



INSTITUT D'ECONOMIE ET
DE POLITIQUE DE L'ENERGIE

CAHIER DE RECHERCHE N° 27

**Après La Haye, Bonn et Marrakech:
le futur marché international des permis de droits d'émissions
et la question de l'air chaud**

Odile Blanchard, Patrick Criqui,
Alban Kitous

Janvier 2002

La réalisation de ce papier a bénéficié du concours financier de
l'Institut Français de l'Energie (IFE)

Unité mixte de recherche du Centre National de la Recherche Scientifique
et de l'Université Pierre Mendès France (UFR DGES) - UMR 5111

IEPE, BP 47, 38040 Grenoble Cedex 09, France
Tél : +33 (0)4 76 51 42 40 ; Fax : +33 (0)4 76 51 45 27
Mél : iepe@upmf-grenoble.fr ; URL : <http://www.upmf-grenoble.fr/iepe>

Sommaire

<i>Introduction</i>	3
<i>Notes techniques sur l'étude</i>	5
<i>1. Le cas de référence, ou l'Accord Initial (AI) du Protocole de Kyoto</i>	7
<i>2. Le Compromis Manqué (CM) de La Haye</i>	11
<i>3. L'accord Bonn-Marrakech</i>	13
a. Participation hypothétique des USA à l'accord Bonn-Marrakech (BM ₀)	13
b. L'accord Bonn-Marrakech effectif (BM ₁)	14
<i>4. La restriction de l'air chaud et le pouvoir de marché potentiel de la Russie et de pays d'Europe de l'Est</i>	16
a. Relation générale entre le prix du permis et la restriction d'air chaud	16
b. Restriction sur l'air chaud et bénéfices des pays exportateurs	17
c. Restrictions sur l'air chaud et pays importateurs de l'Annexe B	18
d. Exclusion de l'air chaud vs. pouvoir de marché	19
i. Pas d'air chaud échangé	19
ii. Le pouvoir de marché de l'ex-URSS et des EEE	21
<i>Conclusion</i>	22
<i>ANNEXE 1 : Puits calculés à 3% des émissions de l'année de base</i>	25
<i>ANNEXE 2 : Puits dans l'accord Bonn-Marrakech</i>	26
<i>ANNEXE 3 : Impact du facteur d'accessibilité aux projets MDP</i>	27

Introduction

En 1998 la quatrième Conférence des Parties de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques tenue à Buenos Aires vit la définition du Plan d'Action de Buenos Aires appelant les Parties à travailler sur les questions clés à la mise en œuvre du Protocole de Kyoto: les mécanismes de flexibilité, la conformité aux engagements des Parties, les transferts de technologie, les effets néfastes des changements du climat, la mise en place de politiques et mesures spécifiques au changement climatique, et la question des puits de carbone (Utilisation des terres, Changement d'affectation des terres et Foresterie). L'objectif était de conduire les discussions sur ces questions à leur terme pour la sixième Conférence des Parties ('COP 6') à La Haye (Pays-Bas) en novembre 2000. Néanmoins aucun accord ne fut trouvé alors entre les Parties et il fut décidé de reprendre les négociations au cours d'une Conférence des Parties 'COP 6-bis' en juillet 2001 à Bonn.

Le contexte des négociations se modifia subitement quand le président des Etats Unis d'Amérique nouvellement élu G. W. Bush déclara en mars 2001 que les USA rejetaient le Protocole de Kyoto comme un accord fondamentalement vicié ("fatally flawed"). En dépit des nombreuses pressions pour que les USA rejoignent le processus engagé depuis 1997 à Kyoto, la participation de l'Administration américaine s'est limitée à un rôle d'observateur durant la Conférence de Bonn. De manière surprenante, COP 6-bis déboucha sur une avancée majeure en la rédaction d'un accord politique -bien que non contraignant légalement - sur la mise en œuvre du Protocole par l'ensemble des Parties toujours présentes dans le processus. Outre la reconnaissance de la nécessité de nouveaux financements, l'accord définit les grandes lignes pour les décisions à venir sur le transfert de technologies, la minimisation des effets néfastes, le respect des engagements, les mécanismes de flexibilité et la prise en compte des puits de carbone. L'accord a été traduit en termes opérationnels durant la septième Conférence des Parties à Marrakech (COP7, 29 octobre - 10 novembre 2001). Le résultat, les 'Accords de Marrakech'¹ (que nous appellerons l'accord 'Bonn-Marrakech' par la suite), ouvre la voie à la ratification du Protocole Kyoto² par les différentes Parties et à son entrée en vigueur.

En particulier, en ce qui concerne les puits de carbone liés à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie, les Parties se sont accordées sur une méthodologie de comptabilité des crédits qui s'ajouteront aux quantités d'émissions qui leur sont attribuées. En plus des projets domestiques ou réalisés via la mise en œuvre conjointe (MOC), les projets de boisement et de reboisement sont considérés comme éligibles au sein du Mécanisme de Développement Propre (MDP) à la hauteur de 1% des émissions de l'année de base durant la première période d'engagement³.

¹ Les accords de Marrakech et la Déclaration de Marrakech sont accessibles sur http://www.unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf (au 09/01/2002)

² Le texte du Protocole de Kyoto est accessible sur <http://www.unfccc.int/resource/docs/cop3/07a01.pdf> (au 09/01/2002)

³ Pour les documents officiels sur la Convention-Cadre sur les Changements Climatique, cf. : <http://www.unfccc.int/resource/docs.html>

L'objectif principal de ce papier est d'évaluer quantitativement l'accord Bonn-Marrakech, en termes de coûts de réductions et de marché d'émissions, en comparaison avec l'accord initial de Kyoto. Le Protocole de Kyoto ne donnant pas de chiffrage explicite sur les crédits d'émissions relatifs aux puits de carbone ni de méthode pour les estimer, notre cas de référence (l' 'Accord Initial') ne prend pas en compte l'utilisation de ces crédits.

De plus, deux situations hypothétiques sont considérées. La première décrit le 'compromis manqué' qui aurait pu être atteint par les Parties en novembre 2000 à La Haye. La seconde est un cas virtuel supposant la participation des USA à l'accord Bonn-Marrakech avec l'ensemble des autres Parties. Ces deux cas contribuent à éclairer les difficultés potentielles liées à l'accord Bonn-Marrakech.

Dans la situation présente les USA sont en dehors du processus et n'ont donc pas d'engagements de réductions d'émissions. Etant données les projections d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂) utilisées dans cette étude (modèle POLES), l'ex-URSS et les pays d'Europe de l'Est faisant partie de l'Annexe B du Protocole de Kyoto ont potentiellement assez d'"air chaud" pour remplir l'objectif global de la bulle Annexe B, sans qu'aucun effort domestique de réductions ne soit entrepris par les autres pays de l'Annexe B (les pays de l'Annexe II de la Convention-Cadre⁴). Nous montrons que, dans le cas théorique où l'échange d'air chaud a lieu sans aucune limitation, le prix du permis serait nul selon le modèle POLES du fait de l'absence d'équilibre de marché.

Nous examinons ensuite les impacts économiques de restrictions des échanges d'air chaud pour l'ex-URSS et les Economies d'Europe de l'Est (EEE), ainsi que pour les autres pays. Ces impacts dépendent du pouvoir de marché potentiel des premiers..

⁴ La liste de pays est disponible sur : <http://unfccc.org/resource/conv/annex2.html> (au 10/10/2001)

Notes techniques sur l'étude

Tous les résultats quantitatifs présentés dans ce papier découlent de l'utilisation du modèle POLES⁵ et du logiciel ASPEN⁶ développés à l'IEPE. POLES est un modèle du système énergétique mondial qui simule la demande et l'offre d'énergie de manière récursive sur une base annuelle jusqu'en 2030. Le monde est décrit en 38 pays ou régions, la demande énergétique de chacun étant régie par 15 équations principales. 24 technologies de générations d'électricité, parmi lesquelles 12 technologies nouvelles et renouvelables, sont explicitées. Le modèle POLES projette aussi les émissions de CO₂ du secteur énergétique jusqu'en 2030 ainsi que les courbes de coûts marginaux de réduction de ces émissions dans chacun des ces pays ou régions.

