in *Trade, Innovation, environment*, 1993. Edité par Carlo Carraro.
- Lucas R.E. « On the mechanics of Economic développement », *Journal of Monetary economics*, 1988.

- Manne A., Richels R. « The Greenhouse Debate : Economic Efficiency, Burden Sharing and Hedging Strategies », *Energy Journal*, 16 (4), 1995.
- Michel P. « Pollution and Growth toward the Ecological Paradise », Mimeo, Paris 1.
- Michel P., Rotillon G. « Pollution's Disutility and Endogenous Growth », Mimeo, Paris 1, 1993.
- Musu L. et Lines M. « Endogenous Growth and Environment Preservation », Mimeo, Paris 1, 1993.
- OCDE, « Le réchauffement planétaire, dimensions économiques et stratégie des pouvoirs publics », 1995, Paris.
- OCDE, « Energie, les cinquante prochaines années », 1999, Paris.
- OCDE, « National Climate Policies and the Kyoto Protocol », Paris, 1999.
- Pezzy J. « Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development », World Bank, Environment Department Working Paper n° 5, Washington, mars 1989.
- Philibert C., « How Could Emissions Trading Benefit Developing Countries », *Energy Policy*, Vol. 28(13), 2000.
- Rawls (J), « A Theory of Justice », Cambridge, Harvard University Press, 1971.
- Solow R.M. « A contribution to the Theory of economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, Fév. Vol. 70, 1956.
- Tahvonen O. et Kuuluvainen J. « Economic Growth, Pollution and Renewable Resources », *Journal of Environmental Economics and Management*, 24, 1993.
- Toman M., Pezzy J. et Krautkraemer J., « L'économie néoclassique face à la soutenabilité », *Economie appliquée*, Tome XLVIII, n°2, pp. 25-57, 1995.
- Van Marrewijk C., Van Der Ploeg F. et Verbeek J., « Is Growth Bad for The Environment ? », Working Paper, International Economics Department, July WPS 115, World bank, 1993.
- Verdier T. « Environment Pollution and Endogenous Growth : a comparison between Emission Taxes and Technological Standards », mimeo, Paris, 1993.

annexe 1

Effet du MDP sur les délocalisations des investissements

Soit Z1: firmes installées dans la zone des pays de l'Annexe 1

Soit Z2 : firmes installées dans la zone hors Annexe 1

Pour mieux comprendre l'effet du MDP, l'on peut supposer le retrait du MDP du Protocole. Sans le MDP, la délocalisation est attractive étant donné qu'elle permet à l'investisseur d'économiser la totalité de la valeur carbone qu'il devrait prendre en compte, directement ou par opportunité, s'il investissait dans la zone 1. Soit C_1 la valeur de marché initiale de la tonne de carbone dans la Z1, supposée représenter à la fois le prix du marché unitaire d'émission et le coût marginal d'évitement de l'émission de carbone dans cette zone. En l'absence du MDP, la délocalisation permet à l'investisseur de gagner la valeur de C_1 par tonne de carbone émise dans un pays de la Z2.

Supposons qu'en plus, l'investisseur dispose de deux techniques de production. L'une faiblement émettrice mais coûteuse, T_k , qui implique un niveau d'émission A et un coût de production en Z2, P_k . L'autre fortement émettrice mais moins coûteuse, T_j , impliquant un niveau d'émission B , avec $B > A$, et un coût de production en Z2, P_j , avec $P_k > P_j$.

Sans le MDP, l'investisseur est incité à choisir T_j , moins coûteuse. En revanche, avec le MDP, l'investisseur qui choisit T_j s'expose à un éventuel coût d'opportunité égal à la perte des crédits d'émission dont il aurait pu bénéficier en choisissant la technique propre T_k . Si l'on suppose f le pourcentage de réduction des émissions réalisées en Z2 qui peut être crédité pour un usage dans la Z1. Le coût d'opportunité du recours à T_j s'écrit $f(B-A)C_1$. Deux cas peuvent alors se présenter selon que cette valeur est supérieure ou inférieure à la différence de coût de mise en oeuvre de T_k et T_j : $P_k - P_j$.

Si elle est inférieure, l'investisseur choisit T_j . Du point de vue des écarts entre les deux zones, la situation économique de l'investisseur est identique avec et sans MDP. L'investisseur bénéficie du prix le plus bas en Z2 et épargne l'acquisition de permis en Z1. Dans ces conditions, le MDP ne crée pas d'incitation additionnelle à la délocalisation.

Si elle est supérieure, l'investisseur est incité à choisir T_k en dépit de coûts de mise en oeuvre plus élevés, car ces derniers sont au moins compensés par la vente des crédits d'émission dégagés. Le coût net supporté est alors : $P_k - f(B-A)C_1$ qui est inférieure à P_j par hypothèse, faute de quoi l'investisseur n'aurait pas choisi T_k . Ainsi, l'intervention du MDP revient à abaisser le coût net de l'investissement dans la Z2 par rapport à une situation sans MDP tant que cet effet reste suffisamment marginal pour ne pas affecter la valeur de la tonne de carbone évitée en Z1, C_1 .

