

PADD II (2000-2005)

POLITIQUE SCIENTIFIQUE FEDERALE



CHEF DU SERVICE DES PROGRAMMES DE RECHERCHE : NICOLE HENRY

PERSONNE DE CONTACT : ANNE FIERENS

POUR INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES :

SECRETARIAT: AURORE DELIS
8, RUE DE LA SCIENCE
B-1000 BRUXELLES
TEL : +32 (0)2 238 37 61
FAX : +32 (0)2 230 59 12
EMAIL : DELI@BELSPO.BE

PADD II

LE MECANISME POUR UN DEVELOPPEMENT PROPRE: CONCEPTION D'OUTILS ET MISE EN ŒUVRE

CP-26

PADD II

LE MECANISME POUR UN DEVELOPPEMENT PROPRE: CONCEPTION D'OUTILS ET MISE EN ŒUVRE

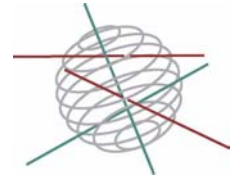
P.-M. BOULANGER, B. LUSSIS, C. BRISME, I. HUPPEN, T. BRECHET, M. GERMAIN, G. GRANDJEAN



PARTIE 1

MODES DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION DURABLES

-  PROBLEMATIQUES GENERALES
-  AGRO-ALIMENTAIRE
-  ENERGIE
-  TRANSPORT



Partie 1:
Modes de production et de consommation durables

RAPPORT FINAL



*Le Mécanisme pour un Développement Propre:
conception d'outils et mise en oeuvre*

CP/26

Paul-Marie Boulanger	IDD
Benoit Lussis	IDD
Christophe Brismé	Aquadev
locasta Huppen	Aquadev
Thierry Bréchet	CORE-UCL
Marc Germain	CORE-UCL
Gilles Grandjean	CORE-UCL

Contrats de recherche n°

CP/F5/261

CP/J1/262

Janvier 2004



D/2004/1191/47

Publié en 2004 par la Politique scientifique fédérale

Rue de la Science 8

B-1000 Bruxelles

Belgique

Tel: +32 (0)2 238 34 11 – Fax: +32 (0)2 230 59 12

<http://www.belspo.be>

Personne de contact:

Mme Anne Fierens

Secrétariat: *Mme Aurore Delis* +32 (0)2 238 37 61

La Politique scientifique fédérale ainsi que toute personne agissant en son nom ne peuvent être tenus pour responsables de l'éventuelle utilisation qui serait faite des informations qui suivent. Les auteurs sont responsables du contenu.

Cette publication ne peut ni être reproduite, même partiellement, ni stockée dans un système de récupération ni transmise sous aucune forme ou par aucun moyens électronique, mécanique, photocopies, enregistrement ou autres sans y avoir indiqué la référence.

Remerciements

Au terme de ce projet, les équipes de recherche de l'IDD, d'Aquadev et du CORE-UCL souhaitent remercier la Politique Scientifique fédérale et, en particulier, Mmes Fierens et Bex pour leur suivi du projet.

Nos remerciements s'adressent également tout particulièrement aux membres du comité d'utilisateurs du projet pour leurs nombreux conseils et suggestions ainsi que pour le regard critique qu'ils ont porté, tout au long du projet, sur nos travaux.

Enfin, nous souhaitons exprimer toute notre gratitude envers la Division Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement pour nous avoir permis d'accéder aux données et documents relatifs au projet MDP PIERS de la Région wallonne.

Table des matières

REMERCIEMENTS	3
ABREVIATIONS	6
1 INTRODUCTION	7
2 QU'EST-CE QUE LE MDP ?	9
2.1 LE CYCLE D'UN PROJET MDP.....	9
2.1.1 <i>Les modalités et procédures définies par la CCNUCC</i>	9
2.1.2 <i>Des étapes additionnelles de mise en oeuvre des projets MDP</i>	13
2.2 LE MDP : LES QUESTIONS RESOLUES ET EN SUSPENS	13
2.2.1 <i>Les puits carbone sont-ils acceptés dans le MDP ?</i>	14
2.2.2 <i>Quelles sont les activités éligibles pour le MDP ?</i>	15
2.2.3 <i>Comment est évaluée l'additionnalité d'un projet MDP ?</i>	15
2.2.4 <i>Que sont les petits projets MDP ?</i>	16
2.2.5 <i>Les accords de Marrakech ont-ils opté pour un MDP uni, bi ou multilatéral ?</i>	17
2.2.6 <i>Comment est pris en compte le principe de l'additionnalité financière ?</i>	18
2.2.7 <i>Quelle est la place des ONG dans le MDP ?</i>	19
2.2.8 <i>Comment vérifie-t-on qu'un projet MDP contribue au développement durable du pays hôte ?</i>	19
2.2.9 <i>Comment le principe de complémentarité sera-t-il pris en compte ?</i>	20
2.2.10 <i>Quel lien y a-t-il entre le système d'échange de droits d'émission européen et le MDP ?</i>	20
2.2.11 <i>Où en est-on en Belgique ?</i>	21
3 L'ADDITIONNALITE DES PROJETS MDP	23
3.1 GENERALITES	23
3.2 TYPOLOGIE DES EMISSIONS	23
3.3 MARCHE A SUIVRE POUR ETABLIR UN NIVEAU DE REFERENCE.....	24
3.3.1 <i>Le choix de l'approche</i>	25
3.3.2 <i>Le projet est-il le scénario de référence ?</i>	26
3.3.3 <i>Définition du scénario de référence</i>	26
3.3.4 <i>Le calcul du niveau de référence</i>	27
3.4 LA COMPTABILISATION DES EMISSIONS	28
3.4.1 <i>Les émissions directes sur site</i>	28
3.4.2 <i>La prise en compte des émissions indirectes sur site</i>	28
3.4.3 <i>Périmètre et fuites</i>	30
3.5 LE MODELE CDM ASSESSEMENT TOOLKIT	34
3.5.1 <i>Structure du modèle</i>	34
3.5.2 <i>Application du modèle</i>	35
3.6 NIVEAU DE REFERENCE ABSOLU ET NIVEAU DE REFERENCE RELATIF	36
3.6.1 <i>Une analyse à l'aide du modèle CAT</i>	36
3.6.2 <i>Une analyse à partir de la théorie de l'investissement</i>	39
4 MDP ET DEVELOPPEMENT DURABLE	43
4.1 LES APPROCHES EXISTANTES	43
4.1.1 <i>Les guidelines</i>	43
4.1.2 <i>La check-list</i>	44
4.1.3 <i>Les objectifs négociés</i>	44
4.1.4 <i>L'approche MAUT</i>	44

4.2	LES CRITERES DU DEVELOPPEMENT DURABLE.....	47
4.2.1	<i>La théorie des capacités de A.Sen.....</i>	48
4.2.2	<i>La théorie de Max-Neef.....</i>	50
4.3	EN PRATIQUE.....	53
4.3.1	<i>Identification des besoins fondamentaux et de l'impact des projets sur leur satisfaction.....</i>	54
4.3.2	<i>Mesure des effets et évaluation d'ensemble.....</i>	59
4.4	CONCLUSION.....	61
5	UNE ANALYSE ECONOMIQUE DU MARCHE DU CARBONE.....	63
5.1	CADRE THEORIQUE.....	63
5.2	LES VARIABLES.....	66
5.2.1	<i>Le taux d'accessibilité.....</i>	66
5.2.2	<i>La participation des Etats-Unis.....</i>	67
5.2.3	<i>Les coûts de transaction.....</i>	67
5.2.4	<i>Offre limitée d'air chaud.....</i>	67
5.3	L'APPLICATION AU CAS DE LA BELGIQUE.....	68
5.3.1	<i>Principe général.....</i>	68
5.3.2	<i>CDM-MAT : un outil d'évaluation macro-économique du MDP dans le contexte belge.....</i>	70
5.3.3	<i>Les résultats.....</i>	71
6	LES « LOW HANGING FRUITS ».....	75
6.1	MODELISATION DU COMPORTEMENT DU PAYS HOTE.....	75
6.2	LE PROBLEME DES LHF.....	77
6.3	LA MISE EN RESERVE.....	79
6.4	INCERTITUDE SUR LES FUTURS PRIX.....	79
6.5	CONCLUSIONS.....	81
7	PROJET PILOTE FICTIF.....	83
7.1	L'ADDITIONNALITE DU PROJET PILOTE FICTIF.....	83
7.1.1	<i>L'additionnalité environnementale du projet pilote fictif.....</i>	84
7.1.2	<i>Le choix du niveau de référence.....</i>	86
7.1.3	<i>Le prix de la tonne de CO₂.....</i>	87
7.1.4	<i>Conclusions.....</i>	89
7.2	CONTRIBUTION DU PROJET PILOTE FICTIF AU DEVELOPPEMENT DURABLE.....	89
7.2.1	<i>Une alternative : la plate-forme multifonctionnelle.....</i>	90
7.2.2	<i>Comparaison des deux solutions.....</i>	91
7.2.3	<i>Conclusion sur la contribution du projet pilote fictif au développement durable.....</i>	95
8	CONCLUSIONS GENERALES.....	97
	BIBLIOGRAPHIE.....	101
	ANNEXE : DOCUMENTS DE TRAVAIL ETABLIS DANS LE CADRE DE LA RECHERCHE.....	107

Abréviations

AC	JI	Application conjointe ou mise en œuvre conjointe
APD	ODA	Aide publique au développement
BAU	BAU	<i>Business as usual</i>
CCM	MAC	Courbe de coût marginal de réduction des émissions
CCNUCC	UNFCCC	Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques
CdP	CoP	Conférence des Parties
CE	EB	Conseil exécutif
CFDD		Conseil fédéral pour le développement durable
DD	SD	Développement durable
DP	PDD	Descriptif de projet
EO	OE	Entité opérationnelle
GES	GHG	Gaz à effet de serre
HFC	HFC	<i>Hydro fluoro carbon</i>
LHF	LHF	<i>Low Hanging Fruits</i>
MDP	CDM	Mécanisme pour un développement propre
MF	FM	Mécanisme de flexibilité
OCDE	OECD	Organisation pour le Commerce et le Développement Economique
OGM	GMO	Organisme génétiquement modifié
ONG	NGO	Organisation non gouvernementale
PED	DC	Pays en développement
PK	KP	Protocole de Kyoto
PM	MP	Plateforme multi-fonctionnelle
PME		Petite ou moyenne entreprise
PNUD	UNDP	Programme des Nations Unies pour le Développement
PV	PV	Photovoltaïque
QA	AA	Quantité attribuée
RECT	tCER	Réduction d'émissions à court terme
RELD	ICER	Réduction d'émissions de longue durée
SBSTA	SBSTA	<i>Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice</i>
TPE		Toute petite entreprise
TRI	IRR	Taux de rentabilité interne
URCE	CER	Unité de réduction certifiée des émissions
UA	RMU	Unité d'absorption
UE	EU	Union européenne
UQA	AAU	Unité de quantité attribuée
URE	ERU	Unité de réduction d'émission
URCE	CER	Unité de réduction certifiée des émissions

1 Introduction

Dans la Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques et le Protocole de Kyoto, les pays industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et à favoriser les transferts de technologies permettant de réduire les émissions dans les pays en développement. Par ailleurs, il a été admis par la Convention climat que les pays en développement ne portaient pas la responsabilité historique de l'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre et qu'ils n'avaient donc pas à prendre d'engagements contraignants de limitation de leurs émissions, du moins dans un premier temps.

Conformément à l'article 12 du Protocole de Kyoto, le Mécanisme de Développement Propre (MDP) constitue l'un des instruments de réduction des émissions de gaz à effet de serre dont disposent les pays industrialisés (repris dans l'annexe I du protocole). Cet instrument a, en outre, l'avantage d'offrir aux pays industrialisés l'opportunité de contribuer à l'aide au développement par le biais de transferts de technologies. Un double dividende est donc en jeu, à condition que les règles régissant les projets MDP soient établies de manière équitable et que les risques de déviation soient bien maîtrisés.

Parmi les instruments de flexibilité, le MDP est cependant celui pour lequel les incertitudes concernant l'efficacité économique sont les plus grandes notamment en raison de la difficulté de définir les scénarios de référence et d'assurer l'évaluation *a posteriori* des projets ainsi que des incertitudes institutionnelles et méthodologiques.

Le projet de recherche « le MDP : conception d'outils et mise en oeuvre » vise à développer les capacités relatives au MDP en Belgique dans le but de saisir l'opportunité que représente cet instrument, tant sous l'angle des réductions de gaz à effet de serre que sous l'angle de la mise en place de modes de production et de consommation durables dans les pays en développement. L'objectif principal de ce projet était donc de fournir à la Belgique des outils lui permettant de recourir au Mécanisme de Développement Propre, qu'il s'agisse d'outils, institutionnels, technologiques ou économiques. De manière plus précise, les objectifs du projet étaient les suivants :

1. Préciser le cadre institutionnel de mise en œuvre des projets MDP (aux différents échelons de compétence belges) et vis-à-vis des règles définies (ou à définir) par les instances internationales (sous l'égide de la Convention-cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques) ; préciser le rôle que peuvent jouer les différents acteurs, qu'ils soient institutionnels ou privés ;
2. Définir les modalités pratiques de mise en oeuvre de projets MDP sur l'ensemble des phases couvertes par un projet et élaborer les outils nécessaires à cette mise en oeuvre ;
3. Évaluer le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre réalisables par le MDP dans la zone sub-saharienne, sélectionner un projet pilote, réaliser toutes les procédures nécessaires à sa mise en oeuvre et en tirer les conclusions pour une généralisation éventuelle du MDP sur cette zone ;
4. Diffuser et valoriser les acquis de cette recherche, aussi bien en direction des pays bénéficiaires qu'en direction des acteurs intéressés par le MDP en Belgique, notamment les acteurs institutionnels.

Tout au long de la recherche, des notes et documents de travail ont été publiés sur les sites internet de l'IDD (www.iddweb.be) et d'Aquadev (www.aquadev.org). Ce rapport constitue une synthèse de ces documents et décrit les principaux résultats de la recherche.

Dans la suite du texte, nous ferons d'ailleurs régulièrement référence aux notes de travail qui contiennent des informations plus détaillées sur nos travaux.

La deuxième partie de ce rapport est consacrée à la définition au sens large du MDP. Elle se réfère au premier objectif du projet de recherche (définition du cadre institutionnel belge, européen et international, rôle des acteurs, modalités et procédures de mise en œuvre du MDP). Nous y résumons les étapes essentielles d'un projet MDP et faisons le point sur les principales incertitudes entourant le MDP, incertitudes qui, pour certaines, restent encore à lever.

Les parties 3 et 4 sont consacrées aux outils d'évaluation du MDP au niveau des projets et se réfère au deuxième objectif décrit ci-dessus. La partie 3 traite de la problématique de l'additionnalité des projets MDP. Outre les questions portant sur l'impact en termes de réduction des émissions de GES, on y aborde les problèmes relatifs à l'éligibilité et à la rentabilité des projets.

La quatrième partie traite de l'évaluation de la contribution des projets MDP au développement durable des pays hôtes. Les différentes méthodes d'évaluation présentes dans la littérature y sont brièvement décrites et analysées. Nous explorons également une approche alternative basée sur la théorie des capacités de Sen et celle des besoins humains fondamentaux de Max-Neef.

Les parties 5 et 6 abordent le MDP d'une manière plus globale en utilisant notamment des outils macro-économiques en vue de rencontrer le troisième objectif de la recherche. Dans la partie 5, nous proposons un cadre théorique d'analyse macro-économique du marché du carbone, cadre qui sert de base à la construction d'un modèle numérique permettant d'évaluer le potentiel macro-économique du MDP pour la Belgique et ce sous différentes hypothèses portant notamment sur l'accès de la Belgique au potentiel global de réduction des émissions des pays en développement ainsi que sur le degré de pro-activité de la Belgique en matière de MDP. Nous tentons également, à l'aide de cet outil, d'évaluer le potentiel du MDP pour l'Afrique sub-saharienne.

La partie 6 concerne le problème plus spécifique des « *Low hanging fruits* ». Les projets MDP sont susceptibles d'utiliser une grande partie du potentiel de réduction d'émissions à faible coût des pays en développement, ne leur laissant par la suite que les mesures les plus coûteuses pour les futures périodes d'engagement. Nous analysons à quelles conditions les pays en développement ont intérêt à accepter des projets MDP dans la perspective d'une limitation de leurs émissions au cours d'une prochaine période d'engagement.

La partie 7 est consacrée à l'étude d'un projet pilote fictif, t inspiré d'un projet réel mis en œuvre par la Région wallonne au Sénégal, sur lequel on teste les deux outils d'évaluation décrits dans les parties 3 et 4.

2 Qu'est-ce que le MDP ?

Au cours de ces deux dernières années, l'activité institutionnelle internationale autour du MDP a été particulièrement intense, avec la tenue de trois Conférences des Parties (CdP) de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) respectivement à Marrakech, New Delhi et Milan. De ce fait, des questions qui se posaient fin 2001 ne sont plus d'actualité maintenant alors que d'autres ont émergé entre-temps.

Au niveau européen, le point marquant est l'adoption d'une directive sur l'échange de droits d'émission européen et la préparation d'une autre directive pour faire le lien entre les projets MDP et d'AC (Application conjointe) et le système d'échange de droits d'émission. Au niveau belge, l'absence d'accord sur la répartition de la charge entre les régions a jusqu'il y a peu rendu impossible la résolution de nombreuses questions relatives à la répartition des compétences en matière de MDP.

Les accords de Marrakech (CdP7) ont défini la plupart des modalités et procédures des mécanismes de flexibilité en général et du MDP en particulier. Nous consacrerons donc une première partie à la description brève des étapes importantes d'un projet MDP telles qu'elles sont décrites dans ces accords ainsi qu'aux étapes supplémentaires préconisées par certains manuels de projets MDP afin de faciliter la mise en œuvre de ces projets.

Par la suite, nous répondrons à une série de questions qui se posent, ou se sont posées, au niveau international ou au sein même des équipes de recherche. L'ensemble des réponses à ces questions fournit ainsi un aperçu assez complet des résultats du suivi institutionnel et de l'analyse du rôle des acteurs réalisés dans le cadre de ce projet.

2.1 Le cycle d'un projet MDP

2.1.1 *Les modalités et procédures définies par la CCNUCC¹*

L'article 12 du protocole de Kyoto (UNFCCC, 1997) définit le MDP comme un mécanisme de flexibilité (MF), au même titre que le marché d'émission et l'application conjointe (AC), permettant aux Parties de l'Annexe I de réduire les coûts de la réduction d'émission et de contribuer au développement durable des pays en développement. Il faudra cependant attendre novembre 2001 et les accords de Marrakech (UNFCCC, 2001) pour que soient définitivement définies les modalités et procédures de mise en œuvre des mécanismes de flexibilité.

Ainsi, différents types de crédits d'émission, chacun spécifique à un mécanisme de flexibilité, ont été définis : les unités de quantité attribuées (UQA) issues de la quantité qu'une Partie de l'Annexe I est autorisée à émettre au cours d'une période d'engagement, les unités de réduction d'émission (URE) issues de projet d'AC, et les unités de réduction certifiées des émissions (URCE) issues de projet MDP. Ces unités sont équivalentes et échangeables (principe de fongibilité). A ces unités, on ajoutera les unités d'absorption (UA) issues de projets puits dans les Parties de l'Annexe I et les réductions d'émissions certifiées temporaires (RECT) ainsi que les réductions d'émission certifiées de longue durée (RECLD) issues de projets MDP puits.

¹ Pour plus d'informations sur ce point voir les notes de l'IDD n°13 et 14 en annexe : « Accords de Marrakech et mécanismes de flexibilité » et « Principes de fonctionnement du MDP définis à la CdP7 ».

En ce qui concerne plus particulièrement le MDP, ces accords ont arrêté une série de modalités et procédures de mise en œuvre telles que tout projet MDP devra passer par cinq étapes principales pour obtenir les crédits d'émissions : la validation, l'enregistrement, la vérification, la certification et la délivrance des URCE (Figure 1). En outre, la CdP7 a institué un Conseil Exécutif du MDP (CE) chargé de mettre en œuvre ces modalités et procédures. Ce comité, composé de 10 membres issus des Parties au protocole de Kyoto, est responsable devant la CdP de la mise en œuvre du MDP.

Un des rôles principaux de ce CE sera d'accréditer et de désigner des entités opérationnelles (EO). Celles-ci, qui peuvent être privées ou publiques, nationales ou internationales, seront liées par contrat aux participants d'un projet MDP et seront chargées de la **validation**, la **vérification** ou la **certification** des projets MDP. Malgré leur lien de nature commerciale avec les participants, elles font partie intégrante de la structure institutionnelle de la CdP pour la mise en œuvre du mécanisme et agiront sous le contrôle direct du CE.

Un projet MDP suivra donc plusieurs étapes avant de parvenir à la délivrance des unités de réduction des émissions certifiées (URCE). Dans un premier temps, les participants élaborent le projet et rédigent un **descriptif de projet**, qui comprend, entre autres, une description du projet, une méthode de calcul des niveaux de référence, une prévision des réductions d'émissions, une évaluation des impacts environnementaux, la prise en compte des commentaires du public et un plan de surveillance. Un accord volontaire des Parties concernées devra également être fourni.

L'EO jugera le descriptif de projet sur base des exigences fixées par la CdP (voir ci-dessous) et décidera de valider le projet ou non. Une fois le projet validé, celui-ci pourra être enregistré par le CE et ensuite mis en œuvre.

Lors de la mise en œuvre du projet, les participants doivent respecter un plan de surveillance qui a été défini dans le descriptif de projet. Le suivi de ce plan doit permettre d'obtenir les données nécessaires notamment à l'estimation des réductions d'émissions et du niveau de référence. Il doit servir de base à la rédaction d'un **rapport de surveillance** au terme de la période de validité du projet qui servira de base à l'EO pour effectuer la **vérification** qui consiste à s'assurer que les engagements de réduction d'émissions ont effectivement été tenus. L'EO rédige alors un **rapport de vérification** qui comprend le calcul des réductions d'émission. Après l'approbation de ce rapport, l'EO délivre un **document de certification** du projet qui donne droit à la **délivrance des certificats de réduction d'émission**.

1^{ère} étape : la validation du projet : *La validation est le procédé indépendant d'évaluation de l'activité du projet par une EO sur base d'un descriptif de projet.* L'EO examine ce descriptif de projet et l'évalue sur base de 5 critères principaux concernant les exigences de participation, la prise en compte des commentaires du public, la prise en compte des impacts environnementaux, l'additionnalité des réductions de GES et la bonne application des méthodologies d'établissement des niveaux de référence.

L'EO devra, en outre, avoir reçu des participants un accord écrit de participation volontaire de la part des autorités nationales de chaque Partie impliquée, incluant une confirmation par la Partie hôte que l'activité du projet va dans le sens d'un développement durable. L'EO laissera ensuite un délai de 30 jours pour recevoir les commentaires sur les exigences de validation de la part des Parties concernées, du public et des ONG accréditées par la CCNUCC.

Sur base des informations fournies et des commentaires reçus, l'EO doit déterminer si le projet peut être validé ou non et en informe les participants. L'EO soumettra un rapport de validation au CE.

2^{ème} étape : l'enregistrement. Le rapport de validation constitue une demande d'enregistrement du projet auprès du CE. Celui-ci doit enregistrer le projet au plus tard 8 semaines après la demande faite par l'EO à moins qu'une demande de révision ne soit formulée. L'enregistrement se fait dans le registre des MDP, géré par le CE.

3^{ème} étape : la mise en œuvre, la surveillance du projet et la vérification par une entité opérationnelle. Le plan de surveillance compris dans le descriptif de projet définit les modalités de surveillance du projet au cours de son déroulement. Cette surveillance a notamment pour but de rassembler les données permettant d'estimer les émissions de GES dans les limites du projet, de déterminer le niveau de référence et calculer les fuites éventuelles.

Au terme de la période de validité du projet, les participants doivent établir un rapport de surveillance du projet qui servira de base à l'EO pour effectuer la vérification.

La vérification consiste en la révision indépendante et périodique et la détermination *ex post* par l'EO des réductions d'émissions de GES qui ont eu lieu comme résultat de l'activité du projet MDP enregistré pendant la période de validité. L'EO fournit alors un rapport de vérification aux participants, aux Parties impliquées et au CE.

4^{ème} étape : la certification. La certification est l'assurance écrite par l'EO que, durant la période de validité, l'activité du projet a amené des réductions d'émissions de GES comme vérifié. Sur base de son rapport de vérification, l'EO doit certifier par écrit que l'activité du projet a bien réduit les émissions de GES pendant la période de validité et que cette réduction ne serait pas intervenue en l'absence du projet. Il doit informer les participants, les Parties impliquées et le CE de cette décision de certification et rendre le rapport de certification accessible au public.

5^{ème} étape : la délivrance des URCE. Les URCE sont calculées en appliquant la méthodologie enregistrée, par soustraction des émissions prévues par le « niveau de référence » aux émissions actuelles. Le rapport de certification est la base pour une demande au CE de délivrance des URCE égales à la réduction d'émission de GES certifiée.

Les deux principaux acteurs de la CCNUCC : le CE et les EO

Le CE a été rendu opérationnel depuis le début de l'année 2002. Ses travaux ont principalement concerné la rédaction d'un modèle de descriptif de projet pour les projets MDP classiques et pour les projets de faible ampleur, la tenue d'un registre des autorités nationales du MDP, la désignation des entités opérationnelles et l'approbation des méthodologies d'établissement des niveaux de référence². L'ensemble des publications et communications du CE peuvent être consultées sur le site de la CCNUCC consacré au MDP : <http://unfccc.int/cdm>.

² Pour plus d'informations sur ce point voir le point 3.3 et la note de l'IDD n°20 : « Pourquoi les propositions de méthodologie de définition des niveaux de référence ont-elles été refusées ? ».

Au moment de la tenue de la CdP9 à Milan, 19 demandes d'accréditation de « candidats entité opérationnelle » ont été reçues par le CE. Parmi elles, le CE en a sélectionné 4 qui pourront, pour autant que les garanties financières soient remplies, être accréditées prochainement. Cependant, le CE s'inquiète que parmi les 19 candidats, seulement deux proviennent de pays en développement. Il y a donc là un problème de répartition géographique qui laisse à penser que les pays développés risquent d'être à la fois juges et parties dans la validation des projets MDP.

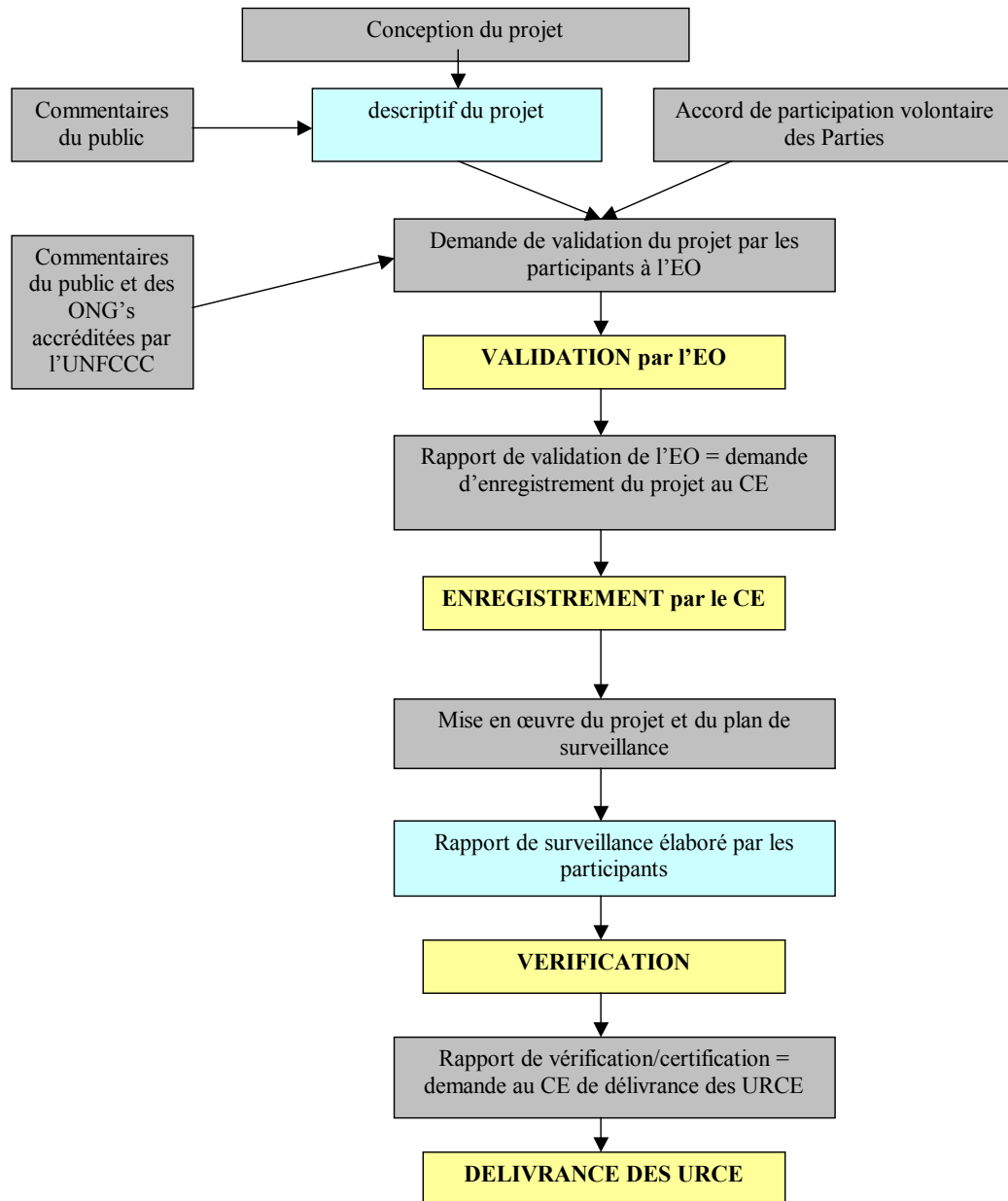


Figure 1 : principales étapes d'un projet MDP

2.1.2 Des étapes additionnelles de mise en oeuvre des projets MDP³

Comme nous l'avons vu plus haut, les accords de Marrakech ont prévu cinq étapes principales : la validation, l'enregistrement, la mise en oeuvre du projet et sa surveillance, la vérification et la délivrance des crédits. Ce schéma constitue l'ossature de base de la mise en oeuvre de tout projet MDP qu'il soit classique, de faible ampleur ou de séquestration de carbone (projet puits).

Certaines autorités nationales de pays de l'Annexe I ou certains fonds « carbone » définissent des étapes supplémentaires qui viennent en amont du cycle de projet de la CCNUCC. Ces étapes, décrites dans différents manuels à destination de promoteurs de projets MDP (DEA, 2002 ; IEPF, 2002 ; VROM, 2001 ; Pembina Institute 2002), ont principalement pour but d'impliquer l'autorité nationale ou le fonds carbone dans la conception du projet avant l'étape de validation et d'enregistrement du projet.

Ainsi, les autorités danoises ou hollandaises préconisent la rédaction par les participants au projet d'un document préalable au DP (DEA, 2002 ; VROM, 2001). Cette note, plus synthétique que le DP, doit permettre :

- éventuellement, de servir de base à un accord avec un intermédiaire financier prêt à acheter les crédits dégagés par l'activité ;
- d'obtenir un pré-accord de l'autorité nationale du pays de l'annexe I ;
- d'obtenir un pré-accord de l'autorité nationale du pays hôte.

Ces étapes préliminaires sont bien sûr spécifiques à l'organisation mise en place par un pays (ou par un organisme financier, par exemple le PCF demande de consulter une note d'idée de projet avant de donner son feu vert pour la poursuite des travaux). Ainsi, en Belgique, la future Autorité Nationale pourrait demander aux promoteurs de projets MDP belges de lui fournir des informations sur la nature du projet avant même l'établissement du descriptif de projet. Ces étapes sont importantes puisqu'elles permettent d'établir un cadre de concertation entre les participants au projet et les Parties. Cette concertation *ex-ante* devrait permettre, d'une part, de réduire les risques de non-acceptabilité par les Parties au moment de l'évaluation du DP et, d'autre part, une meilleure prise en compte des critères d'acceptabilité des Parties dans les projets grâce à l'instauration d'un dialogue précoce.

2.2 Le MDP : les questions résolues et en suspens

Ces modalités et procédures nous permettent de circonscrire maintenant avec un peu plus de précision ce que pourront être les projets MDP à l'avenir. La plupart des questions qui restaient en suspens ont maintenant reçu une réponse. Nous reprenons dans les paragraphes qui suivent les interrogations les plus importantes (telles qu'exprimées dans les réunions internationales, au sein du réseau de recherche ou par les membres de son comité d'utilisateurs) et les réponses qui y ont été apportées.

• ³ Pour plus d'informations sur ce point voir la note d'Aquadev n°10 en annexe : « Cahier des charges (guidelines pour l'implémentation de projets MDP) »

2.2.1 Les puits carbone sont-ils acceptés dans le MDP ?

Les modalités et procédures de mise en œuvre des projets MDP adoptées à Marrakech concernent les projets MDP que l'on qualifiera dans ce rapport de « classiques », c'est-à-dire les projets MDP n'entrant ni dans la catégorie des projets de faible ampleur, ni dans la catégorie des puits carbone. En ce qui concerne cette dernière catégorie, les accords de Marrakech précisait que seuls les projets de boisement ou de reboisement seraient éligibles pour la première période d'engagement.

La CdP9 de Milan a permis aux Parties de trouver un accord sur les modalités et procédures de ce type de projets. Le texte final adopte un schéma de fonctionnement similaire à celui des projets classiques mais introduit des différences fondamentales notamment en ce qui concerne le type de crédit dégagé, la comptabilisation du carbone stocké et la prise en compte des impacts socio-environnementaux.

Le type de crédit

On s'attendait à ce que la CdP9 opte pour les crédits temporaires. En fait, elle a opté pour deux types de crédits pour les projets puits : les réductions d'émission certifiées temporaires et les réductions d'émission certifiées de longue-durée.

Une **réduction d'émission certifiée temporaire (RECT)** est un crédit qui expire à la fin de la période d'engagement suivant celle pendant laquelle il a été délivré. Avant que la date de validité de ce crédit ne soit dépassée, il doit être remplacé par une autre réduction d'émission certifiée temporaire ou un crédit permanent.

Une **réduction d'émission certifiée de longue-durée (RECLD)** est un crédit qui expire à la fin de la période de comptabilisation du projet. Si une période de comptabilisation renouvelable a été choisie, sa date limite d'utilisation est celle de la fin de la dernière période de comptabilisation. Ce type de crédit doit être remplacé avant la fin de validité ou si le stock de carbone correspondant a été relâché dans l'atmosphère.

Les participants ont le choix entre ces deux types de crédits mais ne pourront modifier leur choix en cours de projet. Ils n'ont apparemment pas d'implications environnementales différentes. La différence entre eux tient sans doute principalement au fait que les promoteurs de projets devront renégocier plus régulièrement les RECT. Par contre, la différence est fondamentale par rapport aux crédits dits permanents que sont les UQA, URCE, URE et UA puisque ces derniers ne devront pas être remplacés en fin de vie.

Les impacts socio-environnementaux

Le DP des projets MDP puits devra comprendre, comme celui des projets classiques, une analyse d'impacts environnementaux. Cependant, les accords de Milan prescrivent avec plus de précisions les aspects à prendre en compte et, surtout, imposent que cette analyse soit accompagnée d'une analyse d'impacts socio-économiques (impacts sur les communautés locales, les peuples indigènes, l'utilisation des sols, l'emploi local, la production de nourriture, les sites culturels et religieux, l'accès au « bois énergie » et aux autres produits de la forêt).

Les projets MDP puits sont pressentis comme étant potentiellement les projets les moins coûteux mais aussi ceux dont les impacts socio-économiques et sur la biodiversité sont les plus sujet à caution. La prise en compte systématique de ces impacts est donc un point positif à mettre à l'actif de ces accords même si la proposition de l'UE de faire référence aux conventions internationales (notamment sur la biodiversité) a été quasiment abandonnée.

Les OGM et espèces étrangères envahissantes

Le texte initial (proposé par le SBSTA aux Parties à Milan) prévoyait que les projets utilisant des espèces étrangères envahissantes ou des OGM soient exclus des projets éligibles au MDP. Dans la version finale adoptée par la CdP, toute référence à l'exclusion explicite des OGM et espèces envahissantes n'apparaît plus que dans le considérant et donc d'une manière non contraignante.

Les Parties attribuent ainsi au pays hôte la tâche d'évaluation des risques associés à l'utilisation d'OGM ou d'espèces étrangères envahissantes. Cette disposition est relativement cohérente avec les décisions préalables concernant l'évaluation des impacts socio-économiques des projets puits ou la contribution au développement durable des projets MDP (qui est elle aussi laissée à l'appréciation du pays hôte).

Plus novatrice, par contre, est la référence à une évaluation de la part des Parties de l'Annexe I. Celles-ci pourraient ainsi refuser d'utiliser des crédits temporaires ou de longue durée issus de projets puits utilisant des OGM ou espèces étrangères envahissantes. Encore faut-il que les projets utilisant de telles espèces (et les crédits qu'ils génèrent) soient reconnaissables. En pratique, cette tâche de vérification systématique risque de se révéler fastidieuse si de nombreux crédits issus de projets différents sont utilisés, d'autant plus que le DP ne mentionnera pas explicitement la présence de telles espèces.

2.2.2 Quelles sont les activités éligibles pour le MDP ?⁴

Toute activité permettant de réduire les émissions de GES, à l'exception des activités nucléaires, dans un pays en développement est *a priori* éligible comme projet MDP. Il n'existe donc pas de liste positive de technologies éligibles. De nombreux projets MDP ont trait à la gestion énergétique (amélioration de l'efficacité énergétique ou production d'énergie à partir de sources renouvelables) mais également à la gestion des déchets, la réduction des émissions du transport ou la réduction des émissions de HFC.

En ce qui concerne les projets de stockage du carbone, seules les activités de boisement et de reboisement sont éligibles pour la première période d'engagement mais elles donneront droit à un type de crédits différents, de type temporaire (voir ci-dessus). La réduction des émissions de GES ou l'augmentation du stockage du carbone (par boisement ou reboisement) par rapport à un scénario BAU est donc le premier critère d'éligibilité. Le second concerne la contribution au développement durable, évaluée par le pays hôte (voir ci-dessus).

2.2.3 Comment est évaluée l'additionnalité d'un projet MDP ?

Cette question est traitée en détail dans la section 3. On mentionne généralement quatre principes relatifs à l'additionnalité :

- **L'additionnalité environnementale** se réfère au fait qu'un projet MDP doit mener à des réductions d'émission qui n'auraient pas eu lieu en l'absence du projet. Bien que cette terminologie ne soit pas employée dans les accords de Marrakech, ce principe est le seul des trois principes reconnu comme un critère d'éligibilité. Pour justifier l'additionnalité environnementale de leur projet, les promoteurs devront utiliser une méthodologie préalablement approuvée par le CE et dont la bonne application sera vérifiée par une EO.

⁴ Pour plus d'informations sur ce point voir la note de l'IDD n°14 en annexe : « Principes de fonctionnement des MDP définis à la CdP7 »

- **L'additionnalité d'investissement** est en réalité un moyen de vérifier l'additionnalité environnementale. Ce principe se base sur le fait qu'un projet MDP doit donner lieu à un investissement supplémentaire par rapport à la situation de référence. Cet investissement supplémentaire est supposé financer la réduction des émissions. Les accords de Marrakech reconnaissent implicitement que le critère d'additionnalité d'investissement peut être un moyen de prouver l'additionnalité environnementale d'un projet mais n'est pas nécessairement le seul (d'autres barrières à l'investissement telles que les barrières technologiques ou de disponibilité en capital peuvent également justifier l'additionnalité environnementale du projet).
- **L'additionnalité technologique** est un principe (peu utilisé dans la littérature) selon lequel un projet MDP doit impliquer un transfert de technologie Nord-Sud. Ainsi, selon ce principe, la technologie utilisée pour réduire les émissions de GES ne peut être présente dans la région du projet.
- **Le principe d'additionnalité financière** veut que si des fonds publics sont employés pour financer un projet MDP, ils ne peuvent être issus de l'aide publique au développement classique. Les accords de Marrakech sont relativement vagues sur le sujet (voir section 2.2.6 et la note en annexe « APD et MDP : complémentarité ou incompatibilité ? ») en spécifiant uniquement que les fonds publics ne doivent pas mener à un détournement de l'APD.