Le logiciel ASPEN utilise en entrée les courbes de coûts marginaux évaluées par le modèle POLES. Elles permettent de simuler l'offre et la demande de permis en 2010 (choisie comme l'année représentative de la première période d'engagements 2008-2012) pour toute taille et configuration de marché et, par là, permettent de déterminer le prix d'équilibre de marché (le prix du permis d'émission). L'échange de permis est supposé prendre place sur un marché parfaitement compétitif.

L'étude concerne seulement les émissions de CO₂ et ne considère pas les réductions d'émissions des autres gaz à effet de serre (GES) mentionnés dans l'Annexe A du Protocole de Kyoto. L'incorporation des ces autres GES dans le modèle POLES est en cours d'élaboration. Néanmoins, le dioxyde de carbone étant de loin le principal GES anthropogénique, nous estimons ici que les conclusions principales et les tendances générales de l'étude seraient similaires avec la prise en compte de ces autres gaz.

La première partie de cette étude examine les conséquences économiques du Protocole de Kyoto qui aurait été mis en œuvre en l'état. C'est le cas de référence ou 'Accord Initial' (AI). Le compromis hypothétique de La Haye est ensuite examiné (référéncié comme le scénario 'Compromis Manqué', CM). L'accord Bonn-Marrakech est évalué dans la troisième partie en deux temps: en premier lieu est quantifiée l'hypothèse (non réalisée) que les USA prennent part à l'accord (scénario BM₀), et nous analysons ensuite l'accord effectivement atteint (BM₁). Enfin, la quatrième partie traite la question des restrictions de l'échange d'Air Chaud et de l'impact du pouvoir de marché potentiel de l'ex-URSS et des EEE.

Dans tous les cas étudiés ci-dessous, les objectifs de réductions d'émissions des pays de l'Annexe B sont ceux fixés dans le Protocole de Kyoto. Ces objectifs peuvent être atteints via des réductions domestiques ainsi que via les trois mécanismes de flexibilité adoptés dans le Protocole: Echange International de Permis, Mise en Œuvre Conjointe et Mécanisme de Développement Propre. Comme stipulé dans les Accords de Marrakech, nous considérons que les réductions d'émissions obtenues via ces trois mécanismes sont entièrement fongibles.

⁵ POLES signifie Prospective Outlook on Long term Energy Systems.

⁶ ASPEN signifie Analyse des Systèmes de Permis d'Emission Négociables

Ainsi qu'il est expliqué extensivement dans la littérature économique sur le Changement Climatique (Criqui and al., 1999 ; Energy Journal, 1999), les pays de l'Annexe B sont supposés dans cet exercice importer des unités de réduction d'émissions via ces mécanismes de flexibilités lorsque le coût marginal de réduction d'émissions est supérieur au prix international du permis d'émission.

1. Le cas de référence, ou l'Accord Initial (AI) du Protocole de Kyoto

Plusieurs hypothèses sont adoptées pour construire l' 'Accord Initial' (AI). Ayant tous pris part au Protocole de Kyoto, les pays de l'Annexe B prennent tous part à l'échange de permis.

Un facteur d'accessibilité de 10% est fixé pour les projets MDP, traduisant le fait qu'il est estimé que seulement 10% des réductions d'émissions totales potentielles au sein des secteurs énergétiques des pays non-Annexe B sont considérées comme étant des projets MDP effectivement réalisables. La justification de ce facteur d'accessibilité provient des difficultés techniques ou institutionnelles dans la définition, l'identification, et la mise en œuvre de tels projets (manque d'infrastructures ou d'expertise par exemple), ainsi que dans la difficulté d'estimer les références correspondantes.

De plus, des coûts de transactions sont associés à tous les projets MDP afin de tenir compte des coûts de procédure inhérents à la mise en place de ces projets (procédures administratives ou certification des unités de réductions par exemple). Ces coûts sont supposés augmenter le coût de réduction d'une tonne de carbone à hauteur de 20% des coûts techniques.

Le scénario AI ne prend pas en compte les puits de carbone dans les réductions d'émissions. Bien que le Protocole de Kyoto mentionne explicitement l'usage de ces puits dans les articles relatif à l'Utilisation des terres, au Changement d'affectation des terres et à la Foresterie (Articles 3.3 et 3.4), aucun chiffre n'est fourni. La définition d'une méthode de comptabilité a été laissée aux Conférences des Parties suivantes. L'exclusion des puits du cas de référence a pour objet de montrer ce que les négociations suivant Kyoto sur cette question ont amené en termes économiques lorsque l'utilisation des puits permet de fait de diminuer les réductions d'émissions (du secteur énergétique en ce qui concerne l'étude présente).

De la même manière, bien que l'article 12 du Protocole de Kyoto appelle explicitement à l'instauration d'une "part des fonds" ('share of proceeds') pour aider les pays développés à faire face aux coûts d'adaptation au changement climatique, mais sans donner de chiffres, aucune 'share of proceeds' n'est prise en compte dans l'Accord Initial défini ici

Dans ces conditions, le prix international du permis serait de 48 \$/tC⁷ (cf Tableau 1 ci-dessous).

⁷ Tous les prix et coûts sont donnés en 1995 US dollars.

Tableau 1 : Le scénario AI, coûts et réduction d'émissions

Permit Price at equilibrium (\$/tC)	48
-------------------------------------	----

Results summary of current scenario		Purchasers (MtC)				Sellers (MtC)				
Countries	TAC (M95\$)	Required emissions reductions =	Dom. Red.	+ Imports	+ Sinks (dom.+CDM)	Exports				HA balance
			to reach target			CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU	
USA	19755	513	186	327	-	-	-	-	-	-
Europe	4990	136	61	75	-	-	-	-	-	-
CANZ	2538	66	24	41	-	-	-	-	-	-
Japan	1321	35	14	21	-	-	-	-	-	-
FSU	-15286	-	-	-	-	-	76	277	-	-
EEE	-2343	-	-	-	-	-	21	38	-	2
<i>Non-Annex B countries</i>						52				
Annex B results	TAC (M95\$)	Actual Emission reductions (required + untraded HA - sinks)	Dom. Red. to reach target	Imports	Untraded Hot Air	Sinks	Nature of Imports			
							CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU
Demanders	28604	750	286	464	-	0	52	97	315	0
Suppliers	-17629	2	-	-	2					
Total Annex B	10974	752	286	464	2					

Du fait du niveau des coûts marginaux, la plupart des pays de l'Annexe B atteindraient leurs objectifs à l'aide de réductions domestiques mais aussi d'importations (projets MOC et MDP, ou Echange International de Permis). Les régions achetant des unités de réductions d'émissions seraient les USA, l'Union Européenne (UE), la région Canada-Australie-Nouvelle Zélande (CANZ) et le Japon. Le coût total des réductions pour ces pays serait de plus de \$ 28 milliards. Les régions exportant des unités seraient pour la plus grande part les pays de l'ex-URSS⁸ Parties de l'Annexe B ('Former Soviet Union', 'FSU') et des Economies de l'Europe de l'Est (EEE)⁹. Dans une moindre mesure, certains pays non Annexe B seraient également exportateurs, par les projets MDP.

L'ex-URSS et les EEE vendraient des unités de réductions d'émissions obtenues d'une part via l'air chaud créé par les problèmes économiques touchant ces pays et d'autre part par des réductions opérées au sein de leurs secteurs énergétiques (soit par des projets MOC effectués sur leurs territoires, soit par des réductions faites en interne) tant que le coût marginal de ces réductions est plus faible que le prix international des permis. Leurs bénéfices totaux atteindraient \$ 17 milliards.

⁸ 'Ex-URSS' inclut: Russie, Ukraine, Estonie, Lituanie, Lettonie.

⁹ 'EEE' inclut: Bulgarie, la République Tchèque, Hongrie, Pologne, Roumanie, Slovaquie, Slovénie.