Cependant, même dans ce cas, la conclusion sur l'effet du MDP dépend du choix des termes de la comparaison. Si l'on considère que sans MDP, l'investisseur aurait choisi la technique la plus émettrice de GES, qu'il localise son investissement dans la Z1 ou la Z2, le différentiel de compétitivité est alors égal à BC_1 . Dans le cas où le MDP induit un changement du choix de technique au profit de la technique peu émettrice, et où l'investisseur compare le gain de l'emploi de cette technique dans les deux localisations possibles, la différence est désormais égale à : $AC_1 + f(B-A)C_1$, c'est-à-dire la somme de l'économie sur les permis qu'il lui aurait fallu acheter en Z1 et de la valeur des crédits du fait de son choix technique avisé s'il investit en Z2.

Puisque $B > A$, on a : $BC_1 > AC_1 + f(B-A)C_1$; l'action du MDP, en provoquant un changement de technique a réduit le différentiel de coût entre les deux zones, bien qu'il ait simultanément réduit le coût net de production en Z2. Ce résultat est certes acceptable sur le court terme, mais il ne l'est plus lorsque le MDP prend de l'ampleur ¹⁷.

Source : Godard et Henry, 1998.

¹⁷Cf. Godard et Henry [1998, p.163]

annexe 2

Article 12 du Protocole de Kyoto

1. Il est établi un mécanisme pour un développement « propre ».
2. L'objectif du MDP est d'aider les parties figurant à l'Annexe 1 à parvenir à un développement durable ainsi qu'à contribuer à l'objectif ultime de la Convention, et d'aider les parties visées à l'annexe 1 à remplir leurs engagements chiffrés de limitation et de réduction de leurs émissions prévus à l'article 3.
3. Au titre du mécanisme pour un développement propre :
 - a. Les parties ne figurant pas à l'Annexe 1 peuvent utiliser les réductions d'émissions certifiées ;
 - b. Les Parties visées à l'Annexe 1 peuvent utiliser les réductions d'émissions certifiées obtenues grâce à ces activités pour remplir une partie de leurs engagements chiffrés de limitation et de réduction des émissions prévus à l'article 3, conformément à ce qui a été déterminé par la conférence des Parties agissant comme réunion des Parties au présent Protocole.
4. Le MDP est placé sous l'autorité de la conférence des Parties agissant comme réunion des parties au présent Protocole et suit ses directives ; il est supervisé par un conseil exécutif du MDP.
5. Les réductions d'émissions découlant de chaque activité sont certifiées par des entités opérationnelles désignées par la conférence des Parties agissant en tant que Réunion des parties au présent Protocole, sur la base des critères suivants :
 - a. Participation volontaire approuvée par chaque partie concernée ;
 - b. Avantage réels, mesurables et durables liés à l'atténuation des changements climatiques ;
 - c. Réductions d'émissions s'ajoutant à celles qui auraient lieu en l'absence de l'activité certifiée.
6. Le MDP aide à organiser le financement d'activités certifiées selon le besoin.
7. La Conférence de Parties agissant comme réunion des Parties au présent Protocole élabore à sa première session des modalités et des procédures visant à assurer la transparence, l'efficacité et la responsabilité grâce à un audit et à une vérification indépendants des activités.
8. La conférence des Parties agissant comme réunion des Parties au présent Protocole veille à ce qu'une part des fonds provenant d'activités certifiées soit utilisée pour couvrir les dépenses administratives et aider les pays en développement Parties qui sont particulièrement vulnérables aux effets défavorables des changements climatiques à financer le coût de l'adaptation.
9. Peuvent participer au MDP notamment aux activités mentionnées à l'alinéa a. du paragraphe 3 ci-dessus et à l'acquisition d'unités de réduction certifiée des émissions, des entités aussi bien publiques que privées ; la participation est soumise aux directives qui peuvent être données par le conseil exécutif du mécanisme.
10. Les réductions d'émissions certifiées obtenues entre l'an 2000 et le début de la première période d'engagement peuvent être utilisées pour aider à respecter les engagements prévus pour cette période.

annexe 3

« Parties de l'Annexe 1 »

Parties	Engagements chiffrés de limitation ou de réduction des émissions (en pourcentage des émissions de l'année ou de la période de référence)
Allemagne	92
Australie	108
Autriche	92
Belgique	92
Bulgarie*	92
Canada	94
Communauté européenne	92
Croatie*	95
Danemark	92
Espagne	92
Estonie*	92
Etats-Unis d'Amérique	93
Fédération de Russie*	100
Finlande	92
France	92
Grèce	92
Hongrie*	94
Irlande	92
Islande	110
Italie	92
Japon	94
Lettonie*	92
Liechtenstein	92
Lituanie*	92
Luxembourg	92
Monaco	92
Norvège	101
Nouvelle-Zélande	100
Pays-Bas	92
Pologne*	94
Portugal	92
République tchèque*	92
Roumanie*	92
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	92
Slovaquie*	92
Slovénie*	92
Suède	92
Suisse	92
Ukraine*	100

* Pays en transition vers une économie de marché