2.2.4 Que sont les petits projets MDP ?

Avant la conférence de Marrakech, de nombreuses craintes ont été exprimées à propos des coûts de transaction entraînés par les procédures de validation, d'enregistrement, de surveillance, de vérification et de certification qui pourraient se révéler des barrières infranchissables pour les petits projets MDP. Ces projets, s'ils ne dégagent pas toujours un bénéfice important en terme de réduction des émissions de GES, sont souvent cités parmi les projets les plus bénéfiques pour les pays en voie de développement pour leur apport en nouvelles technologies et leur bonne adaptation aux besoins des populations.

Les petits projets MDP ont été définis dans les accords de Marrakech comme étant :

- les activités de projet visant à mettre en valeur des sources d'énergie renouvelables dont la puissance installée ne dépasse pas l'équivalent de 15 MW (ou un équivalent approprié);
- les activités de projet visant à améliorer l'efficacité énergétique, qui ont pour effet de réduire la consommation d'énergie du côté de l'offre et/ou de la demande dans une proportion équivalant à 15GWh/an au maximum;
- les autres activités de projet qui à la fois réduisent les émissions anthropiques par les sources et émettent directement moins de 15 Ktonnes CO₂eq par an.

Pour ces projets, des procédures et modalités simplifiées ont été élaborées par le CE et adoptées par la CdP8 à New Delhi. Ainsi, les projets MDP de faible ampleur ont la possibilité de recourir à des méthodologies d'élaboration du niveau de référence et du plan de surveillance simplifiées. De plus, la même EO pourra procéder aux étapes de validation, vérification et certification (ce qui n'est pas le cas pour les projets MDP classiques).

2.2.5 *Les accords de Marrakech ont-ils opté pour un MDP uni, bi ou multilatéral ?*

La distinction entre MDP uni, bi et multi-latéral a été proposée par Baumert et Kete (2000). Ces trois types de MDP se définissent comme suit⁵ :

- un **projet MDP unilatéral** ne fait intervenir au préalable aucun fonds étranger et ne donne pas lieu à un accord préalable sur l'échange des crédits. Comme la vente des crédits a lieu après la mise en œuvre du projet, la Partie de l'Annexe I qui utilisera les crédits du projet n'est pas connue avant la délivrance des crédits. L'accord de participation des parties concernées par le projet ne concernera donc que le pays hôte.
- dans un projet **MDP bilatéral**, il y a un accord préalable sur l'échange de crédits. La Partie de l'Annexe I impliquée est ici clairement identifiée avant la mise en œuvre du projet et devra donner son accord de participation.
- Un projet MDP est dit **multilatéral** quand la réduction d'émission est financée par un fonds carbone alimenté par plusieurs acteurs (publics ou privés) issus de Parties de l'Annexe I différentes. Ainsi, il y a donc également un accord préalable sur l'échange des crédits.

L'incertitude sur l'éligibilité des projets MDP uni et multilatéraux tient au fait que l'implication des Parties de l'Annexe I n'est pas claire. En particulier, il est spécifié, dans les accords de Marrakech, que les Parties *concernées* doivent fournir leur accord de participation. Or, hormis dans le MDP bilatéral, les Parties de l'Annexe I impliquées (celles qui obtiendront les crédits *in fine*) ne sont pas clairement identifiées et ne peuvent donc donner leur accord de participation.

Cela dit, les différentes structures possèdent chacune des avantages et inconvénients.

Ainsi, le MDP unilatéral a l'avantage de réduire les coûts de transaction et de maintenir les profits des projets dans les PED mais le risque lié au prix de la tonne de CO₂ apparaît comme plus important (ce prix n'est en effet pas fixé à l'avance). En outre, ces projets ne contribuent pas au transfert de technologie. Certains mettent d'ailleurs en doute l'additionnalité de ces projets puisqu'ils ne remplissent pas le critère d'additionnalité technologique.

Le MDP bilatéral est souvent considéré comme étant le système le plus adapté aux investissements étrangers directs car il donne une grande souplesse aux investisseurs dans le choix et la mise en œuvre du projet. L'inconvénient du système bilatéral est que les investissements risquent de se concentrer sur un petit nombre de pays (Chine, Brésil, Mexique) dans lesquels le potentiel de réduction des émissions de CO₂ à coût faible est grand. (Baumert et Kete, 2000).

Les États pourraient être tentés par le financement de fonds de projets MDP comme il en existe déjà (Prototype Carbon Fund). Différents type de fonds pourraient voir le jour et pourraient se spécialiser en fonction de certaines régions hôtes ou type de projets MDP. Cette structure est plus rassurante pour les investisseurs prudents puisqu'ils financeraient alors un ensemble de projets plutôt qu'un seul projet, diminuant ainsi les risques de perte de l'investissement. D'autre part, les coûts de transaction et d'élaboration des niveaux de référence et des plans de surveillance seraient diminués grâce au regroupement des compétences et expériences (Baumert et Kete, 2000).

⁵ Pour plus d'informations sur ce point voir la note de l'IDD n°23 en annexe : « Le MDP unilatéral »

2.2.6 Comment est pris en compte le principe de l'additionnalité financière ?⁶

L'origine du principe d'additionnalité financière provient de la crainte des pays en développement de voir l'aide publique au développement (APD) utilisée dans le simple but d'obtenir des crédits d'émission et donc détournée de ses objectifs initiaux. Pour répondre à ces préoccupations, les accords de Marrakech stipulent que le financement de projets MDP par des fonds publics « ne doit pas avoir pour résultat un détournement de l'APD et que les fonds publics ne peuvent être comptabilisés dans les obligations financières des Parties » (de l'Annexe I).

La question d'un lien entre l'APD et le MDP a fait (et fait toujours) l'objet de nombreuses discussions. D'une part, on peut considérer que le MDP possède plusieurs effets pervers potentiels qui pourraient être atténués grâce à l'appui de l'APD (meilleure répartition géographique des projets, favoriser les projets à haute contribution au développement durable, etc.) D'autre part, le risque de voir les fonds de l'APD détournés de leur but initial existe. Il ne serait pas souhaitable de voir les fonds publics destinés à la construction d'écoles ou à l'approvisionnement en eau potable détournés à des fins de réduction des émissions de GES (voir notamment Kete et al., 2001.).

Les accords de Marrakech ont statué sur ce point en précisant notamment que les fonds publics utilisés pour le financement de projets MDP ne pourront provenir d'un détournement de l'aide publique au développement. Ce texte, fort imprécis, laisse la place à diverses interprétations, notamment en ce qui concerne le terme de détournement de l'APD auquel font référence les accords de Marrakech. Cette notion peut être appréhendée sous différents angles (Dutsche et Michaelowa, 2003). Ainsi, trois types de détournement ont été identifiés ici :

- **le détournement financier** s'apparente à une réduction du flux total de l'APD. Un tel détournement a lieu lorsqu'un pays de l'Annexe I diminue son budget alloué à l'APD au profit d'un « budget MDP » ou lorsqu'il reçoit des crédits pour des projets financés par son APD (ces crédits devraient alors être considérés comme n'importe quel revenu et être déduits de l'APD) ;
- **le détournement sectoriel ou d'objectif** fait référence à la situation où des budgets d'APD sont détournés de leurs objectifs initiaux pour financer des activités relatives aux changements climatiques ;
- **le détournement régional** fait référence à la diminution du budget de l'APD accordée à une région au profit d'une autre région plus favorable à l'implantation de projets MDP.

L'intervention directe de fonds d'APD dans le financement de projets MDP est généralement suspecte de détournement. Techniquement, il existe cependant quelques exceptions notamment si aucun crédit n'est obtenu en contre-partie de la contribution de l'APD et que :

- le projet de référence est un projet déjà financé par l'APD utilisant une technologie intensive en émission de GES qu'un financement privé complémentaire permet de modifier ;
- l'APD permet de rendre compétitif un projet MDP qui ne l'aurait pas été même avec l'apport des crédits.

Par ailleurs, l'APD peut très bien ne pas être utilisée directement dans le financement de projets MDP mais dans des activités annexes comme le renforcement de capacités

⁶ Pour plus d'informations sur ce point voir la note de l'IDD n°21 en annexe : « Aide publique au développement et MDP : complémentarité ou incompatibilité ? »

institutionnelles, l'appui technique, etc. Ainsi, l'APD pourrait contribuer à accentuer les effets bénéfiques de projets MDP en les accompagnant de programmes de formations, par exemple.

Des règles d'éligibilité plus précises en ce qui concerne les projets MDP financés par des fonds d'APD devront être définies à l'avenir par le CE. Cela dit, il est important de garder à l'esprit que le Conseil Exécutif n'est pas nécessairement omnipotent en la matière. En effet, l'OCDE est, en quelques sorte, propriétaire de la définition des fonds d'APD. Rien n'empêche donc cette institution de qualifier, *a posteriori* (et donc après la délivrance des crédits), des fonds publics consacrés au MDP comme APD.

2.2.7 Quelle est la place des ONG dans le MDP ?

Dans le schéma prévu par les accords de Marrakech, les commentaires des parties prenantes sur le descriptif du projet doivent être sollicités et pris en compte. Une place est donc prévue pour l'avis des ONG locales, cependant aucune règle ne précise comment doit se faire cette consultation ni comment les commentaires des parties prenantes doivent être pris en compte. Par ailleurs, les ONG accréditées par la CCNUCC peuvent remettre un avis sur les descriptifs de projet lors de la validation du projet et avant son enregistrement.

Soulignons à ce sujet que les descriptifs de projets et propositions de méthodologies sont rendus disponibles par le CE sur le site *internet* de la CCNUCC consacré au MDP. Le CE donne également la possibilité aux ONG non accréditées de réagir.

L'avis des ONG permettra sans doute au CE d'avoir un regard plus critique sur les projets soumis à l'enregistrement. En effet, participants au projet MDP et EO sont liés par un contrat commercial, ce qui peut, dans certains cas, prêter à confusion sur le rôle théoriquement indépendant de l'EO. Ainsi, certaines ONG, principalement à caractère environnemental, se sont regroupées une association de surveillance des projets MDP en général (CDMWatch : voir www.cdmwatch.org) et de surveillance des projets MDP puits en particulier (Sinkswatch). Ces ONG fournissent régulièrement des avis sur les projets MDP en préparation.

2.2.8 Comment vérifie-t-on qu'un projet MDP contribue au développement durable du pays hôte ?

Les accords de Marrakech laissent au pays hôte du projet MDP le soin d'évaluer sa contribution au développement durable. Avant d'enregistrer un projet MDP, le CE vérifiera si un accord de participation des Parties concernées accompagne bien le rapport de validation de l'EO. Dans cet accord de participation, l'autorité nationale du pays hôte, doit certifier que le projet concerné contribue effectivement à son développement durable et s'inscrit dans ses priorités nationales. Cela dit, cette évaluation ne se fera qu'avant la mise en œuvre du projet. Si les modalités et procédures prévoient que l'additionnalité environnementale sera vérifiée *ex-post*, la contribution au développement durable ne sera, elle, pas évaluée sur les résultats réels du projet mais sur les impacts prévus du projet.

Laisser l'évaluation de la contribution au développement durable aux pays hôte était une revendication des pays en développement qui revendiquaient, à juste titre, la souveraineté sur leur territoire. Cependant, cette disposition pourrait avoir un effet pervers majeur : celui d'un nivellement par le bas des critères de développement durable des pays en développement, chacun voulant garder un maximum de chances d'attirer les investisseurs étrangers.

Plusieurs autorités nationales ont déjà défini des critères de développement durable, en collaboration ou non avec des institutions de pays développés (Heuberger, 2003 ; MATEE, 2003a et b, Begg et al. 2003). La problématique de l'évaluation de la contribution au développement durable des projets MDP est analysée au point 4.

2.2.9 Comment le principe de complémentarité sera-t-il pris en compte ?

On entend par principe de complémentarité l'obligation faite aux Parties de l'Annexe I de ne recourir aux mécanismes de flexibilité que de manière complémentaire à des réductions d'émission domestiques. Les accords de Marrakech précisent que les mécanismes de flexibilité "devront être utilisés en complément des mesures prises au plan interne et que les mesures internes devront donc constituer un élément important de l'effort consenti par chaque Partie visée à l'annexe I [...]". Aucune limite quantitative à l'utilisation des mécanismes de flexibilité n'est donc fixée. Par contre, rien n'interdit à une Partie de se fixer une telle limite.

En 2002, le secrétaire d'Etat à l'Energie et au Développement Durable a posé la question de l'application du principe de complémentarité pour la Belgique au Conseil Fédéral pour le Développement Durable. Le CFDD s'est manifestement divisé sur la question : les représentants des secteurs industriels ne souhaitant pas voir de limite supplémentaire à celles des accords de Marrakech alors que les représentants des ONG environnementales et de développement souhaitaient l'adoption d'une règle imposant que 50% des réductions d'émission soient effectuées en Belgique et au moins 90% en Belgique ou en Europe. Pour d'autres membres, une solution serait de combiner limite quantitative et qualitative (selon les secteurs et besoins).

Par ailleurs, le système d'échange de droits d'émissions européen permettra de transformer les crédits en quotas indifférentiables (Union Européenne, 2002). Il sera donc impossible à un Etat membre de vérifier si ses entreprises utilisent des quotas issus de réductions d'émission effectuées au sein de l'UE ou issus de projets MDP et d'AC. La proposition de directive européenne visant à lier les mécanismes de projet au système d'échange européen prévoit cependant la possibilité de limiter la transformation des URE et URCE lorsque ceux-ci atteindront 6% du total des quotas.

2.2.10 Quel lien y a-t-il entre le système d'échange de droits d'émission européen et le MDP ?

La commission européenne a récemment proposé une directive permettant de lier la directive "Emission trading" aux mécanismes de projets que sont l'application conjointe et le MDP (Union Européenne, 2003). En substance, cette directive prévoit la possibilité pour un état membre de convertir des URE ou des URCE en quotas. Cette directive complexifie encore un peu plus le système permettant de rencontrer les engagements de Kyoto mais permet aux secteurs industriels européens les plus émetteurs de bénéficier d'une plus grande liquidité des droits d'émissions.

L'UE est responsable, devant les Nations-Unies, du respect de son engagement de réduction des émissions par rapport à 1990. L'effort de réduction a été réparti entre les États membres, dans ce que l'on appelle le « *burden sharing* » européen. Chaque Etat membre possède depuis lors une quantité attribuée (QA) équivalente à la quantité de GES qu'il est autorisé à émettre au cours de la période 2008-2012.

Une partie de ces UQA sera transformée en quotas européens (et donc injectée dans le système européen). Les différentes entreprises concernées par la directive « Emission

trading » se verront donc allouer par les Etats membres une quantité de quotas déterminée selon une clé de répartition encore à établir. Les UQA non transformées en quotas serviront à couvrir les émissions de GES des secteurs non concernés par la directive. Pour ceux-ci, les pays membres devront parvenir à réduire les émissions de GES par d'autres mesures nationales (taxes, subsides, etc.)

La directive en préparation qui a pour objectif de faire le lien entre les mécanismes de projet du PK et la directive « *Emission trading* » permet à un Etat membre, sur demande d'une entreprise, de transformer des URCE ou des URE en quotas européens. Les quotas, à la différence des URCE et URE pour lesquels on peut identifier les projets dont elles sont issues grâce à un numéro de série, sont indifférenciables. En transformant les crédits en quotas, on perd donc une information qui permettrait à un Etat membre de refuser les crédits de projets jugés inacceptables (mais autorisés par la CCNUCC).

Cela dit, la proposition de directive demande aux Etats membres, avant de transformer les crédits en quotas, de vérifier que les projets dont sont issues les unités à transformer débouchent effectivement sur des impacts sociaux et environnementaux positifs pour les pays hôtes (notamment en ce qui concerne le transfert de technologie), mais n'introduit pas de critères spécifiques d'évaluation. En outre, les unités issues de projets puits ne sont pas transformables du fait de leur caractère non permanent.

Les URCE (et URE), à l'instar des UQA, doivent donc être transformées pour être utilisables dans le marché de droits d'émission européen mais peuvent également être utilisées telles qu'elles pour couvrir les émissions des secteurs non concernés par la directive. La transformation des unités en quotas n'est donc pas un passage obligé pour utiliser ces unités pour remplir l'engagement de Kyoto.

2.2.11 Où en est-on en Belgique ?⁷

En Belgique, les compétences environnementales sont principalement déléguées aux régions. La mise en œuvre d'une politique de réduction des émissions de GES incombe donc principalement à celles-ci même si c'est l'Etat fédéral qui est responsable devant les Nations unies et l'Union européenne du respect de son engagement de réduction d'émission.

Devant ce problème de compétence, où l'acteur responsable n'est pas celui qui a les moyens d'action, l'option choisie a été de réaliser un « *burden sharing* » belge répartissant l'effort entre les régions avec une participation de l'Etat fédéral. En outre, une « Commission Nationale Climat », rassemblant les représentants des responsables politiques régionaux et fédéraux, a été instituée afin de coordonner la politique climatique belge.

La collaboration entre les régions a notamment débouché sur un accord de coopération et l'établissement d'un plan National Climat qui introduit effectivement la possibilité de recourir aux mécanismes de flexibilité pour rencontrer l'engagement de Kyoto.

En ce qui concerne le MDP, les accords de Marrakech imposent la définition d'une autorité nationale du MDP qui devra, préalablement à la validation, approuver tout projet dans lequel un acteur belge est impliqué. Il semble que la Commission Nationale Climat jouera ce rôle à l'avenir. Ainsi, tout projet MDP mis en œuvre par un acteur belge ou une région devra être approuvé par la commission.

⁷ Pour plus d'informations sur ce point voir les notes d'Aquadev n°6 et 7 en annexe : « Le rôle des fédérations et industries belges au sujet des mécanismes de flexibilité » et « Constitution du cadre institutionnel en termes de mécanismes de flexibilité en Suisse, Canada et Belgique – Une analyse comparative »

L'avant projet de Plan Fédéral de Développement Durable prévoit explicitement le recours au MDP. Le MDP y est défini comme un instrument de lutte contre les changements climatiques permettant d'atteindre une meilleure solidarité Nord-Sud. A ce titre, le MDP est complémentaire d'une série de mesures financées par l'APD. Ainsi, les pays partenaires les moins avancés seront les premiers visés par ces mesures.

Par ailleurs, le Conseil fédéral de Développement Durable a émis deux avis sur l'utilisation des mécanismes de flexibilité. Dans son avis de 1999, le CFDD estimait que le recours aux MF se justifie pour autant que l'efficacité environnementale et l'efficacité économique soient démontrées et que les MF ne peuvent être utilisés que complémentirement à des mesures domestiques et européennes. En outre, le CFDD a émis diverses recommandations concernant le recours au MDP et à l'AC qui concerne (CFDD, 1999) :

- le respect du principe d'additionnalité financière ;
- l'intégration des projets dans les priorités nationales des pays hôtes et la nécessité de résultats en terme de profits sociaux et de transfert de technologie ;
- la nécessité de prendre en compte les effets éventuels en termes de délocalisation d'entreprises ;
- le respect des conventions internationales en matière d'environnement, de travail et de droits humains.

Cet avis a été rendu avant la conférence de Marrakech et la définition des modalités et procédures de mise en œuvre du MDP. Ainsi, des recommandations liées au principe d'additionnalité financière et d'intégration des projets dans les priorités nationales des pays hôtes se retrouvent dans les accords de Marrakech. La Belgique peut-elle introduire des critères supplémentaires à ceux de Marrakech ? Le CFDD n'y voit pas d'objection *a priori* mais recommande que ces critères supplémentaires soient établis au niveau national (la Commission Nationale Climat semble la plus indiquée pour remplir ce rôle). Par contre, le CFDD se montre divisé quant à la définition du principe de complémentarité (voir point 2.2.9).

A l'heure actuelle, les secteurs industriels belges semblent relativement attentistes par rapport aux mécanismes de flexibilité. Ces secteurs sont en effet toujours confrontés à de nombreuses incertitudes concernant la directive « *Emission trading* », le nombre de quotas qui leurs seront alloués, leur possibilité d'accès au MDP (des règles supplémentaires seront-elles ajoutées par la Belgique ou l'UE ?), etc. Incertitudes à laquelle s'ajoute celle de la possible non ratification du protocole par la Russie.

Ainsi, seule Electrabel s'est engagé dans un fonds carbone (le Prototype Carbon Fund) mais uniquement à titre exploratoire. Par ailleurs, la Région wallonne s'est engagée dans un projet MDP pilote avec comme principal objectif le « *learning by doing* ». La Belgique accuse donc un retard par rapport à d'autres pays beaucoup plus pro-actifs dans le domaine et qui réalisent déjà des appels d'offre pour des projets MDP et d'AC, passent des accords de coopération avec des pays en développement susceptibles d'accueillir des projets MDP ou ont installé un bureau de MDP susceptible de fournir des informations aux investisseurs potentiels.

Cependant, la définition d'une autorité nationale et la constitution d'un fonds Kyoto sont des premières étapes importantes. Cette autorité aura de nombreuses questions à résoudre dans les prochains mois en plus de l'accord de répartition : définition des règles de complémentarité, définition des règles d'acceptation des projets, etc.

3 L'additionnalité des projets MDP

3.1 Généralités⁸

Comme nous l'avons mentionné plus haut (point 2.2.3), l'additionnalité environnementale est une condition d'éligibilité d'un projet pour le MDP. Cette question revêt, dans le cadre du MDP, une importance particulière. En effet, contrairement aux projets d'application conjointe qui se résument en fait à un échange de crédits d'émission entre pays soumis à un engagement de réduction, tout projet MDP introduit sur le marché des crédits d'émission supplémentaires puisque les pays hôte de projet n'ont pas d'engagement. Si les crédits dégagés par les projets MDP sont surévalués par rapport aux émissions réelles, c'est l'intégrité même du protocole de Kyoto qui est atteinte.

Un projet MDP ne remplit le critère d'additionnalité environnementale que s'il permet une réduction des émissions de GES par rapport à un scénario Business-as-usual (BAU ou scénario au fil de l'eau). Théoriquement, un projet MDP n'est entrepris que parce que les crédits qu'il génère permettent de surmonter un certain nombre d'obstacles à sa mise en œuvre. Sans cet apport, le projet n'aurait pas vu le jour et d'autres réponses aux besoins locaux auraient été adoptées.

La question de l'additionnalité environnementale se résume à une comparaison sur le plan des émissions de GES entre un **scénario projet** et un « scénario BAU », que l'on appellera ici **scénario de référence**. Au contraire du scénario projet, le scénario de référence n'aura jamais lieu. Sa définition est donc particulièrement délicate et devra souvent se faire sur base d'hypothèses parfois discutables. Le **niveau de référence** est l'estimation des émissions de GES du scénario de référence. Les émissions réelles du scénario projet seront soustraites de cette estimation afin d'obtenir la réduction d'émission attribuable au projet.

3.2 Typologie des émissions

Avant d'entamer une discussion sur les différences entre émissions contenues dans le périmètre du projet et les émissions considérées comme des fuites, il nous semble utile de définir une typologie des émissions. Celle que nous utiliserons est largement inspirée de la typologie proposée par le programme ERUPT – CERUPT (Ministry of Housing, 2001) et largement reprise par la suite dans la littérature. Selon cette typologie, les émissions affectées par un projet MDP (ou d'AC) peuvent se classer en :

- **émissions directes sur le site** : émissions de la combustion des fuels et émissions dues à l'activité du projet sur le site du projet ;
- **émissions directes hors du site** : émissions en amont (par ex. : émissions liées à la production, au transport, à la distribution des fuels) ou émissions en aval du projet influencées directement par l'activité du projet ;
- **émissions indirectes sur le site** : par ex. : évolution de la demande pour des services fournis par le projet (effet induit ou rebond) ;

⁸ Pour plus d'informations sur ce point voir les notes de l'IDD n°16 et 18 en annexe : « Niveaux de référence : méthodologies et cadre législatif » et « La construction d'un niveau de référence »

- **émissions indirectes hors du site** : changement dans des activités parallèles (activités qui ne sont pas directement influencées par le projet mais qu'un effet secondaire du projet peut influencer) qui émettent ou séquestrent du carbone.

Deux critères interviennent donc dans ces définitions :

- sur ou hors site : le site étant défini comme l'endroit où l'activité du projet prend place ;
- directes ou indirectes : les émissions directes sont celles occasionnées par le process ou la combustion de fuel. Les émissions indirectes sont toutes les autres émissions influencées par le projet.

Cette typologie a été établie pour la classification des émissions dans un scénario « projet » où l'activité est localisée de manière relativement précise (par ex. : une seule installation de production d'énergie). Dans ce cas simple mais courant, l'installation (unique) du projet constitue le *site*, et tout ce qui est en dehors, l'extérieur du site.

Dans le cadre de ce rapport, nous étendrons cette typologie à une activité de projet localisée en de multiples sites (voir par ex. le projet Plantar : PCF, 2001a). On entendra alors par *le site*, l'ensemble des sites où l'activité du projet a lieu. De même, cette typologie sera étendue au scénario de référence, où *le site dans le scénario de référence* sera défini comme le(s) site(s) dont l'activité est remplacée totalement ou partiellement par l'activité du projet (il est évidemment possible que le site du projet soit le site du scénario de référence).

3.3 Marche à suivre pour établir un niveau de référence

Les accords de Marrakech prévoient que le niveau de référence soit calculé à partir d'une **méthodologie de construction du niveau de référence** approuvée au préalable par le CE. Si aucune méthodologie approuvée par le CE n'est applicable au projet, les participants au projet devront alors proposer eux même une méthodologie applicable à leur projet et attendre l'approbation de la méthodologie par le CE avant de procéder à la validation du projet. En choisissant la méthodologie d'établissement des niveaux de référence, les participants doivent sélectionner l'**approche** la plus appropriée pour leur projet parmi celles proposées au §48 de la décision 17/CP.7 des accords de Marrakech (voir point 3.3.1 pour une description de ces approches).

Les accords de Marrakech introduisent également la notion de **périmètre du projet**, périmètre au sein duquel le calcul des émissions sera soumis à un plan de surveillance des émissions défini dans le DP. Tout au long de la durée d'accréditation du projet, ses promoteurs devront donc estimer deux types d'émission : les émissions influencées par l'activité du projet dont les sources sont comprises dans un *périmètre du projet* défini au préalable et les émissions également influencées par cette activité mais dont les sources se situent hors de son périmètre. Ces dernières émissions sont les **fuites** d'un projet MDP.

Les projets de faible ampleur bénéficient de procédures et modalités simplifiées, notamment pour l'établissement du niveau de référence. Le CE a établi des méthodologies indicatives d'établissement du niveau de référence pour différentes catégories de projets MDP (CE, 2003). Ces méthodologies sont indicatives et les promoteurs de projets MDP de faible ampleur peuvent proposer d'autres méthodologies au CE pour approbation.

Deux étapes sont à distinguer dans ces modalités et procédures simplifiées :

- la démonstration de l'additionnalité du projet (le projet n'aurait pas été mis en œuvre sans le MDP) ;

- la construction du niveau de référence (y compris la prise en compte des fuites et des modalités de surveillance).

Les promoteurs du projet doivent prouver que le projet n'aurait pas eu lieu en l'absence du MDP. Dans ce but, ils sont invités à justifier qu'il existe une ou plusieurs barrières à la mise en œuvre du projet. Le CE fournit quatre types de barrière possible (dans ces recommandations pour les projets de faible ampleur) :

- la barrière d'investissement : une alternative plus intéressante économiquement que le projet aurait mené à des émissions plus élevées ;
- la barrière technologique : une alternative au projet dont la technologie est moins avancée implique la diminution des risques (incertitudes de performance ou faible part de marché de la nouvelle technologie) ;
- les barrières liées aux pratiques existantes : les pratiques existantes, la régulation existante ou les exigences politiques auraient mené à la mise en œuvre d'une technologie avec des émissions plus élevées ;
- les autres barrières : institutionnelles, information limitée, ressources de gestion, capacité organisationnelle, ressources financières, capacité à absorber de nouvelles technologies, etc.

On a vu que deux voies sont possibles pour les participants à un projet MDP : utiliser une méthodologie existante qui soit applicable au projet (si elle existe) ou établir sa propre méthodologie. qui devra alors être approuvée par le CE. A l'heure actuelle, le CE approuve les méthodologies au compte gouttes (aujourd'hui, 9 seulement ont été approuvées). Beaucoup des premières méthodologies ont été refusées dans un premier temps⁹ mais le CE fournit des enseignements intéressants dans ces critiques des méthodologies proposées. Au vu des recommandations du CE, pour définir un niveau de référence (émissions dans le périmètre du projet uniquement), la méthodologie devra contenir les éléments suivants :

- la justification du choix de l'approche utilisée ;
- une méthode pour déterminer si le projet est ou non le scénario de référence ;
- une méthode pour déterminer le scénario de référence ;
- la méthode de calcul des réductions d'émissions dues au projet.

3.3.1 Le choix de l'approche

L'approche définit la voie générale suivie pour définir le niveau de référence alors que la méthodologie replace l'approche dans le contexte du projet. Théoriquement, les méthodologies devraient cependant être applicables à plusieurs projets ayant lieu dans un contexte similaire. Ainsi, les niveaux de référence peuvent être qualifiés de projet-spécifiques mais la porte reste ouverte pour la standardisation de certains éléments du niveau de référence. En pratique cependant, on constate qu'à l'heure actuelle il y a autant de méthodologies que de projets (mais il est vrai que nous ne sommes qu'au début de l'approbation des méthodologies).

La décision 17/CP.7 des accords de Marrakech retient dans son paragraphe 48 trois options pour déterminer le niveau de référence :

«

- (a). *Le niveau des émissions effectives au moment considéré ou le niveau des émissions antérieures selon le cas ;*

⁹ Pour plus d'informations sur ce point voir la note de l'IDD n°20 en annexe : « Pourquoi les méthodologies d'établissement du niveau de référence ont-elles été refusées ? »

- (b). *Le niveau des émissions obtenu en utilisant une technologie qui représente une solution intéressante du point de vue économique, compte tenu des obstacles à l'investissement ;*
- (c). *Le niveau moyen des émissions d'activités de projet comparables entreprises au cours des cinq années antérieures, dans des conditions sociales, économiques, environnementales et technologiques comparables, et dont les résultats les classent parmi les 20 % les meilleures de leur catégorie.*

»

Le choix de l'approche doit bien entendu être justifié. Dans certains cas, on utilisera une combinaison de deux approches. Ainsi, l'approche (a) ne peut être utilisée que si l'on démontre que le projet remplace une production actuellement en fonctionnement et que, dans un scénario BAU, il n'y aurait pas eu de construction de nouvelles capacités de production (que le projet pourrait remplacer).

L'approche (b) sera choisie si le critère financier est primordial dans la prise de décision d'investissement. L'utilisation de cette approche requiert la disponibilité de données financières précises et récentes.

Jusqu'ici, les méthodologies se basant uniquement sur l'approche (c) ont toutes été refusées. Une approche combinée (b) et (c) semble préférable dans le cas, par exemple, où au terme d'une analyse d'investissements, plusieurs options techniques peuvent être retenues pour le scénario de référence. On retiendra parmi celles-ci les plus performantes.

3.3.2 Le projet est-il le scénario de référence ?

Les méthodologies qui, selon les experts du CE, ne sont pas à même d'apporter une réponse à la question « le scénario avec le projet MDP est-il ou non le scénario de référence ? » ont toutes été purement et simplement refusées par le CE. Il s'agit donc clairement d'un critère d'exclusion pour une proposition de méthodologie.

Le projet ne sera pas le scénario de référence si on peut justifier qu'une barrière au projet est présente et que cette barrière n'est surmontée que grâce au fait que le projet est un projet MDP. Se demander de quel type pourraient être ces barrières revient donc à se poser la question : quelles sont les spécificités d'un projet MDP par rapport à un projet classique ?

A notre sens, il existe deux caractéristiques principales d'un projet MDP :

- l'octroi de crédits d'émissions qui peut déboucher sur l'obtention de ressources financières supplémentaires ;
- la contribution d'un acteur de pays développé ce qui rend possible notamment une accessibilité technologique plus grande¹⁰ et une plus grande disponibilité de capitaux.

Les barrières financières et technologiques apparaissent donc comme deux arguments solides pour justifier l'additionnalité d'un projet MDP. Cependant, rien n'exclut d'autres justifications.

3.3.3 Définition du scénario de référence

Un projet MDP est généralement entrepris à un moment où une décision concernant une activité doit être prise (renouvellement d'une installation, construction d'une nouvelle unité de

¹⁰ Cette plus grande accessibilité technologique n'est vraie que s'il y a intervention d'un acteur de l'Annexe I. Dans le cas d'un MDP unilatéral, cette caractéristique disparaît.

production, ...). Une première étape sera donc d'identifier les scénarios possibles compte tenu des contraintes à l'investissement. Dans cette liste de scénarios, on pourra notamment trouver la continuation de la situation existante (décision de ne rien faire) et le scénario du projet MDP lui-même (s'il est considéré comme le plus probable, le projet ne pourra donc pas être crédité de réductions d'émission.).

Les scénarios doivent représenter un futur possible, c'est-à-dire qu'ils s'insèrent plus ou moins bien dans les circonstances locales et nationales et tiennent compte de diverses contraintes, notamment : les contraintes techniques (connaissances et disponibilités techniques locales), les contraintes légales, les contraintes politiques, les contraintes sociales et environnementales.

Le choix du scénario de référence

Si le paramètre financier est identifié comme le seul facteur significatif influençant la prise de décision dans le secteur étudié, une analyse d'investissement (PCF, 2000b) pourra être entreprise. Cette méthode sélectionne comme scénario de référence celui avec le taux de rentabilité interne le plus favorable ou l'option la moins coûteuse.

Cependant, l'obstacle financier n'est pas toujours le seul facteur orientant les choix d'investissement. On sait en effet qu'il existe un potentiel de mesures financièrement rentables qui permettraient de réduire les émissions de GES mais qui, malgré tout, ne sont pas mises en œuvre. D'autres obstacles peuvent être pris en compte : manque d'information, manque de compétences techniques, perception de risques supplémentaires, barrières culturelles, ...

Dans ce cas, on entreprendra une analyse de scénario (PCF, 2000a ; Ministry of Housing, 2001) : les facteurs influant la prise de décision sont identifiés et leur influence potentielle est estimée, généralement par des jugements d'experts. Sur base de la grille d'analyse ainsi construite, on sélectionnera le scénario le plus probable. Si cette dernière méthode est évidemment moins transparente que la précédente – elle se base en effet sur des critères plus qualitatifs que quantitatifs – elle peut refléter avec plus de réalisme les difficultés à la mise en œuvre de projets dues à des circonstances locales et/ou nationales.

3.3.4 Le calcul du niveau de référence

Les émissions du projet seront calculées selon la formule :

$$\textit{Émissions du projet} = \textit{émissions dans le périmètre} + \textit{émissions hors périmètre (fuites)}$$

De même, dans le calcul des émissions totales du niveau de référence on distinguera les émissions « brutes » de la projection de référence (dont la méthodologie de calcul appliquée aura été approuvée au préalable par le CE) et les fuites dans le scénario « sans projet »

$$\begin{aligned} \textit{Émissions totales du niveau de référence} = \\ \textit{émissions du niveau de référence « brutes »} + \textit{fuites} \end{aligned}$$

La réduction d'émission liée à l'activité du projet sera donnée par la différence entre les émissions totales du niveau de référence et les émissions du projet :

$$\begin{aligned} \textit{Réduction d'émission} = \\ \textit{Émissions totales de la projection de référence} - \textit{Émissions du projet} \end{aligned}$$

On notera que les réductions d'émission dues à l'activité du projet ne correspondent pas exactement au nombre de crédits obtenus par les promoteurs. En effet, une partie des crédits

est retenue pour couvrir les frais administratifs du CE et une autre pour alimenter un fonds d'adaptation aux changements climatiques.

3.4 La comptabilisation des émissions

3.4.1 Les émissions directes sur site

La construction des émissions directes sur site nécessite la détermination des éléments suivants (respectivement dans le scénario de référence B et dans le scénario projet P) :

- le coefficient d'émission de l'activité tout au long de la période de comptabilisation, c'est-à-dire la quantité de CO₂ émise par unité de production ou de service (e_t^B et e_t^P). Ces coefficients peuvent être variables au cours du temps ;
- le niveau d'activité, c'est-à-dire la quantité de service ou de produit, de l'activité ($Q_{t=0}^B$ et Q_t^P).

Le produit du niveau d'activité et du coefficient d'émission pour un temps t donne les émissions directes sur site dans les deux scénarios : $E_t^B = Q_t^B \cdot e_t^B$ et $E_t^P = Q_t^P \cdot e_t^P$.

Sur toute la période de comptabilisation du projet (L), on aura des émissions égales à :

$$E^B = \int_0^L Q_t^B \cdot e_t^B \cdot dt \quad \text{et} \quad E^P = \int_0^L Q_t^P \cdot e_t^P \cdot dt .$$

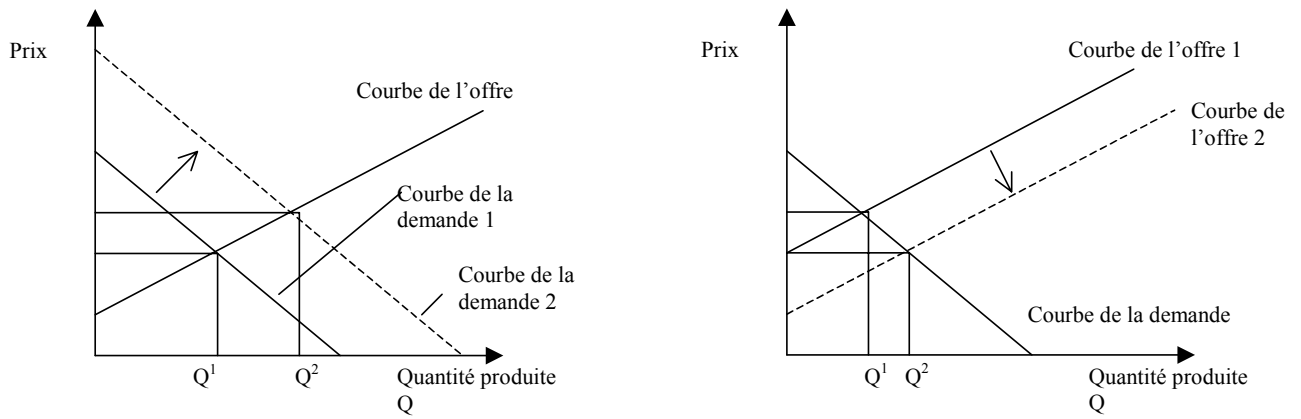
$$\text{Si } Q_t^B = Q_t^P \text{ pour tout } t, \text{ alors } E^B - E^P = \sum_t [Q_t^P \cdot (e_t^B - e_t^P)]$$

3.4.2 La prise en compte des émissions indirectes sur site

Les émissions indirectes sur site sont les émissions liées à une augmentation du niveau d'activité du projet par rapport au scénario de référence. Elles ne constituent pas des « fuites » à proprement parler car elles interviennent dans le périmètre physique du projet (sur le site même).

Les émissions indirectes sur site sont donc liées à un effet induit du projet que l'on peut assimiler, dans certains cas, à un effet rebond. D'un point de vue macroéconomique, il y a deux causes possibles à l'effet rebond. Dans le premier cas, le projet modifie, outre les émissions de CO₂, la qualité du produit ou son accessibilité. La courbe pour le produit en est modifiée (Graphique 1a). L'équilibre offre-demande sera donc différent dans le scénario projet que dans le scénario de référence. Cet effet est appelé « effet rebond direct » (Greening et al., 2000).