Encadré 1 : L'Air Chaud et les projections du modèle POLES

Le fort ralentissement économique des EEE et de l'Ex-URSS (FSU) se traduit par des projections 2010 des émissions de CO₂ énergétique par le modèle POLES inférieures de 305 MtC à leurs émissions de 1990. Ce chiffre représente une réduction substantielle d'émissions appelée 'Air Chaud naturel' dans le tableau ci-dessous. De plus, les droits d'émissions en 2010 de la région Hongrie - Pologne - République Tchèque - Slovaquie sont globalement de 106.8% leurs émissions en 1990¹⁰. Ceci leur permet d'apporter 12 MtC d'Air Chaud additionnel à leur 9 MtC d'Air Chaud 'naturel' sur le marché.

D'un autre côté les objectifs Kyoto de la région Bulgarie - Roumanie - Slovénie sont globalement de 97% leurs émissions de 1990¹¹. Ceci réduit leur volume d'Air Chaud échangeable de 2 MtC par rapport à leur Air Chaud 'naturel'.

La quantité globale d'Air Chaud échangeable est donc de **315 MtC** (305 + 12 - 2).

		1990 level	2010 level (BaU emissions)	Natural Hot Air	Target (2010 objective / 1990 emissions)	Resulting tradable Hot Air	HA not tradable
FSU	Russia/ Ukraine/ Baltic States	816	540	277	100%	277	-
EEE	Poland/ Czech Rep./ Hungary/ Slovakia	174	165	9	106.8%	21	-
	Bulgaria/ Slovenia/ Romania	67	48	19	97%	17	2
Total				305		315	2

Source : POLES model

Les 2 MtC d'air chaud non échangeable de Bulgarie - Roumanie - Slovaquie sont mentionnées sous l'étiquette '**HA balance**' dans les tableaux 1, 2 et 3. Cette quantité est incluse dans les réductions d'émissions totales, étant entendu qu'elle représente effectivement une réduction du flux d'émissions vers l'atmosphère.

L'Air Chaud en provenance de l'ex-URSS représente 88% de l'air chaud disponible pour l'échange de permis. Par conséquent le rôle de l'ex-URSS sur le marché est prédominant.

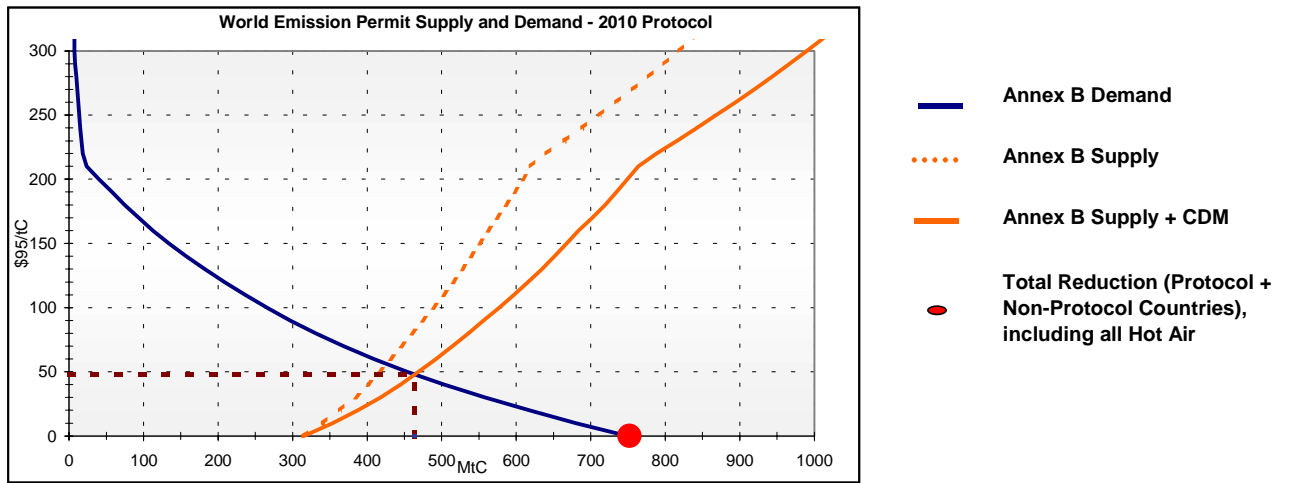
Le graphique 1 illustre l'état du marché des permis d'émissions dans le cas de référence. Le point de départ des courbes d'offre correspond au montant d'air chaud provenant de l'ex-URSS et des EEE: jusqu'à 315 MtC (voir détail des calculs dans l'encadré ci-dessus) ces régions peuvent fournir des réductions d'émissions à un coût marginal nul.

L'équilibre de marché s'établit pour une quantité de 464 MtC d'importations de la part des pays acheteurs et le prix d'équilibre correspondant est de 48 \$/tC. La différence entre ces quantités échangées et le point des réductions totales (752 MtC) représente les réductions domestiques opérées par les pays acheteurs (i.e. 288 MtC).

¹⁰ L'année / Période de base pour la Pologne est 1988 et pour le Hongrie la moyenne des émissions de 1985-1987. Cf. les UNFCCC guidelines on Reporting and Review, FCCCP/CP/1999/7, Février 2000, disponible sur : <http://www.unfccc.int/resource/docs/cop5/07.pdf>.

¹¹ L'année / Période de base pour la Bulgarie est 1988, pour la Roumanie 1989 et pour la Slovénie 1986. Même référence que dans la note 10 ci-dessus.

Graphique 1 : équilibre de marché du scénario AI



2. Le Compromis Manqué (CM) de La Haye

Les hypothèses adoptées pour quantifier ce scénario font référence à des décisions qui auraient pu être prises durant COP 6 si la Conférence avait alors débouché sur un accord.

En plus des hypothèses du scénario AI précédent, la 'share of proceeds' servant à financer une partie des coûts d'adaptation des pays particulièrement vulnérables est fixée à 2% des réductions d'émissions certifiées pour les projets MDP prenant place dans les pays non-Annexe B autres que Pays les Moins Avancés (PMA).

Les crédits maximum de réductions d'émissions via l'utilisation de puits de carbone sont fixés à 3% des émissions de l'année de référence 1990, comme cela avait été proposé à COP 6 en première évaluation de ce qui pourrait être ajouté aux quantités attribuées aux Parties de l'Annexe B du Protocole (cf. chiffres dans l'annexe 1).

Faute de sources d'information fiables, le coût des puits est, à ce jour, considéré comme nul dans le logiciel ASPEN. Les pays de l'Annexe B sont donc estimés accorder la priorité à ces puits pour atteindre leurs objectifs avant de se tourner vers les autres solutions telles que les réductions d'émissions ou les importations de crédits d'émissions. Par conséquent la quantité de puits utilisée par chaque Partie est calculée comme le potentiel maximum de crédits associés aux puits. La prise en compte de ces puits revient dans cet exercice à alléger les contraintes des pays de l'Annexe B.

Le prix du permis d'émission décline de 48 \$/tC pour le scénario AI à 29 \$/tC (Tableau 2) dans le compromis manqué de La Haye (scénario CM). Ce résultat est expliqué par l'introduction des puits à hauteur de 105 MtC, réduisant ainsi les réductions globales effectives d'émissions de 752 MtC à 647 MtC. Les réductions domestiques passent de 288 MtC à 186 MtC alors que le volume d'échanges demeure presque inchangé autour de 460 MtC.

Néanmoins la nature des exportations de ces permis diffère de celles du cas AI. Les puits accordés aux pays ayant de l'air chaud augmentent leurs quantités d'émissions attribuées et par conséquent l'écart avec leurs projections d'émissions en 2010: ces quantités de puits peuvent être échangées tout comme l'air chaud.

Les réductions d'émissions provenant de projets MDP diminuent de 52 à 34 MtC. L'introduction de puits à coût nul dans le scénario et le bas prix de marché en résultant rendent les projets MDP moins compétitifs. Etant donné le volume limité d'unités de réductions d'émissions provenant de projets MDP, l'impact de la 'share of proceeds' est insignifiant: en la fixant à 0%, le prix du permis se maintient à 29 \$/tC et les réductions d'émissions des projets MDP sont toujours de 34 MtC.

Dans ce scénario le coût total de réduction supporté par les pays importateurs de l'Annexe B diminue (de plus de \$ 28 milliards à \$ 16 milliards), ainsi que les bénéfices des régions exportatrices (de plus de \$ 17 milliards à environ \$ 11 milliards).

Tableau 2 : coûts et réductions d'émissions pour le scénario CM de La Haye

Permit Price at equilibrium (\$/tC)	29
-------------------------------------	----

Results summary of current scenario		Purchasers (MtC)				Sellers (MtC)				
Countries	TAC (M95\$)	Required emissions reductions =	Dom. Red. to reach target	+ Imports	+ Sinks (dom.+CDM)	Exports				HA balance
						CDM (without sinks)	Dom. Red. for JET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU	
USA	11615	513	123	340	50	-	-	-	-	-
Europe	2343	136	36	65	36	-	3	-	-	-
CANZ	1408	66	15	41	9	-	-	-	-	-
Japan	591	35	9	16	10	-	-	-	-	-
FSU	-9849	-	-	-	-	-	53	277	33	-
EEE	-1587	-	-	-	-	-	14	38	10	2
<i>Non-Annex B countries</i>						34				

Annex B results	TAC (M95\$)	Actual Emission reductions (required + untraded HA - sinks)	Dom. Red. to reach target	Imports	Untraded Hot Air	Sinks	Nature of Imports			
							CDM (without sinks)	Dom. Red. for JET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU
Demanders	15956	645	184	462	-	105	34	70	315	43
Suppliers	-11436	2	-	-	2					
Total Annex B	4520	647	184	462	2					

3. L'accord Bonn-Marrakech

Bien que les USA n'aient pas pris part aux négociations aux conférences COP 6-bis et COP 7, il est intéressant d'analyser ce que seraient les conséquences de leur adoption de l'accord Bonn-Marrakech (BM₀) avec les autres Parties. Bien entendu ce cas BM₀ est purement hypothétique, mais les conclusions méritent d'être considérées dans la perspective de l'étude du cas réel (BM₁).

Les hypothèses régissant les deux cas BM₀ et BM₁ sont les mêmes que dans le cas CM à l'exception des valeurs attribuées aux puits de carbone. Dans cette section, les puits sont évalués selon la méthodologie adoptée dans l'accord Bonn-Marrakech. Le potentiel maximum d'utilisation de ces puits est calculé dans ASPEN comme la somme des projections:

- des crédits maximaux comptabilisables pour la foresterie sous l'Article 3.4 du Protocole, répertoriés dans l'Appendice Z de l'Accord de Bonn et modifiés par les Accords de Marrakech (seule la Russie a vu ses crédits modifiés, passant de 17.63 MtC/an à 33 MtC/an),
- des crédits pour les activités de Boisement/ Reboisement/ Déboisement mentionnées dans l'Article 3.3 du Protocole et des crédits liés aux activités agricoles sous l'Article 3.4,
- des importations maximales de crédits maximums pour des projets de Boisement/ Reboisement/ Déboisement au sein du MDP (1% des émissions de l'année de base pour chaque Partie de l'Annexe B)

Etant donné la situation spécifique de l'ex-URSS et des EEE, il est considéré que ces pays ne recourront pas à des projets MDP. Cela signifie qu'ils n'importeront pas d'unités de réduction provenant de projets de séquestration de carbone via le MDP. Par conséquent, dans cette étude, ces puits (1% des émissions de l'année de base) ne sont pas pris en compte dans le montant total de puits attribués à ces Parties.

a. Participation hypothétique des USA à l'accord Bonn-Marrakech (BM₀)

Bien que les USA n'aient pas participé de manière active aux discussions de Bonn et de Marrakech, des valeurs approximatives ont été fixées pour les puits de carbone, sur la base de données fournies par les USA¹² et la FAO¹³ (Food and Agriculture Organisation) (cf. annexe 2).

Les résultats obtenus sont très proches de ceux du cas du CM de La Haye en ce qui concerne les coûts ainsi que les réductions d'émissions et leur distribution (Tableau 3).

¹² Cf FCCC/SBSTA/2000/MISC.6.

¹³ Cf TBFRA-2000 (UN-ECE/FAO)

Tableau 3: coûts et réductions du scénario hypothétique BM₀

Permit Price at equilibrium (\$/tC)	28
-------------------------------------	----

Results summary of current scenario		Purchasers (MtC)				Sellers (MtC)				
Countries	TAC (M95\$)	Required emissions reductions =	Dom. Red. to reach target	+ Imports	+ Sinks (dom.+CDM)	Exports				HA balance
						CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU	
USA	11001	513	118	340	55	-	-	-	-	-
Europe	2683	136	38	78	20	-	-	-	-	-
CANZ	786	66	15	21	30	-	-	-	-	-
Japan	394	35	9	10	16	-	-	-	-	-
FSU	-9392	-	-	-	-	-	51	277	34.5	-
EEE	-1341	-	-	-	-	-	13	38	4.0	2
<i>Non-Annex B countries</i>						32				

Annex B results	TAC (M95\$)	Actual Emission reductions (required + untraded HA - sinks)	Dom. Red. to reach target	Imports	Untraded Hot Air	Sinks	Nature of Imports			
							CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU
Demanders	14863	629	179	450	-	121	32	64	315	38.5
Suppliers	-10733	2	-	-	2					
Total Annex B	4130	631	179	450	2					

Ceci montre clairement qu'un accord Bonn-Marrakech avec la participation des USA n'aurait pas été fondamentalement différent de la signature d'un accord à La Haye en novembre 2000. Ceci justifie a posteriori le qualificatif de *compromis manqué* choisi pour décrire le scénario hypothétique de La Haye.

b. L'accord Bonn-Marrakech effectif (BM₁)

La non-participation des USA met les autres pays de l'Annexe B devant une situation singulière: l'offre de réduction d'émissions est plus importante que la demande (Tableau 4). Du côté de la demande, les pays ou régions importateurs de l'Annexe B doivent réduire leurs émissions de 273 MtC selon les projections du modèle POLES. En comptant les puits de carbone, les réductions requises ne se montent plus qu'à 170 MtC. Du côté de l'offre, l'air chaud projeté par le modèle POLES et le surplus créé par l'allocation de puits à l'ex-URSS et aux EEE représentent 353 MtC.

Tableau 4: L'accord singulier Bonn-Marrakech

	Reduction Objectives for 2010	Sinks (MtC) (domestic + CDM)		remaining required emission reductions	Surplus (MtC) (**)
		Annex II countries	FSU and EEE (*)		
Europe	136	9 + 11		116	
CANZ	66	27 + 3		36	
Japan	35	13 + 3		19	
FSU			34.5		277 + 34.5
EEE			4		38 + 4
Total	237			170	315 + 38.5

(*) Pas de puits via des projets MDP pour l'ex-URSS et les EEE.

(**) Air chaud + puits dans ex-URSS et EEE.

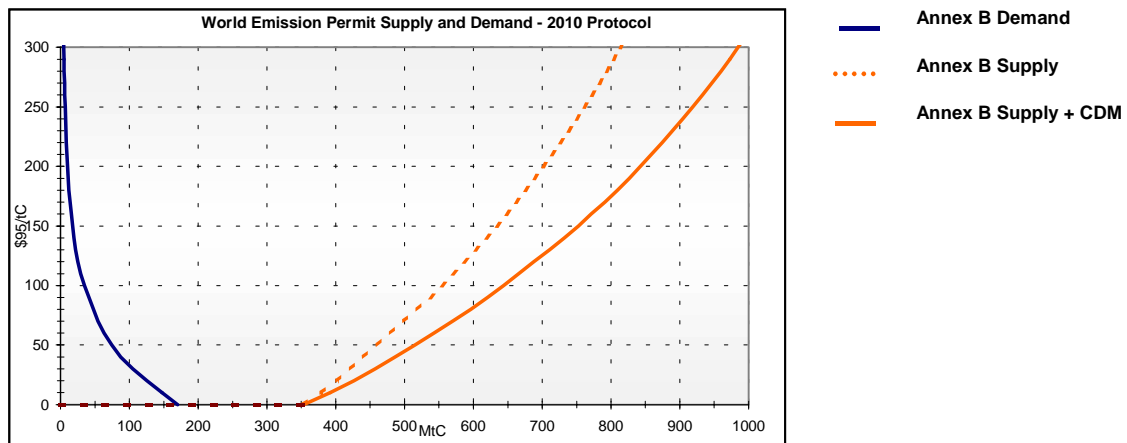
Source : calculs ASPEN

Théoriquement l'ensemble de l'Annexe B prenant part au processus pourrait globalement atteindre (et faire mieux que) ses objectifs sans aucune action spécifique visant à réduire les émissions: les réductions découlant de la récession économique des pays en transition non seulement excèdent la croissance projetée des émissions des autres pays de l'Annexe B pendant la période 1990-2010 mais aussi est supérieure à la différence entre ces projections et les objectifs des Parties.