Dans le second cas de figure (Graphique 1b), il y a augmentation des capacités de production car le projet vient s'ajouter à des capacités existantes et ne consiste pas dans le remplacement pur et simple d'une installation existante. Chomitz estime qu'un tel projet aura inévitablement un effet sur le prix du bien produit et déplacera donc l'équilibre offre – demande (Chomitz, 2002).



(a) : Effet d'une augmentation de la demande sur les quantités produites

(b) : Effet d'une augmentation de l'offre sur les quantités produites

Graphique 1 : effet rebond

Dans les deux cas de figure, une augmentation de production ($Q^2 - Q^1$) est constatée. Si le coefficient d'émission du projet n'est pas nul, cette augmentation de production se traduit par une augmentation des émissions.

Pratiquement, cet effet a déjà été observé pour certains projets candidats au MDP (PCF, 2001b) et a fait l'objet de discussions autour du concept appelé « suppressed demand » par Winkler et Thorne (2002). L'explication de ce phénomène par ces auteurs ne passe pas par un effet prix comme ci-dessus. Selon eux, la demande pour ce produit est dès l'abord bien présente mais ne peut s'exprimer pour une raison ou une autre, par exemple un manque d'infrastructures suffisantes (d'où le concept de demande supprimée). Le projet, en apportant une solution au manque d'infrastructures, permet à la demande de s'exprimer et d'être satisfaite.

Dans la suite du texte, cet effet qui implique une variation du niveau d'activité entre les scénarios projet et le scénario BAU sera appelé **effet induit**.

Prise en compte de l'effet rebond direct dans la comptabilisation des émissions

L'existence d'un effet induit par le projet pose en réalité deux questions distinctes :

- dans le calcul des émissions du projet, doit-on inclure les émissions indirectes sur site ?
- s'il y a effet induit, le niveau de référence peut-il être calculé en assimilant le niveau d'activité au niveau d'activité observé dans le scénario projet ?

Si le niveau de référence est assimilé au niveau d'activité mesuré tout au long de la période de comptabilisation on qualifiera le niveau de référence de « relatif » par opposition à un « niveau de référence absolu » où les niveaux d'activité sont différents dans les deux scénarios (selon la terminologie de Laurikka, 2002).

Niveaux de référence absolu et relatif sont calculés comme suit :

- Niveau de référence absolu :

$$E_t^B = Q_t^B \cdot e_t^B$$

$$E_t^P = Q_t^P \cdot e_t^P$$

$$\Rightarrow CR = Q_t^B \cdot e_t^B - Q_t^P \cdot e_t^P$$

- Niveau de référence relatif :

$$\begin{aligned}
 E_t^B &= Q_t^P \cdot e_t^B \\
 E_t^P &= Q_t^P \cdot e_t^P \\
 \Rightarrow CR &= Q_t^P \cdot (e_t^B - e_t^P)
 \end{aligned}$$

E_t^B et E_t^P = resp. les émissions dans le scénario de référence et le scénario projet

Q_t^B et Q_t^P = resp. les productions dans le scénario de référence et le scénario projet

e_t^B et e_t^P = resp. les coefficients d'émission dans le scénario de référence et le scénario projet

CR = nombre de crédits (hors fuites)

Sans répéter l'analyse de Laurikka, on remarquera simplement que l'utilisation d'un niveau de référence absolu n'incite pas les promoteurs de projets à produire davantage. Par contre, un niveau de référence relatif mène à une sur-estimation des crédits si le niveau d'activité dans le scénario projet est supérieur au niveau d'activité dans le scénario de référence.

Dans l'étude de la projection de référence du « West Nile Hydropower Project » (PCF,2001b), les promoteurs ont utilisé le concept des analystes de cycle de vie « d'équivalence des services ». Cela signifie que, dans le calcul des émissions de la projection de référence et du scénario avec le projet, le service doit être quantitativement identique. Le niveau d'activité à considérer pour le calcul des émissions dans la projection de référence est donc le niveau d'activité estimé dans le scénario de référence (Q^B). En d'autres termes, les promoteurs du projet répondent « non » aux deux questions ci-dessus.

D'autre part, on considère qu'un effet rebond participe au développement du pays hôte. Il serait donc injuste de pénaliser le projet en comptabilisant les émissions liées à cet effet rebond ; c'est pourquoi, les promoteurs du projet ont considéré que les émissions de la situation avec le projet devaient être calculées également avec un niveau d'activité égal à Q^* . Ainsi, la différence entre les émissions de la projection de référence et du scénario avec projet est égale à $[Q^* \cdot (e^B - e^P)]$.

3.4.3 Périmètre et fuites

Définitions

Le paragraphe 52 de la décision 17/CP.7 des accords de Marrakech définit les limites dans lesquelles les émissions doivent être mesurées :

« Sont comprises dans le périmètre du projet toutes les émissions anthropiques par les sources de gaz à effet de serre qui sont placées sous le contrôle des participants au projet et qui sont importantes et peuvent être raisonnablement attribuées à l'activité de projet relevant du MDP. » (UNFCCC, 2001).

Dans ce périmètre, les émissions, tant dans le cas de la mise en œuvre du projet que dans le scénario de référence, seront estimées tout au long de la durée de vie du projet sur base de mesures et d'estimations spécifiées dans le DP.

Idéalement, ce périmètre devrait comprendre toutes les sources d'émission affectées par le projet et exclurait les sources d'émission qui auraient été les mêmes dans la situation avec projet et dans la projection de référence (Lazarus et al., 2001). Dans plusieurs cas, cependant, l'inclusion de toutes les sources d'émission de GES affectées par le projet augmenterait d'une

manière telle le périmètre du projet qu'il serait impossible ou extrêmement coûteux de suivre les émissions de ces sources.

En dehors du périmètre, les variations d'émission de GES attribuables au projet sont considérées comme étant des fuites. La définition des fuites donnée dans les accords de Marrakech est la suivante :

Les fuites sont « la variation nette des émissions anthropiques par les sources de gaz à effet de serre qui se produisent en dehors du périmètre du projet et qui sont mesurables et peuvent être attribuées à l'activité de projet relevant du MDP. » (UNFCCC, 2001).

A la différence des émissions dans le périmètre du projet, les fuites ne doivent pas nécessairement être estimées via une méthodologie préalablement approuvée par le Conseil Exécutif du MDP. Dans le DP, le promoteur du projet MDP décrira simplement le mode de calcul (formules et projections) qu'il compte adopter pour estimer les fuites.

Émissions directes hors site

Les émissions associées à l'extraction, au transport et à la transformation peuvent être considérables et atteindre de l'ordre de 10% des émissions de la combustion (Lazarus et al., 2001). Les impacts du cycle de vie sont rarement pris en compte pour les projets individuels en raison de leur caractère variable, spécifique à une région et difficilement estimable avec précision. Cependant, les ignorer reviendrait à introduire un biais systématique dans le calcul des crédits. Par contre, les inclure dans le périmètre du projet pourrait rendre celui tellement grand que la mesure des émissions serait impossible. La voie la plus simple et efficace est peut-être l'utilisation de facteurs d'émission par défaut, encore faut-il que de tels facteurs existent et soient approuvés par le CE.

La plupart des projets MDP présentés jusqu'à présent dans les programmes CERUPT et du PCF n'ont pas pris en compte les émissions liées à la production des matériaux ou des fuels importés pour le projet, et ce, notamment en raison, d'une part, de l'éloignement des productions (données fiables difficiles à obtenir) et, d'autre part, du risque d'un double comptage des réductions d'émission¹¹.

Les émissions indirectes hors site

Les émissions indirectes hors site découlent d'un « effet rebond indirect » :

- effet sur les prix : la diminution des besoins en fuel d'une unité de production (amélioration de l'efficacité énergétique, « fuel switching ») diminue localement son prix. Cette baisse du prix, si elle est significative, peut provoquer une augmentation de la demande en fuel dans d'autres unités de production ;
- la diminution du prix ou l'amélioration des conditions d'accès à un produit ou un service peut amener une augmentation de la consommation d'autres services ou produits (par exemple : la possibilité de se connecter au réseau électrique va augmenter la consommation d'ampoules). Cette augmentation de la consommation amènera des émissions supplémentaires mais peut aussi être considérée comme résultant du développement du pays hôte ;
- l'effet de démonstration d'un projet MDP pourrait induire un effet de diffusion de la technologie « propre » apportée. Cet effet positif (réduction des émissions en dehors des limites du projet) appelé « spreading » ou « spillover » dans la littérature anglophone s'apparente à un transfert de technologie réussi : la technologie apportée par le MDP est

¹¹ En effet, si un projet de production d'électricité à partir de biomasse au Brésil permet de réduire la consommation de charbon importé d'Inde, le crédit d'émission sera également réclamé par l'Inde qui, en produisant moins de charbon, réduit les émissions de méthane associées à la préparation de ce combustible.

appropriée par les populations locales. La prise en compte de cet effet de diffusion dans le calcul des crédits est peut-être un élément de nature à favoriser un véritable transfert de technologie.

Ces émissions sont référencées en général comme des fuites. On remarquera également que la plupart des projets présentés jusqu'à présent considèrent ces effets comme négligeables ou impossibles à quantifier.

Les fuites et leur quantification

Si les émissions ayant lieu sur le site et dans les limites temporelles du projet sont clairement définies comme faisant partie du périmètre du projet, il n'en va pas de même des autres types d'émission.

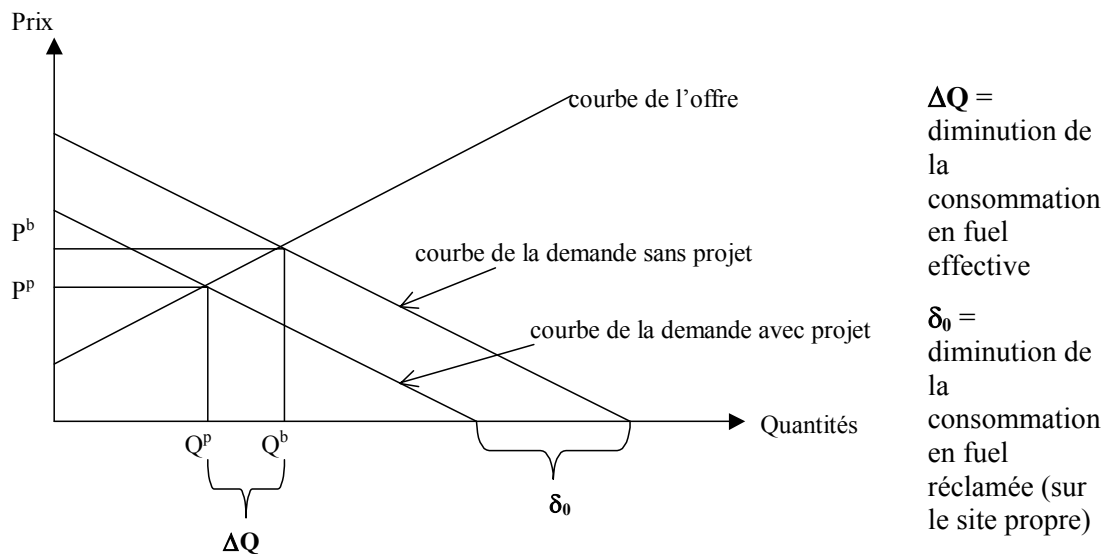
Sont parfois considérées comme des fuites :

- les émissions indirectes sur site qui ont lieu en dehors des limites temporelles du projet (période de comptabilisation du projet) ;
- certaines émissions directes hors site ;
- les émissions indirectes hors site

La quantification des fuites n'est pas une chose aisée, il n'existe d'ailleurs toujours pas de méthodologie claire à ce propos (Geres et Michaelowa, 2002). Une méthode théorique d'estimation de l'effet sur les prix fréquemment citée (Lazarus et al., 2001 ; Laurikka, 2002 ; Chomitz, 2002) se base sur l'élasticité – prix de l'offre et de la demande d'un fuel (resp. e_o et e_d) pour déterminer quelle sera la fraction réellement réduite et la fraction « de fuite » (Lazarus et al., 2001) :

- fraction réduite (% de la quantité réduite sur le site) = $\frac{e_o}{e_o - e_d}$
- fraction de fuite (% de la quantité réduite sur le site) = $\frac{-e_d}{e_o - e_d}$

Cette méthode tout à fait théorique ne s'adresse, bien entendu, qu'à l'effet sur le prix et non à toutes les fuites. Elle requiert en outre la connaissance des élasticités offre et demande. Par contre, la conclusion intéressante qui peut être tirée de ces considérations est que les fuites seront du même ordre de grandeur que le projet. Proportionnellement aux réductions d'émission sur site, un gros projet n'aura pas un impact plus important qu'un petit projet.



Graphique 2 : impact d'un projet d'amélioration de l'efficacité énergétique sur la consommation en combustible

Lazarus préconise deux autres approches de quantification des fuites :

- une approche « bottom-up » : l'estimation des fuites est laissée aux promoteurs du projet qui ont une connaissance suffisante des comportements des consommateurs, des forces et des dynamiques du marché ;
- une approche « top-down » où des paramètres par défaut sont fournis aux promoteurs de projet permettant ainsi une estimation des fuites.

Michaelowa et Dutschke (2000) sont réticents vis-à-vis d'une quantification « sévère » des fuites car ils estiment, d'une part, qu'elle est difficile voire impossible à réaliser dans certains cas et, d'autre part, que tous les autres projets de protection du climat génèrent des effets similaires. On pénaliserait donc le MDP en prenant en compte les effets pervers des fuites. On nuancerait cependant cette opinion. En effet, si l'effet rebond indirect d'une mesure de réduction d'émission de GES dans un pays de l'Annexe I se fait sentir sur une autre activité également d'un pays de l'Annexe I, l'augmentation d'émission due à cette « fuite » sera de toute façon prise en compte dans une communication nationale d'un pays hôte. La quantité totale que les pays industrialisés sont autorisés à émettre n'en sera donc pas modifiée, ce qui n'est pas le cas si l'effet rebond échappe aux communications nationales des pays industrialisés.

3.5 Le modèle CDM Assesment Toolkit¹²

3.5.1 Structure du modèle

Dans le cadre de l'analyse des niveaux de référence et de l'additionnalité des projets MDP, un outil de comptabilisation des crédits d'émission pour des projets MDP de production (d'un produit, d'énergie ou d'un service) a été élaboré. Cet outil a pour but d'évaluer les différentes méthodes de comptabilisation des émissions (notamment de comparer l'usage de niveaux de référence absolu et relatif) du point de vue de la crédibilité environnementale et de la rentabilité financière du projet. Il se base sur différentes hypothèses concernant :

- la substitution du projet à la production locale traditionnelle ;
- la substitution du projet aux importations (productions extérieures au périmètre du projet) ;
- l'impact du projet MDP sur la demande ;
- les contraintes de capacité et l'évolution technologique.

La Figure 2 montre la structure du modèle. Celui-ci se décompose en plusieurs modules : détermination de l'équilibre du marché, des processus de production, calcul du niveau de référence absolu ou relatif et des émissions dans le scénario projet, calcul des crédits d'émission et calcul d'indicateurs financiers.

Dans le premier module, la demande est scindée en une demande traditionnelle (resp. D_{it}^T et X_{it}^T) s'adressant à une production locale traditionnelle (Q_{it}^T) et/ou à une production extérieure (M_{it}^T) et une demande d'un bien similaire (resp. X_t^P et D_t^P) mais de meilleure qualité qui s'adresse à une production extérieure (M_t^P) et au projet (D_t^P). La structure de l'offre et de la demande sera bien-entendu différente dans le scénario projet que dans le scénario de référence et cela en raison, d'une part, du shift d'une partie de la demande traditionnelle vers la demande du bien produit par le projet et, d'autre part, de la création d'une demande supplémentaire par le projet (effet de démonstration du produit, effet rebond, ...). L'équation ci-dessous exprime l'équilibre offre-demande tel que considéré dans le modèle.

$$\left(\sum Q_{it}^T + Q_t^P\right) + \left(\sum M_{it}^T + M_t^P\right) = \left(\sum D_{it}^T + D_t^P\right) + \left(\sum X_{it}^T + X_t^P\right)$$

Le deuxième module distingue émissions sur site et émissions hors site. Celles-ci peuvent être liées au volume de production, annuelles ou placées hors du périmètre temporel du projet. Le niveau de référence est calculé en prenant en compte le niveau d'activité prévu *ex ante* (niveau de référence absolu) ou le niveau d'activité observé dans le scénario projet (niveau de référence relatif) de manière à prendre en compte ou non les émissions indirectes sur site. De même, on distinguera entre émissions du scénario projet prévues et observées.

¹² Les détails du modèle CAT et de ses applications peuvent être trouvés dans la note de l'IDD n°19 en annexe « CDM Assesment Toolkit : description et application »

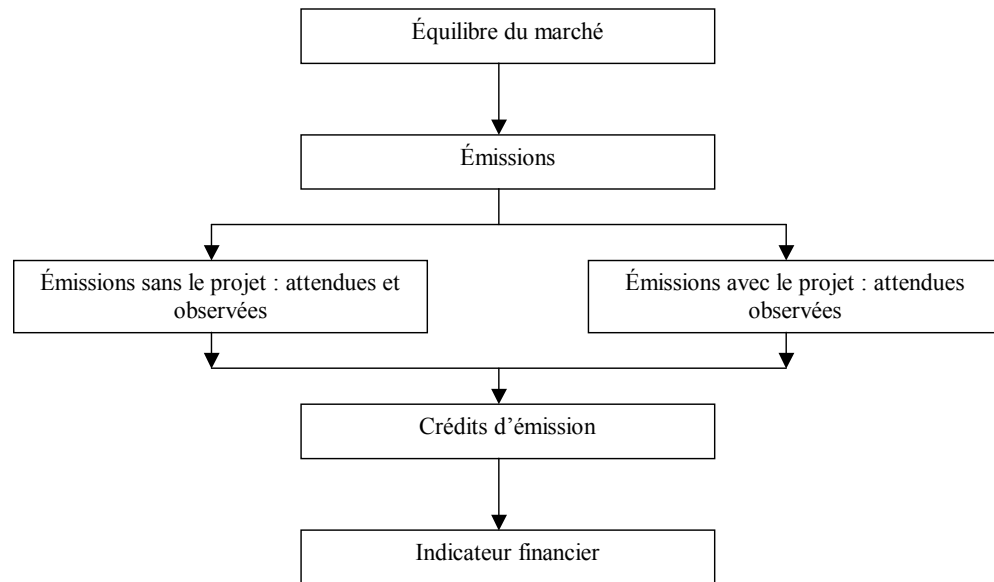


Figure 2 : Structure du modèle CAT

Le 3^{ème} module calcule les crédits d'émission selon les trois cas de figure décrits au point 3.4.2 :

- en utilisant un niveau de référence absolu avec prise en compte des émissions indirectes sur site du projet ;
- en utilisant un niveau de référence absolu sans prise en compte des émissions indirectes sur site du projet ;
- en utilisant un niveau de référence relatif avec émissions observées du projet.

Le module financier calcule le taux de rentabilité interne (TRI) du projet en fonction des coûts d'investissement et de revient, du prix de vente de l'unité produite mais également du prix de la tonne de CO_{2eq} et des coûts de transaction.

3.5.2 Application du modèle

Une version préliminaire du modèle a été utilisée sur le cas fictif d'un projet MDP de production de ciment. Cette première application avait pour objectif d'analyser les implications du choix d'un niveau de référence absolu ou d'un niveau de référence relatif d'un point de vue environnemental (le nombre de crédits dégagés) et financier (la rentabilité interne du projet). Ces résultats sont présentés dans le point relatif à la comparaison des niveaux de référence absolu et relatif (point 3.6).

Par la suite, la version finale du modèle a été utilisée dans l'analyse du projet pilote fictif et a permis d'analyser en outre les implications de la définition du périmètre du projet et des coûts de transaction. Les résultats de cette analyse sont présentés dans la section consacrée au projet pilote (point 7.1).

3.6 Niveau de référence absolu et niveau de référence relatif

3.6.1 Une analyse à l'aide du modèle CAT

Le modèle CAT a été utilisé sur le cas fictif (mais inspiré de données réelles) décrit ci-dessous afin de mettre en évidence les impacts du choix d'un niveau de référence absolu ou relatif dans le cas où un effet induit se manifeste. Le projet analysé est le suivant.

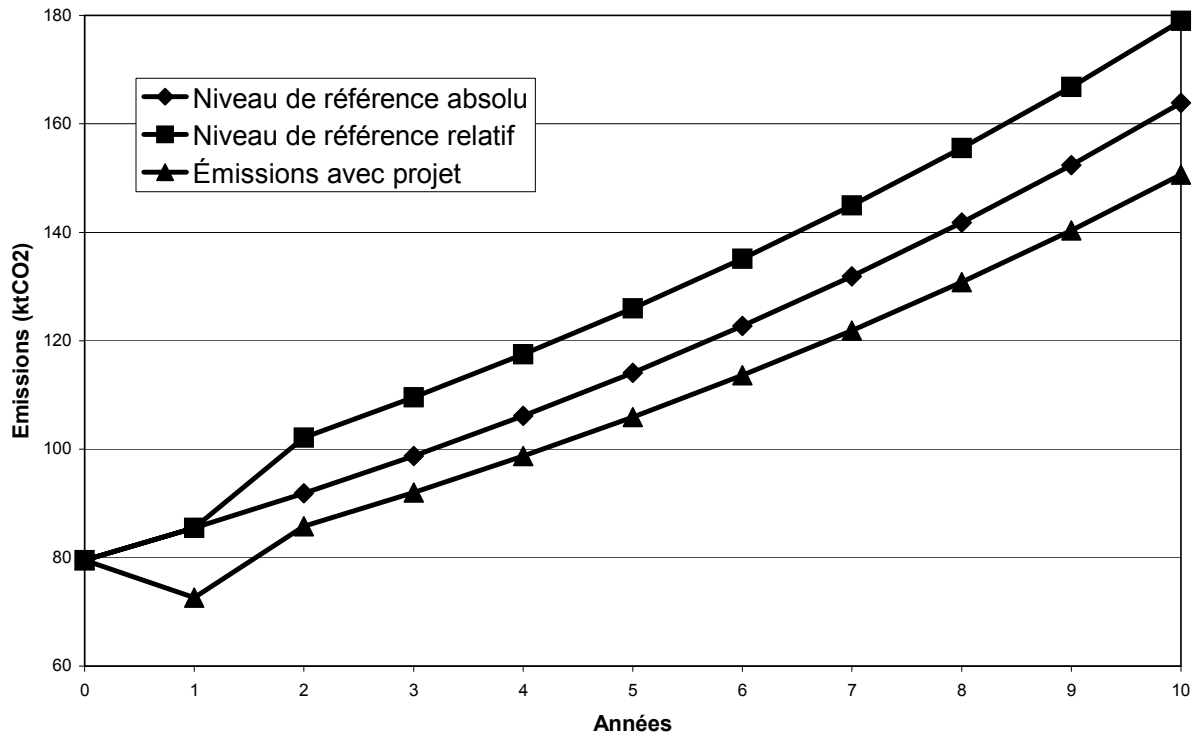
Dans une région d'un pays en développement, des unités de production locales produisent du ciment de faible qualité avec des techniques traditionnelles grandes émettrices de GES ($1,5 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{t}_{\text{ciment}}$). Cette production permet de rencontrer intégralement la demande locale en ciment. La demande, de 53 kt au temps zéro, augmente fortement au cours du temps à un taux de croissance annuel de 7,5%. Cependant, la production locale s'adapte à cette évolution et de nouvelles unités de production apparaissent au fur et à mesure que la demande augmente. Ainsi, la capacité maximale de la production locale traditionnelle n'est-elle jamais dépassée. Cette situation doit perdurer pendant encore 10 ans et constitue le scénario BAU. Précisons que, dans ce scénario, il n'existe pas de demande pour un ciment de meilleure qualité.

Un projet MDP s'installe dans cette région. Il consiste en l'installation d'une unité de production de ciment de qualité supérieure utilisant une technologie moins émettrice de GES ($1,125 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{t}_{\text{ciment}}$). Ce projet est susceptible de prendre 60% des parts de marché de la production locale traditionnelle. En outre, l'apparition d'un ciment de meilleure qualité crée une demande supplémentaire s'adressant spécifiquement au projet. Cette demande induite apparaît un an après la mise en œuvre du projet MDP et vaut 20% de la production du projet de la première année. Par la suite, elle évoluera à un taux de croissance de 5%.

La durée de comptabilisation des émissions pour ce projet MDP est de 10 ans. L'investissement initial est de 7 millions d'euros. Les prix de vente et de revient sont respectivement de 120 et 100 euros par tonne de ciment. Suite à l'apparition du projet, la production locale traditionnelle diminuera donc de 60% par rapport à la production projetée sans le projet. La production du projet sera donc égale à 60% de la production traditionnelle projetée augmentée de l'effet induit.

Le Graphique 3 montre l'évolution, tout au long de la période, des niveaux de référence absolu et relatif et des émissions dans le scénario projet. Le niveau de référence absolu augmente régulièrement de 80 ktCO₂ en t_0 à 164 kt dix années plus tard. Cette évolution correspond à l'évolution de la demande D_t^1 (taux de croissance de 7,5%). Le projet réduit les émissions de 15% la première année. L'effet induit n'apparaît que la deuxième année. L'augmentation du niveau d'activité qui en découle diminue l'écart entre les émissions du niveau de référence absolu et les émissions du scénario projet.

Le niveau de référence relatif est le même que le niveau de référence absolu tant que l'effet induit est nul. A partir de l'année 2, la courbe du niveau de référence relatif s'écarte du niveau de référence absolu. En effet, cette méthode de comptabilisation des émissions considère que l'effet induit aurait eu lieu même en l'absence du projet et lui attribue le coefficient d'émission de la production locale traditionnelle.



Graphique 3 : niveaux de référence

Le Tableau 1 donne les émissions cumulées sur l'ensemble de la période avec un niveau de référence absolu et relatif et dans le scénario avec projet. Les émissions liées à l'effet induit se montent à 85 kt de CO₂ sur l'ensemble de la période, soit 7,6% des émissions du scénario avec projet.

	Niveau de référence absolu	Niveau de référence relatif	Avec projet	Effet induit
Émissions cumulées sur la période (kt C02)	1209	1322	1113	85

Tableau 1 : émissions cumulées des niveaux de référence et du scénario projet

On peut montrer que la différence entre niveau de référence absolu et niveau de référence relatif peut s'exprimer comme suit :

$$E_t^{rel} - E_t^{abs} = D_t^{R2} \cdot \theta_t^1 \text{ où :}$$

E_t^{rel} = émission de l'année t avec un niveau de référence relatif

E_t^{abs} = émission de l'année t avec un niveau de référence absolu

D_t^{R2} = effet induit de l'année t

θ_t^1 = coefficient d'émission de la production traditionnelle locale à l'année t

Le niveau de référence relatif surestime donc les émissions par rapport à un niveau de référence absolu. Cette différence est égale à l'importance de l'effet induit multiplié par le coefficient d'émission de la production locale traditionnelle.

Le projet implique une amélioration de 25% du coefficient d'émission par rapport à la production locale traditionnelle. Sur une prise de parts de marché prévue à 60%, le choc technologique attendu est donc de 15%. Cependant, la réduction d'émission correspond à 8% du niveau de référence employé si celui-ci est absolu et 16% si le niveau de référence est relatif (tableau 2).

	Avec un niveau de référence absolu	Avec un niveau de référence relatif
Crédits (Kt CO₂)	97	210
% du niveau de référence employé	8%	16%

tableau 2 : Crédits d'émission avec un niveau de référence absolu ou relatif

On peut montrer que, dans le cas de ce projet, le nombre de crédits dégagés par le projet si on utilise un niveau de référence absolu est égal à :

$$CR^{abs} = \sum_t [E_t^{abs} - E_t^P] = \sum_t [\alpha \cdot D_t^1 \cdot (\theta_t^1 - \theta_t^2) - D_t^{R2} \cdot \theta_t^2]$$

où :

CR^{abs} = nombre de crédits avec un niveau de référence absolu

E_t^{abs} et E_t^P = niveau de référence absolu et émissions du projet à l'année t

$\alpha \cdot D_t^1$ = production perdue par la production traditionnelle au profit du projet

θ_t^1 et θ_t^2 = coefficient d'émission de la production traditionnelle et du projet

D_t^{R2} = effet induit

Cette équation montre que, sous les hypothèses du test, le crédit d'émission « absolu » est d'autant plus important que la part de marché prise par le projet (α) et la différence entre les coefficients d'émission sont grandes. Par contre, l'effet induit diminue le crédit d'émission « absolu ». Si l'effet induit est considéré comme contribuant au développement du pays hôte, on peut en conclure que cette méthode pénalise le projet pour sa contribution au développement.

Avec un niveau de référence relatif, le crédit d'émission au terme de la période de comptabilisation s'écrit : $CR^{rel} = \sum_t [E_t^{rel} - E_t^P] = \sum_t [(\alpha \cdot D_t^1 + D_t^{R2}) \cdot (\theta_t^1 - \theta_t^2)]$

Contrairement au crédit « absolu », le crédit « relatif » augmente avec l'effet induit. En quelque sorte, cette méthode récompense le projet pour sa contribution au développement par l'octroi de crédits supplémentaires. Par contre, elle est donnée un surcroît de crédits d'émission et attente par là à l'intégrité environnementale du projet.

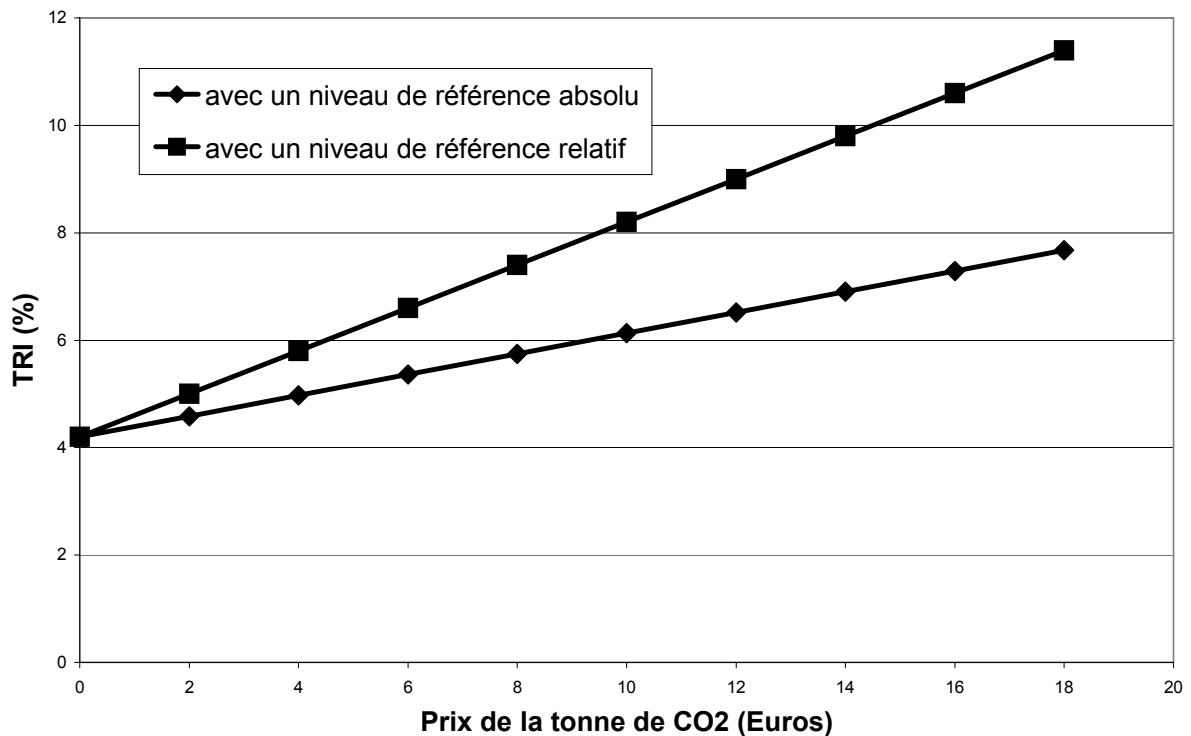
Notons que si l'effet induit est nul, crédits d'émission absolus et relatifs sont égaux.

Comparaison des taux de rentabilité interne.

Le graphique 2 montre l'évolution du TRI en fonction du prix de la tonne de CO₂ dans deux cas de figure : avec un niveau de référence absolu et avec un niveau de référence relatif. Sans vente de crédit (prix de la tonne de CO₂ = 0), le TRI est égal à 4,2%.

Ainsi, si le taux d'acceptabilité du projet est fixé à un TRI de 7,0%, en utilisant un niveau de référence relatif, la rentabilité du projet est atteinte pour un prix de la tonne de CO₂

de 7 €, alors que si un niveau de référence absolu est utilisé, le prix de la tonne de CO₂ devra atteindre 14,5 € pour que le projet soit considéré comme rentable.



Graphique 4: Évolution du TRI en fonction du prix de la tonne de CO₂

3.6.2 Une analyse à partir de la théorie de l'investissement¹³

Dans cette section, le choix du niveau de référence est analysé en utilisant une approche micro-économique dans laquelle, contrairement à ce qui précède, le volume de production total et le taux de substitution technologique sont endogènes. Le modèle présenté ci-dessous repose sur les hypothèses simplificatrices suivantes : il est statique et repose sur une approche micro-économique. On ignore en outre les effets multiplicateurs et autres fuites susceptibles d'être induits par le projet MDP. Le modèle s'applique à différents cas de figure : il peut s'agir d'une firme du Nord qui investit dans une filiale ou une firme du Sud ou encore d'une firme du Sud qui rénove ou remplace son installation et vend ses crédits d'émission (MDP unilatéral).

Dans le scénario de référence, la firme maximise son profit (H) qui est défini comme une fonction de la production (y), du prix de vente de cette production (p), de l'énergie consommée (x), du prix de cette énergie (q) : $H \equiv p(y) \cdot y - q \cdot x(y)$. Le prix de vente et l'énergie consommée sont fonctions de la production :

$$p(y) = y^{-\varepsilon} \text{ avec } 0 < \varepsilon < 1$$

$$x(y) = e_t \cdot y \text{ où } e_t \text{ est l'intensité énergétique de la production}$$

¹³ Pour plus d'informations sur ce point voir la note du CORE-UCL n°4 en annexe : « De l'impact du principe d'additionnalité et des scénarios de référence dans le cadre du mécanisme pour un développement propre »

Les émissions sont considérées comme proportionnelles à la consommation d'énergie.

S'il existe une autre opportunité technologique d'intensité énergétique e_p en dehors du MDP telle que $e_p < e_t$ et dont le coût de capital est décrit par la fonction $g(\alpha y)$ où α est le taux de substitution entre les deux technologies, la fonction H devient :

$$H = p(y) \cdot y - q \cdot [(1-\alpha) \cdot e_t + \alpha \cdot e_p] \cdot y - g(\alpha y)$$

Les conditions d'optimalité sont définies par un couple (α_0, y_0) . Trois cas de figure sont possibles : $\alpha_0 = 1$ (remplacement total de l'ancien équipement), $0 < \alpha_0 < 1$ (remplacement partiel) et $\alpha_0 = 0$ (pas de remplacement).

On peut montrer que :

1. dans le premier cas ($\alpha_0 = 1$), la production augmente et le prix du produit diminue. Si l'on suit le principe de l'additionnalité d'investissement, cette situation n'est pas susceptible d'accueillir des projets MDP additionnels ;
2. dans le second cas ($0 < \alpha_0 < 1$), on retrouve la production et le prix de départ, cependant la composition du capital a changé et les émissions (fonction de la consommation énergétique) ont baissé ;
3. dans le troisième cas ($\alpha_0 = 0$), les économies d'énergie sont insuffisantes par rapport au coût du nouvel équipement et on retrouve la situation de départ. Tout projet MDP de réduction de l'intensité énergétique de la production sera additionnel.

Seuls les cas 2 et 3 sont susceptibles d'accueillir des projets MDP. Ces deux cas sont distingués dans le Tableau 3. Dans chaque cas de figure, on peut réécrire la fonction H en fonction de la valeur de α_0 mais aussi des revenus additionnels issus des crédits d'émissions acquis (τ = prix du crédits d'émission). Le nombre de ces crédits est différent selon que l'on utilise un niveau de référence absolu ou un niveau de référence relatif.

Le Tableau 3 répertorie les effets du choix du niveau de référence sur la production, le prix du produit et les émissions totales pour différentes valeurs de α (taux de substitution production traditionnelle \Leftrightarrow production du projet MDP).

$\alpha_0 = 0$: aucun remplacement technologique n'a lieu dans le scénario de référence		
Cas de figure	Avec un niveau de référence absolu	Avec un niveau de référence relatif
Équation H	$H = p(y) \cdot y + \tau \cdot [e_t \cdot y_b - [(1-\alpha) \cdot e_t + \alpha \cdot e_p] \cdot y] - q \cdot [(1-\alpha) \cdot e_t + \alpha \cdot e_p] \cdot y - g(\alpha y)$ Où y_b est la production de départ	$H = p(y) \cdot y + \tau \cdot (e_t - e_p) \cdot \alpha \cdot y - q \cdot [(1-\alpha) \cdot e_t + \alpha \cdot e_p] \cdot y - g(\alpha y)$
$\alpha = 1$	La production diminue et le prix augmente forte diminution des émissions	Augmentation de la production et diminution du prix. L'effet sur les émissions est ambigu (augmentation due à l'augmentation de la production mais diminution due au transfert de technologie)
$\alpha = 0$	Augmentation du prix et diminution de la production ; la diminution des émissions est due à la diminution de la production mais pas au transfert de technologie.	Le prix, la production et les émissions sont identiques au cas de départ. Il n'y a pas de transfert de technologie ni de projet MDP.
$0 < \alpha < 1$	Augmentation du prix et diminution de la production de manière similaire au cas $\alpha = 0$ mais la diminution des émissions est due	Le prix et la production sont identiques à la situation de départ. Les émissions diminuent grâce au

	en partie au transfert de technologie.	transfert de technologie.
$0 < \alpha_0 < 1$: un remplacement technologique a lieu dans le scénario de référence Pour remplir le critère d'additionnalité, le remplacement technologique dans le scénario projet (α, y) doit être supérieur au remplacement technologique dans le scénario de référence (α_0, y_b)		
Cas de figure	Avec un niveau de référence absolu	Avec un niveau de référence relatif
Équation H	$H = p(y) \cdot y + \tau \cdot [(1 - \alpha_0) \cdot e_t + \alpha_0 \cdot e_p] \cdot y_b$ $- \tau \cdot [1 - \alpha] \cdot e_t + \alpha \cdot e_p \cdot y$ $- q \cdot [(1 - \alpha) \cdot e_t + \alpha \cdot e_p] \cdot y - g(\alpha y)$ Où y_b est la production de départ	$H = p(y) \cdot y + \tau \cdot (e_t - e_p) \cdot (\alpha - \alpha_0) \cdot y$ $- q \cdot [(1 - \alpha) \cdot e_t + \alpha \cdot e_p] \cdot y - g(\alpha y)$
$\alpha = 1$	La production diminue et le prix augmente Les émissions diminuent suite à la diminution de la production et du transfert de technologie	Cas indéterminé. Si le prix du permis est élevé alors le prix du produit diminue et la production augmente. L'augmentation de la production amène à des émissions supplémentaires mais le transfert de technologie important compense cet effet.
$\alpha = 0$	Cas impossible	Cas impossible
$0 < \alpha < 1$	Augmentation du prix et diminution de la production la diminution des émissions est due en partie au transfert de technologie.	Par rapport au scénario avec α_0 , le prix augmente et la production diminue. Les émissions sont également plus basses.

Tableau 3 : Effet du choix du niveau de référence sur la production, le prix du bien et les émissions

D'une manière générale, on voit qu'un niveau de référence absolu a pour effet d'augmenter le prix du produit et de diminuer la production et les émissions alors qu'un niveau de référence relatif a les effets inverses. Le MDP est supposé concilier environnement et développement. Le choix du niveau de référence implique que l'on mette plus l'accent sur l'un ou l'autre. *Ceteris paribus*, le niveau de référence absolu est plus favorable à l'environnement et le niveau de référence relatif plus favorable au développement.