Dans cette situation il n'y aurait pas de réalisation de projets MDP par les pays de l'Annexe B dans les pays en voie de développement.

Comme le souligne Kopp (2001), "Un Protocole de Kyoto sans les USA est comme un jeu de chaises musicales avec une chaise en trop - on tourne beaucoup, mais rien ne se passe".

Graphique 2: L'accord Bonn-Marrakech et le retrait des USA.



La quantité d'air chaud effectivement échangée sera très probablement inférieure à ce qui est disponible. Bien qu'il soit théoriquement possible d'avoir une situation telle que celle décrite sur le graphique 2, il semble peu probable que les différentes Parties s'accorderont sur un échange gratuit d'unités de réduction d'émissions provenant de l'air chaud de l'ex-URSS et des EEE. Si c'était le cas, les bénéfices potentiels pour ces dernières régions seraient bien entendu nuls. De plus, certaines Parties potentiellement importatrices (en particulier l'Union Européenne) semblent désireuses de maintenir une certaine intégrité environnementale au Protocole. Elle sera d'autant plus significative que l'air chaud n'est pas échangé. Dans une telle situation, puisque l'ex-URSS et les EEE sont les seuls vendeurs de réductions d'émissions parmi les pays de l'Annexe B, ces régions peuvent trouver leur avantage en vendant une partie seulement de leur air chaud plutôt qu'en mettant toute la quantité disponible sur le marché. La quatrième partie ci-dessous considère cette question.

4. La restriction de l'air chaud et le pouvoir de marché potentiel de la Russie et de pays d'Europe de l'Est

L'analyse porte tout d'abord sur l'impact, sur l'équilibre de marché, de la quantité d'air chaud mise sur le marché. Bien que fiction aujourd'hui, cette analyse peut se révéler pertinente dans le contexte des futures Conférences des Parties, que ce soit du côté des pays importateurs ou pour les pays ayant de l'air chaud.

A part les conditions générales d'éligibilité pour la participation d'une Partie de l'Annexe B aux mécanismes de flexibilité, l'accord Bonn-Marrakech ne comporte aucune restriction pour l'échange d'air chaud. Néanmoins, comme décrit dans la section ci-dessus, si les pays exportateurs mettaient l'intégralité de l'air chaud sur le marché sans considération économique, le prix du permis serait théoriquement nul.

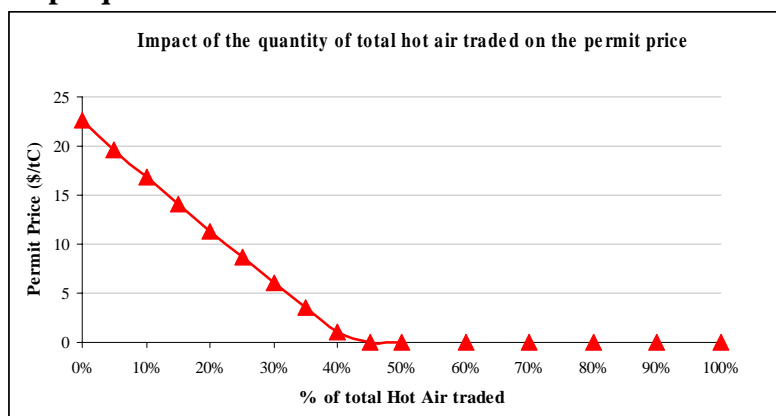
L'article 3.13 du Protocole de Kyoto mentionne la possibilité pour les Parties d'ajouter les réductions d'émissions qui dépasseraient les objectifs de réduction, aux quantités attribuées pour les périodes d'engagement suivantes (i.e. de 'mettre en banque' ces réductions d'émissions pour des périodes d'engagement futures). Les accords de Marrakech stipulent clairement que les quantités attribuées peuvent être 'mises en banque' sans restriction pour les périodes d'engagement suivantes. Par conséquent la mise en banque de l'air chaud pourrait être une option restreignant l'échange de ce surplus durant la première période d'engagement.

A l'exception de la limitation de la quantité d'air chaud sur le marché, les hypothèses adoptées dans la section sur l'accord Bonn-Marrakech (partie 3) sont conservées pour l'analyse suivante.

a. Relation générale entre le prix du permis et la restriction d'air chaud

Le graphique 3 montre la relation entre le pourcentage d'air chaud effectivement échangé et le prix de l'unité de réduction qui pourrait être décidé par les vendeurs ou issu d'un accord entre vendeurs et acheteurs. Basé sur les simulations de ASPEN, il confirme les résultats précédents: comme la part d'air chaud disponible qui est échangé augmente, le prix du permis décline, passant de 23 \$/tC quand l'air chaud n'est pas échangé à 0 \$/tC quand plus de 45% de la quantité d'air chaud est mise sur le marché.

Graphique 3

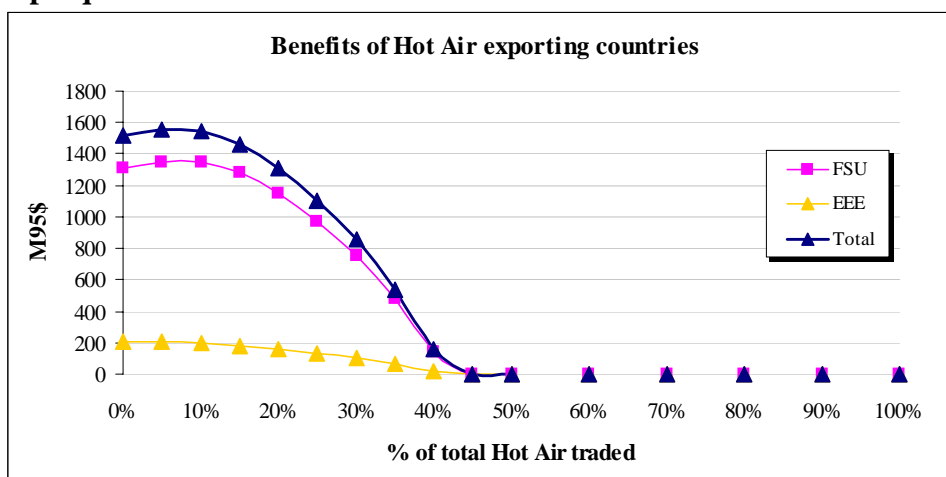


b. Restriction sur l'air chaud et bénéfices des pays exportateurs

Les restrictions de l'échange d'air chaud affectent aussi les bénéfices des offreurs (graphique 4). Leurs bénéfices sont maximisés pour seulement 10%-15% de l'air chaud disponible échangé. Les bénéfices diminuent ensuite jusqu'à zéro lorsque plus de 45% de l'air chaud est sur le marché (i.e. lorsque le prix des permis est nul -cf. graphique 3).

De plus, il doit être noté que le retrait des USA affecte fortement les bénéfices de l'ex-URSS et des EEE, puisque la demande globale passe de 750 MtC à 237 MtC avant utilisation des puits (la demande totale des USA est de 513 MtC). Leurs bénéfices atteignent désormais au plus \$ 1.6 milliards alors qu'ils étaient supérieurs à \$ 10 milliards dans tous les scénarios supposant la participation des USA.

Graphique 4



L'ex URSS (FSU) et les EEE ont clairement une position dominante sur l'offre internationale de réductions d'émissions. Par conséquent, s'ils avaient le pouvoir de marché nécessaire, ils

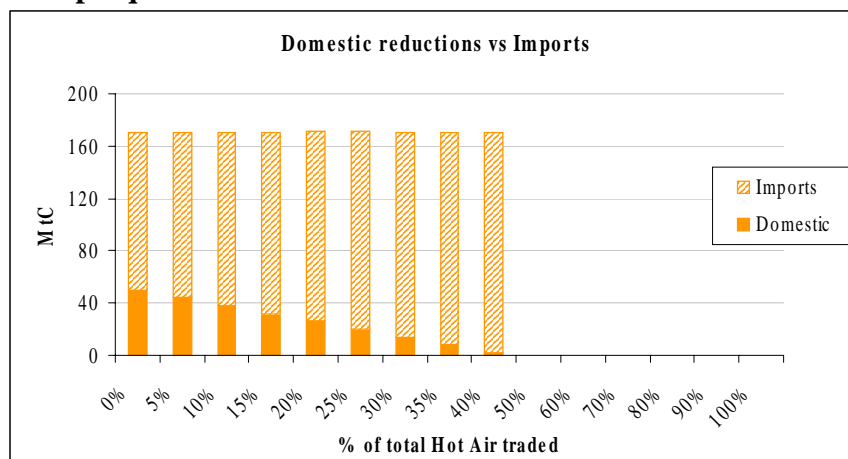
vendraient leur air chaud à hauteur de 10% de ce qui est théoriquement disponible. La question est alors : ont-ils ce pouvoir de marché ?

Jusqu'à présent, les négociations ayant eu lieu pendant les diverses Conférences des Parties n'ont pas porté sur d'éventuelles restrictions de la quantité d'air chaud. Néanmoins il n'est pas dans l'intérêt des pays potentiellement exportateurs de cet air chaud de le mettre entièrement sur le marché durant la première période d'engagement. Comme Manne & Richels (2001) le signalent, la provision pour la 'mise en banque' des réductions d'émissions pourrait bien conduire l'ex-URSS et les EEE à exercer un pouvoir de marché sur les autres pays de l'Annexe B. En conservant une partie de leurs crédits d'émissions, ces pays pourraient les utiliser pour une période ultérieure d'engagement et augmenteraient leurs bénéfices durant la première et seconde période par rapport à une situation sans 'mise en banque' (Manne et Richels, 2001). Bien entendu ce pouvoir de marché dépend du degré de latitude qu'ont ces pays à pouvoir 'banquer' ces crédits de réduction d'émissions.

c. Restrictions sur l'air chaud et pays importateurs de l'Annexe B

Des restrictions sur l'échange d'air chaud afin d'obtenir un prix d'équilibre non nul impliquent clairement que les pays importateurs de l'Annexe B doivent effectuer des réductions d'émissions domestiques afin de remplir leurs objectifs. Plus la restriction est importante, plus l'effort domestique sera nécessaire. Néanmoins, même s'il n'existe aucune transaction d'air chaud, les pays importateurs recourront à des achats de permis d'émissions, des projets MOC ou des projets MDP en plus de mesures domestiques dès que le prix international du permis sera plus bas que le coût marginal de ces mesures. Par conséquent, quand la restriction sur l'air chaud est de 100% (pas d'échanges durant la première période d'engagement), les importations d'unités de réductions représentent toujours 60% de l'objectif global (Graphique 5).

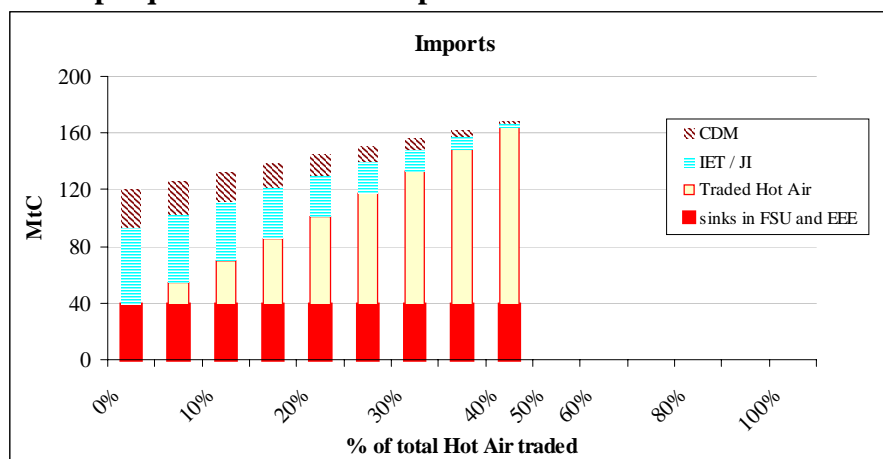
Graphique 5



La nature des importations change considérablement avec l'ampleur des restrictions sur l'air chaud mais leur origine géographique reste stable. Avec 55% de restriction, les importations

consistent uniquement en des unités de réductions provenant de l'ex-URSS et des EEE (air chaud et surplus issu des puits de ces pays). Quand la restriction tend vers 100%, l'échange de permis d'émissions au sein de l'Annexe B et les projets MOC constituent la grosse majorité des importations, alors que les projets MDP restent minoritaires (graphique 6). Du fait des coûts de réduction comparativement moindres au sein de l'ex-URSS et des EEE, les importations proviennent de ces derniers pays plutôt que des pays en voie de développement. L'offre internationale de réductions d'émissions est nettement dominée par ces pays.

Graphique 6: nature des importations



Le graphique 6 montre que la participation des pays en voie de développement via le MDP est par conséquent limitée (26% au mieux, dans le cas où il n'y a pas d'air chaud sur le marché). Néanmoins il est important de préciser que ce résultat dépend fortement de l'hypothèse sur le facteur d'accessibilité des projets MDP, fixé ici à 10%. L'annexe 3 du papier détaille l'impact de ce facteur sur le scénario BM₁ avec tout l'air chaud 'banqué' durant la première période d'engagement. Il apparaît que les projets MDP représentent la moitié de l'ensemble des réductions réalisées lorsque le facteur d'accessibilité est fixé à 70%.

d. Exclusion de l'air chaud vs. pouvoir de marché

Quand l'air chaud est exclu du marché, partiellement (jusqu'à 55 %) ou totalement, le prix du permis est non nul. La situation est concurrentielle pour les réductions d'émission qui restent à réaliser pour atteindre l'objectif global de Kyoto. En d'autres termes, les échanges de réductions d'émission auront lieu jusqu'à l'égalisation des coûts marginaux de réduction au prix du permis.

i. Pas d'air chaud échangé

Dans ce cas nous analysons l'impact d'un retrait complet de l'air chaud du système d'échange durant la première période d'engagement dans l'accord Bonn-Marrakech (cas BM_{1,0}). Cela revient à une situation où l'ex-URSS et les EEE vendent seulement des unités de réductions obtenues de projets entrepris au sein de leurs systèmes énergétiques.

Ce cas est proche de la proposition 'Green Investment Scheme' pour la Russie (Vrolijk, 2001), excepté que dans ce dernier cas la Russie obtient d'abord l'argent (de la vente d'air chaud) et entreprend ensuite des réductions dans son secteur énergétique (en réinvestissant les revenus tirés de la vente d'air chaud).

Tableau 5 : Cas BM_{1,0}, coûts et réductions d'émissions

Permit Price at equilibrium (\$/tC)		23								
Results summary of current scenario		Purchasers (MtC)				Sellers (MtC)				
Countries	TAC (M95\$)	Required emissions reductions =	Dom. Red. to reach target + Imports + Sinks (dom.+CDM)			Exports				HA balance
			CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU				
USA	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Europe	2271	136	31	85	20	-	-	-	-	-
CANZ	673	66	12	24	30	-	-	-	-	-
Japan	340	35	7	11	16	-	-	-	-	-
FSU	-1307	-	-	-	-	-	43.5	-	34.5	277
EEE	-211	-	-	-	-	-	11	-	4	40
Non-Annex B countries						27				
Annex B results	TAC (M95\$)	Actual Emission reductions (required + untraded HA - sinks)	Dom. Red. to reach target	Imports	Untraded Hot Air	Sinks	Nature of Imports			
							CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU
Demanders	3284	170	50	120	-	66	27	54.5	0	38.5
Suppliers	-1518	317	-	-	317					
Total Annex B	1766	487	50	120	317					

Dans le cas où l'ex-URSS et les EEE ne vendent pas du tout d'air chaud, le prix du permis est de \$ 23 (Tableau 5), ce qui est proche des cas CM et BM₀ avec la participation des USA. Les autres pays de l'Annexe B atteignent leurs objectifs via des réductions d'émissions réalisées en interne (50 MtC), des réductions d'émissions certifiées de projets MDP (27 MtC) et des importations provenant des Economies En Transitions (93 MtC répartis en 54.5 MtC de projets MOC et 38.5 MtC du surplus provenant des puits dans ces pays).