Cette analyse montre qu'un niveau de référence absolu peut poser un problème d'additionnalité. En effet, les accords de Marrakech précisent qu'aucun crédit ne peut être réclamé pour une diminution de l'activité par rapport au scénario BAU.

4 MDP et développement durable¹⁴

Le mécanisme de développement propre résulte de la conjonction de deux instruments qui l'ont précédé et dont il reprend les objectifs respectifs : la « mise en oeuvre conjointe' (Joint Implementation) et le Fonds pour un Développement Propre (Clean Development Fund). Comme le premier, il vise une réduction des émissions de gaz à effet de serre. Comme le second, il a pour objectif le développement "propre" et durable des pays en développement.

La contribution du MDP au développement durable des pays non-annexe I doit s'apprécier à un double niveau : à un niveau global, agrégé et à un niveau local, projet par projet. Au niveau global, l'attention devra se porter notamment sur la contribution du MDP à la satisfaction des besoins énergétiques des pays en développement.. Au niveau local et à une échelle "micro", il convient de s'assurer que les projets présentés aux différentes autorités nationales et ensuite au conseil exécutif sont compatibles avec les exigences d'un développement soutenable compte tenu du contexte économique, social, environnemental et culturel précis dans lequel ils doivent s'insérer.

En principe, la vérification de la conformité d'un projet MDP avec les objectifs de développement durable d'un pays hôte relève de la responsabilité de ce dernier. C'est, en effet, l'autorité nationale du pays hôte qui doit effectuer cette vérification. Mais sur quelles bases ? Avec quels critères ? Quelle méthodologie ? Force est de reconnaître qu'il n'existe pas, dans ce domaine, de règles et de préceptes méthodologiques clairs ni généralement acceptés et que l'empirisme - sinon le bricolage - y règne en maître. C'est la raison pour laquelle beaucoup de pays hôtes sont demandeurs sinon d'une assistance directe en la matière, tout au moins d'informations et de références scientifiques pour procéder à cet examen. Par ailleurs, il n'est pas interdit aux pays de l'annexe I d'imposer des contraintes supplémentaires en matière, notamment, de développement durable aux projets MDP réalisés dans le cadre de leurs obligations. Les autorités nationales de ces pays seront alors demandeuses de critères et de préceptes pour les guider dans la vérification du respect de ces obligations. Les propositions avancées ci-dessous visent donc à contribuer à l'élaboration d'outils satisfaisants d'évaluation *ex-ante* de l'impact des projets MDP sur le développement humain.

4.1 Les approches existantes

On trouve, dans la littérature sur le MDP (Sutter, 2003), la référence à quatre types d'approches permettant d'évaluer la contribution au développement durable des projets MDP.

- Les *guidelines*;
- la check-list;
- les objectifs négociés;
- les approches multi-critères

4.1.1 Les *guidelines*

Les *guidelines* consistent en recommandations très générales sur les points à prendre en considération pour évaluer l'impact des projets MDP. Elles émanent généralement de l'autorité

¹⁴ Pour plus d'informations sur ce point voir la note de l'IDD n°3 en annexe : « Les projets MDP et le développement durable »

nationale désignée. En fait, ces recommandations sont le plus souvent trop générales et vagues pour permettre une évaluation rigoureuse. Tout au plus faut-il les considérer comme le point de départ d'une méthodologie plus satisfaisante.

4.1.2 La check-list

Une check-list consiste en un questionnaire comprenant des questions fermées aux réponses pré-formatées et que le promoteur de projet MDP doit remplir pour permettre l'évaluation de la contribution de son projet au développement durable du pays. Les deux exemples les plus connus de check-lists sont celle de l'organisation SouthSouthNorth (Thorne, 1999) et celle du WWF (WWF, 2002)

4.1.3 Les objectifs négociés

Ceux-ci consistent en actions, additionnelles au projet MDP, définies en concertation avec les parties prenantes et entreprises par les promoteurs du projet en vue de contribuer au développement local. Ces actions n'ont pas nécessairement de relation directe avec l'activité du projet proprement dit. En cas de recours aux objectifs négociés, il n'est évidemment procédé à aucune évaluation du projet MDP en termes de développement durable. A la limite, le projet lui-même pourrait s'avérer antithétique par rapport à un objectif de développement durable, les actions entreprises dans le cadre des objectifs négociés venant alors compenser les déficiences du projet de ce point de vue. Le PCF (Prototype Carbon Fund) a recours aux objectifs négociés dans le cadre d'un de ses projets : le Jepirachi Wind Power Project, en Colombie. En pratique, le PCF consacre un montant fixe par URCE (Unité de Réduction Certifiée des Emissions) à des mesures de développement décidées en concertation avec les représentants des communautés locales. Ces actions font l'objet d'un suivi permanent pendant toute la durée du projet notamment au moyen d'indicateurs définis préalablement. L'entité opérationnelle désignée pour vérifier et certifier les URCE est également chargée de vérifier la bonne exécution des mesures décidées. En cas de non respect des engagements en la matière, le PCF peut suspendre les paiements. Pour l'instant, un seul projet du PCF a recours aux objectifs négociés mais ils pourraient devenir obligatoires dans tous les projets financés par le CDCF (Community Development Carbon Fund).

4.1.4 L'approche MAUT

La multi-attribute utility theory (MAUT) est pour l'instant, la seule méthode dite "multi-critères" qui aie été appliquée à des projets MDP. Elle consiste à associer à chaque critère de développement durable une fonction d'utilité partielle. Une fonction d'utilité agrégée est ensuite formée à partir d'une transformation opérée sur les utilités partielles. Dans le cas le plus simple, cette fonction est linéaire et additive, c'est-à-dire que l'utilité totale d'une alternative est la somme des utilités partielles sur chaque critère pondérées par l'importance attachée à ce dernier. Formellement, le modèle MAUT se présente donc comme suit:

$A = (A_1, \dots, A_i, \dots, A_n)$ l'ensemble des alternatives
 $C = (c_1, \dots, c_i, \dots, c_n)$ l'ensemble des critères
 $M_{i,j} = c_j(A_i)$ la matrice alternatives - critères
 $U = (U_1, \dots, U_i, \dots, U_n)$ l'ensemble des fonctions d'utilité avec $U_j = f(c_j(A_i))$
 $W = (W_1, \dots, W_i, \dots, W_n)$ l'ensemble des pondérations des critères
 La fonction d'agrégation $U(A_i = F(W, U(C(A_i)))) = f(W, U(M_{i,j}))$
 En cas de fonction additive, on a : $U \left(A_i = \sum_{j=1}^m w_j u_j(c_j(A_i)) \right) = \sum_{j=1}^m w_j u_j(M_{i,j})$

L'application par Sutter de la MAUT aux projets MDP peut se décomposer en un certain nombre d'étapes qui sont :

1. Définition des critères d'évaluation;
2. Sélection des indicateurs correspondant à chaque critère;
3. Définition des fonctions d'utilité pour chaque indicateur;
4. Choix des pondérations des différents indicateurs;
5. Caractérisation des alternatives par rapport aux indicateurs;
6. Calcul de l'utilité agrégée de chaque alternative

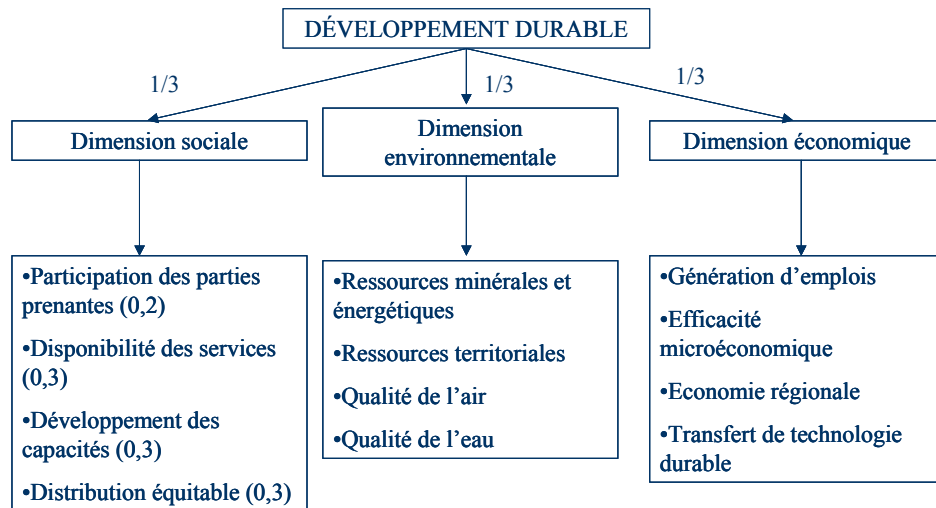


Figure 3: décomposition hiérarchique du développement durable (Sutter, 2003)

Définition des critères

La première opération consiste à se doter de critères d'évaluation du développement durable. Sutter se base sur une approche du développement durable par pilier et propose une hiérarchie de critères organisés selon les trois piliers, le tout formant un arbre comme dans la Figure 3. En tout, 12 critères sont retenus, quatre dans chacun des piliers du développement durable. D'autres critères tels que ceux que nous avons présentés ci-dessus, pourraient également convenir à cette analyse.

Sélection des indicateurs

Les critères proposés sont encore trop abstraits pour permettre une évaluation précise. Il est donc nécessaire de les traduire en indicateurs, c'est-à-dire en variables observables. Ainsi, le critère « Distribution équitable » aura comme indicateur la part du revenu du projet revenant

aux plus démunis en comparaison avec la situation de base. On constate que, jusqu'ici, la démarche de Sutter ne se distingue pas d'une approche en termes de check-list. Les dimensions, les critères et les indicateurs qu'il utilise ne sont d'ailleurs guère différents de ceux retenus par le WWF pour son "*Gold Standard*". La spécificité de l'approche MAUT commence avec la définition de fonctions d'utilité.

Fonctions d'utilité partielles

Les indicateurs retenus s'expriment dans des unités différentes et relèvent de métriques variables. Pour pouvoir les agréger ultérieurement, il est nécessaire de les normaliser, c'est-à-dire de leur attribuer une métrique et des unités communes. C'est leur utilité pour le décideur qui va permettre cette normalisation. Chacun des indicateurs va donc être transformé en sorte de varier entre 0 et 1. Par exemple, une concentration d'un polluant mesuré en mg/l va être normalisée en termes de contribution au développement durable. On pourrait ainsi attribuer la valeur 1 au nombre de mg/l obtenu à l'aide des meilleures technologies disponibles et la valeur 0 à la concentration correspondant à la situation de référence. Les valeurs intermédiaires seront calculées par interpolation linéaire.

Pondération des critères

L'étape suivante - qui peut être menée parallèlement à la précédente puisqu'elle ne dépend pas de ses résultats - consiste à attribuer à chaque critère un poids dans la fonction d'utilité d'ensemble. Etant donné la nature extrêmement subjective de cette opération, il est recommandé d'y faire participer le plus possible les différentes parties prenantes. Sutter a testé deux méthodes pour obtenir les pondérations des différents experts :

- **la méthode de pondération directe** qui consiste à demander aux experts de répartir un capital de 100 points entre les différents critères et de qualifier le degré de certitude de leur évaluation ;
- **la méthode AHP** qui consiste à demander aux juges d'évaluer deux à deux chacun des critères selon une échelle ordinale allant de 1 à 9. La valeur 1 correspond au jugement: "les deux critères sont d'importance égale" et la valeur 9 au jugement : "Le critère A est extrêmement plus important que le critère B". Les jugements deux à deux sont repris ensuite dans une matrice nécessairement symétrique et dont la diagonale ne comporte que des 1. La matrice obtenue est ensuite normalisée en sorte que les pondérations prennent une valeur comprise entre 0 et 1. Certaines méthodes de normalisation permettent notamment de mesurer le degré de cohérence interne des évaluations effectuées et d'éliminer au besoin les résultats témoignant d'une incohérence excessive.

Quelle que soit la méthode retenue pour obtenir les pondérations des critères, celle-ci adopte une démarche hiérarchique. Les poids sont attribués niveau par niveau dans la hiérarchie des critères sélectionnés. Au bout du processus, il suffit de multiplier les pondérations à chaque niveau de la hiérarchie pour obtenir les poids définitifs attribués aux indicateurs.

Ces pondérations peuvent être interprétées comme des "taux de substitution" entre facteurs : une réduction de la cote d'un critère peut être compensée par une augmentation de la cote d'un autre critère. Dans la Figure 3 les trois piliers du développement durable se sont vus attribuer une pondération égale (1/3). Cela correspond à une adhésion implicite à une conception dite "faible" de la durabilité où une perte de durabilité dans une dimension peut toujours être compensée par une augmentation équivalente dans l'une et/ou l'autre dimension. La thèse de la soutenabilité forte considère qu'il n'est pas possible de substituer du capital produit à du capital naturel.

Une fois les critères, les indicateurs et leurs pondérations définis, il reste à évaluer chacune des alternatives par rapport à chacun des indicateurs. En l'occurrence, les alternatives se réduisent souvent à deux : le scénario dit de référence et le projet MDP. Dans l'approche de Sutter, les alternatives sont évaluées par les promoteurs du projet eux-mêmes pour ce qui concerne les indicateurs objectifs et par les différentes parties prenantes pour ce qui concerne les indicateurs subjectifs.

Évaluation des alternatives

L'agrégation des évaluations partielles en une valeur unique pour chaque alternative consiste à combiner ces résultats partiels au moyen d'une opération mathématique. On retrouve donc une nouvelle fonction d'utilité, agrégée cette fois, qui exprime la façon dont les évaluations partielles contribuent à l'utilité totale du décideur. La fonction d'agrégation additive (adoptée par Sutter) est de loin la plus utilisée :

$$U = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_i \quad \text{pour autant que} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Cette procédure simple et aisément compréhensible n'est pas sans pièges dès lors, par exemple, qu'elle attribue des propriétés cardinales à des utilités qui sont, en fait, mesurées sur une échelle ordinale (comme, par exemple, la participation des parties prenantes), si pas nominale. Elle exige également que la condition dite "indépendance préférentielle" soit respectée : si deux alternatives ont la même évaluation sur un des critères, le fait de modifier le niveau de ce critère ne modifie pas le rang de ces alternatives dans le classement final (Bouyssou, 2000)(French, 1988).

De surcroît, la sélection d'une alternative sur base de la seule utilité totale calculée comme la somme des utilités partielles pondérées peut parfois conduire à des décisions douteuses. Une alternative présentant un score très faible sur un critère A mais très élevé sur un autre critère B peut être préférée, sur base de la moyenne des scores, à une alternative dont les cotes sont moins extrêmes (mais dont la moyenne serait inférieure). C'est pourquoi Sutter préconise de fixer, pour chaque critère, un seuil minimal en deçà duquel une alternative ne pourrait descendre sous peine d'être automatiquement disqualifiée.

4.2 Les critères du développement durable

Comme on peut le constater, les méthodes proposées jusqu'à présent pour évaluer la contribution au développement durable des projets MDP se basent principalement sur une approche en termes de piliers : environnemental, social, économique (voir notamment Sutter, 2003 ; WWF, 2002 et Thorne, 2002). Cette approche qui se justifie aisément pour l'évaluation d'états sociaux ou de programmes à l'échelle d'un Etat ou de régions ne nous paraît guère satisfaisante pour l'évaluation de projets de développement durable à un niveau "micro ». Par exemple, elle pourrait faire en sorte que des projets indispensables à la satisfaction de besoins de base de la population se trouvent rejetés parce qu'une des trois dimensions du développement durable serait insuffisamment représentée. Or, il faut, en la matière, partir de la situation initiale et apprécier la pertinence en termes de développement durable de n'importe quel projet en fonction des caractéristiques de cette situation. Dans des situations où l'une ou l'autre des dimensions a été manifestement négligée, ne faut-il pas d'abord commencer par tenter de rétablir l'équilibre rompu entre les trois piliers plutôt que de chercher à ce que les projets présentent tous individuellement cet équilibre ? Ainsi, une opération purement écologique de restauration d'une zone humide dans un environnement dévasté participe-t-elle sans conteste au développement durable de la région.

Il peut donc être utile de distinguer deux sortes de projet : d'une part des projets qui quoique partiels et sectoriels, contribuent au développement durable en luttant contre un déséquilibre existant, en « durabilisant » en quelque sorte une situation qui ne l'était pas et, d'autre part, des projets pilotes qui s'inscrivent d'emblée dans les exigences du développement durable. On pourrait qualifier les premiers de projets *en vue* du DD et les seconds de projets de DD.

Les projets qui relèvent du MDP peuvent être l'un ou l'autre. L'important, compte tenu du contexte économique et social des pays hôtes où les besoins et aspirations les plus élémentaires restent insatisfaits pour une part majoritaire de la population, n'est pas tant de savoir s'ils contribuent à un développement durable que de savoir s'ils contribuent à un développement tout court. Certes, la notion même de développement est elle-même ambiguë et peut se prêter à de nombreuses interprétations¹⁵. Néanmoins, depuis le début des années 1990, suite, notamment, aux travaux du PNUD sur le développement et à son Indice de Développement Humain, la théorie du développement proposée par l'économiste indien, A.Sen, prix Nobel d'économie en 1998, semble s'imposer comme la plus satisfaisante, sinon la plus opérationnelle. Nous proposons de la compléter par celle d'un autre économiste, chilien cette fois, et lauréat en 1983 d'un autre prix international, considéré comme l'anti-Nobel, le "Right Livelihood Award". Il s'agit de Manfred Max-Neef, dont la théorie du développement à l'échelle humaine peut être considérée comme une opérationnalisation de la théorie, plus abstraite et plus générale, des capacités et fonctionnements d'A.Sen.

4.2.1 La théorie des capacités de A.Sen

A. Sen a sans doute été le premier économiste à avoir proposé une vision multidimensionnelle du développement centrée non pas sur la croissance économique ou sur l'augmentation du revenu monétaire mais sur l'extension de la liberté réelle pour les hommes de se réaliser. Pour Sen, l'objectif du développement est le bien-être humain et celui-ci ne se résume ni au sentiment de bien-être ni au panier de biens accessible au consommateur. Sen récuse ainsi l'utilitarisme, la vision dominante en économie du bien-être, qui réduit celui-ci à l'utilité. (Sen, 2000 p.65). Sen ne rejette cependant pas entièrement l'utilitarisme, il en conserve deux exigences:

- la nécessité de prendre en considération les résultats dans toute appréciation d'une situation sociale (ne jamais négliger l'examen des conséquences, sans pour autant adhérer à un conséquentialisme intégral);
- l'exigence de prendre en compte le bien-être des gens concernés dans l'analyse d'une situation sociale et de ses résultats (on ne saurait oublier cet impératif, même en refusant les critères utilitaristes du bien-être, fondés sur l'utilité et les formalisations mathématiques de la satisfaction mentale).(Sen, 2000,p.69).

Capacités et fonctionnements

Ce qui contribue au bien-être d'un individu, dit Sen, ce n'est pas le panier de biens de consommation auquel il a accès mais ce que cet individu peut faire de ces biens en fonction :

- des caractéristiques de ces biens eux-mêmes;
- des caractéristiques personnelles, tant physiques que mentales de l'individu;
- de caractéristiques sociales et de circonstances externes.

¹⁵ Sur les définitions différentes du développement à la base de la notion de développement durable on pourra consulter Zaccai, (2002).

Ces trois ensemble de caractéristiques définissent ce que Sen appelle les **fonctionnements** (functionings). Quant aux **capabilités**, elles se réfèrent aux possibilités pour un individu d'être et d'agir en fonction de ses propres objectifs et de ses valeurs ("peoples capabilities to lead the lives they value"). Dans cette perspective, le développement consiste, *in fine*, dans l'élargissement de l'ensemble des capacités (capability set) accessibles aux individus et donc dans l'élargissement de la palette des choix de vie désirables ou considérés comme valables accessibles à l'homme.

Opérationnalisation de la théorie de Sen

Le but de Sen en échaufaudant sa théorie des capacités est de permettre une évaluation des "arrangements sociétaux" sur une base informationnelle plus large que celle prise en compte généralement dans la théorie néo-classique du choix social et du bien-être. L'objectif final est de pouvoir comparer entre eux différents états sociaux sous l'angle des fonctionnements (ou des capacités) qu'ils rendent possible donc accessibles aux individus. L'évaluation d'une situation sociale donnée et sa comparaison avec une autre passe donc nécessairement par la description et l'analyse de ces fonctionnements et capacités. Plus concrètement, il reste à déterminer :

- le cadre d'évaluation : s'agit-il de capacités ou de fonctionnements ?;
- le liste des capacités ou des fonctionnements jugés pertinents;
- les indicateurs pour les différentes dimensions du bien-être retenues et les moyens de les mesurer;
- s'il faut calculer une mesure unique sur l'ensemble des dimensions et si oui, comment ?

Sen ne nous aide pas énormément à répondre à ces questions car il n'entre jamais dans ce qu'il appelle "les détails pratiques de représentation et d'analyse des fonctionnements et des capacités" (Sen, 2000 p.83). Cette indétermination de la théorie de Sen est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles certains - comme par exemple (Gasper, 2002) - la considèrent comme une base insuffisante pour analyser le développement.

En particulier, et quoiqu'il reconnaisse que certains fonctionnements peuvent être plus fondamentaux que d'autres, Sen se refuse à dire lesquels. Or, dès que l'on cherche à appliquer son approche à des projets de développement au niveau "micro", on se trouve inévitablement confronté à cette question cruciale des fonctionnements ou des capacités "de base". De nombreux auteurs en particulier Alkire (2002) et Nussbaum (2000) se sont efforcés de proposer une liste-type de fonctionnements ou de capacités. Il est à noter que, basées ou non sur la théorie de Sen, elles ne sont guère différentes de celles proposées par d'autres auteurs qui s'inscrivent dans la tradition de l'analyse des besoins, et notamment des besoins dits de base (*basic needs*) (Doyal, 1991) (MaxNeef, 1991) (Qizilbash, 1996).

Sen à l'épreuve des projets : l'approche d'Alkire

On doit à S.Alkire la mise à l'épreuve la plus aboutie des concepts de Sen dans le cadre de l'évaluation de projets au niveau micro. Alkire s'est, en effet, explicitement appuyée sur les notions de capacités et de fonctionnements pour guider son évaluation de trois projets financés par Oxfam au Pakistan s'adressant directement aux femmes les plus pauvres. Dans les trois cas, il s'agissait d'une évaluation *ex nunc* ou *ex post* et non *ex ante*. Les évaluations comportaient toutes une analyse coût-avantage "classique" dont Alkire montre à chaque fois les limites et l'importance de les compléter par une analyse en termes de développement humain. En ce qui concerne les techniques d'enquête utilisées par Alkire, elles s'inspirent directement de deux méthodologies relativement répandues et mises en œuvre par la Banque Mondiale: le "*Social Impact Assessment*" (SIA) et les diverses formes de "*Participatory Social*

Assessment". Le "*Social Impact Assessment*" est une méthode d'évaluation *ex ante* qui consiste à tenter d'identifier les éventuels impacts négatifs (*disvalues*) d'un projet pour sur la qualité de vie des personnes et des communautés par rapport à un scénario de référence (*baseline*) en vue de les minimiser si possible. (Burdge, 1994). Cependant, selon Alkire, ce qui fait défaut à cette démarche, c'est une procédure systématique et explicite pour identifier les impacts et clarifier la manière dont l'information sur les impacts humains entre dans les choix (Alkire, 2002 p.221).

Quant aux démarches de type "*Participatory Social Assessment*" telles que le "*Beneficiaries Assessment*", le "*Stakeholders Assessment*" ou le "*Participatory Poverty Assessment*"¹⁶, elles souffrent, elles-aussi, d'insuffisances au niveau de la définition des dimensions de la pauvreté ou du développement humain qu'elles sont supposées prendre en compte et au niveau des critères de décision. Il s'agit donc d'enrichir ces méthodologies, d'une part en leur donnant une base théorique et conceptuelle plus solide, d'autre part, en explicitant les dimensions et les critères à prendre en compte dans l'évaluation sociale. La base conceptuelle et théorique est bien entendu l'approche en termes de capacités mais celle-ci, dit Alkire (2002 p.224) ne sera opérationnalisable que lorsque les capacités pertinentes seront identifiées et qu'une pondération sera définie entre ces différentes capacités.

Alkire part des fonctionnements de base, ou dimensions, suivants:

- Connaissance;
- Religion, spiritualité;
- Relations ("*relationships*");
- Participation, autonomie, "*empowerment*";
- Existence/santé/sécurité
- Paix intérieure;
- Travail/Loisir.

Il n'existe aucune hiérarchie préétablie entre ces différentes dimensions. Ce sont les parties prenantes elles-mêmes qui, en cours d'évaluation, établiront leurs propres priorités en la matière. Ce processus s'effectue d'abord au niveau individuel, puis en groupe. C'est la première phase de l'évaluation. La seconde consiste à coter sur une échelle de 1 à 5 l'impact du projet sur chacune d'entre elles.

En résumé, l'opérationnalisation de l'approche en terme de capacités dans le contexte des pays pauvres telle que prônée et réalisée par Alkire utilise les méthodes participatives en usage dans l'évaluation des impacts sociaux des projets de développement en focalisant l'attention sur une liste réduite de fonctionnements considérés comme essentiels. On n'est donc guère éloigné d'une approche en termes de "besoins de base".

4.2.2 La théorie de Max-Neef

La conception du développement défendue par Max-Neef est explicitée dans un petit ouvrage de 1991 (MaxNeef, 1991) intitulé *Human Scale Development* ("Le développement à échelle humaine"). Ce qui le caractérise est que :

Such development is focused and based on the satisfaction of fundamental human needs, on the generation of growing levels of self-reliance, and on the

¹⁶ voir notamment : The World Bank, 1996.

construction of organic articulations of people with nature and technology, of global process with local activity, of the personal with the social, of planning with autonomy and of the civil society with the state. (p. 8).

Et il précise:

By 'articulation' we mean the construction of coherent and consistent relations of balanced interdependence among given elements (p. 8).

La façon dont Max-Neef comprend les besoins humains fondamentaux n'a cependant rien à voir avec la définition des "besoins de base" (*basic needs*) définis d'en haut (responsables politiques), ou de l'extérieur (experts des Nations-Unies, de la Banque Mondiale, etc.). Certes, Max-Neef propose une classification des besoins humains mais en prenant bien soin de préciser qu'il s'agit d'un outil d'auto-évaluation participative pour des groupes locaux (Max-Neef, 1991 p.37).. Par ailleurs, les besoins selon Max-Neef doivent être compris aussi bien en terme de déprivation que de potentiel. La première acception, en terme de déprivation, est celle qui a dominé toute la problématique des besoins jusqu'ici : le besoin est l'expression d'un manque. Mais il est aussi un potentiel, une ressource : le besoin de participation est ce qui pousse à la démocratie, le besoin d'affection pousse à la relation, etc. De surcroît, la classification des besoins de Max-Neef est beaucoup plus riche que celle des « *basic need* » qui se limitaient aux besoins matériels élémentaires et aux services collectifs de base. Pour Max-Neef, il existe 9 besoins humains fondamentaux : la subsistance, la sécurité ou protection, l'affection, la compréhension, la participation, le loisir, la création, l'identité et la liberté. Ainsi, les besoins :

- existent en nombre limités;
- sont universels parce que propres à l'homme en tant que tel;
- sont inter-reliés et forment système;
- ne sont pas hiérarchisés.

Affirmer que les besoins existent en nombre limité revient à s'opposer à la conception dominante chez les économistes selon lesquels ceux-ci seraient par nature illimités et donc insatiables. C'est qu'il importe de distinguer entre besoin et désir ou envie. Pour Doyal et Gough (1991) ce qui distingue les besoins des désirs, c'est leur caractère universalisable (contrairement aux désirs qui seraient singuliers) dû au fait que leur non-satisfaction peut entraîner un dommage sévère pour la personne. Pour Bunge également, les besoins ont une réalité objective, contrairement aux désirs et aux envies, même si "wants can be manipulated to the point of being 'perceived' as needs" (1999 p. 372). Par ailleurs, les désirs (*wants*) peuvent ou non correspondre à la satisfaction d'un besoin de base. Bunge distingue également entre des désirs légitimes et illégitimes : un désir est légitime s'il n'affecte pas négativement la capacité de quelqu'un d'autre de rencontrer ses propres besoins de base (Bunge, 1999 p. 372).

Besoins et satisfacteurs

Pour Max-Neef, la diversité des cultures à travers le temps et l'espace est la manifestation, non pas de besoins humains différents, mais de façons différentes de les satisfaire. Il y a donc une distinction à établir entre les besoins, proprement dit, et les satisfacteurs (*satisfiers*), c'est-à-dire les moyens, variables d'une culture à l'autre, d'une époque à l'autre, mis en oeuvre pour satisfaire ceux-ci. De façon générale, tout ce qui contribue à l'actualisation d'un besoin sous le mode de l'être, de l'avoir, du faire et de l'interagir peut être considéré comme satisfacteur. Cela peut inclure des organisations (entreprises), des structures politiques, des pratiques sociales, des valeurs et des normes, etc. On voit que les satisfacteurs

ne doivent pas être confondus avec les biens ou les services au sens économique. Par ailleurs, il existe différents types de satisfacteurs :

- **les destructeurs** qui sont des satisfacteurs destinés à répondre à certains besoins mais dont l'effet est de rendre du même coup impossible la satisfaction d'autres besoins. Ex : la censure qui a pour but la protection mais qui contrarie la satisfaction des besoins de compréhension, participation, création, identité et liberté. Max-Neef remarque que la plupart des satisfacteurs-destructeurs semblent liés au besoin de protection.
- **les pseudo-satisfacteurs qui** génèrent un faux sentiment de satiété et peuvent, éventuellement, annuler à terme la possibilité de satisfaire le besoin visé. Par exemple : la médecine technocratique (protection), l'exploitation des ressources naturelles (subsistance), la démocratie formelle (participation), les indices synthétiques économiques (compréhension), la prostitution (affection), etc.
- **les inhibiteurs** qui agissent par "sur-satisfaction" d'un besoin avec le même effet que les violateurs, à savoir : empêcher la satisfaction d'autres besoins. Par exemple, le mode tayloriste de production sur-satisfait le besoin de subsistance au détriment des besoins de compréhension, participation, création, identité et liberté. Selon Max-Neef, ils prennent généralement leur source dans des traditions, des habitudes et des coutumes très enracinées.
- **Les satisfacteurs singuliers vs. synergétiques.** Lorsqu'un satisfacteur ne permet de satisfaire qu'un seul besoin, tout en étant neutre vis-à-vis des autres besoins, il sera qualifié de "singulier". Inversement, un satisfacteur qui contribuera à l'accomplissement de plusieurs besoins simultanément sera qualifié de synergétique. Comme exemple des premiers, Max-Neef cite les programmes d'aide alimentaire (subsistance), les assurances (protection), la nationalité (identité), etc. Comme exemples des seconds : l'allaitement maternel (subsistance + protection + affection + identité); l'autogestion de la production (subsistance + protection, + participation + création + identité + liberté); l'éducation populaire (compréhension + protection + participation + création + identité + liberté). Il est évidemment difficile de se départir d'un certain arbitraire dans la caractérisation des satisfacteurs. Néanmoins, la distinction entre satisfacteurs singuliers et synergétiques est, à notre avis, féconde.

Conclusion

La typologie de Max-Neef nous paraît plus rigoureuse que celle d'Alkire dans la mesure où cette dernière mélange des choses aussi différentes que les besoins ou les aspirations, les moyens de les satisfaire (satisfacteurs) et les états mentaux ou physiques résultant de la satisfaction des besoins et aspirations. Et, contrairement à ce que pensent certains, le fait d'adopter un cadre conceptuel en termes de besoins ne constitue pas une régression par rapport au cadre conceptuel en termes de capacités et de fonctionnement. Tout dépend de ce que l'on met dans le concept de besoin. On sait que la définition du développement durable la plus répandue - qui trouve son origine dans le rapport Brundtland- parle essentiellement de besoins et c'est précisément pourquoi Sen critique (Sen, 2002) cette définition. Mais deux remarques s'imposent à ce sujet.

La première, c'est qu'il y a deux définitions du développement durable dans le rapport Brundtland. La plus connue et la plus citée ne fait, en effet, référence qu'aux seuls besoins des générations présentes et futures (The World Commission on Environment and Development, 1987 p.43). Mais en fait, à plusieurs reprises, le rapport fait également référence aux aspirations ; ainsi, par exemple, à la page 40: « *Sustainable development seeks to meet the needs and aspirations of the present without compromising the ability to meet those of the future.* ». La nature de ces aspirations n'est guère précisée mais ce qui semble clair c'est qu'elle va au delà des besoins de base. Réduire les préoccupations prises en compte dans le rapport

Brundtland aux seuls besoins dits de base relève donc d'une interprétation restrictive de celui-ci.

La deuxième remarque, c'est que tout dépend de ce que l'on entend par "besoin". Si on examine les listes de besoins proposées par différents auteurs tels que Galtung (Galtung, 1994), Doyal & Gough (Doyal, 1991) et Max-Neef - pour n'en citer que quelques uns - on constate qu'aucune d'entre elles ne limite les besoins aux besoins strictement matériels ni à la simple survie et qu'elles font quasiment toutes de la liberté un des besoins humains fondamentaux. Nous en concluons que si la charge de Sen contre l'utilitarisme dominant en économie du bien-être est justifiée, son rejet d'une approche en termes de besoin relève largement d'un malentendu. Rien ne nous oblige à adopter une vision restrictive des besoins, ni à endosser le point de vue technocratique ou paternaliste qui a prévalu à un moment donné dans la définition concrète des besoins.

Nous adopterons donc la typologie des besoins de Max-Neef mais en la considérant comme la meilleure opérationnalisation disponible de l'approche en termes de capacités et de fonctionnements en vue de l'évaluation de projets de développement, y compris les projets de type MDP.

4.3 En pratique

L'évaluation des projets MDP telle qu'elle ressort de la discussion précédente consiste alors à :

1. Identifier les parties prenantes ;
2. Identifier leurs besoins fondamentaux non ou insuffisamment satisfaits ;
3. Analyser l'impact du projet sur le niveau de satisfaction de ces besoins ;
4. Rechercher des solutions aux impacts négatifs éventuels.

La première étape consiste à identifier les parties prenantes. Selon la définition courante (The World Bank, 1996), il s'agit de "*those affected by the outcome - negatively or positively - or those who can affect the outcome of a proposed intervention*". Il est utile de garder à l'esprit la différence entre l'implication directe et indirecte des parties prenantes. Seront directement affectés les bénéficiaires ainsi que les acteurs du projet (collaborateurs et partenaires). Seront indirectement impliqués, les parties prenantes affectés par ses retombées positives ou négatives ("externalités") indirectes. A cet égard, on peut considérer les générations futures comme des parties prenantes à part entière de tout projet de développement et, en particulier, de tout projet MDP, puisque, selon toute probabilité, elles risquent d'être affectées par lui. Il peut être utile dans la phase d'identification des parties prenantes de se baser sur une double dichotomie : entre gagnants et perdants potentiels, d'abord; entre parties prenantes directs ou indirectes, ensuite.

- **Gagnants potentiels directs.** Il s'agit d'abord du public-cible du projet : clients, bénéficiaires, promoteurs, collaborateurs, travailleurs.
- **Gagnants potentiels indirects.** Il s'agit des parties qui bénéficient des conséquences indirectes positives, en amont ou en aval, du projet : fournisseurs, collectivités locales, autorités nationales.
- **Perdants potentiels directs.** Il s'agit de ceux qui, du fait de l'existence du projet risquent de voir leurs besoins fondamentaux moins bien rencontrés : fournisseurs de biens ou de services concurrents, riverains éventuellement exposés à des risques ou à des nuisances, etc.

- **Perdants potentiels indirects.** On classera dans cette catégorie les parties prenantes exclues du bénéfice éventuel du projet, comme, par exemple, les collectivités locales candidates à accueillir l'investissement et qui n'ont pas été retenues, ou la partie de la population qui ne bénéficiant pas directement du projet se trouve en situation relativement défavorisée par rapport aux nouveaux bénéficiaires. Il importe donc d'être attentif, non seulement aux parties prenantes situées à l'intérieur du périmètre du projet mais aussi à toutes celles qui, ne figurant pas dans ce périmètre, peuvent se sentir injustement exclus ou discriminés.
- **Les générations futures.** Celles-ci peuvent être directement ou indirectement gagnantes ou perdantes. Directement gagnantes si le projet a pour objectif explicite de garantir leur bien-être ; indirectement si les retombées à long terme du projet leur sont bénéfiques ou néfastes.

4.3.1 Identification des besoins fondamentaux et de l'impact des projets sur leur satisfaction

En principe, tout projet, quel qu'il soit, se fonde sur une analyse d'une situation jugée problématique à laquelle il se propose de remédier. Le critère de pertinence utilisé dans le cadre logique d'évaluation des projets de développement se réfère précisément à l'adéquation des moyens et des actions mis en oeuvre par rapport à la nature et à l'ampleur du problème (de développement) à résoudre. Pratiquement, dans l'optique que nous proposons ici, la première phase d'évaluation des projets MDP devrait donc porter sur leur pertinence en termes de développement durable, c'est-à-dire sur le fait de savoir si le projet constitue effectivement une réponse adéquate au problème de développement durable identifié.

En pratique, et à titre d'exemple, cela signifie qu'il ne suffirait pas de démontrer que l'électrification de tel ou tel village rural d'Afrique au moyen d'éoliennes ou de cellules photovoltaïques permettrait d'économiser telle proportion des émissions de gaz à effet de serre qui se seraient produites si l'électrification s'était effectuée avec d'autres technologies. Encore, faudrait-il démontrer que l'électrification de tel(s) ou tel(s) village(s) est ce qui répond le mieux aux besoins actuels de la population du pays. D'où la nécessité de procéder à une analyse préalable des besoins.

Dans les faits, les choses se présentent différemment. Le promoteur d'un projet MDP s'inscrit, le plus souvent, dans un plan ou un programme préalablement défini par le pays hôte, plan auquel il propose de contribuer au moyen d'une technologie financièrement plus coûteuse que celle qui était initialement prévue mais moins polluante. Dans ce cas, il ne serait plus nécessaire de procéder à une identification des besoins puisque celle-ci serait supposée avoir déjà eu lieu préalablement à l'élaboration du programme ou du plan dans lequel le projet MDP vient prendre place. En revanche, il importerait alors de démontrer que la substitution de cette technologie par rapport à celle qui était initialement prévue n'entraîne pas de conséquences économiques, sociales et environnementales moins favorables - les émissions de gaz à effet de serre mises à part - que le projet initial ou un autre projet équivalent avec une autre technologie.

Mais, que se passe-t-il si, comme cela peut souvent être le cas, on reste sceptique quant à la pertinence réelle, en termes de développement humain de certains plans et programmes échafaudés dans certains pays hôtes ? Certes, il n'appartient ni au promoteur du projet ni même au conseil exécutif du MDP de se prononcer sur la pertinence des politiques de développement de pays souverains. Mais rien n'empêche, en revanche, un pays de l'annexe I de se doter de critères supplémentaires en la matière et d'exiger des projets que son autorité nationale doit avaliser qu'ils démontrent leur pertinence en termes de satisfaction des besoins essentiels des

populations des pays hôtes. Dans une telle hypothèse, il sera exigé de procéder à l'analyse préalable des besoins.

L'identification des besoins fondamentaux des parties prenantes ou des changements introduits par le projet en ce qui concerne leur degré de satisfaction est un processus participatif. La typologie de Max-Neef peut servir ici de check-list, à condition de la considérer comme un guide pour le facilitateur chargé d'animer le processus, et non comme un corset qui contraindrait plus qu'il n'aiderait l'identification par les participants eux-mêmes de leurs besoins et de leurs manques. Il faut garder à l'esprit que, malgré les apparences, compte tenu du caractère abstrait des concepts utilisés, il ne s'agit en rien d'un exercice académique mais d'un travail éminemment concret. En effet, des notions aussi abstraites que celles de liberté, compréhension, etc., peuvent prendre un sens très concret quand elles sont utilisées en référence à un contexte bien précis.