Les coûts sont légèrement plus faibles que dans le cas BM₀ pour l'Europe, la région CANZ et le Japon, mais sont considérablement en deçà pour CANZ et le Japon comparé au cas CM. Ceci s'explique principalement par la quantité de crédits de puits alloués à ces pays dans les cas du Compromis Manqué et Bonn-Marrakech, en particulier pour CANZ (cf. annexe 1 et 2). Inversement, et comme noté ci-dessus (4.b), l'ex-URSS et EEE sont perdants dans cette situation en comparaison des cas où les USA prennent part à l'accord. Leurs bénéfices se montent à environ \$ 1.5 milliards dans le cas BM_{1,0} contre \$ 11 milliards dans les cas CM et BM₀ et \$ 17.6 milliards dans le cas AI.

Les réductions effectives globales d'émissions (incluant les réductions liées à l'air chaud non échangé), c'est à dire l'intégrité environnementale du Protocole, sont bien entendu plus faibles que dans les cas précédents (inférieures de 23% à l'accord Bonn-Marrakech avec les USA - BM₀ -, de 35% à l' 'Accord Initial' qui, dans notre étude, ne prend pas les puits en compte). Elles restent néanmoins significatives: 487 MtC (dont 317 MtC d'air chaud non échangé).

ii. Le pouvoir de marché de l'ex-URSS et des EEE

Nous examinons maintenant la situation où ces deux régions exercent leur pouvoir de marché en vendant seulement 10% de leur air chaud (cf. graphique 4): cas BM_{1,1}.

Tableau 6 : Cas BM_{1,1}, coûts et réductions d'émissions

Permit Price at equilibrium (\$/tC)		17								
Results summary of current scenario		Purchasers (MtC)				Sellers (MtC)				
Countries	TAC (M95\$)	Required emissions reductions =	Dom. Red. to reach target + Imports + Sinks (dom.+CDM)			Exports				HA balance
			CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU				
USA	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Europe	1755	136	24	92	20	-	-	-	-	-
CANZ	526	66	9	27	30	-	-	-	-	-
Japan	268	35	5	13	16	-	-	-	-	-
FSU	-1345	-	-	-	-	-	34	28	34.5	249
EEE	-198	-	-	-	-	-	8	4	4	36
Non-Annex B countries						21				
Annex B results	TAC (M95\$)	Actual Emission reductions (required + untraded HA - sinks)	Dom. Red. to reach target	Imports	Untraded Hot Air	Sinks	Nature of Imports			
							CDM (without sinks)	Dom. Red. for IET / JI	Traded Hot Air	Sinks in EEE and FSU
Demanders	2549	170	38	132	-	66	21	42	31	38.5
Suppliers	-1542	285	-	-	285					
Total Annex B	1007	456	38	132	285					

Comme on peut s'y attendre, le prix du permis et les coûts de réductions totaux pour les pays importateurs sont inférieurs au cas précédent, tandis que les bénéfices des pays exportateurs sont maximisés (tableau 6). Il faut tout de même noter que ces bénéfices sont très proches de ceux du cas BM_{1,0} lorsque tout l'air chaud est 'banqué'.

L'intégrité environnementale décroît elle aussi. Les réductions effectives globales d'émissions (prenant toujours en compte l'air chaud non échangé) sont de 456 MtC, ce qui inférieur de 28% au cas BM₀ et 39.5% au cas AI.

Des cas *i* et *ii*, il apparaît que la Russie et les EEE ont intérêt à banquer tout leur air chaud durant la première période d'engagements. Tout d'abord, exercer leur pouvoir de marché potentiel ne leur rapporte comparativement que peu: la maximisation des bénéfices correspondante n'entraîne pas de différence significative par rapport aux bénéfices réalisés dans le cas d'un retrait complet de l'air chaud du marché de droits d'émissions (BM_{1,1}). Qui plus est, conserver ces crédits d'émissions permettrait aux pays concernés de remplir relativement facilement des engagements futurs potentiellement plus contraignants que ceux de Kyoto.

Du point de vue environnemental, il est clair que l'efficacité, en termes de réductions d'émissions globales, serait la plus importante à court terme si l'air chaud était entièrement conservé pour des engagements futurs. Néanmoins, il faut être conscient que cette option remettrait à plus tard la gestion du problème de l'air chaud et pourrait à nouveau poser une difficulté dans les négociations relatives à l'après-Kyoto.

Conclusion

L'accord de Bonn et les accords ultérieurs de Marrakech sont considérés comme un tournant majeur dans les négociations sur les Changements Climatiques, toutes les Parties à l'exception des Etats-Unis d'Amérique ayant accepté de se tourner résolument vers la ratification du Protocole de Kyoto. Néanmoins notre papier montre qu'il aurait été probablement préférable de signer un accord à La Haye alors que les USA étaient toujours acteurs du processus de négociation. Les coûts supportés par les pays participant sont très similaires dans le cas hypothétique d'un compromis à La Haye ou dans l'accord Bonn-Marrakech, mais l'efficacité environnementale aurait été bien supérieure dans le cas de la participation des USA à La Haye.

En plus du fait que les USA ne se sont pas engagés à réduire leurs objectifs, leur retrait du Protocole de Kyoto conduit à une situation singulière : l'air chaud disponible échangeable comme réductions d'émissions est plus important que la demande de réductions d'émissions des autres pays de l'Annexe B.

Par conséquent la gestion des échanges d'air chaud a des implications considérables pour le fonctionnement du marché de permis. Nos calculs montrent que si le pouvoir de marché des régions potentiellement exportatrices d'air chaud -l'ex-URSS et les pays d'Europe de l'Est faisant partie de l'Annexe B- est important, leur intérêt serait de mettre sur le marché seulement 10% de l'air chaud disponible afin de maximiser leurs bénéfices. Inversement, en cas de faible pouvoir de marché, des négociations pourraient prendre place afin de fixer un prix de permis minimum (allant de pair avec une quantité d'air chaud échangé maximale - graphique 3).

Une manière de gérer ce surplus de réductions d'émissions serait de permettre à ces régions de mettre en banque tout ou partie de cet air chaud pour atteindre des objectifs futurs dans des périodes d'engagement ultérieures. Cette solution comporte plusieurs avantages: cela permet de conserver une signification environnementale au Protocole sur la première période d'engagement (2008-2012); cela permet de maintenir un prix du permis suffisamment haut de telle sorte que les pays sont encouragés à mettre en œuvre des politiques de réductions d'émissions; cela permet aux Economies en Transition de l'Annexe B ("ex-URSS" et "EEE") de tirer des bénéfices substantiels de l'offre d'unités de réductions obtenues par des projets de réductions en interne (qui peuvent être des projets de Mise en Œuvre Conjointe) et/ou de la vente d'air chaud (en quantités limitées) tout en assurant que ces pays pourront remplir assez aisément des engagements futurs plus contraignants en utilisant les unités de quantité attribuée par le Protocole de Kyoto 'banquées'.

Néanmoins, dans tous les cas, l'accord Bonn-Marrakech ne laisse que peu de place aux projets MDP entre les Parties de l'Annexe B et les pays en voie de développement. Ce résultat dépend fortement de l'hypothèse sur l'accessibilité des projets MDP et le choix d'un facteur d'accessibilité de 10%. L'Annexe 3 montre l'impact des différentes valeurs de facteur d'accès dans le cas de l'accord Bonn-Marrakech dans les USA avec tout l'air chaud retiré du marché.

Tous les résultats reposent naturellement sur les projections d'émissions de POLES et les calculs de courbes de coûts marginaux, en particulier en ce qui concerne la quantité d'air

chaud disponible et les réductions requises en 2010 pour les pays de l'Annexe B. Néanmoins, le papier montre que la quantité d'air chaud égale à peu près deux fois la demande pour des unités de réductions d'émission étant donné le volume de puits alloué aux différentes Parties aux conférences de Bonn et de Marrakech. Par conséquent, même avec des estimations plus faibles de la quantité d'air chaud, les résultats qualitatifs et les conclusions principales resteraient similaires.