La liste proposée ne sert donc à rien d'autre qu'à aider à l'identification des besoins et des impacts. Certains besoins peuvent être réellement non-pertinents compte tenu du contexte, de la nature du projet et de l'acteur concerné. Par ailleurs, la typologie de Max-Neef porte sur les besoins humains, c'est-à-dire de personnes humaines. Ce n'est que par analogie et par extension qu'on pourrait être tenté de l'appliquer non à des personnes mais à des institutions ou à des systèmes. Nous reviendrons sur ce problème des "besoins" des parties prenantes institutionnelles ainsi que sur le cas des générations futures après avoir brièvement examiné la pertinence des neuf besoins identifiés par Max-Neef pour l'évaluation des impacts des projets MDP sur les populations qui en sont directement ou indirectement affectées.

Subsistance

La subsistance se réfère à ce qui contribue directement au bien-être physique des individus et détermine leur santé et leur capacité d'agir. Elle dépend le plus souvent du pouvoir d'achat (qui résulte à la fois du revenu disponible et des prix des biens et services) mais, plus généralement encore, de ce que Sen appelle les "*entitlements*", c'est-à-dire les droits d'accès (à l'alimentation, au logement, etc.) Ceux-ci peuvent prendre diverses formes : autoproduction, troc, échange, achat, dons, droits à l'aide sociale, etc. Dans le contexte des projets MDP, un des éléments de satisfaction de ce type de besoin est l'énergie nécessaire pour produire, acheminer, conserver et transformer les produits (alimentaires, notamment) qui contribuent à la subsistance. La connaissance des droits et des modes d'accès à l'énergie que ce soit chez les ménages ou chez les acteurs économiques et des besoins réels en la matière, chez les plus pauvres, notamment, devra constituer un préalable à l'évaluation de tout projet MDP en matière énergétique.

Protection, sécurité

Le besoin de sécurité et de protection est à la base de satisfacteurs tels que les soins de santé, les assurances pensions, chômage, invalidité qui touchent prioritairement au besoin de subsistance mais d'autres institutions comme la justice, par exemple, sont aussi des satisfacteurs de sécurité en matière de liberté, d'identité, d'affection, etc. On voit, sur cet exemple précis, ce que Max-Neef veut dire lorsqu'il parle du caractère systémique des besoins. On a besoin de liberté et de sécurité, donc de sécurité dans la liberté et de liberté dans la sécurité, etc. Dans le cadre de projets MDP en matière énergétique, par exemple, on sera cependant surtout attentif à la composante « risque » des technologies adoptées et à celle de « sécurité d'approvisionnement ».

Affection

Ce besoin est généralement considéré comme relevant exclusivement de la vie privée et ne devrait donc pas entrer en ligne de compte dans l'évaluation de projets industriels ou de

développement. Ce serait oublier que ces projets sont parfois susceptibles d'avoir des répercussions (positives autant que négatives) sur les possibilités de satisfaire le besoin d'affection chez certaines parties prenantes. Les déplacements de population consécutifs à l'établissement d'un barrage pour une centrale hydroélectrique ou l'impact sur la vie de famille et de communauté locale de l'électrification rurale, constituent des exemples où des projets MDP sont susceptibles de modifier les modes de satisfaction du besoin d'affection.

Compréhension

Dans le cadre de projets MDP, le besoin de compréhension correspond à l'exigence de création ou de renforcement de capacités pour permettre aux parties prenantes concernées de s'approprier les nouvelles technologies installées (en ce compris les technologies sociales ou organisationnelles). Si les technologies importées sont profondément incompatibles avec les modes de compréhension du monde en vigueur dans certains contextes culturels, on risque également de porter atteinte au sens même de l'identité de certaines populations. En effet, identité et compréhension sont intimement associés au sein de systèmes culturels.

Participation

Le besoin de participation est corrélatif de celui de liberté, de compréhension, de création et d'identité. Faut-il rappeler que les projets MDP concernent, pour l'essentiel, des pays anciennement colonisés qui ont fait l'expérience d'un déni de participation de la part des colonisateurs avec les conséquences que l'on connaît pour la durabilité d'entreprises coloniales qui, au demeurant, contribuaient parfois de façon indéniable à la satisfaction d'autres besoins jugés, par la puissance occupante, plus fondamentaux ? Le sacrifice en termes de bien-être matériel consenti par certains peuples colonisés au nom de leur identité, de leur liberté et de leur participation à leur propre développement donne raison à Max-Neef lorsqu'il récuse la théorie d'une hiérarchie intangible des besoins.

Loisir

A première vue, mentionner ce besoin pourrait sembler presque déplacé dans une check-list destinée à identifier des besoins non-satisfaits, des pauvretés manifestes dans le contexte de projets MDP. Pourtant, pour certaines sous-populations des pays les plus pauvres, le loisir est un réel besoin, largement insatisfait et dont la privation est durement ressentie. La vie quotidienne des femmes, par exemple, dans nombre de ces pays est un travail incessant qui ne laisse quasi aucune place au repos et au loisir.

Création

Dans la mesure où elle se réfère à l'inventivité, à l'imagination et à la curiosité, celle-ci est intimement liée à la compréhension. Elle est également associée, dans bien des cas, à la participation. Dans le contexte de projets MDP, l'attention au besoin de création se portera par exemple sur les possibilités offertes aux collaborateurs du projet ainsi qu'à d'autres parties prenantes de réparer, entretenir, faire évoluer et même, éventuellement, recycler les technologies installées. Ou encore, et cela n'est possible que grâce à la participation, d'être associé à la définition du projet, à sa conception.

Identité

Le besoin d'identité se manifeste par le désir de voir reconnues et respectées sa culture, sa religion, ses traditions et, à titre individuel, de voir sa propre existence valorisée dans les contacts professionnels, sociaux, etc. C'est aussi le besoin d'"être en paix avec soi-même". Il fait donc référence aux "bases sociales de l'estime de soi" qui constituent un des biens premiers identifiés par Rawls dans sa théorie de la justice. Au niveau individuel, le besoin d'identité interagit avec celui de participation, de compréhension, de création et de liberté.

Liberté

Le besoin de liberté ne se limite pas au domaine des droits civiques et politiques. Le terme d'autonomie est peut-être plus adapté à certains contextes comme le contexte professionnel et familial. Dans le cas du MDP, il est fort probable que le besoin de liberté sera principalement envisagé sous l'angle de la dépendance dans laquelle certaines parties prenantes pourraient se trouver à l'égard de promoteurs étrangers, par exemple, du fait des technologies non maîtrisées ou à l'égard de marchés mondiaux, du fait de matières premières importées, etc.

Les parties prenantes institutionnelles

Les projets MDP peuvent toucher les populations de façon non immédiate mais par la médiation d'institutions et d'organisations comme l'Etat, une chambre de commerce, une société d'électricité, etc. Peut-on sans acrobatie conceptuelle leur appliquer la typologie des besoins de Max-Neef ? Des auteurs comme Bossel (Bossel, 1998) et à sa suite, Stagl et O'Hara (2001) ont tenté d'établir une analogie entre les besoins de Max-Neef et ce que Bossel a appelé des "basic orientors", à savoir des besoins de base communs à tous les systèmes autonomes et capables d'auto-organisation, quelle que soit leur nature. Bossel (1998) établit la correspondance suivante entre ses *basic orientors* et les besoins de base de Max-Neef.

Basic orientors (Bossel)	Besoins fondamentaux (Max-Neef)
Existence, subsistance	Subsistance
Efficacité	Compréhension, Loisir
Liberté d'action	Liberté
Sécurité	Protection
Adaptabilité	Création
Coexistence	Participation
Besoins psychologiques	Affection, Identité

Sans entrer dans une discussion des besoins systémiques de Bossel, on se contentera de souligner leur proximité avec les catégories de Max-Neef. Il nous semble donc acceptable d'étendre ces catégories aux institutions, à condition d'en éliminer certaines qui nous paraissent manifestement non pertinentes. Il en va ainsi de l'affection, de la création ou du loisir. En revanche, tout ce que l'on connaît sur les cultures d'entreprise, l'esprit national, etc., nous incite à considérer l'identité comme un besoin fondamental des structures de ce type. On retiendra donc les seules catégories de la subsistance (rentabilité, efficacité, efficience), de la protection (cadres légaux, sécurité juridique, absence de risques excessifs), de la participation (aux décisions les concernant) et de la liberté (autonomie, capacité d'action, indépendance).

Le cas des générations futures : les stocks d'actifs productifs de bien-être

Comme on y a insisté, il importe que les parties prenantes du projet participent à l'évaluation *ex ante* (et si possible, également à la conception même du projet) de façon à pouvoir exprimer leurs besoins et évaluer son impact sur leur niveau futur de satisfaction. Cela n'est évidemment pas possible pour les générations futures. Dans l'esprit de l'approche du développement humain de Sen, ce qui importe à cet égard, c'est la façon dont le projet risque d'affecter leur "capability set". Du point de vue du développement durable, celui-ci peut s'évaluer en termes de stocks d'actifs productifs de bien-être. Un développement peut être considéré comme durable s'il préserve un stock agrégé de capital productif suffisant pour que les générations futures puissent à leur tour produire les biens et services nécessaires à la satisfaction de leurs besoins. L'exigence de développement durable conduit cependant à attirer l'attention sur les différentes formes de capital qui interviennent dans le processus de création

de bien-être. En effet, outre le capital produit (manufacturé), la production économique nécessite également du capital naturel, du capital humain et du capital social, la richesse véritable d'une région ou d'un pays étant constituée de la combinaison de ces quatre grandeurs.

Le capital produit" ou "manufacturé" désigne l'ensemble des artefacts produits par l'activité humaine (routes, usines, machines-outils, réseaux de communication, les centrales électriques, etc.) et mis en oeuvre pour produire les biens et services consommés. Le capital produit est toujours l'incarnation de technologies qui évoluent. Sa productivité dépend de la puissance de cette technologie incorporée.

Le capital naturel désigne l'ensemble des ressources énergétiques et des matières premières présentes sous une forme non-renouvelable ou renouvelable dans la nature ainsi que les processus naturels qui permettent l'accomplissement de fonctions vitales, notamment pour la survie de l'espèce humaine. Bien que de nombreux auteurs incluent dans leur définition du capital naturel à la fois les stocks de ressources et les fonctions vitales (ou services) assurées par les écosystèmes à différents niveaux, il paraît préférable, afin de garder la symétrie avec les autres formes de capital, de considérer ces fonctions comme un flux de services (de "revenu", en quelque sorte) engendré par les stocks qui constituent le capital naturel (soleil, biomasse, sol, couche d'ozone, nappes phréatiques, etc.)

De même que le capital financier, le capital naturel peut diminuer si la somme des prélèvements effectués dans les différents stocks l'emporte sur les investissements réalisés afin de les préserver, avec pour conséquence une perte de revenu, c'est-à-dire une diminution des services assurés par ceux-ci. La distinction entre capital naturel renouvelable et non-renouvelable est à cet égard essentielle. Les stocks de charbon, de pétrole, de gaz naturel, de bauxite, de plutonium etc., sont des ressources non-renouvelables et sont des stocks "morts", c'est-à-dire qu'ils ne s'accroissent pas, ne génèrent pas d'intérêt. Ils ne peuvent donc que se réduire inéluctablement au fur et à mesure des prélèvements que les différentes générations d'êtres humains y opèrent.

En revanche, le capital naturel renouvelable se maintient et se reproduit en permanence, en absorbant l'énergie solaire et en la transformant en biomasse. Remarquons que certains stocks naturels sont aussi des puits, dans la mesure où ils absorbent et transforment les pollutions et rejets de l'activité humaine.

On peut, suivant H.Daly, distinguer une troisième forme de capital naturel qualifié parfois d'hybride ou encore de " capital naturel cultivé ". Il s'agit d'éléments de capital naturel que l'homme n'a pas créés mais qu'il a domestiqués et transformés. Les paysages agraires et forestiers d'une bonne partie de la planète ressortissent à cette forme hybride de capital, ainsi que les espèces animales domestiques. Il s'agit, en quelque sorte, d'une catégorie intermédiaire entre le capital naturel et le capital produit.

Quant au **capital humain**, il désigne principalement les connaissances et savoir-faire accumulés dont sont porteurs, à des degrés divers, les êtres humains du fait de la transmission culturelle sous toutes ses formes, mais particulièrement de l'éducation, et qui entrent en jeu dans toute production économique (connaissances environnementales des membres des cultures autochtones, qualifications techniques des ingénieurs et scientifiques, savoir-faire et tours de main des artisans, etc. Il s'accroît par l'alphabétisation et l'éducation mais diminue avec la disparition de tout être humain porteur d'un savoir unique, non codifié ou non transmis, sans parler de la disparition de cultures entières. Ajoutons qu'outre les connaissances, talents et qualifications de la population, son état nutritionnel et sa santé relèvent également du capital humain.

Les définitions du **capital social** se réfèrent toutes plus ou moins à la nature des relations interpersonnelles, des réseaux sociaux et des formes de coopération entre individus et collectivités au sein d'une société donnée. Un capital social riche favorise le développement économique de plusieurs manières : il facilite la circulation de l'information entre les individus et les groupes, diminue les " coûts de transaction " (coûts liés à l'établissement et au respect de contrats entre les parties prenantes) et réduit les besoins de contrôle étatique du fait de normes sociales acceptées et respectées par la plupart des membres de la société. Les mêmes caractéristiques de confiance et de respect des normes sociales jouent en faveur d'une moindre exploitation de l'environnement, d'une réduction des externalités négatives, d'un meilleur partage de ressources. C'est une question encore largement débattue de savoir si les institutions font partie ou non de ce type de capital ou si elles relèvent d'une autre logique. Il nous semble, quant à nous, justifier de les intégrer dans le capital social. Nous verrons comment plus loin

Comme les différents stocks évoluent sous l'effet de flux d'entrée (investissement, accumulation) et de sortie (obsolescence naturelle, prélèvements, pertes...), cette approche se prête à une traduction en termes d'indicateurs d'état (quantité et qualité des principaux stocks) et de flux (importance relative des flux d'entrée et de sortie), les premiers rendant compte de la situation du moment, les seconds rendant compte du changement et donc de la dynamique. Elle se prête également à une analyse prospective des impacts des projets MDP sur les possibilités de bien-être des générations futures.

4.3.2 Mesure des effets et évaluation d'ensemble

L'évaluation des impacts du projet sur les niveaux de satisfaction des besoins des parties prenantes consiste donc à tenter d'estimer les changements (positifs ou négatifs) que le projet est susceptible d'entraîner sur les capacités des générations futures et les fonctionnements des générations actuelles. Nous avons opté pour une conceptualisation des capacités en termes de stocks de capitaux productifs, étant entendu que ceux-ci, outre le capital naturel et le capital technico-économique comportent des actifs immatériels tels que les compétences et savoirs-faire de la population ainsi que le capital social (institutions, normes et valeurs). Quant aux fonctionnements, nous les avons opérationnalisés au moyen de la typologie des besoins de Max-Neef. La Figure 4 illustre l'approche retenue.

En ce qui concerne les impacts sur le capital naturel, on peut se référer à l'abondante littérature sur les évaluations d'impact environnemental. Ce domaine est déjà suffisamment défriché pour que nous ne dussions pas nous y attarder. L'évaluation en termes de capital humain se confond, en fait, avec l'évaluation en termes de fonctionnement à travers la prise en compte des besoins de compréhension des parties prenantes actuelles. Dès lors que le projet apporte une amélioration au besoin de compréhension des différentes parties prenantes, on peut considérer qu'il y a augmentation du stock de capital humain. Le stock de capital économique ne pose guère de problème non plus puisque, dans la plupart des cas, les projets MDP consistent précisément en investissements productifs, c'est-à-dire en accroissement de capital technico-économique. Reste le problème du capital social. On a déjà fait référence aux nombreux travaux en cours à ce sujet, principalement au sein de la Banque Mondiale. Il n'entre pas dans les objectifs de cette recherche de contribuer à cette littérature. Il nous semble néanmoins que l'analyse des impacts du projet sur la satisfaction des besoins de participation, de liberté, d'affection et, même à certains égards, de protection des parties prenantes contemporaines du projet, constitue implicitement une évaluation d'impact en termes de capital social.

La Figure 5 montre à quoi pourrait ressembler une fiche de saisie des impacts d'un projet MDP sur les fonctionnements des parties prenantes. Elle présente, pour chacune d'entre

elle, les besoins pris en considération et les indicateurs relatifs à ces besoins. Les trois colonnes suivantes comprennent une pondération de l'importance de cet indicateur pour l'évaluation finale, un chiffre exprimant le changement relatif (en pourcentage) de l'indicateur suite au projet (effet attendu) et un score final résultant de la multiplication de cette valeur par la pondération. On devrait ajouter, au bas de la fiche, les générations futures avec les 4 stocks de capitaux mentionnés ci-dessus.

Comme on peut le constater, nous proposons de pondérer les différents indicateurs. On a vu dans la première section les différentes méthodes utilisées pour effectuer ce type de pondération. Ajoutons que la pondération porte sur deux éléments : la partie prenante d'abord, la satisfaction du besoin ensuite. Autrement dit, l'évaluation suppose que l'on établisse une hiérarchie entre les diverses parties prenantes. Il s'agit là d'un problème non pas technique mais éthique ou politique. Seul un débat démocratique ou une théorie complète et opérationnelle de la justice peut fonder une telle hiérarchisation.

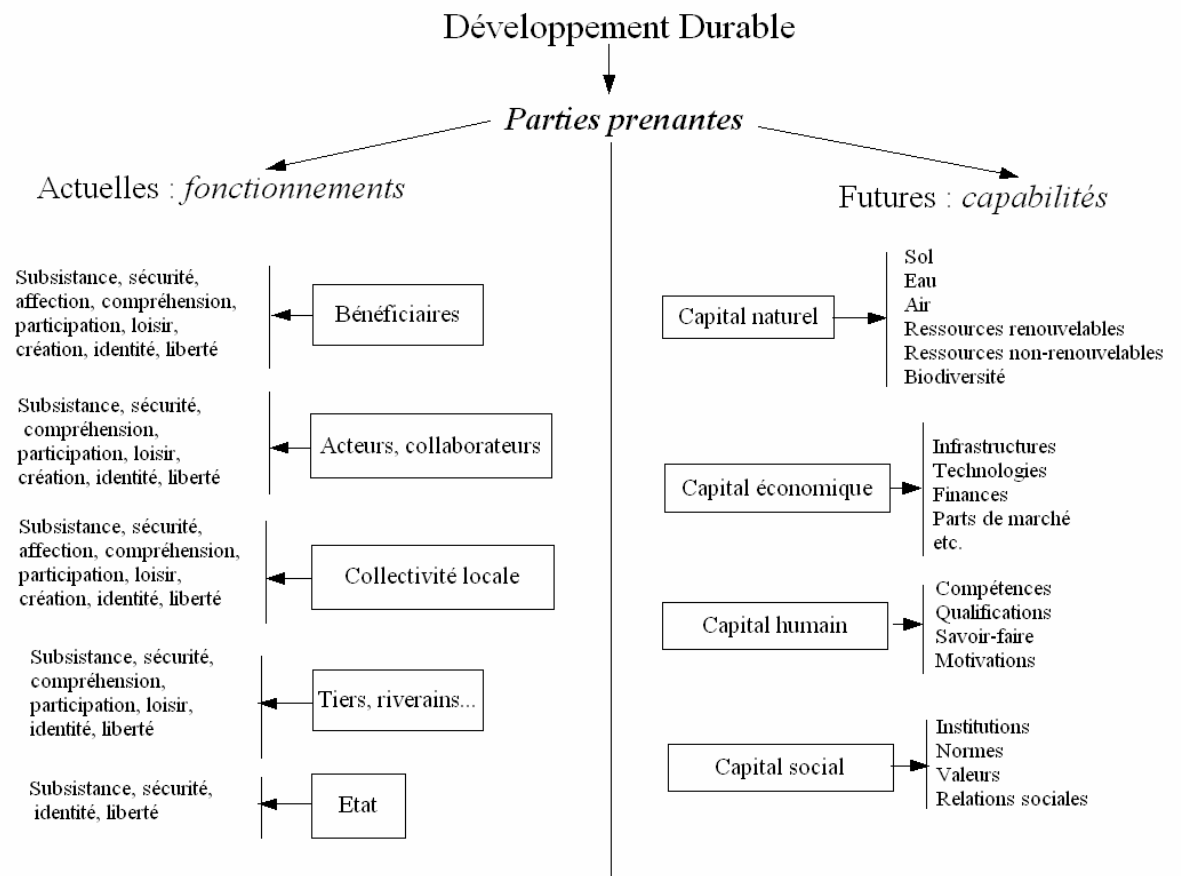


Figure 4 : Décomposition hiérarchique du développement durable en fonctionnements et capacités

Fiche d'évaluation



Partie prenante	Besoin	Indicateur	Niveau de priorité	Δ	Score
Communauté locale	Subsistance	Nombre d'emplois locaux	4	+ 10%	40
		Dont pour femmes			
		Impact sur infrastructures de transport			
		Impact sur services sanitaires			
	Sécurité	Risques (SEVESO)			
		Cible en cas de conflit armé			
		Etc.			
Etc.					
Travailleurs	Subsistance	Niveau des Salaires			
		Moyens de transport			
	Sécurité	Risques professionnels			
		Formation du personnel			
	Créativité	Qualité du travail			
	Participation	Droits syndicaux			
Etc.					
TOTAL					

Figure 5 : fiche d'évaluation

4.4 Conclusion

La contribution réelle des projets MDP au développement durable des pays hôtes est un aspect de la problématique du MDP qui n'a pas, à notre avis, reçu une attention suffisante ni de la part des négociateurs présents dans les différentes CdP successives, ni de la part des scientifiques. Les quelques évaluations existantes souffrent d'un déficit de fondement théorique et de pertinence relativement à la notion même de développement. Les critères mis en avant pour juger de la contribution du projet au développement durable revêtent un caractère *ad hoc* et ne reçoivent pas une justification satisfaisante compte tenu des besoins énormes des pays pauvres. Il nous a semblé que la théorie des capacités et des fonctionnements de Sen constituait le socle le plus cohérent et le plus rigoureux pour fonder une méthodologie d'évaluation de projets. En particulier, la distinction établie entre capacités et fonctionnements nous paraissait recouvrir assez bien la distinction entre les besoins et aspirations des générations actuelles et les possibilités pour les générations futures de satisfaire les leurs, distinction qui se trouve au cœur de la définition fondatrice du développement durable. Cependant, comme le reconnaît d'ailleurs Sen lui-même, cette théorie demande à être opérationnalisée pour pouvoir trouver une application sur le terrain. Nous avons discuté ce qui constitue à l'heure actuelle la tentative la plus aboutie en ce sens dans le contexte de l'évaluation de projet. Il s'agit de celle proposée par S. Alkire (Alkire, 2002). Cependant, la liste des capacités de base proposée par Alkire nous a semblé à la fois moins complète et moins précise que celle proposée par Max-Neef. Nous avons donc opté pour une approche conforme à l'esprit et l'orientation générale d'Alkire mais en adoptant les neuf besoins fondamentaux de Max-Neef comme opérationnalisation des fonctionnements et capacités de base. Autre originalité par rapport à Alkire : une attention plus poussée et plus systématique à

l'ensemble des parties prenantes des projets MDP, en ce compris les tiers, les riverains, et, surtout, les générations futures, totalement absentes de son analyse.

L'approche proposée ici devrait évidemment être testée sur le terrain et en grandeur réelle pour pouvoir juger de sa fécondité et de son applicabilité. En ce qui concerne les techniques proprement dites de pondération, de mesure, etc., l'approche utilisée par Sutter pour l'évaluation en termes de développement durable des projets MDP, nous paraît à l'heure actuelle, la plus systématique et la plus aboutie même si, sur certains points, elle présente davantage les apparences que la réalité de la rigueur scientifique. Cependant, on est en droit de se demander si d'autres méthodes multi-critères ne seraient pas plus appropriées (comme notamment les méthodologies basées sur le surclassement), compte tenu du contexte particulier des pays en développement et de l'hétérogénéité des critères à prendre en considération. La question mériterait une étude plus approfondie que ce qu'il nous est possible d'envisager ici. A première vue, toutefois, il nous semble que des méthodes telles que ELECTRE, PROMETHEE ou encore Qualiflex pourraient s'avérer plus adaptées. Par ailleurs, on aura tout intérêt à s'inspirer des travaux de Martinez-Allier, Munda, etc., à l'université autonome de Barcelone consacrés à une méthode de « Social Multi-Criteria Evaluation ».

En ce qui nous concerne, nous nous sommes abstenus de privilégier une technique plutôt qu'une autre. En effet, il nous a semblé qu'en la matière, l'accent ne doit pas tant être mis sur les questions de méthode que sur les questions, bien plus fondamentales, de définition et d'opérationnalisation du concept de développement durable dans le contexte des projets de développement en général et des projets MDP en particulier. Ces questions sont un préalable à toute utilisation d'une méthode, quelle qu'elle soit, d'aide à la décision.

5 Une analyse économique du marché du carbone¹⁷

Depuis le travail de Ellerman et Decaux (1998), de nombreuses études ont eu pour objectif de déterminer la structure des échanges dans le marché international du carbone naissant et de quantifier le coût de la réduction de gaz à effet de serre supporté par les différents pays qui participent au Protocole de Kyoto.¹⁸ La documentation théorique qui encadre ces analyses est souvent peu développée du point de vue de la description du modèle de simulation et de son fonctionnement. L'objectif recherché dans ce travail est de décrire une méthodologie d'analyse quantitative du marché du carbone et d'appliquer ce cadre théorique au cas particulier de la Belgique.

5.1 Cadre théorique

Pour respecter son engagement, chaque pays a la possibilité de dépolluer chez lui ou de s'adresser au marché pour acheter des permis de polluer. L'objectif pour chaque pays consiste donc à trouver la combinaison réduction domestique – achat de permis qui minimise son coût du respect de Kyoto. La réduction optimale de chaque pays est telle que le coût de la dernière unité dépolluée est égal au prix international du permis (égalisation du coût marginal dans tous les pays). Le prix du permis détermine la réduction optimale de chaque pays, mais le niveau de dépollution des pays influence à son tour le prix du marché en modifiant l'offre et la demande de permis. L'objectif des modèles d'analyse du marché du carbone consiste donc à trouver le comportement optimal de chaque région prenant en compte cette rétroaction.

La méthodologie décrite dans cette partie repose sur différentes hypothèses. Ainsi, il est supposé que :

- la contrainte doit être respectée en 2010 plutôt que sur l'ensemble de la période 2008-2012 ;
- les agents ne tiennent pas compte des périodes futures (l'analyse est statique, centrée sur l'équilibre du marché du carbone en 2010)¹⁹ ;
- tous les pays respectent leurs engagements, sauf lorsque l'inverse est spécifié ;
- tous les pays ont la possibilité d'acheter (et de vendre) des permis d'émission sur un marché parfait, dans la mesure où le scénario envisagé le permet²⁰.

Le coût du respect du protocole pour chaque pays correspond à l'aire en dessous de sa courbe de coût marginal (MAC), bornée par la contrainte, soit pour un pays noté 1 : $\int_0^{Q_1} MAC_1$,

où Q_1 est l'objectif de réduction d'émission du pays 1 et MAC_1 sa courbe de coût marginal.

¹⁷ Ce chapitre reprend les résultats détaillés dans la note du CORE-UCL n°5 « Une analyse économique du marché du carbone » et la note du CORE et de l'IDD n°1 « Le MDP dans le contexte belge : une évaluation macro-économique ».

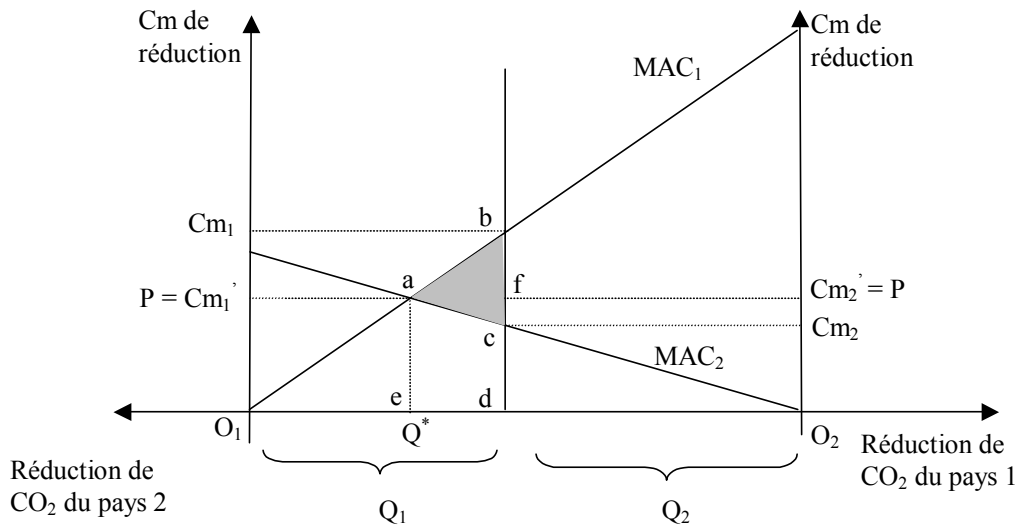
¹⁸ Voir van der Mensbrugge (1998), Zhang (1999), Sijm *et al.* (2000), Manne et Richels (2001), Bernard *et al.* (2002), Blanchard *et al.* (2002), Den Elzen et de Moor (2002), Eyckmans *et al.* (2002), Grutter *et al.* (2002), Jotzo et Michaelowa (2002), Löschel et Zhang (2002).

¹⁹ Les études analysées dans cette note se centrent uniquement sur le dioxyde de carbone issu de la combustion d'énergie fossile.

²⁰ Le permis représente ici les différents titres qui donnent le droit à émettre du CO₂, c'est-à-dire des crédits qui proviennent de projets MDP (URCE), des crédits provenant de projets d'Application Conjointe (ERUs) ou des surplus de « Assigned Amount Unit » (AAU).

La situation où deux pays (1 et 2) participent à un marché de droits d'émission peut être représentée comme sur le Graphique 5. Dans cette figure, l'axe des abscisses de la courbe de coût marginal du pays 2 est inversé (origine = O_2). La direction de la comptabilisation des efforts de réduction est également inversée.

Graphique 5 : marché de droits d'émissions avec deux participants



La distance O_1-O_2 est égale à la somme des objectifs de réduction d'émission des deux pays. Lorsque les pays 1 et 2 peuvent s'échanger des permis dans un marché parfait, il est avantageux pour eux de le faire jusqu'au moment où le coût de la dernière unité dépolluée est égalisé dans les deux pays, le prix des permis (P) étant ainsi déterminé ($Cm_1 = Cm_2 = P$). En effet, partant de l'équilibre domestique, les deux pays peuvent réaliser un gain si le pays qui a le coût marginal de dépollution le plus faible (ici le pays 2) à cet équilibre réduit ses émissions de CO_2 , et revend ce surplus de dépollution au pays 1 à un prix compris entre Cm_1 et Cm_2 . L'équilibre se déplace ainsi au point Q^* auquel correspondent les quantités Q_1^* et Q_2^* de réductions optimales réalisées par les deux pays. En comparant les coûts associés au respect de Kyoto dans les deux scénarii, nous constatons que le commerce de permis permet à chaque pays de réaliser un gain.²¹

Cette situation peut également être représentée comme sur le Graphique 6 où les courbes de coût marginal des deux pays sont additionnées horizontalement afin d'obtenir une courbe de coût marginal représentative de la situation des deux pays ($MAC_{1,2}$). Le prix du permis est égal au coût marginal pour une réduction d'émission égale à l'objectif cumulé.

Un pays qui détient de l'air chaud (ici noté le pays 3) dispose de quotas supérieurs à ses émissions en 2010. Son objectif de Kyoto est donc négatif. De plus, des réductions additionnelles peuvent être réalisées dans ce pays par l'intermédiaire de projets d'Application Conjointe (AC). La relation entre la quantité réduite par projets d'Application Conjointe et le coût de leur mise en oeuvre est représentée par MAC_3 .

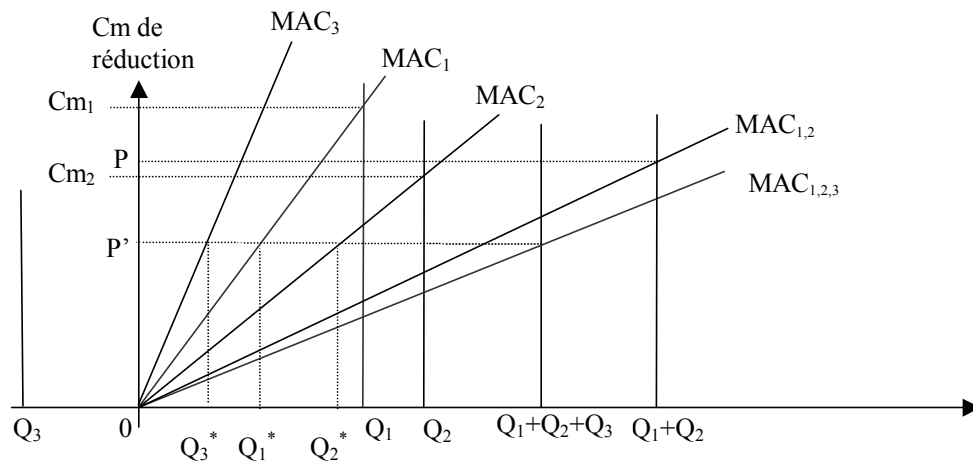
Tout l'air chaud sera vendu sur les marchés puisqu'il est disponible à coût nul. L'équilibre est tel qu'il minimise le coût du respect des engagements des pays 1 et 2, déduction faite de l'air chaud ($Q_1+Q_2+Q_3$). $MAC_{1,2,3}$, l'agrégation des courbes de coût

²¹ Le coût de la réduction diminue de abf pour le pays 1 et de acf pour le pays 2 (caractère win-win de l'échange).

marginal de dépollution individuel, nous permet de déterminer le prix des permis (P) ainsi que les efforts optimaux de chaque pays (Q_1^* , Q_2^* , Q_3^*). Le respect des engagements du protocole représente alors un coût pour le pays i défini par :

$$\int_0^{Q_i^*} MAC_i + (Q_i - Q_i^*) P.$$

Remarquons que le pays 3 vend tout son air chaud (Q_3) et que des projets d'Activité Conjointe y sont entrepris (Q_3^*). Par ailleurs, la participation du pays 3 provoque une diminution du prix du carbone ($P' < P$).



Graphique 6 : marché de droits avec plusieurs participants et l'utilisation d'air chaud

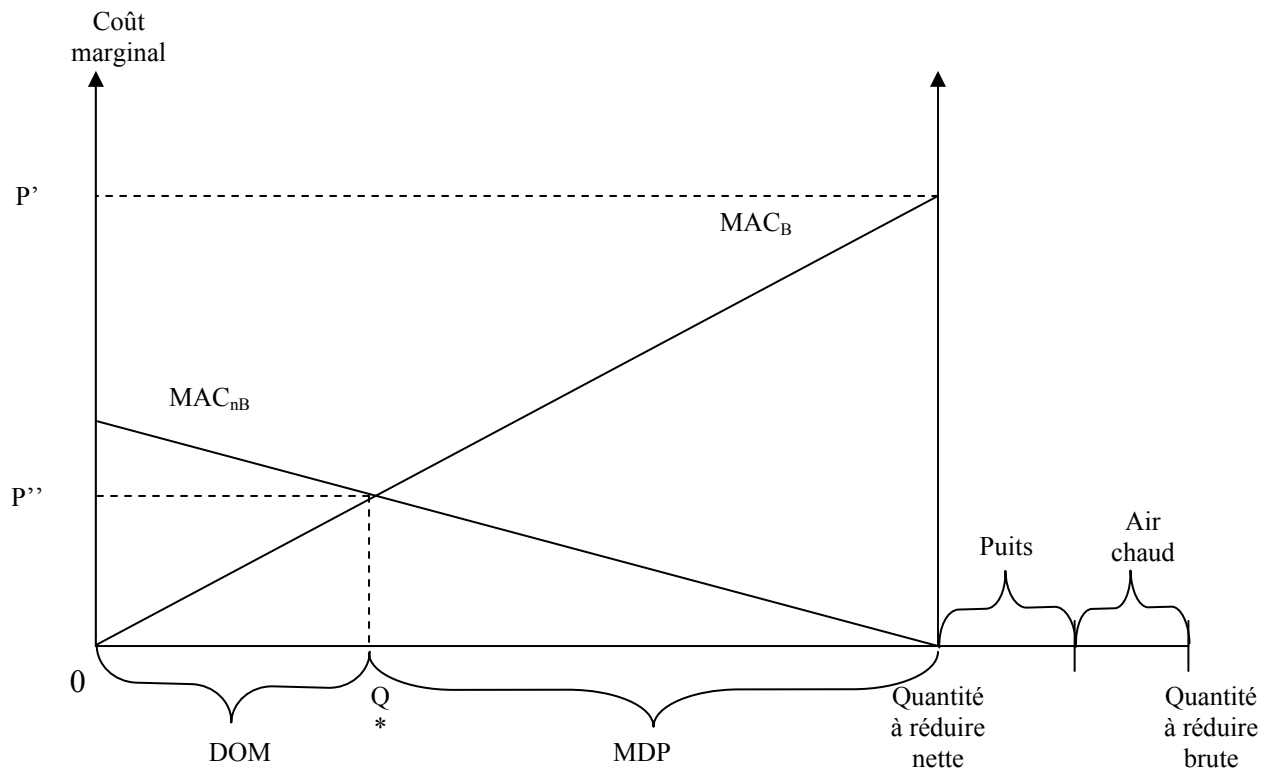
Jusqu'ici nous avons considéré que seuls des pays soumis à un engagement de réduction des émissions (les pays de l'Annexe B) participaient au marché. Les pays non-Annexe B pourraient cependant, par l'intermédiaire du MDP, participer également à ce marché. On suppose alors que les pays non-annexe B reçoivent un quota (fictif) égal à la projection de leurs émissions dans le scénario business-as-usual (BAU).²² Ces pays peuvent par conséquent offrir une quantité de URCE sur les marchés internationaux égale à leur effort de réduction. Deux conditions essentielles du MDP sont ainsi respectées : les pays non-annexe B ne sont pas contraints de réduire leurs émissions de CO₂ durant la première période d'engagement de Kyoto et les URCE ont la même valeur que les permis sur le marché international.

Le Graphique 7 reprend les courbes de coût marginal des pays de l'Annexe B (MAC_B) et non Annexe B (MAC_{nB}). La quantité à réduire « brute » des pays de l'Annexe B en 2010 est égale aux émissions projetées de ces pays diminuées de la quantité qu'ils sont autorisée à émettre. La « quantité à réduire nette » est obtenue par soustraction de la quantité à réduire brute des mesures à coût nul (puits et utilisation de l'air chaud).

Dans cette figure, le prix P' est celui où seuls les pays de l'Annexe B participent au marché de droits d'émission. Si les pays non Annexe B sont introduits dans ce marché, l'équilibre se déplace et la quantité réduite « domestiquement » par les pays de l'Annexe B se

²² Nous suivons ici l'approche de Ellerman et Decaux (1998) et Baron (1999).

réduit au profit du MDP. Le prix du permis chute alors de P' à P'' . Par ailleurs, la distance $O-Q$ correspond à la quantité réduite par des mesures domestiques alors que la distance Q -« quantité à réduire nette » correspond à la quantité de crédits issus de projets MDP utilisée par les pays de l'Annexe B pour atteindre leur objectif de Kyoto.



Graphique 7 : marché de droits d'émissions incluant les pays annexe B et non-annexe B

5.2 Les variables

Le prix du permis sur le marché international du carbone peut donc être déterminé comme montré sur le Graphique 7. Les résultats fournis par ce type de modélisation dépendent cependant de différentes variables dont les principales sont détaillées ci-dessous.

5.2.1 Le taux d'accessibilité

Un modèle fonctionnant en concurrence parfaite suggère que toutes les possibilités de réduction d'émissions rentables sont entreprises. Ceci est toutefois peu réaliste, surtout dans le cas des pays non annexe B (Criqui *et al.*, 2002) il convient donc d'introduire dans les modèles un **facteur d'accessibilité** pour les projets MDP, « traduisant le fait que seulement une fraction des réductions d'émissions totales potentielles au sein des secteurs énergétiques des pays non-Annexe B sont des projets MDP effectivement réalisables. »

Ce facteur d'accessibilité a pour propriété d'accentuer la pente de la courbe de coût marginal des pays non-Annexe B. Ainsi, si ce facteur est fixé à $1/3$, le potentiel de réduction

des émissions à un prix donné sera égal au tiers du potentiel donné par la courbe de coût marginal initiale.

5.2.2 La participation des Etats-Unis

Même si la Russie ratifie le Protocole de Kyoto, condition nécessaire à son entrée en vigueur, l'impact environnemental du Protocole est considérablement réduit sans la participation des Etats-Unis (Eyckmans *et al.* 2002). En effet, la courbe de coût marginal (CCM) d'un ensemble de pays (les pays de l'Annexe B) est construite par addition horizontale des CCM des pays de ce groupe. Si un pays (les USA) se retire de ce groupe, le potentiel de réduction des émissions de ce pays disparaît et la courbe de coût marginal du groupe est modifiée (rendue plus pentue) Cet effet tend à augmenter le prix d'équilibre de la tonne de CO_{2eq}.

Par ailleurs, dans le cas du retrait d'un pays de l'Annexe B, la quantité à réduire totale est également diminuée puisque le pays qui s'exclut du protocole n'a alors plus d'engagement de réduction des émissions. Cet effet a pour conséquence de faire baisser le prix d'équilibre, sauf si le pays exclu possède une quantité d'air chaud importante. Dans le cas du retrait des USA, ce deuxième effet l'emporte sur le premier (les USA auraient été plus acheteurs que vendeurs de permis) et les prévisions du prix de la tonne de CO_{2eq} à l'équilibre ont été revues à la baisse.

5.2.3 Les coûts de transaction

Il existe des coûts de transaction différenciés pour tous types de crédits échangés sur le marché international, reflétant le cadre institutionnel spécifique de chaque mécanisme. Les coûts de transaction associés aux projets MDP traduisent l'existence de coûts spécifiques au mécanisme tels que les coûts administratifs, de contrôle et de certification des unités. Supposons, comme le font Jotzo et Michaelowa (2002), que ceux-ci augmentent les coûts de réduction d'une tonne de CO₂ de 0,75€ pour tout niveau de réduction considéré. Cela induit un déplacement vers le haut des courbes de coût marginal de dépollution de ce coût fixe additionnel. Si les coûts de transaction affectent les différents pays non annexe B de la même manière, il est possible d'étudier l'effet de cette variante au niveau agrégé en modifiant directement MAC_{NB}.

5.2.4 Offre limitée d'air chaud

Le prix d'équilibre de la première période d'engagement estimé aujourd'hui est si bas que le gain de la vente est relativement faible. Dans ces conditions, il est fort probable que les anciens pays de l'Union soviétique décident de conserver une partie de leur air chaud, soit pour réaliser leurs engagements futurs, soit pour les vendre à un prix plus élevé lors de la deuxième période d'engagement. De plus, toujours dans le cas (probable) où l'air chaud domine les autres moyens de réduction, la Russie pourrait profiter de sa position dominante pour augmenter ses gains en limitant son offre afin de faire grimper le prix de la tonne de CO_{2eq}.

Plusieurs auteurs se sont penchés sur la question et ont cherché la valeur optimale d'air chaud vendu (notamment Löschel et Zhang, 2002). Ces études montrent qu'il est avantageux pour les pays de l'ex-Union soviétique de « brûler » une partie de leur droits d'émission. Si l'on intégrait la possibilité que ces pays puissent épargner leurs permis pour en faire usage lors

de la période post-Kyoto, les résultats montreraient sans aucun doute que la quantité d'air chaud non vendue lors de la première période d'engagement du Protocole serait plus importante encore.

5.3 L'application au cas de la Belgique

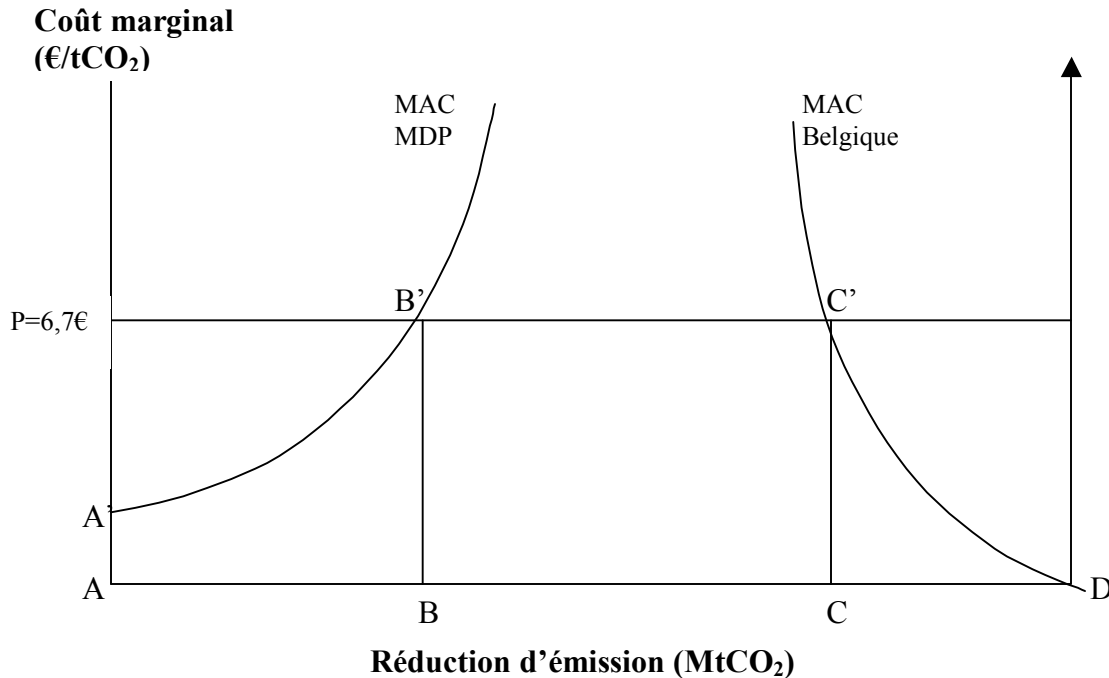
5.3.1 Principe général

L'objectif de cette section est d'évaluer le potentiel macro-économique du MDP pour la Belgique durant la première période d'engagement. Ainsi, nous tenterons d'apporter une réponse quant à la part optimale (d'un point de vue macro-économique) du MDP dans l'effort de Kyoto belge et la réduction du coût macroéconomique dont la Belgique pourrait bénéficier en ayant recours à ce mécanisme. Par la suite, nous analyserons les gains générés par une collaboration étroite entre la Belgique et l'Afrique, puis entre la Belgique et le Sénégal.

Ci-dessus, nous avons montré comment, à partir des courbes de coût marginal de réduction des émissions des pays Annexe B et non-Annexe B, il était possible de déterminer la quantité de MDP réalisée au niveau mondial et le prix du permis sur le marché international du carbone (Graphique 7). L'approche appliquée au cas particulier de la Belgique est similaire. Cependant, pour remplir son objectif, on estime que la Belgique pourra avoir recours, en plus de la réduction domestique et du MDP, au marché de droits d'émissions. Le prix de la tonne de CO_{2eq} sur le marché international n'est pas influencé par la politique de la Belgique, étant donné sa petite taille.

Les émissions comptabilisées en abscisse représentent désormais les émissions excédentaires de la Belgique par rapport à son objectif spécifié dans le Protocole de Kyoto et la courbe domestique de référence est la courbe de coût marginal de la Belgique. Toute réduction dont le coût est inférieur ou égal au prix du marché est entreprise. La quantité réduite « domestiquement » est déterminée par la distance C-D sur le Graphique 8. Pour évaluer comment le solde est réalisé entre achat de permis et investissement en MDP, nous utilisons un paramètre (α) qui décrit la part de marché de la Belgique dans l'ensemble des projets MDP réalisés à l'échelle mondiale. Ce paramètre est utilisé pour pondérer la courbe de coût marginal de l'ensemble des pays en voie de développement, afin d'obtenir une courbe d'offre de projets MDP adressés à la Belgique. La Belgique, cherchant à minimiser ses coûts, réalise tous les projets MDP qui lui sont accessibles dont le coût de dépollution unitaire est inférieur au prix du marché.

Le Graphique 8 montre, pour un prix du permis d'émission de 6,7 €, la part optimale prise par chacun des mécanismes. Ainsi, l'optimum macro-économique correspond à une part AB réalisée en MDP, BC en achat de permis et CD en mesures domestiques. La distance AD correspond à la quantité à réduire par la Belgique en 2010 par rapport à un scénario BAU déduction faite des mesures à coût nul (le recours aux puits de carbone). Par ailleurs, la surface comprise entre les points AA'B'C'D représente le coût total du respect du protocole de Kyoto par la Belgique.



Graphique 8 : l'effort de Kyoto en Belgique

Les résultats fournis par ce graphique dépendent bien entendu de différents paramètres et hypothèses, ainsi, outre le choix des courbes de coût marginal qui peut être sujet à discussion, les résultats sont influencés par :

- le sort que la Belgique réservera aux puits qui diminue la quantité à réduire (et donc la longueur de l'axe des abscisses) ;
- la part de marché de la Belgique dans le MDP (paramètre α) qui influence la courbe de coût marginal du MDP dans le contexte belge ;
- le taux d'accessibilité, la mise en œuvre précoce (*early crediting*²³) et les coûts de transaction qui influencent la forme de la courbe de coût marginal du MDP.

Ces trois derniers paramètres (taux d'accessibilité, *early crediting* et coûts de transaction) sont particuliers en ce sens qu'ils influencent la courbe de coût marginal du MDP en général et pas seulement dans le contexte belge (au contraire du paramètre α). Or, le prix du permis sur le marché international dépend du potentiel de réduction d'émission dans les pays en développement. Il sera donc également fonction de la valeur de ces paramètres. Une variation de l'un d'eux aura donc deux effets sur le coût du protocole et la répartition des mécanismes pour la Belgique : via une modification de la courbe de coût marginal du MDP et via une modification du prix du permis.

²³ la mise en œuvre précoce ou « *early crediting* » fait référence au fait que les projets MDP peuvent commencer à générer des crédits avant 2008 (à partir de 2001). Le potentiel associé en est donc augmenté par rapport aux autres mécanismes qui ne produisent des résultats que lors de la période d'engagement.

5.3.2 CDM-MAT : un outil d'évaluation macro-économique du MDP dans le contexte belge²⁴

Dans le cadre de cette analyse, un outil informatique permettant de systématiser l'analyse du MDP dans le contexte belge a été développé. La structure de cet outil, appelé CDM-MAT (CDM-Macro-economic Assessment Tool), est montrée dans la Figure 6. Il est composé de deux modules principaux. Le premier calcule le prix de la tonne de CO₂ sur le marché international du carbone à partir des courbes de coût marginal de réduction des émissions des pays non-Annexe I et des pays Annexe I et en fonction de l'utilisation de mesures à coût nul (puits et air chaud) ainsi que des paramètres « early crediting », taux d'accessibilité et coûts de transaction.

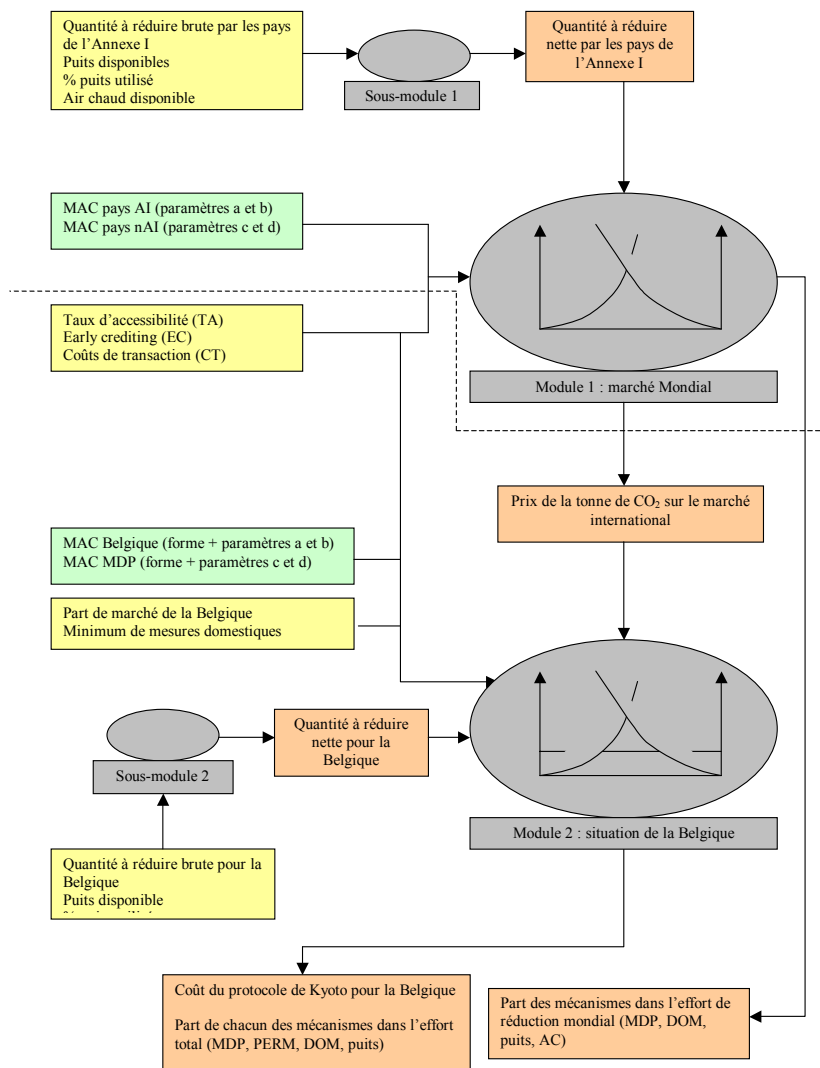


Figure 6 : structure du modèle CDM-MAT

²⁴ Ce modèle est décrit en détail dans la note de l'IDD n°22 en annexe « CDM Macro-economic Assessment Tool /V1.1. Description et procédures d'utilisation ». Cet outil a été développé sous Excel et est téléchargeable gratuitement à partir du site de l'IDD : www.iddweb.be

En se basant sur les courbes de coût marginal de la Belgique et des pays en développement ainsi que sur le prix de la tonne de CO_{2eq} déterminé par le module 1 (ou entré de manière exogène), le module 2 calcule la répartition optimale des mécanismes de réduction des émissions (MDP, réduction domestique, achat de permis) ainsi que le coût du protocole de Kyoto pour la Belgique.

5.3.3 Les résultats

Le potentiel du MDP pour la Belgique

L'utilisation de l'outil décrit ci-dessus suppose la connaissance des courbes de coût marginal de réduction des émissions en 2010 de la Belgique, des pays de l'Annexe B et des pays non-Annexe B. Dans le cadre de ce travail, nous utilisons les courbes de coût marginal issues de simulations du modèle d'équilibre général GEM-E3 (Eyckmans et al., 2001).

Les valeurs des paramètres utilisées pour la simulation sont reprises dans le Tableau 4. Ces valeurs sont en général considérées dans la littérature comme les plus probables (en ce qui concerne le taux d'accessibilité et les coût de transaction) ou ont été calculées par nos soins (air chaud optimal mis sur le marché, *early crediting*). La valeur du paramètre α est basée sur l'hypothèse que la part de marché du MDP prise par la Belgique dépend de la part que représente l'effort de la Belgique dans l'effort global des pays de l'Annexe I.

Paramètres				
early crediting	Coût de transaction (€/tCO ₂)	Taux d'accessibilité (%)	% Air chaud utilisé	Paramètre α (%)
1,8	0,75	33,33%	74,5%	1,3%
Résultats				
Prix du permis (€/tCO ₂)	Part du MDP dans l'effort mondial (%)	Part de l'effort domestique dans l'effort belge (%)	Part du MDP dans l'effort belge (%)	Coût du protocole de Kyoto pour la Belgique (M€)
6,9	21%	9,6%	21,5%	144

Tableau 4 : Paramètres et résultats de la simulation principale du modèle CDM-MAT

Notons que ces résultats sont obtenus en faisant l'hypothèse que le potentiel maximal des puits de carbone défini dans les accords de Marrakech est exploité en totalité dans tous les pays Annexe I, y compris en Belgique. Ainsi, la Belgique réalise domestiquement 9,6% de sa quantité à réduire, soit 2,5 MtCO₂ par l'utilisation de son potentiel puits (1,3 MtCO₂) et le reste par des mesures de réduction des émissions à proprement parler.

Ces résultats sont bien entendu sensibles aux valeurs des paramètres. Le Tableau 5 montre l'évolution des résultats (part du MDP, coût du protocole pour la Belgique et prix de la tonne de CO₂) lorsque les valeurs des paramètres sont diminuées ou augmentées de 50% par rapport aux valeurs définies précédemment.

	Scénario <i>central</i>	$\Delta+50\%$ sur α ($\alpha' = 1.95\%$)	$\Delta+50\%$ sur CT (CT' = 1,125€)	$\Delta+50\%$ sur TA (TA' = 50%)	$\Delta-50\%$ sur AC (AC' = 357)
Part MDP (MtCO ₂)	5,6	8,5 (+50,0%)	5,5 (-1,8%)	7,0 (+23,2%)	7,6 (+35,7%)
Coût total (M€ ₉₅)	144	134 (-6,9%)	149 (+3,5%)	107 (-25,7%)	205 (+42,4%)
Prix du carbone (€/tCO ₂)	6,9	6,9 (0%)	7,0 (+1,5%)	5,2 (-24,6%)	10,6 (+53,6%)

Tableau 5 : sensibilité des résultats aux paramètres de la simulation

A la lecture de ce tableau, il apparaît que les paramètres « air chaud » et taux d'accessibilité sont ceux qui ont le plus d'influence sur les résultats. En effet, comme mentionné plus haut, une variation de ces paramètres conduit à un double effet : effet sur la courbe de coût marginal du MDP pour la Belgique mais également effet sur le prix de la tonne de CO_{2eq}. Par contre, la Belgique n'a que peu d'influence sur ces variables. En effet, la quantité d'air chaud délivrée par la Russie dépend exclusivement de la politique de ce pays tandis que le taux d'accessibilité est purement technique. Par contre, la part de marché que prendra la Belgique dans le MDP dépend directement d'une politique pro-active ou non dans le domaine. Une augmentation de 50% de la valeur de ce paramètre augmente de 50% la quantité de projets MDP rentables réalisée par la Belgique. Le coût total de la mise en application des objectifs du protocole est réduit de 10 millions € par an, soit de 6,9%, par rapport au coût qui prévaut dans la simulation centrale.

Que retenir de ces résultats ? Tout d'abord, on peut s'étonner de la faible proportion de la réduction domestique dans l'effort de Kyoto belge. Rappelons toutefois que nous avons calculé un optimum économique duquel la Belgique peut décider de s'écarter en s'imposant une réduction domestique minimale. Par ailleurs, cette quantité dépend uniquement du prix du permis mais aussi de la courbe de coût marginal de la Belgique, courbe dont la crédibilité est contestée par différents acteurs de la politique climatique belge (non prise en compte du potentiel à coût négatif, hypothèses de base trop réductrices, etc.). Cela dit, le modèle GEM-E3 est le seul à avoir été utilisé pour calculer des courbes de coût marginal de réduction des émissions de GES pour l'ensemble des pays Annexe B et non-Annexe B.

Ensuite, nous avons pu remarquer que le potentiel du MDP n'est pas négligeable. La réduction d'émission par ce mécanisme pourrait dépasser la réduction domestique. Cela dit, ce potentiel dépend largement de la pro-activité de la Belgique dans le domaine (paramètre α). Dans tous les cas, le MDP se substitue à un achat de permis. L'économie qui résulte du recours à ce mécanisme dépend donc en grande partie du prix du permis sur le marché international. Même en première période, où le prix du permis est souvent qualifié de très bas, l'économie réalisée est substantielle. L'absence de la Belgique sur le marché du MDP risquerait donc d'être encore plus préjudiciable en seconde période d'engagement où le prix du permis d'émission pourrait être plus élevé.

Évaluation du potentiel africain pour la Belgique

Le modèle GEM-E3 ne permet pas de calculer le potentiel de réduction dans un pays africain car les données n'existent pas à ce niveau de désagrégation.

Plusieurs organismes ont tenté d'évaluer le potentiel de réduction des émissions dans différents pays en développement. Malheureusement, la plupart se sont concentrés sur les pays d'Asie ou d'Amérique Latine au détriment de l'Afrique sub-saharienne. Néanmoins, une étude de l'UNEP (Halsnaes, 1994) et la *National Strategy Study* de la Banque Mondiale (NSS, 2002)

fournissent des estimations de potentiel de réduction d'émissions respectivement pour le Sénégal et l'Afrique du Sud.

Ces deux études suivent une approche *bottom-up* : les mesures de réduction d'émissions sont identifiées individuellement et associées à un coût par tonne de CO₂ économisée. Ces mesures sont ensuite classées par ordre croissant de coût afin de construire une courbe de coût marginal de dépollution « en paliers », chaque palier correspondant à une mesure de réduction d'émission. La largeur du palier correspond au potentiel technique de réduction d'émissions de la mesure concernée, sa hauteur correspond au coût de la tonne de CO₂ économisée. Les courbes de coût marginal de dépollution sont obtenues en éliminant les mesures non éligibles pour le MDP (les mesures non additionnelles, les activités nucléaires ou agricoles, etc.). Ces courbes sont présentées à la figure 4. Introduites dans notre modèle, ces courbes sont ajustées en fonction de nos hypothèses sur les coûts de transaction associées aux projets MDP (0,75 €/tCO₂) et sur l'accessibilité de ces projets (limitée à 1/3).

La courbe de coût marginal de réduction des émissions du Sénégal présente des faiblesses méthodologiques évidentes. Tout d'abord, les données de l'UNEP sont relativement anciennes (elles datent de 1990) semblent lacunaires (elles ne prennent par exemple pas en compte l'électrification rurale, ni l'efficacité énergétique dans le secteur industriel). En outre, le potentiel de réduction est évalué pour 2020 ; nous avons donc été amenés à émettre différentes hypothèses pour en déduire une courbe de coût marginal de réduction valable en 2010. Enfin, dans notre analyse, ces courbes de coût marginal « en paliers » sont rendues continues par approximation linéaire.

Ces deux courbes de coût marginal de réduction d'émissions ont été utilisées dans notre modèle afin d'évaluer, sous les hypothèses décrites ci-dessus, le volume des projets MDP réalisés au Sénégal et en Afrique du Sud. Dans le tableau 9, nous comparons les résultats obtenus à l'aide des courbes de coût marginal de réduction provenant respectivement des études nationales et de GEM-E3.

	GEM-E3	NSS (2002) / Halsnaes (1994)
Afrique du Sud	9,95	56
Sénégal	0,13	7

Tableau 6 : MDP réalisé en Afrique du Sud et au Sénégal par la Belgique selon différentes données sources

Manifestement, il n'y a pas de compatibilité entre les résultats présentés dans notre analyse et ceux issus des études nationales utilisées. Pour un prix de la tonne de CO₂ de 7,3 €, il serait possible d'entreprendre 5,6 fois plus de réductions de CO₂ en Afrique du Sud selon la courbe de coût marginal provenant de l'étude de la NSS, par rapport à celle de GEM-E3. Pour ce qui est du Sénégal, la différence est encore plus marquée (7 Kt contre 0,13 Kt). Autrement dit, ces études suggèrent que la courbe de coût marginal fournie pour l'Afrique par GEM-E3 est beaucoup trop verticale.

Tendance actuelle du marché

Capoor and Lecocq (2003) ont mené une étude ayant pour objectif de décrire l'état et la tendance du marché émergent du carbone. Il en ressort que les pays les plus pauvres d'Asie et l'Afrique sont loin derrière les autres sur le marché du MDP. Seulement 4,7% des transactions de carbone échangées en 2002-2003 provenaient d'Afrique. Les auteurs notent en outre que la Chine ne s'est engagée jusqu'à présent que pour un projet, alors qu'il est probable qu'elle

devienne un acteur principal dans les années à venir. A titre de comparaison, soulignons que notre modèle évalue à 1% la part du MDP mondial réalisé en Afrique (2,5 MtCO₂ / 252 MtCO₂). La tendance actuelle du marché nous laisserait croire effectivement que le résultat que l'on obtient sur base des données GEM-E3 est sous-estimé, mais pas d'un ordre de grandeur si important que celui suggéré par l'étude de l'UNEP sur le Sénégal. Pour expliquer le retard des pays les moins avancés dans le MDP, les auteurs soulignent que le climat politique et institutionnel en Afrique est peu propice aux investissements. Cet argument est souvent mis en avant pour expliquer le faible investissement direct étranger en Afrique.

6 Les « low hanging fruits »²⁵

Une des raisons pour lesquelles les pays en développement sont parfois réticents à participer au MDP est que les projets MDP utiliseront une grande partie du potentiel de réduction d'émission à faible coût, ne leur laissant que les options de réduction d'émission à coût élevé pour les futures périodes d'engagement. Ainsi, un pays qui a accueilli des projets MDP lors de la première période d'engagement verrait son coût de réduction des émissions lors d'une période suivante augmenter par rapport à une non-participation au MDP en première période.

Cette question, connue en anglais sous le nom de « Low hanging fruits », ou LHF a été fréquemment évoquée dans les forums de la CCNUCC mais a été peu analysée d'un point de vue formel. A notre connaissance, seuls Rose et al. (1999), Narain and van't Veld (2001) et Akita (2003) fournissent des analyses formelles de ce problème.

Sur base de ces analyses, le travail entrepris a consisté à modéliser le comportement d'un pays en développement sur deux périodes d'engagement : dans la première période, le pays peut participer au MDP mais n'est pas lié à un engagement de réduction d'émission alors qu'il contracte un engagement en seconde période.

6.1 Modélisation du comportement du pays hôte

Pour modéliser le comportement du pays hôte de projets MDP, quatre caractéristiques principales de ce mécanisme ont été prises en compte :

1. le MDP implique des investissements dont la durée de vie est souvent supérieure à une période d'engagement. On considère donc que toutes les réductions d'émission de la première période produisent une quantité égale de crédits d'émission dans les deux périodes ;
2. la fongibilité des crédits : les crédits issus du MDP (URCE) sont équivalents (et donc échangeables) à des crédits issus du marché de droits d'émissions et de projets d'AC. Par ailleurs, le pays hôte n'a pas une taille suffisante pour influencer lui-même le prix du crédit ;
3. puisque l'engagement de la seconde période n'a pas été négocié avant le début de la première période, il existe une crainte de voir les réductions d'émission de la première période être soustraites (au moins partiellement) de la quantité attribuée pour la seconde période ;
4. les projets MDP peuvent être financés par des acteurs de pays de l'Annexe I (MDP bi ou multilatéral) ou être financés par les pays hôtes (MDP unilatéral) – les crédits étant alors revendus à des pays Annexe I. Dans ce travail, on opte pour le deuxième cas de figure qui implique que le surplus du vendeur va au pays hôte alors que le surplus de l'acheteur va au pays industrialisé.

La modélisation est réalisée comme suit.

La quantité attribuée au pays en développement pour la seconde période d'engagement s'écrit :

²⁵ Pour plus d'informations sur ce point, voir la note du CORE-UCL n°2 en annexe : « Developing countries, the clean development mechanism and the low hanging fruits issue »

$$\bar{E}_2 = \tilde{E}_2 - \alpha \cdot (E^{REF} - E_1)$$

où :

\tilde{E}_2 = niveau de référence du pays hôte lors de la 2ème période

E^{REF} = niveau de référence du pays hôte sans réduction d'émission en 1ère et 2ème période (constant)

E_1 = émissions en première période (compte tenu des projets MDP)

Le paramètre α est exogène et est compris entre 0 et 1. Il permet de tenir compte de la troisième caractéristique décrite ci-dessus. Le problème d'avoir une quantité attribuée plus faible en seconde période suite aux efforts de réduction d'émission de la première période n'existe pas quand $\alpha=0$. Par contre, quand $\alpha = 1$, toutes les réductions d'émissions de la première période sont déduites de la QA en deuxième période. Cet effet est appelé effet de dotation.

Le coût de la réduction d'émission est donné par l'intégrale de la courbe de coût marginal de réduction d'émission du pays hôte $\gamma(E)$ entre le niveau des émissions atteint et le niveau de référence.

$$C(E) = \int_E^{E^{REF}} \gamma(x) \cdot dx$$

Puisqu'on a fait l'hypothèse que le pays hôte supporte les coûts et bénéfices de la vente des crédits et permis, le problème du pays hôte sera de minimiser la fonction suivante :

$$C(E_1) + p_1 \cdot (E_1 - E^{REF}) + \frac{1}{1+\theta} \cdot [C(E_2) + p_2 \cdot (E_2 - \bar{E}_2)]$$

avec :

$$0 \leq E_2 \leq E_1^* \quad \text{et} \quad 0 \leq E_1 \leq E^{REF}$$

où θ = taux d'escompte et $p_{i=1,2}$ = prix du permis en période 1 et 2

En première période, le pays minimise ses coûts de réduction d'émission et le coût de l'achat de crédits (qui est négatif dans ce cas puisqu'il vend des crédits). En seconde période, le pays minimise ses coûts de réduction d'émission escomptés et ses coûts d'achat de permis (qui ne sont pas nécessairement négatifs et qui dépendent, entre autres, de la quantité attribuée).

La solution de cette équation est caractérisée par l'existence de 3 régimes qui dépendent de l'importance du prix du permis en première période par rapport au prix du permis en seconde période, du taux d'escompte et du paramètre α .

- *Regime A* : $0 \leq p_1 \leq p_2 \frac{\alpha}{1+\theta}$, $E_2^* < E_1^* = E^{REF}$

$$\gamma(E_1^*) = \gamma(E^{REF}) = 0$$

$$\gamma(E_2^*) = p_2$$

- *Regime B* : $p_2 \frac{\alpha}{1+\theta} < p_1 < p_2 \left[1 + \frac{\alpha}{1+\theta}\right]$, $E_2^* < E_1^* < E^{REF}$

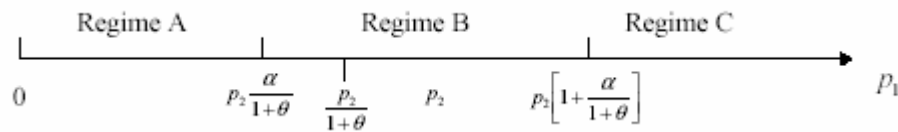
$$\gamma(E_1^*) = p_1 - p_2 \frac{\alpha}{1+\theta}$$

$$\gamma(E_2^*) = p_2$$

- *Regime C* : $p_1 \geq p_2 \left[1 + \frac{\alpha}{1+\theta}\right]$, $E_2^* = E_1^* < E^{REF}$

$$\gamma(E_1^*) = p_1 \frac{1+\theta}{2+\theta} + p_2 \frac{[1-\alpha]}{2+\theta} = \gamma(E_2^*)$$

Graphiquement, on peut représenter ces trois régimes comme suit :



Le régime A est caractérisé par un prix du permis en période 1 bas. Dans ce cas, aucune réduction d'émission n'est entreprise en première période et le coût marginal de la réduction d'émission effectuée en période 2 est égal au prix du permis pour cette période.

Dans le régime B, le pays entreprend des réductions d'émission en première période et entreprendra des réductions d'émission additionnelles en seconde période. Dans cette 2^{ème} période, le pays est incité à réduire les émissions tant que son coût marginal de réduction est inférieur au prix du permis. Par contre, le comportement optimal en première période consiste à choisir un niveau d'émission tel que le coût de la réduction d'émission est inférieur au prix du permis. En effet, la réduction d'une unité en première période mène à une diminution de vente de permis en seconde période.

Dans le régime C, des réductions d'émission sont entreprises en première période mais aucune réduction d'émission additionnelle n'est entreprise en seconde période. Dans ce régime, la contrainte d'irréversibilité $0 \leq E_2 \leq E_1^*$ est liante.

Si $\alpha = 0$, le régime A disparaît, le régime B correspond à $p_1 < p_2$ et le régime C à $p_1 > p_2$. Dans le régime B, le pays hôte réduit ses émissions dans chaque période jusqu'à l'égalisation des coûts marginaux et du prix du permis. Dans le régime C, la moyenne des coûts marginaux de réduction d'émission escomptés est égale à la moyenne des prix de permis escomptés.

6.2 Le problème des LHF

Si le pays hôte se comporte de manière rationnelle et a des anticipations parfaites, le problème des LHF ne se pose pas. Pour analyser ce problème, on doit comparer les conséquences d'un comportement rationnel avec celles d'un comportement « myope » vis-à-vis des projets MDP. Un tel comportement myope peut avoir lieu suite à différentes circonstances politiques et institutionnelles (voir Narain et van't Veld, 2001).

Estimant que le surplus du vendeur et de l'acheteur vont au pays de l'Annexe I, Narain et van't Veld montrent que les pays en développement ne devraient accepter aucun projet MDP en première période. En effet, les pays en développement perdraient alors leurs mesures de réduction d'émission à faible coût et auraient à utiliser des mesures à coût plus élevé ou à acheter des permis pour remplir leurs futurs engagements.

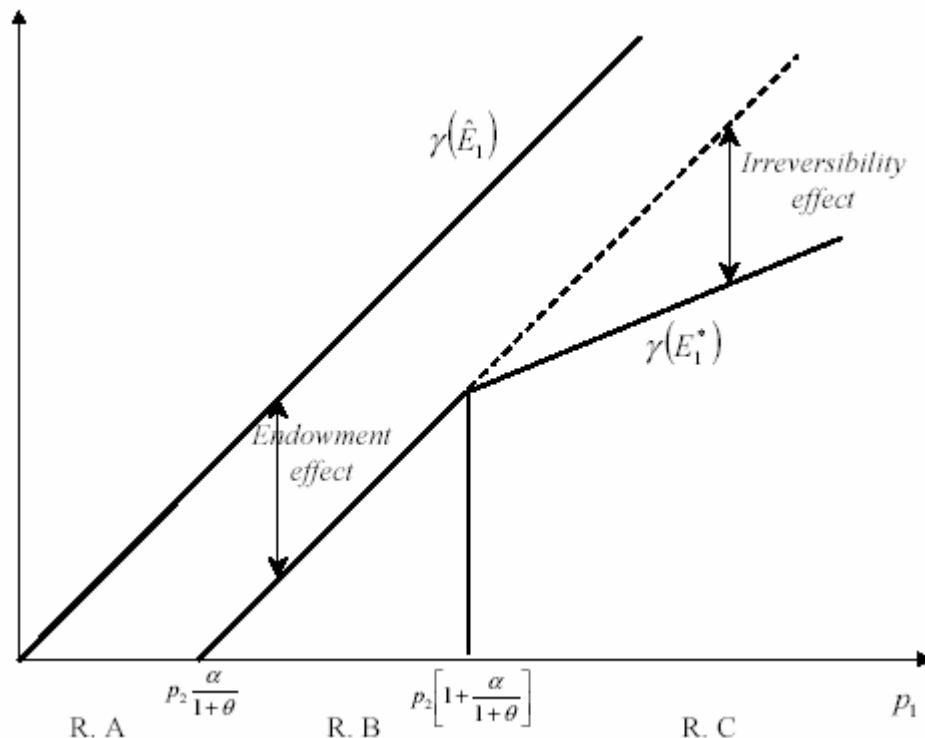
Précisons que, bien que nous ayons choisi une hypothèse alternative, notre modèle peut être modifié afin d'introduire l'hypothèse de Narain et van't Veld. En procédant de la sorte, nous obtenons les mêmes résultats que ces auteurs. Cependant, nous croyons qu'il est intéressant de traiter de cette hypothèse alternative – c'est-à-dire que le surplus du vendeur va au pays non Annexe I – étant donné les développements du marché international de droits d'émissions.

Le pays en développement myope devra résoudre le problème suivant :

$$\min_{0 \leq E_1} C(E_1) + p_1 [E_1 - E_1^{REF}]$$

En effet, sa myopie implique qu'il ne prend pas en compte dans ses calculs, les coûts et bénéfices escomptés en seconde période. Ainsi, le coût marginal de la réduction d'émission en première période est égal au prix du permis lors de cette même période. Donc, $\gamma(\tilde{E}_1) = p_1$

Le Graphique 9 montre la forme du coût marginal de réduction pour un comportement rationnel $\gamma(E_1^*)$ et myope $\gamma(\tilde{E}_1)$. Dans des conditions générales, le problème des LHF peut survenir dans tous les régimes. Le pays non Annexe I tend à accepter trop de projets MDP en première période.



Graphique 9 : LHF : effet de dotation et effet d'irréversibilité

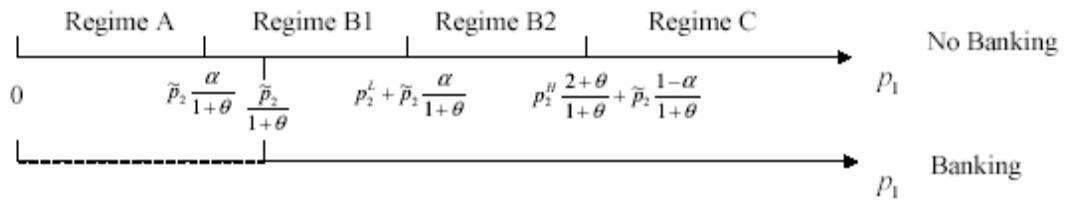
L'importance de ce problème, qui est mesurée par la différence $\gamma(\tilde{E}_1) - \gamma(E_1^*)$ dépend de l'effet de dotation et de l'effet d'irréversibilité. Le problème des LHF augmente avec p_1 dans

le régime A, puis est constant dans le régime B et augmente de nouveau dans le régime C. Cette dernière augmentation est due à la contrainte d'irréversibilité.

Quand $\alpha=0$, le régime A disparaît et la limite entre les régimes B et C devient p_2 . Le problème des LHF est maintenant seulement présent dans le régime C, c'est-à-dire pour $p_1 > p_2$. **Par conséquent, les pays en développement ne devraient pas accepter de projets MDP sauf si $\alpha=0$ et $p_1 \leq p_2$.**

6.3 La mise en réserve

La mise en réserve de permis d'émission est permise par l'article 3.13 du protocole de Kyoto. La littérature sur la mise en réserve est fort développée (voir par exemple Yates et Cronshaw, 2001). Selon cette littérature, le prix du permis lors de la première période d'engagement ne peut descendre en dessous du prix escompté de la seconde période : $\frac{1}{1+\theta} \cdot p_2 \leq p_1$. Comme $0 \leq \alpha \leq 1$, on a également $\frac{\alpha}{1+\theta} \cdot p_2 \leq \frac{1}{1+\theta} \cdot p_2$. Comme montré ci-dessous, le régime A disparaît et le régime B est réduit à l'intervalle : $\left[\frac{\alpha}{1+\theta} \cdot p_2, \frac{1}{1+\theta} \cdot p_2 \right]$



6.4 Incertitude sur les futurs prix

Afin d'analyser comment l'incertitude sur les futurs prix du permis affecte le problème des LHF, le prix du permis en période 2 devient une variable aléatoire avec deux valeurs possibles p_2^H et p_2^L avec des probabilités π et $1-\pi$ ($p_2^H > p_2^L$ et $0 < \pi < 1$). On estime que le pays hôte observe le prix réel au début de la période d'engagement. Le problème possède donc maintenant deux niveaux que l'on résout comme suit.

En seconde période, le problème du pays hôte devient :

$$\min_{E_2} C(E_2) + p_2 [E_2 - \bar{E}_2]$$

Soit $V(E_1, p_2)$ la solution à ce problème et E_2^H et E_2^L les niveau d'émission optimaux correspondant au deux niveau de prix p_2^H et p_2^L . le problème du pays hôte en période 1 s'écrit alors :

$$\min_{E_1} \Omega = C(E_1) + p_1 [E_1 - E^{REF}] + \frac{1}{1+\theta} [\pi V(E_1, p_2^H) + [1-\pi]V(E_1, p_2^L)] \quad (14)$$

La solution à ce problème est caractérisée par 4 régimes définis comme suit :

- **Regime A** : $0 \leq p_1 \leq \tilde{p}_2 \frac{\alpha}{1+\theta}$, $E_2^H < E_2^L < E_1^* = E^{REF}$

$$\gamma(E_1^*) = \gamma(E^{REF}) = 0$$

$$\gamma(E_2^x) = p_2^x, \quad x = H, L$$

- **Regime B.1** : $\tilde{p}_2 \frac{\alpha}{1+\theta} < p_1 < p_2^L + \tilde{p}_2 \frac{\alpha}{1+\theta}$, $E_2^H < E_2^L < E_1^* < E^{REF}$

$$\gamma(E_1^*) = p_1 - \tilde{p}_2 \frac{\alpha}{1+\theta}$$

$$\gamma(E_2^x) = p_2^x, \quad x = H, L$$

- **Regime B.2** : $p_2^L + \tilde{p}_2 \frac{\alpha}{1+\theta} \leq p_1 < p_2^H \frac{2+\theta}{1+\theta} - \tilde{p}_2 \frac{1-\alpha}{1+\theta}$, $E_2^H < E_2^L = E_1^* < E^{REF}$

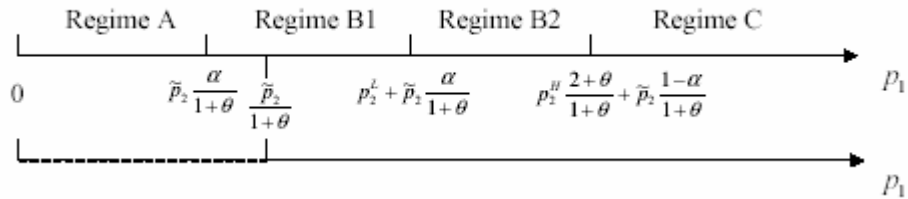
$$\gamma(E_1^*) = \frac{[1-\pi]p_2^L - \alpha\tilde{p}_2}{2+\theta-\pi} + p_1 \frac{1+\theta}{2+\theta-\pi} = \gamma(E_2^L)$$

$$\gamma(E_2^H) = p_2^H$$

- **Regime C** : $p_1 \geq p_2^H \frac{2+\theta}{1+\theta} - \tilde{p}_2 \frac{1-\alpha}{1+\theta}$, $E_2^H = E_2^L = E_1^* < E^{REF}$

$$\gamma(E_1^*) = p_1 \frac{1+\theta}{2+\theta} + \tilde{p}_2 \frac{1-\alpha}{2+\theta} = \gamma(E_2^H) = \gamma(E_2^L)$$

Ces régimes peuvent être représentés comme suit :



Comme dans le cas précédent, le régime A est observé pour des niveaux de prix bas en période 1 et est caractérisé par l'absence de réduction d'émission en période 1.

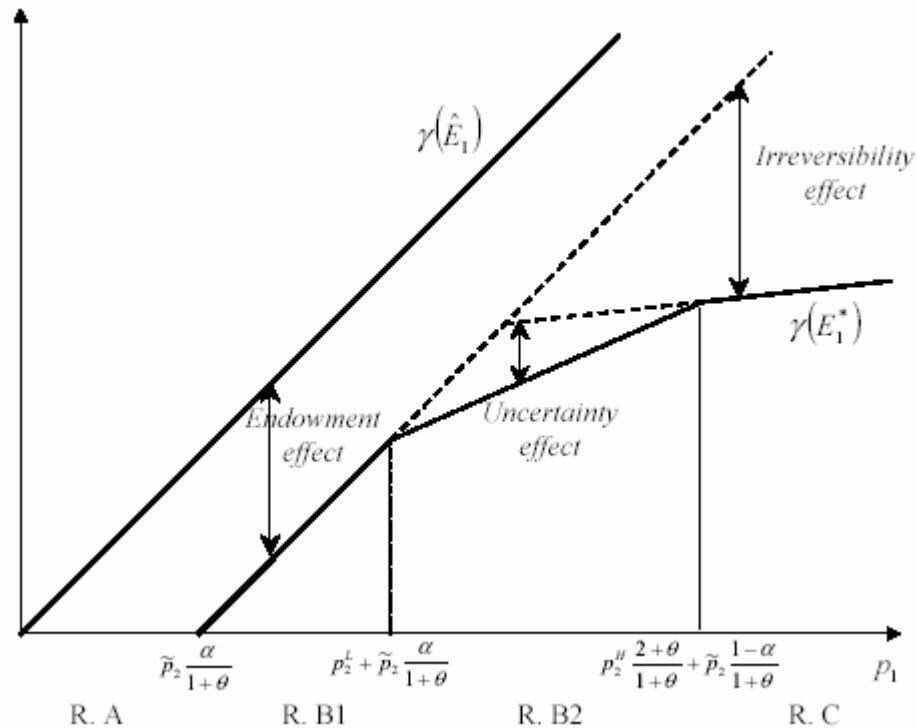
Le régime B.1 est caractérisé par une augmentation des taux de réduction optimaux dans chaque état ($E_1^* > E_2^x$, $x = H, L$). En période 2, le pays hôte est incité à réduire ses émissions tant que le coût marginal de réduction des émissions est inférieur au prix du marché. Ainsi, plus de réductions sont entreprises quand le prix est élevé. Comme dans le cas déterminé (c'est-à-dire sans incertitude), le comportement en période 1 consiste à choisir un niveau des émissions tel que le coût marginal de réduction soit inférieur au prix de la première période.

Dans le régime B.2, des réductions additionnelles sont entreprises en seconde période seulement quand le prix du permis lors de cette période est élevé ($x = H$). Au contraire, la contrainte d'irréversibilité est liante lorsque ce prix est bas ($x = L$).

Dans le régime C, aucune réduction additionnelle n'est entreprise en période 2 car $E_2^H = E_2^L = E_1^*$. La contrainte d'irréversibilité est liante et les coûts marginaux de réduction sont égaux entre les périodes et les états.

La différence fondamentale avec le cas déterminé est que, lorsque p_2 est aléatoire, la contrainte d'irréversibilité peut être liante dans certains états (lorsque p_2 est bas) et non liante dans d'autres (p_2 élevé). Lorsque $p_2^L = p_2^H$, le régime B.2 disparaît et les régimes A, B.1 et C se réduisent à A, B et C du cas déterministe.

Le Graphique 10 montre la forme de la fonction de coût marginal de réduction sous les comportements rationnels et myopes en fonction de p_1 . Le problème des LHF a lieu dans tous les régimes. L'amplitude de ce problème est croissante sous le régime A, constant sous B.1 et de nouveau croissante sous B.2 et C. L'augmentation sous ces deux derniers régimes est due à la contrainte d'irréversibilité. Nous observons que l'incertitude augmente le problème des LHF même s'il n'y a pas d'aversion au risque.



Graphique 10 : LHF : effet d'incertitude

Si la mise en réserve est autorisée entre les périodes, alors le prix de la première période ne peut chuter en dessous de l'espérance mathématique escomptée du prix de la seconde période : $\frac{1}{1+\theta} \cdot p_2 \leq p_1$. Puisque $0 \leq \alpha \leq 1$, le régime A disparaît et le régime B.1 est réduit ou disparaît selon la taille de p_2^H / p_2^L . Le problème des LHF ne peut survenir que dans le régime B.1. Les pays en développement ne devraient donc pas accepter des projets MDP sur base du principe selon lequel « le coût marginal de réduction égale le prix du permis », sauf si $\alpha=0$ et $p_1 \leq p_2^L$.

6.5 Conclusions

Si l'on estime que les surplus du vendeur et de l'acheteur vont au pays de l'Annexe I, il a été montré dans la littérature que les pays en développement devraient refuser les projets MDP (sauf s'ils obtiennent d'autres compensations). Sous l'hypothèse, à notre point de vue plus réaliste, où les pays hôtes obtiennent les surplus du vendeur, nous avons montré que les pays en développement ont un intérêt à participer au MDP sauf si le prix du permis en première période est bas par rapport au prix de la seconde période et que l'effet de dotation est présent, c'est-à-dire si les allocations des permis futurs sont affectées négativement par la participation au MDP.

Cependant, quand la possibilité de mettre en réserve est prise en compte, les pays en développement gagneraient toujours à participer au MDP. En outre, le comportement optimal des pays en développement consiste toujours à mettre en œuvre les projets à faible coût en premier lieu. Par contre, la participation des pays en développement au MDP est limitée par trois effets : l'effet de dotation, l'effet d'irréversibilité et l'effet d'incertitude. Une application au cas de l'Afrique du Sud a été réalisée (voir note « *Developing countries, the clean development mechanism and the low hanging fruits issue* ») et révèle que, en ignorant ces effets, le pays supportera des coûts additionnels. Quand tous ces effets sont combinés, des valeurs raisonnables des paramètres mènent à des différences de coût total excédant 50%.

7 Projet pilote fictif

L'objectif de l'étude d'un projet pilote fictif est de tester et d'illustrer les outils d'évaluation de projets élaborés dans le cadre de ce projet de recherche, principalement les outils relatifs à l'additionnalité environnementale et à la contribution au développement durable, sur un projet MDP dont les caractéristiques sont les plus réalistes possibles.

Conformément au choix du comité d'utilisateurs, le projet pilote fictif s'inspire fortement du seul projet MDP effectivement mis en oeuvre par un acteur belge : le projet PIERS de la Région wallonne. Ce choix nous a permis de disposer de données réelles relatives à un projet réel – nous en remercions d'ailleurs vivement les responsables de la région wallonne ainsi que les experts du projet. Le projet pilote fictif n'est cependant pas le projet PIERS, même s'il s'en inspire fortement. Pour différentes raisons (disponibilité des données, taille du projet insuffisante, confidentialité), les données en notre possession ont été complétées ou adaptées. A notre sens, cela n'enlève rien à l'aspect réaliste du projet étudié.

Comme le projet PIERS, le projet consiste à remplacer l'électrification de villages en zone rurale d'Afrique occidentale au moyen de groupes électrogènes par l'installation de systèmes de production d'électricité à partir d'éoliennes ou de panneaux solaires photovoltaïques. Ces systèmes de production d'électricité seront accompagnés de batteries permettant de stocker l'énergie produite afin de pouvoir la restituer pendant les heures de non-fonctionnement des systèmes de production. La fourniture d'électricité aux ménages est donc de type continu et remplace une alimentation de type discontinue. Cela induit une augmentation substantielle de la demande en électricité (effet induit). La puissance disponible pour chaque ménage est cependant limitée (300W).

Le projet PIERS concerne l'électrification de deux villages sénégalais par l'installation d'une puissance installée largement inférieure à 15 MW. Ce projet sera donc à classer parmi les projets MDP de faible ampleur pouvant bénéficier de modalités et procédures simplifiées. Afin de pouvoir exploiter les diverses possibilités de nos outils (principalement en ce qui concerne l'étude de l'additionnalité environnementale), nous avons étendu la portée du projet pilote fictif à plusieurs centaines de villages.

Dans une première partie, nous analyserons l'additionnalité environnementale du projet pilote fictif en utilisant la démarche pour l'établissement du niveau de référence décrite ci-dessus ainsi que le modèle CAT. Dans une seconde partie, la contribution au développement durable du projet pilote fictif sera évaluée à l'aide de la grille d'analyse présentée au point 4. Pour chacune de ces parties, des données spécifiques seront nécessaires, celles-ci seront spécifiées en début d'analyse.

7.1 L'additionnalité du projet pilote fictif²⁶

Le projet a pour objectif l'électrification rurale à l'aide d'éoliennes et de panneaux photovoltaïques accompagnés de batteries. D'autres options sont cependant possibles et il nous a paru pertinent de les distinguer en raison de leurs implications économiques et environnementales particulières :

- Variante 1 : l'électricité n'est pas stockée dans des batteries. Un groupe électrogène équipe chaque village et fournit de l'électricité lorsque les systèmes de production d'électricité n'en

²⁶ L'analyse complète de l'additionnalité du projet pilote fictif (incluant l'additionnalité financière) est disponible dans la note de l'IDD n°23 en annexe : « Additionnalité du projet pilote fictif »

sont pas capables. On estime que 2/3 de la production totale d'électricité sera produite et distribuée par les éoliennes ou systèmes photovoltaïques et 1/3 sera produit par le groupe électrogène.

- Variante 2 : des systèmes photovoltaïques sont utilisés pour électrifier l'ensemble des villages. Cependant, ceux-ci ne sont accompagnés ni de batteries, ni de groupes électrogènes. L'alimentation fournie est donc de type discontinu.

Les caractéristiques des modes d'électrification sont fournies dans le Tableau 7.

	Scénario BAU	Scénario projet	Variante 1	Variante 2
Demande au temps 0	27,15 MWh/an	54,3 MWh/an	54,3 MWh/an	27,15 MWh/an
Taux d'évolution annuel de la demande	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
Mode d'électrification	Groupe électrogène	Photovoltaïque ou éolien + batteries	Photovoltaïque ou éolien + groupes électrogènes	éolien
Coût d'investissement	50 000 €	620 000 €	430 000 €	380 000 €
Coût de fonctionnement	95,7 €/MWh	0 €/MWh	31,9 €/MWh	0 €/MWh
Coût d'O&M	0	4 900 €/an	4 900 €/an	4 900 €/an
Coefficient d'émission	1,41 tCO ₂ /MWh	0 tCO ₂ /MWh	0,47 tCO ₂ /MWh	0 tCO ₂ /MWh

Tableau 7 : Caractéristiques du mode d'électrification choisi par village

7.1.1 L'additionnalité environnementale du projet pilote fictif

Il n'entre pas dans l'objectif de ce travail d'élaborer une méthodologie complète mais de prendre en considération seulement les points les plus importants de cette construction en les illustrant par notre projet pilote. A cet effet, nous nous baserons sur les dernières recommandations du CE et structurerons cette analyse selon les 4 éléments principaux d'une telle méthodologie :

- **le choix de l'approche utilisée.**

Etant donné que l'électrification rurale est laissée à des opérateurs privés, le critère déterminant pour le choix de l'électrification sera la rentabilité financière de l'investissement. Ce choix devra bien sûr tenir compte des circonstances locales ainsi que des technologies disponibles. L'approche 2 (voir point 3.3.1 pour une description des 3 approches définies par les accords de Marrakech) a donc été préférée aux deux autres approches.

- **une méthode pour déterminer si le projet est ou non le scénario de référence.**

Il existe manifestement différentes barrières à l'investissement prévu pour le projet MDP dans le scénario de référence. Les trois principales sont : une barrière technologique pour les éoliennes, la disponibilité en capital et l'existence de technologies plus rentables financièrement. L'existence de ces trois barrières permet d'argumenter en faveur de l'additionnalité du projet.

- **une méthode pour déterminer le scénario de référence.**

Dans notre projet pilote, le choix d'une technologie pour l'électrification rurale est effectué sur base de critères économiques et compte tenu de certaines contraintes à l'investissement. Les contraintes à l'investissement identifiées dans le cadre de ce travail sont : un choix technologique limité à 4 options (extension du réseau, installation de groupes électrogènes, installation de panneaux solaires photovoltaïques individuels et non-électrification), un facteur technique (la distance au réseau électrique existant) et des variables socio-économiques (intérêt collectif pour la demande, présence de petite industries, niveau de vie des habitants, ...). En fonction de ces critères spécifiques à chaque village candidat à l'électrification, on déterminera l'option la plus rentable..

- **la méthode de calcul des réductions d'émissions dues au projet**

Le Tableau 8 montre les différents types d'émission répertoriés dans le scénario projet et le scénario de référence selon la typologie définie au point 3.2.

Type d'émissions	Scénario projet	Scénario de référence
Directes sur site	(a) émissions sur site nulles car coefficient d'émission nul	(a') émissions dues à la combustion du diesel dans les groupes électrogènes
Indirectes sur site	émissions sur site nulles car coefficient d'émission nul	NA
Directes hors site	(b) Fabrication des éoliennes (c) Fabrication des panneaux solaires photovoltaïques (d) Fabrication des batteries (e) Transport des équipements du site de construction vers le site du projet	(b') Fabrication des groupes électrogènes (c') Extraction et préparation des combustibles fossiles (d') Transport du combustible du site de fabrication vers le site de combustion (e') Transport des groupes électrogènes du site de construction vers le site du projet
Indirectes hors site	(f) augmentation de l'accès à l'électricité ⇒ augmentation de l'achat d'appareils électriques (TV, frigos, etc.) (g) diminution de la demande pour groupes électrogènes et diesel ⇒ plus grande accessibilité (diminution de prix ?) pour ces produits (i) le projet a permis de renforcer les capacités en matière d'énergie renouvelable au Sénégal et a pour effet de favoriser l'implantation de cette technologie en dehors des villages concernés par le projet, réduisant ainsi l'utilisation de combustibles fossiles.	

Tableau 8 : Différents types d'émissions dans le scénario de référence et le scénario projet

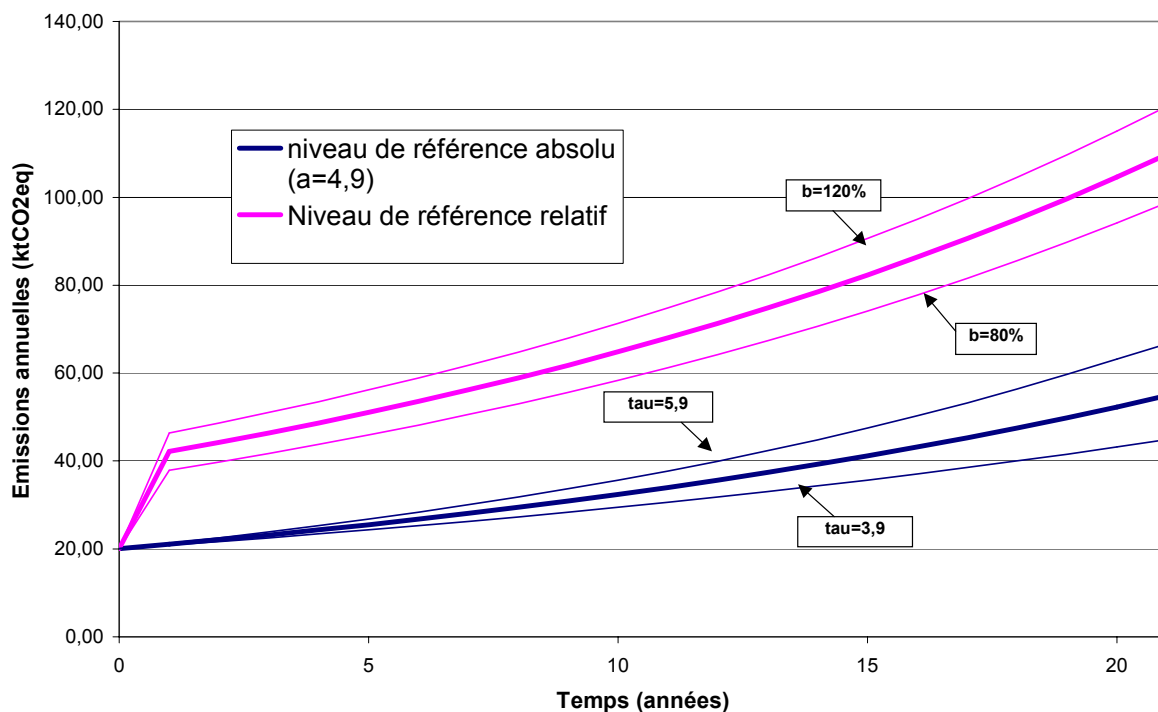
La comptabilisation des émissions et crédits d'émissions ainsi que le calcul des paramètres financiers du projet pilote fictif ont été réalisés à l'aide du modèle CAT décrit au point 3.5. Les données et paramètres utilisés dans ce cadre sont décrites dans la note de l'IDD intitulée « Additionnalité du projet pilote fictif ». L'utilisation de cet outil a permis d'analyser les impacts en termes de crédits d'émission et de rentabilité du projet :

- du choix du niveau de référence absolu ou relatif ;
- de la définition du périmètre du projet ;
- du prix de la tonne de CO₂ sur le marché international ;
- des coûts de transaction.

7.1.2 Le choix du niveau de référence

Le choix d'un niveau de référence absolu ou relatif est d'une importance capitale dans ce type de projet où l'effet induit est pressenti comme étant particulièrement important. Sur les 21 ans de la comptabilisation du projet, le niveau de référence relatif attribue au scénario de référence deux fois plus d'émissions que le niveau de référence absolu. Il est évident que cet écart important est directement fonction du taux de demande induite **B**, très important dans ce projet. Par ailleurs, bien que le niveau de référence absolu semble plus rigoureux puisqu'il a pour but de comptabiliser uniquement les émissions qui auraient eu lieu sans le projet, il est soumis à une plus grande incertitude sur l'estimation du niveau de production sans le projet (puisque celui-ci est estimé *ex ante* et non observé).

Le Graphique 11 montre l'évolution des niveaux de référence absolu et relatif au cours du temps. Sur ce graphique, le niveau de référence absolu est calculé avec un taux de croissance annuel de la demande (**tau**) de 4,9%. Une variation de ce taux de croissance de 20% (incertitude sur ce paramètre) implique une variation de 11 à 13% des émissions totales du scénario de référence et donc du nombre de crédits dégagés. Le même tableau montre qu'une variation du taux de demande induite (**B**) de 20% provoque une variation du 10% du nombre de crédits dégagés par le projet.

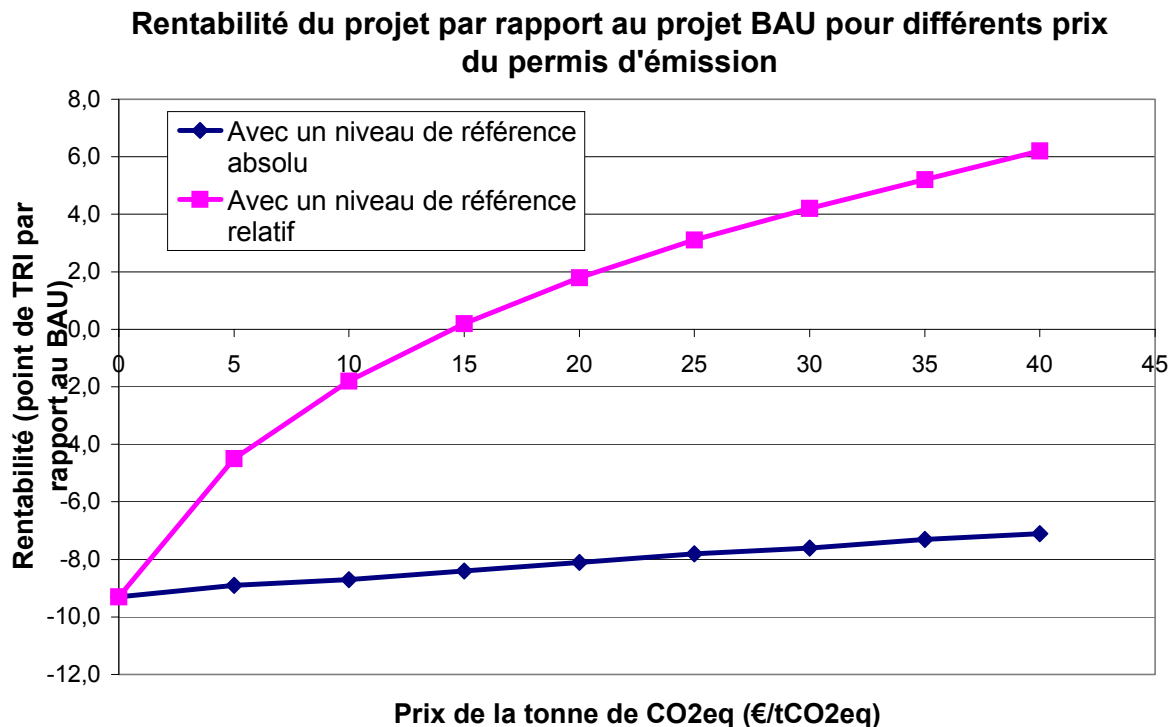


Graphique 11 : Comparaison des niveaux de référence absolu et relatif

D'un point de vue strictement environnemental, le projet permet d'éviter uniquement les émissions du niveau de référence absolu. L'utilisation d'un niveau de référence relatif induit ici un droit à polluer supplémentaire de 761 ktCO_{2eq} par rapport à un scénario BAU.

7.1.3 Le prix de la tonne de CO₂

Par ailleurs, le choix du niveau de référence a des implications financières évidentes. L'utilisation d'un niveau de référence relatif conduit à une vente supplémentaire de crédits et donc permet d'assurer plus facilement la rentabilité du projet. Cette rentabilité sera d'autant mieux assurée que le prix du permis sera élevé. Dans le Graphique 12, le niveau du TRI du BAU est considéré comme le seuil de rentabilité du projet. Les deux courbes montrent l'écart du TRI du projet par rapport au TRI projet BAU en utilisant, respectivement, un niveau de référence absolu et un niveau de référence relatif.



Graphique 12 : rentabilité du projet en fonction du prix de la tonne de CO₂ avec un niveau de Niveau de référence absolu et relatif

Le Graphique 12 montre que, si un niveau de référence relatif est utilisé, le projet MDP devient rentable à partir d'un prix de la tonne de CO₂eq de 15 €. En dessous de ce seuil, le projet MDP n'est pas considéré comme rentable et le BAU est préférable. Avec un niveau de référence absolu, le projet MDP ne rencontrera notre critère de rentabilité que pour un prix de la tonne de CO₂eq largement supérieur à 40€/tCO₂eq.

La définition du périmètre du projet

Le périmètre du projet inclut dans cette étude les émissions directes sur site (a et a') et les émissions dues au transport des combustibles de la capitale au site de combustion (dans le scénario de référence : d'). Les émissions indirectes hors site sont considérées comme des fuites.

Par contre, la comptabilisation des autres émissions directes hors site que les émissions liées au transport des combustibles pose un problème particulier de double comptage si elles ont lieu dans les pays de l'Annexe I. En effet, l'augmentation des émissions qui découle de la fabrication de panneaux solaires, éoliennes et batteries entre alors dans les inventaires

nationaux des pays de l'Annexe I et doit donc être compensée soit par une diminution d'autres émissions domestiques, soit par un achat supplémentaire de crédits pour que le pays concerné remplisse ces engagements de Kyoto. Il apparaît donc que ces émissions ne devraient pas être comptabilisées dans le cadre d'un projet MDP.

On identifiera donc deux cas de figure différents :

- Cas 1 : la comptabilisation des émissions hors site hors double comptage (émission hors site ayant lieu dans des pays non Annexe I)
- Cas 2 : la comptabilisation des émissions hors site avec double comptage.

Le Tableau 9 reprend les émissions comptabilisées dans ces trois cas de figure et montre l'influence du choix sur la rentabilité du projet.

	Cas 1	Cas 2
Niveau de référence absolu (ktCO _{2eq})	764	764
Niveau de référence relatif (ktCO _{2eq})	1525	1525
Emissions projet	0	726
TRI (niveau de référence absolu ; PM = 10)	-8,7	-9,1
TRI (niveau de référence relatif ; PM=10)	-1,8	-4,8

Tableau 9 : Impact de la comptabilisation ou non des émissions hors site sur le nombre de crédits et la rentabilité du projet

La prise en compte des émissions de construction des installations du projet diminue de près de 50% les crédits qui auraient été obtenus avec un niveau de référence relatif et les annulent quasiment si un niveau de référence absolu est utilisé.

Les coûts de transaction

Michaelowa et Stronzik (2002) fournissent différentes valeurs pour les coûts de transaction de projets d'énergie renouvelable. Dans le cadre de ce travail, nous analyserons l'impact de deux valeurs indicatives (CT1 et CT2) ainsi que l'annulation des coûts de transaction (CT0) afin de déterminer quel est l'impact de ce paramètre sur la rentabilité du projet. Ainsi :

- Pour CT1 : le coût de transaction initial = 57 k€ et les coûts de transaction annuels = 25 k€/an ;
- Pour CT2 : le coût de transaction initial = 220 k€ et les coûts de transaction annuels = 100 k€/an.

La variation entre CT1 et CT2 revient donc à multiplier par quatre les coûts de transaction utilisés pour les autres analyses.

	CT0	CT1	CT2
TRI (niveau de référence absolu ; PM = 10)	-8,6	-8,7	-8,8
TRI (niveau de référence relatif ; PM=10)	-1,8	-1,8	-1,8

Tableau 10 : Variation de la rentabilité du PPF en fonction des coûts de transaction

La rentabilité du projet pilote fictif ne semble pas affectée de manière significative par les coûts de transaction puisque l'annulation de ceux-ci ne permet que de gagner, au maximum, 0,2 point de TRI (Tableau 10).

7.1.4 Conclusions

Notre projet pilote fictif possède plusieurs particularités. Par exemple, ce projet concerne des villages où la consommation électrique actuelle est nulle, mais qui est susceptible de croître sous l'impulsion de programmes d'électrification rurale. En outre, le projet MDP permet une électrification de meilleure qualité et provoque une augmentation de la consommation par rapport au scénario de référence. L'effet que l'on a appelé effet induit (et qui est lié à ce que certains appellent la « suppressed demand ») est donc particulièrement important dans ce projet. Enfin, il s'agit d'un projet se basant sur des sources d'énergie renouvelable, donc dont les émissions directes sont nulles, mais dont les émissions liées à la construction des installations sont importantes.

La première étape de cette étude a consisté à utiliser la marche à suivre pour l'établissement du niveau de référence, c'est-à-dire à choisir une approche (telle que définie dans les accords de Marrakech), déterminer si le projet est ou n'est pas le scénario de référence, définir ce scénario de référence et enfin élaborer la projection de référence.

Le modèle CAT a ensuite été utilisé pour analyser l'impact environnemental et financier du choix du niveau de référence, du prix de la tonne de CO₂, de la définition du périmètre du projet et des coûts de transaction.

Le choix d'un niveau de référence relatif plutôt qu'un niveau de référence absolu a clairement une influence majeure sur la rentabilité et l'intégrité environnementale du projet. Par ailleurs, la comptabilisation des émissions dues à la construction des installations réduisent drastiquement les crédits d'émission du projet. Dans le cas où ces émissions ont lieu dans des pays de l'Annexe I soumis à des engagements de réduction des émissions, il n'y a pas lieu de les comptabiliser. Par contre, si elles ont lieu dans des pays en développement ou des pays de l'Annexe I ayant rejeté le protocole de Kyoto, ces émissions devraient être comptabilisées.

L'influence d'autres paramètres tels que les coûts de transaction, l'incertitude sur le taux de demande induite et sur la production estimée *ex ante* (dans le cas d'un niveau de référence absolu) est moins significative mais a pu être quantifiée grâce à l'utilisation du modèle CAT.

L'analyse entreprise ici nous a permis d'illustrer la marche à suivre pour construire un niveau de référence. Nous avons aussi pu montrer que différents aspects d'un projet MDP peuvent être pris en compte par le modèle CAT développé dans le cadre de ce projet de recherche. Cependant, différentes limites ou difficultés persistent notamment en ce qui concerne l'estimation des émissions indirectes hors site et l'obtention de données fiables et vérifiables.

7.2 Contribution du projet pilote fictif au développement durable²⁷

Pour rappel, le projet soumis à évaluation consiste dans l'électrification de villages d'un pays d'Afrique de l'Ouest au moyen de micro-centrales photovoltaïques d'une puissance de 70 kWc, solutions plus coûteuses mais moins polluantes que celle envisagée dans le plan national d'électrification, à savoir des groupes électrogènes. A en croire certaines estimations, l'investissement nécessaire par village pourrait s'élever à 240.000\$ pour la centrale photovoltaïque sans compter les équipements annexes. Le financement de ces éléments supplémentaires conduirait à un investissement total estimé à 700.000\$. Dans un premier

²⁷ Pour plus d'informations sur ce point, voir la note de l'IDD n°3 en annexe : « Les projets MDP et le développement durable »

temps, le projet table sur le raccordement d'environ 30% des ménages qui bénéficieraient d'une puissance installée de 300 W. Les petites industries auraient à leur disposition une puissance de 5kW à 7kW. Le projet s'adresse essentiellement à la population elle-même, c'est-à-dire aux ménages (la grande majorité) et aux entreprises (quelques TPME et PME) et plus généralement à l'ensemble de la communauté villageoise. Les parties prenantes concernées par le projet sont donc :

- Les communautés villageoises bénéficiant de l'accès à l'électricité. Parmi celles-ci, ce sont surtout les femmes qui seront affectées dans la mesure où elles sont les premières productrices et utilisatrices d'énergie ;
- Les travailleurs du secteur de l'énergie affectés par le projet ;
- L'Etat.

Pour mieux évaluer les avantages et inconvénients de la solution proposée, le plus éclairant est, selon nous, de la comparer non pas à la solution envisagée dans le plan national d'électrification mais à une autre solution qui pourrait constituer une alternative plus intéressante. Ainsi, plutôt que les groupes électrogènes prévus, on prendra comme référence la solution des plate-formes multifonctionnelles (PM).

7.2.1 Une alternative : la plate-forme multifonctionnelle

Techniquement, il s'agit de l'ensemble constitué d'un moteur diesel et de différentes machines qui peuvent y être raccordées : moulin à céréales, décortiqueuse, chargeur de batteries, presseur à huile, poste à souder, machine à tisser, etc. Il peut également produire de l'électricité pour l'éclairage (alimentation d'un mini-réseau de 200 à 250 ampoules) et la conservation des aliments et des médicaments. Enfin, il peut alimenter une pompe à eau et même un petit réseau local d'adduction d'eau ou d'irrigation. Il est possible de faire fonctionner simultanément plusieurs périphériques : un moulin d'une capacité de 150 kg/heure, une pompe à eau d'une capacité de 8 mètres-cubes/heure, un chargeur de batterie et un réseau de 135-180 ampoules de 25 Watts. Du point de vue technique, ses avantages sont la polyvalence et la simplicité que ce soit au niveau de l'installation, de la maintenance - des artisans locaux sont formés à l'entretien et la réparation de la plate-forme - et de l'utilisation. La plate-forme fonctionne normalement au diesel mais peut également utiliser du biocarburant. Il est ainsi prévu que 15% des PM en service au Mali fonctionnent à l'huile de pourghère (*Jatropha Curcas*) qui peut être cultivé sur place, générant ainsi un revenu supplémentaire. Dans le cadre du programme du PNUD et de l'ONUDI où elles ont vu le jour, les plates-formes multifonctionnelles sont installées à la demande de la population. L'ensemble, sans réseau d'eau ni d'éclairage, coûte environ 5000\$. L'ajout d'un réseau d'éclairage (215 ampoules) entraîne un coût supplémentaire de 10.000\$. Quant à un réseau d'eau de 2000 mètres avec 4 bornes fontaines, il revient à 12.000\$. L'eau et l'électricité sont vendues pour assurer l'amortissement et le remplacement des pièces d'usure de la pompe et de l'alternateur.

Bref, pour un investissement de 27.000\$ la plate-forme multifonctions permet d'équiper un village de 1500-2000 habitants en force motrice, éclairage et adduction d'eau. Ce programme a été développé dans des pays assez semblables à celui de notre projet fictif : le Sénégal, le Burkina Faso et surtout le Mali qui comptait, fin 2001, 79 plate-formes opérationnelles (dont 50 grâce au programme PNUD-UNIDO).

7.2.2 Comparaison des deux solutions

La première question qui se pose est de savoir si l'électrification rurale telle qu'envisagée répond effectivement aux besoins prioritaires des communautés villageoises desservies, et principalement aux besoins spécifiques des femmes. Pour y répondre, il est nécessaire de rappeler le rôle que peut jouer l'électrification dans le développement rural et la lutte contre la pauvreté.

On attend d'un système énergétique rural qu'il permette (Reddy, 2002) :

- une réduction des tâches domestiques et agricoles les plus lourdes et qui incombent généralement aux femmes ;
- une modernisation de l'usage de la biomasse par des ustensiles appropriés;
- une amélioration des conditions de cuisson des aliments en termes de sécurité, de santé et d'agrément;
- une adduction d'eau de qualité pour l'usage domestique;
- l'électrification de tous les logements (pas seulement les villages);
- un apport d'énergie pour les activités productrices de revenu.

Aucune des deux solutions envisagées ici ne permet l'amélioration des conditions de cuisson des aliments dans la mesure où la puissance disponible par ménage est insuffisante pour les besoins d'une cuisinière électrique. De toute manière, du reste, la population n'aurait pas les moyens d'acheter ces cuisinières... Pour ce qui est des autres fonctions citées par Reddy nous tenterons de les aborder au moyen des catégories de Max-Neef. La discussion est ici nécessairement partielle dans la mesure où elle repose uniquement sur des sources secondaires. En effet, le projet MDP fictif souffre du handicap d'être, justement, fictif et de ne pouvoir donc se prévaloir d'évaluations et d'analyses menées sur le terrain, au contraire des projets PM.

Subsistance

Les rapports entre l'énergie et le besoin de subsistance sont multiples. Ils concernent d'abord la façon dont l'énergie est utilisée pour satisfaire certaines fonctions essentielles à la santé, telles que la cuisson des aliments, le chauffage de l'eau, le chauffage du logement, l'adduction d'eau potable, l'éclairage, etc. La même fonction peut être accomplie à partir de sources d'énergie différentes. Par ailleurs, en tant qu'unité de production, le ménage rural utilise de l'énergie pour ses activités productives (agriculture, élevage, artisanat, extraction, commerce). Ici encore, de multiples sources d'énergie peuvent être utilisées. Le coût a une composante fixe et une composante variable. En général, plus les coûts fixes sont élevés, plus les coûts variables sont faibles (ex: chauffage solaire, pompe à chaleur) et inversement. Il est indispensable, lorsqu'on analyse l'impact sur les budgets des ménages les plus pauvres des choix énergétiques de bien prendre en compte les deux composantes. En effet, plus le ménage est pauvre, plus les coûts fixes jouent un rôle important dans ses décisions en matière énergétique. Une comparaison entre la solution du projet MDP fictif et la PM du point de vue subsistance demanderait une analyse coût-bénéfice comparée qui n'est pas possible ici, faute de données suffisantes.

Pour ce qui concerne les coûts variables, tout dépend, notamment, du coût du kWh pour l'utilisateur final dans l'un et l'autre cas. Le projet fictif table sur un tarif de 100 FCFA le kWh. Par ailleurs, il ressort d'une enquête auprès d'un village cible du projet MDP que les ménages seraient disposés à payer de 7,5 à 9 €/mois pour l'électricité. Il est à noter que l'électricité ne remplacera pas toutes les anciennes formes d'énergie utilisée (notamment pour la cuisson des

aliments) et donc que les ménages ne sont pas disposés à payer de fortes sommes pour cette électricité.

Faute de données sur la consommation moyenne des ménages de la PM, il nous est impossible de comparer avec le projet MDP sur le plan du coût. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'avec une dépense de 5000 FCFA/mois, le ménage du village enquêté dans le cadre du projet MDP ne pourrait s'offrir que 4 heures de fonctionnement mensuel de la plate-forme... A première vue donc, le projet MDP serait donc nettement plus avantageux que le système PM mais en fait les choses sont beaucoup plus compliquées. Quand on analyse les usages faits de la plate-forme, on voit qu'il s'agit pour l'essentiel d'applications "professionnelles" exigeant une puissance disponible bien supérieure à celle que le projet MDP prévoit pour les ménages et seulement équivalente à celle dont les petites industries pourraient disposer. Si on prend pour hypothèse que, dans le cadre du projet MDP, les ménages pourraient avoir accès à la même puissance (une entreprise disposant d'une puissance de 5 kW et vendant ce service aux ménages), les deux solutions devraient être plus ou moins équivalentes de ce point de vue.

Par ailleurs, les projets PM génèrent 4 à 10 emplois et des salaires directs dans le village, liés à la surveillance et à la manipulation de la plate-forme. En outre, chaque village forme quelques artisans à l'entretien et aux petites réparations. En comparaison, le projet MDP prévoit 2 permanents par village pour une masse salariale de loin supérieure à l'ensemble des rémunérations versées dans le cadre des projets PM. C'est sans doute que les emplois prévus dans le cadre du projet MDP sont destinés à des personnes de très haut niveau de qualification, alors que les emplois générés par la PM conviennent à des personnes très peu qualifiées. A côté de ces emplois et revenus directs, la plate-forme génère des revenus indirects supplémentaires grâce essentiellement au temps libéré par l'usage de la machine mais également à l'ouverture de débouchés supplémentaires pour des produits de meilleure qualité. Le temps dégagé grâce à l'utilisation de la PM, peut être consacré au repos, à l'éducation, à l'augmentation des productions traditionnelles et à de nouvelles activités rémunératrices.

Ces résultats témoignent de l'importance de l'accès à l'énergie pour le développement et la lutte contre les pauvretés dans les zones rurales. Ils ne plaident pas spécifiquement en faveur de la PM plutôt qu'en faveur d'autres formes de fourniture d'énergie dans les villages. Il reste tout de même à vérifier que le projet fictif MDP pourrait entraîner des effets aussi bénéfiques. En effet, ce qui distingue à cet égard le projet PM du projet fictif MDP est le fait que le premier est conçu directement en termes de services énergétiques mis à la disposition de la population et non en termes d'énergie disponible, indépendamment de ses utilisations. La différence entre les deux approches s'estomperait si le projet MDP comprenait d'emblée l'installation d'un centre de services de mouture, décorticage, pressoir, etc., au service de la population.

Protection

La satisfaction du besoin de protection peut être approchée sous deux angles : les impacts sur la santé (y compris les risques liés aux technologies et aux sources d'énergie mis en oeuvre) et les effets en termes d'épargne et de sécurité d'existence. Le système qui aura l'impact le plus important sur le temps de loisirs et de repos aura, toutes choses égales par ailleurs, les effets les plus bénéfiques en termes de santé, principalement maternelle et infantile. Le raisonnement est identique pour ce qui concerne l'hygiène alimentaire, l'adduction d'eau potable, etc. De la même façon, celui qui générera le plus de revenu supplémentaire ou qui coûtera le moins cher, aura le meilleur résultat en termes d'épargne et donc de lutte contre la précarité. De ce point de vue, les projets PM présentent encore un atout supplémentaire qui fait défaut au projet MDP : certains d'entre eux prévoient de verser les recettes d'exploitation des plates-formes dans des Caisses Villageoises d'Epargne et de Crédit. C'est, et on y

reviendra, que les projets PM sont compris d'emblée non comme des projets de fourniture d'énergie mais comme des projets de développement rural à part entière.

Affection, relations

Dans tous les cas, l'électrification rurale n'est pas sans conséquences sur les liens intra-familiaux et communautaires. Par exemple, dès que l'électricité ou l'énergie pour la cuisson des aliments devient accessible sans nécessiter de travail de la part des membres du ménage, l'enfant perd de sa valeur économique. C'est généralement aux enfants que revient la tâche de ramasser le bois de chauffage ou les déjections animales servant à la cuisson des aliments, ce qui a souvent pour effet une diminution de la fécondité et une augmentation de la fréquentation scolaire (Dasgupta, 1993), (Reddy, 2000). L'évaluation des impacts des systèmes PM sur les femmes (Diagana, 2001) met en évidence des effets très positifs dans le domaine des relations hommes-femmes et surtout des relations femmes-femmes (entre co-épouses, belle-mère et belle-filles, entre mères et filles) dus essentiellement à la diminution de la charge de travail qui incombe aux femmes et à leur plus grande disponibilité. Celles-ci sont d'ailleurs soucieuses de faire en sorte que les hommes tirent également bénéfice de la plate-forme, c'est pourquoi elles sont nombreuses à demander l'installation de poste de soudure, tant il est vrai qu'..."il existe chez les femmes une volonté non dénuée d'intérêt à pourvoir leurs plate-formes d'équipements à travers lesquels les hommes se reconnaissant"(Diagana, 2001 p. 22).

Compréhension

Un des apports essentiels de l'électricité est de permettre l'ouverture des ménages au monde extérieur via la télévision et, dans des cas encore trop rares, cependant, en Afrique subsaharienne, l'accès à internet. Il semble pourtant que la puissance installée soit insuffisante, dans un cas comme dans l'autre, pour permettre l'alimentation d'une télévision dans chaque ménage raccordé. Si les deux solutions sont équivalentes à cet égard, la solution PM présente un avantage définitif par rapport au projet MDP, par l'implication directe des femmes dans la gestion et le contrôle de la plate-forme et les formations apportées à cet effet, qui leur permettent d'ailleurs de jouer un rôle plus actif dans la prise de décision au niveau du village (cf. participation). L'évaluation de l'impact des la PM sur les conditions de vie des femmes met en tout cas clairement en évidence le rôle positif de la plate-forme sur l'éducation des filles. Les effets suivants ont en effet été observés (Diagana, 2001 p.16) :

- Diminution des retards des filles qui ne sont plus astreintes aux corvées matinales de pilage et de puisage d'eau ;
- Présence plus régulière des filles aux cours ;
- les filles arrivent moins fatiguées en classe ;
- l'allègement des travaux domestiques leur permet de consacrer plus de temps aux devoirs et à l'étude des leçons ;
- l'augmentation des revenus des femmes leur permet de consacrer plus d'argent aux fournitures scolaires des enfants.

Une étude comparative des résultats scolaires des filles et des garçons avant et après l'installation de la plate-forme est instructive à cet égard. Que ce soit en termes de taux de passage dans les classes supérieures ou de résultats moyens aux examens, les performances des filles qui étaient inférieures à celles des garçons avant l'installation de la PM deviennent supérieures aux leurs après celle-ci. On peut s'attendre à des effets semblables dans le cas du projet MDP pour autant qu'il permette les mêmes réductions de tâches domestiques et productives que le projet PM.

Participation

En matière de participation, le système PM l'emporte haut la main puisque l'initiative émane des communautés villageoises ce qui n'est pas le cas du projet fictif. On constate aussi plusieurs effets indirects du système PM sur la participation des femmes à la vie publique. Du fait du capital financier accumulé, les femmes gagnent un statut social qui leur permet d'influencer les décisions collectives. Ensuite, comme on l'a vu, la formation en gestion dispensée aux membres du comité de gestion de la plate-forme donne à celles qui en ont bénéficié une assurance et une légitimité qui leur permet une plus grande participation à la décision.

Loisir

Nous avons mentionné ci-dessus que le recours à la force motrice de la plate-forme conduirait à une libération du temps contraint des femmes et à une augmentation de leur temps de loisir et même de sommeil. Pour autant que le projet MDP se traduise par une accessibilité des services énergétiques domestiques et de production équivalente à celle d'une plate-forme, il devrait entraîner les mêmes augmentations de temps libre. Seulement, rappelons que, contrairement à la solution PM, cette accessibilité n'est pas assurée *ab initio*. Encore faut-il qu'elle s'organise par la suite.

Création

Dans la mesure où le projet PM émane de la population villageoise, est initié et géré par elle et installé par des artisans locaux, il permet, toutes autres choses égales par ailleurs, une meilleure possibilité de créativité dans la recherche de solutions aux problèmes techniques, financiers, organisationnels que le projet MDP qui prévoit une installation "clé sur porte".

Identité

Ici encore, le projet PM, dans la mesure où il contribue au renforcement de l'estime de soi et du statut des femmes au sein de la communauté apporte un plus indéniable par rapport au projet MDP. Il est possible, cependant, que le fait de se voir équipé de technologies plus modernes et plus coûteuses (technologies de "riches") soit perçu comme plus gratifiant que le fait de devoir se contenter de technologies plus rustiques, de technologies de "pauvres". Le projet MDP pourrait, de ce point de vue, se révéler plus avantageux.

Autonomie

Le projet MDP, dans la mesure où il met en oeuvre des sources d'énergie locales et renouvelables libère les communautés locales et l'Etat dans son ensemble d'une dépendance éventuelle (pour les pays non producteurs de pétrole) vis-à-vis d'une ressource énergétique importée. Ce n'est pas le cas de la plate-forme, sauf à fonctionner au biocarburant produit sur place. On a vu que les modèles installés au Mali et au Sénégal pouvaient fonctionner sans modification à l'huile de pourghère, une ressource renouvelable locale. Du point de la dépendance énergétique, les deux projets pourraient s'avérer équivalents à condition de promouvoir et intensifier la production de ce végétal. En revanche, tant les communautés villageoises que l'Etat sont plus dépendants des pays industrialisés dans l'option MDP du fait du caractère plus délicat et plus confidentiel des technologies mises en oeuvre. Ils en dépendent davantage pour la formation à l'installation, la maintenance et la réparation du matériel ainsi que pour les pièces de rechange. Par ailleurs, le sentiment d'autonomie en matière énergétique de la population villageoise doit également être plus vivace dès lors que l'équipement est sa propriété et non celle d'une société anonyme ou nationale impersonnelle et lointaine.

7.2.3 Conclusion sur la contribution du projet pilote fictif au développement durable

Nous avons mené la comparaison entre les deux approches exclusivement sur base des besoins présumés ou avérés des bénéficiaires directs : les communautés villageoises et leur population, en particulier celle des femmes. L'analyse des autres parties prenantes n'a été qu'esquissée. Par exemple, rien n'a été dit des besoins spécifiques de la société nationale d'électricité. De même, les besoins de l'Etat n'ont été que très sommairement pris en considération. Nous n'avons pas parlé non plus des générations futures. Le matériel à notre disposition, les conditions de l'exercice (distance par rapport au terrain) et les limites de nos compétences expliquent ces lacunes. Cependant, notre objectif n'était pas de mener une évaluation "grandeur nature" mais d'éprouver les potentialités d'une façon d'aborder la problématique des effets des projets MDP en terme de développement durable. La discussion abordée sur base de l'exemple de ce projet fictif et de sa comparaison avec le système des plate-formes multifonctionnelles nous permet de dégager quelques conclusions provisoires à ce sujet. La première, c'est qu'il peut y avoir un conflit d'objectifs entre l'efficacité environnementale et le développement durable des pays hôtes. Dans le cas qui nous a retenu, il peut s'exprimer comme suit : sachant qu'une centrale photovoltaïque (PV) coûterait l'équivalent de 13 plate-formes multifonctionnelles, vaut-il mieux équiper un seul village avec une technologie plus favorable au climat ou 13 villages avec une technologie qui l'est moins ? Dans l'exemple retenu, la différence de coût est telle que la réponse ne fait guère de doute. Mais la question pourrait aussi se poser de façon beaucoup plus délicate : à coût égal, faut-il préférer une technologie plus propre mais satisfaisant moins de besoins fondamentaux (fonctionnements et capacités) ou une technologie moins performante sur le plan environnemental mais plus performante en terme de développement durable ? Le problème, toutefois, ne se pose pas nécessairement dans ces termes. On n'a pas nécessairement à choisir entre l'un ou l'autre mais à faire en sorte que l'un soit aussi l'autre. La comparaison entre le projet MDP fictif et le projet PM, si l'on fait abstraction du problème des coûts d'investissement, doit attirer notre attention sur ce qui fait qu'un projet énergétique devienne davantage qu'un simple projet énergétique, un véritable projet de développement durable. C'est, simplement, l'attention à des besoins généralement négligés de participation, d'autonomie, de compréhension, etc., et dont, pourtant, la prise en compte ne constitue pas une charge budgétaire excessive comme le prouvent à suffisance les projets PM. En définitive, plutôt que de se demander si un projet MDP est compatible avec le développement durable, ne pourrait-on exiger que tout projet MDP soit conçu et pensé d'abord comme un projet de développement ? L'exemple des projets PM montre comment un projet énergétique peut revêtir cette qualité : en se focalisant non sur la technologie mais sur le service, en prenant en compte les conditions institutionnelles, culturelles et sociales de son appropriation par les bénéficiaires, bref en transformant un satisfacteur spécialisé en satisfacteur synergétique. Si le projet MDP est conçu comme un projet de développement par l'énergie, alors il ne devrait plus être nécessaire de recourir, comme l'exigera le Community Development Carbon Fund, à des objectifs négociés à côté de lui, en guise de "cerise sur le gâteau" pour s'assurer de sa conformité avec les besoins d'un développement. Il n'y aurait qu'un projet dont les objectifs seraient négociés avec les principaux bénéficiaires et les autres parties prenantes.

8 Conclusions générales

Depuis le début du projet, le cadre institutionnel du MDP a été en constante évolution. En effet, depuis décembre 2001, ce sont pas moins de 3 Conférences des Parties qui ont eu lieu et qui ont eu notamment pour résultat la définition de modalités et procédures pour les projets MDP « classiques » (à la CdP7 de Marrakech) et pour les projets MDP « puits » (à la CdP9 à Milan) ainsi que l'institution d'un Conseil Exécutif du MDP qui précise chaque jour davantage les règles établies par la CdP.

Le MDP est donc, plus que jamais, une cible mouvante. Aussi, les tâches de précision du cadre institutionnel et du rôle des acteurs ont-elles constitué une part importante de notre travail. Ce travail a, finalement, eu une double utilité : d'une part, la dissémination d'informations synthétiques sur le sujet via des notes de travail, contribuant ainsi à la mission de renforcement capacitaire sur le MDP en Belgique et, d'autre part, l'identification des questions pertinentes à traiter dans le cadre des autres tâches du projet.

Parallèlement à ce suivi institutionnel, le projet avait pour objectif la conception d'outils d'analyse du MDP au niveau micro-économique et à un niveau plus global compte tenu des autres instruments de flexibilité ..

Des outils d'analyse et de mise en œuvre au niveau des projets

Les principaux produits de la recherche dans ce cadre ont trait aux deux premiers critères d'éligibilité du MDP : l'additionnalité des réductions d'émission et la contribution au développement durable des pays hôtes.

Sur base des recommandations du Conseil Exécutif et d'une typologie des émissions inspirée du programme hollandais CERUPT, nous avons proposé une marche à suivre pour le calcul des réductions d'émission attribuables à un projet MDP. Cette marche à suivre fait le point sur les conditions nécessaires pour établir un niveau de référence susceptible d'être accepté par le Conseil Exécutif mais également sur les indéterminations méthodologiques restantes.

Malgré les précisions importantes des Accords de Marrakech et du Conseil Exécutif pour l'établissement des niveaux de référence des projets MDP, différents choix méthodologiques doivent encore être opérés, notamment en ce qui concerne la définition du périmètre du projet, la définition et la comptabilisation des fuites et le choix d'un niveau de référence absolu ou relatif. Le *CDM-Assessment Toolkit*, conçu dans le cadre de ce projet, permet d'illustrer l'impact des différentes options sur le nombre de crédits obtenus et la rentabilité financière des projets. Cet outil permet également l'analyse au niveau d'un projet de l'impact d'autres variables telles que le taux de substitution technologique, les coûts de transaction, le prix de la tonne de CO₂ ou le choix du scénario de référence.

En particulier, la question du choix d'un niveau de référence relatif plutôt qu'absolu commence seulement à être débattue au sein des organes de la Convention Cadre et devra être bientôt tranchée par le Conseil Exécutif. Pour les projets MDP qui possèdent outre une technologie de production plus propre, une composante de développement (augmentation des capacités de production ou de l'accès à un bien), le choix du niveau de référence peut influencer de manière très significative le nombre de crédits accordés à un projet et, partant, sa rentabilité financière.

Les Accords de Marrakech ont laissé aux pays hôtes la responsabilité de l'évaluation de la contribution au développement durable des projets MDP, créant ainsi une demande de leur part pour des méthodes d'analyse de projets en termes de développement durable. Par ailleurs,

les pays de l'annexe I impliqués dans les projets pourront également faire valoir leurs propres critères. Différentes méthodes ont ainsi été proposées dans la littérature, allant de la plus simple (de type check-list) à la plus complexe (Multi-attribute utility Theory). Pratiquement toutes ces méthodes reposent sur des critères de développement durable issus d'une vision du développement durable en termes de piliers (économique, social et environnemental).

Il nous est apparu qu'en la matière, l'accent ne doit pas tant être mis sur les questions de méthode que sur les questions, bien plus fondamentales, de définition et d'opérationnalisation du concept de développement durable dans le contexte des projets de développement en général et des projets MDP en particulier. Or, les quelques évaluations existantes souffrent d'un déficit de fondement théorique et de pertinence relativement à la notion même de développement.

Il nous a semblé que la théorie des capacités et des fonctionnements de Sen constituait le socle le plus cohérent et le plus rigoureux pour fonder une méthodologie d'évaluation de projets. En particulier, la distinction établie entre capacités et fonctionnements nous paraissait recouvrir assez bien la distinction entre les besoins et aspirations des générations actuelles que les possibilités pour les générations futures de satisfaire les leurs,

Cependant, cette théorie demande à être opérationnalisée pour pouvoir trouver une application sur le terrain. Dans cet esprit, nous avons opté pour une approche s'inspirant de celle d'Alkire mais en adoptant les neuf besoins fondamentaux de Max-Neef comme liste-type des fonctionnements et capacités de base. En outre, nous proposons d'accorder une attention plus poussée et plus systématique à l'ensemble des parties prenantes des projets MDP.

L'approche qui été proposée ici devrait évidemment être testée sur le terrain et en grandeur réelle pour pouvoir juger de son applicabilité. En outre, il faudrait alors opter pour une technique de pondération des différents critères proposés. L'approche MAUT proposée par Sutter ou d'autres méthodes (AHP, ELECTRE, PROMETHEE ou Qualiflex) pourraient être évaluées dans ce cadre. Il est plus probable, cependant, qu'on se rapproche de ce que des auteurs comme Martinez-Allier, Munda, etc., développent sous le nom de « Social Multi-Criteria Evaluation ».

Une évaluation macro-économique du MDP

Le protocole de Kyoto crée un marché de droits d'émission dont on peut observer, dès maintenant, les premiers échanges. Le MDP ouvre ce marché aux pays au développement, non contraints par le Protocole de Kyoto. Ce marché confrontera donc une offre et une demande de crédits d'émission. L'équilibre entre l'offre et la demande sera caractérisé par l'égalisation des coûts marginaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans tous les pays.

L'intersection entre la courbe de coût marginal de réduction des émissions de GES des pays de l'annexe I et celle des pays en développement nous a permis de déterminer le prix de la tonne de CO₂ sur ce marché international. La Belgique, en tant que pays de l'annexe I, aura finalement la possibilité de recourir à trois types d'instrument pour remplir son engagement de Kyoto : la réduction domestique, le marché de droits d'émission (et l'application conjointe) et le MDP. Compte-tenu des courbes de coût marginal de la Belgique et des pays en développement ainsi que du prix de la tonne de CO₂ sur le marché international, nous avons montré qu'il est possible de déterminer quelle est la répartition optimale d'un point de vue macro-économique entre les trois mécanismes. Les résultats obtenus dépendent de différentes hypothèses relatives notamment à l'accès au potentiel de réduction des émissions des pays en développement, à la quantité d'air chaud mise sur le marché et à la part de marché prise par la

Belgique dans le MDP. Ils dépendront également de la qualité des données sur les coûts marginaux de réduction des émissions.

Le modèle CDM-MAT a été conçu dans le but de systématiser l'analyse résumée ci-dessous. Les résultats obtenus grâce à cet outil nous ont permis de mettre en évidence que la Belgique est fortement dépendante de l'achat de permis. Le coût du Protocole de Kyoto pour la Belgique est donc fortement influencé par le prix de la tonne de CO₂ sur le marché international, prix lui-même fonctions de paramètres hors de portée de la Belgique (comme la quantité d'air chaud mise sur le marché par la Russie). Le recours au MDP devrait permettre de réduire sensiblement le coût de Kyoto pour la Belgique et sa dépendance par rapport aux prix de la tonne de CO₂ sur le marché international. Dans la réalisation de projets MDP, la Belgique se trouvera en compétition avec les autres pays de l'annexe I qui recherchent également à réduire leur coût de Kyoto. La quantité de crédits MDP que la Belgique pourra utiliser dépendra alors de la part de marché mondial du MDP qu'elle pourra s'attribuer. Cette part de marché, équivalente dans notre analyse à la part de l'effort de réduction belge dans l'effort de réduction mondial, exige, pour être réalisée, une politique volontariste de la Belgique vis-à-vis de cet instrument. Or, force est de constater que la Belgique accuse un certain retard par rapport à d'autres pays européens en ce qui concerne les contacts avec les éventuels pays partenaires et le lancement de projets et que, de ce fait, son taux de pénétration sur le marché mondial du MDP soit bien inférieur à celle que nous avons postulée.

Quels seront les principaux pays hôtes de projets MDP ? L'analyse suggère que l'Afrique accueillera très peu de projets par rapport à l'Asie ou à l'Amérique du Sud. Ces résultats doivent cependant être nuancés. En effet, les courbes de coût marginal, issues de modèles d'équilibre général, n'ont sans doute pas la même pertinence pour les pays les moins développés que pour les pays industrialisés ou émergents. La disponibilité et la fiabilité des données nous a d'ailleurs empêché de réaliser une analyse plus approfondie de l'offre des pays en développement de la zone sub-saharienne.

La deuxième partie de l'évaluation macro-économique s'est centrée sur la question des *low hanging fruits* selon laquelle les projets MDP entrepris en première période d'engagement utiliseraient une grande partie du potentiel de réduction d'émission à faible coût des pays en développement, ne leur laissant que les options de réduction d'émission les plus coûteuses pour les futures périodes d'engagement. Le travail entrepris a consisté à modéliser le comportement d'un pays en développement sur deux périodes d'engagement : dans la première période, le pays peut participer au MDP mais n'est pas lié à un engagement de réduction d'émission alors qu'il contracte un engagement en seconde période.

Si on part de l'hypothèse que les surplus du vendeur et de l'acheteur vont au pays de l'Annexe I, les pays en développement devraient dans tous les cas refuser les projets MDP. Sous l'hypothèse, à notre point de vue plus réaliste, où les pays hôte obtiennent les surplus du vendeur, nous avons montré que les pays en développement ont un intérêt à participer au MDP sauf si le prix du permis en première période est bas par rapport au prix de la seconde période et si les allocations des permis futurs sont affectées négativement par la participation au MDP. Cependant, quand la possibilité de mise en réserve est prise en compte, les pays en développement auraient toujours intérêt à participer au MDP. En outre, le comportement optimal des pays en développement consiste toujours à mettre en œuvre les projets à faible coût en premier lieu. Par contre, la participation des pays en développement au MDP est limitée par trois effets : l'effet de dotation, l'effet d'irréversibilité et l'effet d'incertitude.

Le projet pilote fictif

L'étude d'un projet pilote fictif inspiré d'un projet (réel) nous a permis de tester et d'illustrer les outils d'évaluation de projet élaborés dans le cadre de ce projet de recherche,

outils relatifs au calcul des crédits d'émission et à la contribution du développement durable des projets MDP.

Ce projet a été ainsi l'occasion d'illustrer différentes étapes de construction du niveau de référence (*baseline*) et de tester l'outil de comptabilisation des crédits et d'étude de rentabilité financière CAT. Il nous a permis notamment d'illustrer combien le choix d'un niveau de référence absolu ou relatif peut influencer le nombre de crédits dégagés par le projet et sa rentabilité financière si le projet induit une augmentation des services énergétiques par rapport au scénario de référence. Par ailleurs, les impacts des coûts de transaction, du choix du périmètre du projet, du choix technologique ont également pu être analysé du point de vue environnemental et financier.

En ce qui concerne l'analyse de la contribution au développement durable du projet fictif, l'objectif n'était pas de mener une évaluation "grandeur nature" mais d'éprouver les potentialités d'une autre façon d'aborder la problématique du développement humain durable dans le contexte des projets MDP. La comparaison entre le projet fictif et le système des plateformes multifonctionnelles nous a permis de dégager quelques conclusions provisoires. Ainsi, nous avons montré qu'il peut y avoir un conflit d'objectifs entre l'efficacité environnementale et le développement durable des pays hôtes (à coût égal, faut-il préférer une technologie plus propre mais satisfaisant moins de besoins fondamentaux ou une technologie moins performante sur le plan environnemental mais plus performante en terme de développement durable ?)

C'est, selon nous, l'attention à des besoins humains généralement négligés (de participation, d'autonomie, de compréhension, etc.) qui fait d'un projet énergétique ou industriel un véritable projet de développement durable. En définitive, plutôt que de se demander si un projet MDP est compatible avec le développement durable, ne pourrait-on exiger que tout projet MDP soit conçu et pensé d'abord comme un projet de développement ? L'exemple des projets de type plate-forme multifonctionnelle montre bien comment un projet énergétique peut revêtir cette qualité : en se focalisant non sur la technologie mais sur le service, en prenant en compte les conditions institutionnelles, culturelles et sociales de son appropriation par les bénéficiaires, bref en transformant un satisfacteur spécialisé en satisfacteur synergétique.

Bibliographie

- Akita J. (2003), "A simple model of CDM low-hanging fruit", in Sawa T. (ed.), *International frameworks and technological strategies to prevent climate change*, Springer, Tokyo, Japan.
- Alkire S. (2002) *Valuing Freedoms. Sen's Capability Approach and Poverty Reduction*. Oxford University Press, Oxford.
- Baumert K. et Kete N. (2000), "La conception d'un mécanisme pour un développement propre en réponse aux besoins des diverses parties concernées", World Resources Institute, octobre.
- Begg K. et al. (2003), "Encouraging CDM energy projects to aid poverty alleviation : Final report of project R8037 under the DFID KAR programme", Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, disponible sous www.iesd.dmu.ac.uk, 113 p., juin.
- Bernard A., Reilly J., Vielle M., Viguier L. (2002), "The Effects of US Withdrawal from the Kyoto Protocol on International Emission Trading", Paper prepared for the International Energy Workshop jointly organized by the Energy Modeling Forum (EMF), International Energy Agency (IEA) and IIASA, 18–20 June 2002 at Stanford University.
- Blanchard O., Criqui P. et Kitous A. (2002), « After the Hague, Bonn and Marrakech », Institut d'Economie et de Politique de l'Energie, Grenoble.
- Bouyssou D., T. Marchant, M. Pirlot, P. Perny, A. Tsoukias, et P. Vincke (2000), *Evaluation and Decision Models, A Critical Perspective*. Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dordrecht.
- Bossel H. (1998), *Earth at a crossroads. Paths to a Sustainable Future*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bunge M. (1999) *Social Science under Debate. A Philosophical Perspective*, Toronto University Press, Toronto.
- Burdge R.J. (1994), *A conceptual approach to social impact assessment*, Social Ecology Press, Middleton, Wis.
- Capoor K., Lecocq F. (2003), "State and Trends of the Carbon Market 2003", PCF plus Research, World Bank.
- CE (2003), "Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small-scale CDM project activity categories", Comité Exécutif du MDP, United Nations Frame Convention on Climate Change, disponible sous www.unfccc.int/cdm, 12 p., septembre.
- CFDD (1999), "Avis sur les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto", Conseil Fédéral pour un Développement Durable.
- Chomitz K. M. (2002), "Baseline, leakage and measurement issues: how do forestry and energy projects compare?", *Climate Policy*, 2, pp. 35-49.
- Dasgupta, P. (1993), *An Inquiry into Well-Being and Destitution*, Clarendon Press, Oxford.
- DEA (2002), "Joint implementation and clean development mechanism : manual for project developers, version 1", Danish Energy Authority, 92 p., Mai.

- Den Elzen M.G.J. et de Moor, A.P.G. (2002), "Evaluating the Bonn-Marrakesh agreement", *Climate Policy*, **2**, 111–117.
- Diagana, M. (2001) « Etude d'impact de la plate-forme multi-fonctionnelle sur les conditions de vie des femmes – Mali », disponible sous <http://www.ptfm.net>.
- Doyal, L. and I. Gough. (1991) *A Theory of Human Need*, The Guilford Press, New York.
- Dutschke M. et Michaelowa A. (2003), "Development Aid and the CDM - How to interpret "Financial Additionality"" Discussion paper, Hamburg Institute of International Economics, disponible sous www.hwwa.de, 17 p., mai.
- Ellerman A.D et Decaux A. (1998), "Analysis of Post-Kyoto CO₂ Emissions Trading Using Marginal Abatement Curves", MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report 40, Cambridge MA.
- Eyckmans J., Van Regemorter D. and Vansteenbergh V. (2002), "Is Kyoto Fatally Flawed? An Analysis with MacGEM", disponible sous <http://www.core.ucl.ac.be/climneg/publications.htm>
- French, S. (1998), *Decision Theory. An Introduction to the Mathematics of Rationality*. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Galtung J. (1994), *Human Rights in Another Key*, Polity Press, Cambridge.
- Gasper, D. (2002) "Is Sen's capability approach an adequate basis for considering human development ?", *Review of Political Economy*, **14(4)** :119-131.
- Geres R. et Michaelowa A. (2002), "A qualitative method to consider leakage effects from CDM and JI projects", *Energy Policy*, **30**, pp. 461-463.
- Greening L. A., Greene D. L. et Difiglio C. (2000), "Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey", *Energy Policy*, **28**, pp. 389-401.
- Grütter J., Kappel R. et Staub P. (2002), "Simulating the Market for greenhouse Gas Emission Reductions : The CERT Model", Grütter consulting.
- Halsnaes K. (1994), "Assessment of international mitigation costing studies in developing countries", United Nations Environment Program, disponible sous <http://www.uceee.org/CopenhagenConf/halsnaes.htm>, 25 p., mai.
- Heuberger R., Sutter Ch. et Santos L. (2003), "Host Country Approval for CDM Projects in Uruguay: Application of a Sustainability Assessment Tool", Institute of Environmental Physics, Energy & Climate, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), 57 p., août.
- IEPF (2002), "Guide pratique pour la formulation de projets dans le cadre du mécanisme pour un développement propre (MDP)", Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, 81 p., mars.
- Jotzo F. et Michaelowa A. (2002), "Estimating the CDM Market Under the Marrakech Accords", *Climate Policy*, **2**, no. 2–3, 179–201.
- Kete N., Bhandari R. et Baumert K. (2001), "Should development aid be used to finance the Clean Development Mechanism?", World Resources Institute, disponible sous www.wri.org, 12 p., avril.
- Laurikka L. (2002), "Absolute or relative baselines for JI/CDM projects in the energy sector ?", *Climate Policy*, **2**, pp. 19-33.

- Lazarus M., Kartha S., Bernow S. (2001), "Project baselines and boundaries for project-based GHG emission reduction trading : a report to the greenhouse gas emission trading pilot program", Tellus Institute, disponible sous www.tellus.org, 65 p., avril.
- Loschel A. et Zhang Z.X. (2002), "The Economic and Environmental Implications of the US Repudiation of the Kyoto Protocol and the Subsequent Deals in Bonn and Marrakech." *Weltwirtschaftlich. Arch.* **138**, 711–746.
- Manne, A.S., Richels, R.G. (2001), "US Rejection of the Kyoto Protocol: The Impact on Compliance Costs and CO emissions", AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies, Working Paper 01– 212.
- MATEE (2003a), "MDP - MAROC : Stratégie - Organisation - Procédures", Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement (Maroc), disponible sous www.mdpmaroc.com, 28 p., octobre.
- MATEE (2003b), "Matrice des critères et indicateurs proposés pour l'évaluation des projets MDP au Maroc", Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement (Maroc), disponible sous www.mdpmaroc.com, 3 p., octobre.
- Max-Neef M.A. (1991), *Human Scale Development*, The Apex Press, New York and London.
- Michaelowa A. et Dutschke M. (2000), "Outlook on climate and development policies", in *Climate policy and development*, 29 p.
- Ministry of Housing (2001), "Operational Guidelines for Baseline Studies, Validation, Monitoring and Verification of Clean Development Mechanism Project Activities Volume 2a: Baseline Studies, Monitoring and Reporting", Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment of the Netherlands, disponible sous www.senter.nl, 29 p., octobre.
- Nairain, U. and K. van't Veld (2001), "Long-term risks to developing countries from participating in the clean development mechanism", mimeo.
- NSS program (2002), "South African national strategy study on the clean development mechanism : Executive summary", National Strategy Study, World Bank, 21 p., mars.
- Nussbaum, M. (2000) *Women and Human Development : The Capabilities Approach*, Cambridge University Press, Cambridge.
- PCF (2000a), "Baseline Study for the Greenhouse Gas Component of the Liepaja Regional Solid Waste Management Project", Prototype Carbon Fund, disponible sous www.prototypecarbonfund.org, 38 p., mai.
- PCF (2000b), "PCF implementation note number 3: baseline methodologies for PCF projects.", Prototype Carbon Fund, disponible sous www.prototypecarbonfund.org, 7 p., décembre.
- PCF (2001a), "Baseline determination for Plantar : Evaluation of the emissions reduction potential of the Plantar project", Prototype Carbon Fund, 99 p., octobre.
- PCF (2001b), "Baseline study : West Nile Hydropower Project", Prototype Carbon Fund, disponible sous www.prototypecarbonfund.org, 65 p., août.
- Pembina Institute (2002), "A user's guide to the clean development mechanism (CDM)", Pembina Institute, 71 p., juin.
- Qizilbash, M. (1996), "Capabilities, well-being and human development : A survey", in *Journal of Development Studies*, **33** (2), 143-162.

- Reddy, A.K.N (2000) "Energy and social issues". dans *World Energy Assessment*, UNDP, New York, 2000.
- Reddy A.K.N. (2002), "Energy technologies and policies for rural development", in T.B. Johansson and J. Goldemberg (ed.), *Energy for Sustainable Development. A Policy Agenda*, UNDP, New York, pages 115-136.
- Rose, A., E. Bulte and H. Folmer (1999), "Long-run implications for developing countries of joint implementation of greenhouse gas mitigation", *Environmental and Resource Economics* **14**: 19-31.
- Sen A. (2000), *Un nouveau modèle économique. Développement, justice, liberté*. Editions Odile Jacob, Paris.
- Sijm, J.P.M., Ormel, F.T., Martens, J.W. et al. (2000), "Kyoto Mechanisms. The Role of Joint Implementation, the Clean Development Mechanism and Emissions Trading in Reducing Greenhouse Gas Emissions", ECN report C-00-026, Petten, The Netherlands.
- Stagl, S. and S.U. O'Hara (2001), « Preferences, needs and sustainability ». in *Int. J. Sustainable Development*, **4 (1)** :4-21, 2001.
- Sutter, C. (2003), *Sustainability Check-Up for CDM Projects. How to assess the sustainability of international projects under the Kyoto Protocol*, WVB, Wissenschaftlicher Verlag Berlin, Berlin.
- The World Commission On Environment and Development (1987), *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford New York.
- The World Bank (1996), *The World Bank Participation Sourcebook. Environmentally Sustainable Development*", Washington DC.
- Thorne S. et La Rovere E.L. (1999), "Criteria and Indicators for Appraising Clean Development Mechanism (CDM) Projects". HELIO International, Cape Town / Rio de Janeiro, Octobre.
- Thorne, S. and S. Raubenheimer (2002), "Sustainable Development (SD) appraisal of Clean Development Mechanisms (CDM) projects - experiences from the SouthSouthNorth (SSN) project", SouthSouthNorth, Cape Town, 2002.
- UNFCCC (1997), "Protocole de Kyoto à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques", United Nations Frame Convention on Climate Change, décembre.
- UNFCCC (2001), "The Marrakesh Accords & the Marrakesh Declaration", United Nations Frame Convention on Climate Change, novembre.
- Union Européenne (2002), « Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CCE du Conseil », Commission des Communautés Européennes, mars.
- Union Européenne (2003), « Proposition de directive du parlement européen et du conseil modifiant la directive établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté, au titre des mécanismes de projet du protocole de Kyoto », Commission des Communautés Européennes, juillet.
- van der Mensbrugge D. (1998), "A (Preliminary) analysis of the Kyoto Protocol: using the OECD GREEN Model", dans OECD, 1998, *Economic Modelling of Climate Change*, OECD, Paris.

- VROM (2001), "Implementation of the clean development mechanism by the Netherlands", Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment of the Netherlands, 53 p., December.
- Winkler H. et Thorne S. (2002), "Baselines for suppressed demand : CDM projects contribution to poverty alleviation", SouthSouthNorth, 12 p., février.
- WWF (2002), "The Gold Standard. Clean Development Mechanism Project Design Document", disponible sous www.panda.org/goldstandard.
- Yates, A. and M. Cronshaw (2001), "Pollution permit markets with intertemporal trading and asymmetric information", in *Journal of Environmental Economics and Management* **42**: 104-118.
- Zhang Z.X. (1999), "Estimating the Size of the Potential Market for the Kyoto Flexibility Mechanism", University of Groningen.

Annexe : documents de travail établis dans le cadre de la recherche

- 1 Bréchet Th., Grandjean G. et Lussis B., « Le MDP dans le contexte belge : une évaluation macro-économique », Institut pour un Développement Durable, CORE-UCL, disponible sous www.iddweb.be, 25 p., mars 2004.
- 2 Bréchet Th., Germain M. et van Steenberghe V., « Developing countries, the clean development mechanism and the low hanging fruits issue », CORE-UCL, disponible sous www.iddweb.be, 27 p., février 2004.
- 3 Boulanger PM, "Les projets MDP et le développement durable", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 61 p., avril 2004.
- 4 Germain M., « De l'impact du principe d'additionnalité et des scénarios de référence dans le cadre du mécanisme pour un développement propre », 10 p., janvier 2003.
- 5 Grandjean G. « Une analyse économique du marché du carbone », disponible sous www.iddweb.be, 20 p., mars 2004.
- 6 Huppen I., « Le rôle des fédérations et industries belges au sujet des mécanismes de flexibilité », Aquadev, disponible sous www.aquadev.org, 42 p., 18 juin 2003.
- 7 Huppen I., « Constitution du cadre institutionnel en termes de mécanismes de flexibilité en Suisse, Canada et Belgique – Une analyse comparative », Aquadev, disponible sous www.aquadev.org, 9 p., 18 juin 2003.
- 8 Huppen I., « Afrique de l'Ouest : Cadre institutionnel dans le domaine des changements climatiques », Aquadev, disponible sous www.aquadev.org, 9 p., 18 juin 2003.
- 9 Huppen I., « Initiatives Internationales liées au CDM », Aquadev, disponible sous www.aquadev.org, 2 p., 18 juin 2003.
- 10 Huppen I., « Cahier des charges (guidelines pour l'implémentation de projets CDM », Aquadev, disponible sous www.aquadev.org, 6 p., 18 juin 2003.
- 11 Huppen I., « Rôle des acteurs africains : l'efficacité énergétique dans l'industrie sénégalaise », Aquadev, disponible sous www.aquadev.org, 8 p., 18 juin 2003.
- 12 Huppen I. et Lussis B., « Bases de données technologiques : identification et description », Aquadev, Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.aquadev.org, 25 p., 12 mai 2003.
- 13 Lussis B., "Accords de Marrakech et mécanismes de flexibilité", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 7 p., décembre 2001.
- 14 Lussis B., "Principes de fonctionnement du MDP définis à la CdP7", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 13 p., décembre 2001.
- 15 Lussis B., "Le Prototype Carbon Fund", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 13 p., décembre 2001.
- 16 Lussis B., "Niveaux de référence : méthodologies et cadre législatif", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 11 p., mars 2002.
- 17 Lussis B., "Transfert de technologie dans le MDP", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 6 p., août 2002.
- 18 Lussis B., "La construction d'un niveau de référence", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 14 p., novembre 2002.
- 19 Lussis B., "CDM Assessment Toolkit (CAT004) : Description et application", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 31 p., mars 2003.

- 20 Lussis B., "Pourquoi les propositions de méthodologie de définition des niveaux de référence ont-elles été refusées ?", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 10 p., mai 2003.
- 21 Lussis B., "L'aide publique au développement et le MDP : complémentarité ou incompatibilité ?", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 15 p., octobre 2003.
- 22 Lussis B., " CDM Macro-economic Assessment Tool /V1.1. Description et procédures d'utilisation ", Institut pour un Développement Durable et CORE-UCL, disponible sous www.iddweb.be, 23p., février 2004.
- 23 Lussis B., "L'additionnalité du projet pilote fictif", Institut pour un Développement Durable, 37 p., février 2004.
- 24 Lussis B., "Le MDP unilatéral", Institut pour un Développement Durable, disponible sous www.iddweb.be, 15 p., 23 mars 2004.
- 25 Aquadev, « Etude sur le développement durable au Sénégal : énergies renouvelables et pertinence des transferts technologiques dans l'optique du MDP », Aquadev, 33 p.