Enfin, il convient de souligner que l'analyse menée ici suppose tout d'abord que le Protocole de Kyoto a été ratifié par toutes les Parties Annexe B sauf les USA et qu'il est donc entré en vigueur pour ces Parties. Même si cette condition n'est pas atteinte à l'heure actuelle, c'est une hypothèse envisageable d'ici fin 2002. Par ailleurs, notre analyse n'a de sens que si la Russie et les pays d'Europe de l'Est remplissent les conditions d'éligibilité pour la participation aux mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto. Cela signifie en particulier que ces pays répondent aux exigences d'inventaires annuels et de communication de leurs émissions de gaz à effet de serre.

Bibliographie

Criqui P., Mima S., Viguier L., (1999). 'Marginal abatement costs of CO2 emission reductions, geographical flexibility and concrete ceilings : an assessment using the POLES model'. *Energy Policy*, 27 (10), p. 585-601.

Energy Journal Special Issue, (1999). *The costs of the Kyoto Protocol : a multi-model evaluation*.

Kopp R. (2001). 'A Climate accord without the US', *Weatherlane*, August 14 2001, available on : <http://www.weatherlane.rff.org/features/feature135.htm>, accessed October 8 2001.

Manne, A.S, Richels, G.R.,(2001). 'US rejection of the Kyoto Protocol: the impact on compliance costs and CO2 emissions', *Paper presented at the August 6 2001 EMF Forum*, September 2001.

United Nations Framework Convention on Climate Change, (UNFCCC) (1997). Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC/C/1997/7/Add.1. Available on: <http://unfccc.org/resource/docs/cop3/07a01.pdf>, accessed October 8 2001.

United Nations Framework Convention on Climate Change, (UNFCCC) (1998), Report of the Conference of the parties on its fourth session held at Buenos Aires from 2 to 14 November 1998, Decision 1/CP.4, FCCC/CP/1998/ 16/Add.1. Available on: <http://unfccc.org/resource/docs/cop4/16a01.pdf>, accessed October 8 2001.

United Nations Framework Convention on Climate Change, (UNFCCC) (2001), Review of the implementation of commitments and of other provisions of the convention ; preparation for the first session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol, Decision 5/CP.6, FCCC/CP/2001/L.7, July 24. Available on: <http://www.unfccc.int/resource/docs/cop6secpart/107.pdf>, accessed October 8 2001.

United Nations Framework Convention on Climate Change, (UNFCCC) (2001), The Marrakech Accords and the Marrakech Declaration, advance version available on : http://www.unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf

Vrolijk, C., (2001), 'The Bonn Agreement - The World agrees to leave the US on the sideline', Meeting Report by Christiaan Vrolijk, Discussion meeting, 8 August 2001, Chatham House, London.

ANNEXE 1 : Puits calculés à 3% des émissions de l'année de base

	Sinks credits = 3% base year emissions (MtC / yr)
Austria	0.63
Belgium	1.12
Denmark	0.57
Finland	0.61
France	4.53
Germany	9.91
Greece	0.88
Ireland	0.44
Italy	4.25
Luxembourg	0.11
Netherlands	1.79
Portugal	0.52
Spain	2.52
Sweden	0.43
United Kingdom	6.26
EU	34.57
Australia	3.93
Bulgaria	1.01
Canada	4.90
Czech Republic	1.55
Estonia	0.33
Hungary	0.71
Iceland	0.08
Japan	10.04
Latvia	0.29
Lichtenstein	0.00
Lithuania	0.42
Monaco	0.00
New Zealand	0.60
Norway	0.43
Poland	3.76
Romania	1.87
Russian Feder.	24.85
Slovakia	0.59
Slovenia	0.16
Switzerland	0.43
Ukraine	7.51
USA	49.62
World	147.65

ANNEXE 2 : Puits dans l'accord Bonn-Marrakech

	Sinks, Appendix Z Bonn text (Art 3.4)*	Art 3.4 Agri Mgmt	Art. 3.3 Credits	Sinks through CDM (1% BYE)	Total	Total excl. Sinks in CDM for FSU and EEE
	(MtC/yr)	(MtC/yr)	(MtC/yr)	(MtC/yr)	(MtC/yr)	(MtC/yr)
Australia	0	2.18		1.31	3.49	3.49
Austria	0.63			0.21	0.84	0.84
Belgium	0.03			0.37	0.40	0.40
Bulgaria	0.37			0.34	0.71	0.37
Canada	12	4.60		1.63	18.23	18.23
Czech Republic	0.32			0.52	0.84	0.32
Denmark	0.05		0.1	0.19	0.34	0.34
Estonia	0.1			0.11	0.21	0.10
Finland	0.16			0.20	0.36	0.36
France	0.88			1.51	2.39	2.39
Germany	1.24			3.30	4.54	4.54
Greece	0.09			0.29	0.38	0.38
Hungary	0.29			0.24	0.53	0.29
Iceland	0	0.05	0.02	0.01	0.08	0.08
Ireland	0.05		0.91	0.15	1.11	1.11
Italy	0.18		0.47	1.42	2.07	2.07
Japan	13			3.35	16.35	16.35
Latvia	0.18			0.10	0.28	0.18
Lichtenstein	0.01			0.00	0.01	0.01
Lithuania	0.28			0.14	0.42	0.28
Luxembourg	0.01			0.04	0.05	0.05
Monaco	0			0.00	0.00	0.00
Netherlands	0.01		0.04	0.60	0.65	0.65
New Zealand	0.2		7.71	0.20	8.11	8.11
Norway	0.4		0.02	0.14	0.56	0.56
Poland	0.82			1.25	2.07	0.82
Portugal	0.22			0.17	0.39	0.39
Romania	1.1			0.62	1.72	1.10
Russian Feder.	33			8.28	41.28	33.00
Slovakia	0.51			0.20	0.71	0.51
Slovenia	0.36			0.05	0.41	0.36
Spain	0.67			0.84	1.51	1.51
Sweden	0.58			0.19	0.77	0.77
Switzerland	0.5	0.01		0.14	0.65	0.65
Ukraine	1.11			2.50	3.61	1.11
United Kingdom	0.37	0.25	0.56	2.09	3.27	3.27
USA	28	10.40		16.54	54.94	54.94
Total	97.72	7.09	9.83	49.25	174.29	159.93

*: Le chiffre pour la Russie pour la Foresterie sous l'Art. 3.4 est de 33 MtC (quantité octroyée à Marrakech)

Sources:

- Appendix Z: FCCC/CP/2001/L.11/Rev.1, 27 July 2001 (disponible sur: <http://www.unfccc.int/resource/docs/cop6secpart/11r01.pdf>) + Marrakech Accords & The Marrakech Declaration, advance unedited version, part K2, disponible sur http://unfccc.org/cop7/documents/accords_draft.pdf (03/12/2001)

ANNEXE 3 : Impact du facteur d'accessibilité aux projets MDP

CDM access factor	Domestic Action	CDM	IET	Sinks in FSU and EEE
100%	10.0%	56.0%	11.5%	22.5%
75%	12.5%	51.0%	14.0%	22.5%
50%	16.0%	43.5%	18.0%	22.5%
25%	22.5%	30.5%	24.5%	22.5%
10%	29.5%	16.0%	32.0%	22.5%
0%	38.0%	0.0%	39.5%	22.5%

Source: POLES & ASPEN

Hypothèses: accord Bonn-Marrakech, pas de participation US, tout l'air chaud est banqué pour des périodes futures d'engagement (et n'est par conséquent pas échangé durant la première période qui nous intéresse ici).

Les Cahiers de Recherche de l'IEPE

- Cahier 27** BLANCHARD O., CRIQUI P., KITOUS A.- Après La Haye, Bonn et Marrakech: le futur marché international des permis de droits d'émissions et la question de l'air chaud, janvier 2002, 29 p.
- Cahier 27bis** BLANCHARD O., CRIQUI P., KITOUS A.- After The Hague, Bonn and Marrakech : the future international market for emissions permits and the issue of hot air, janvier 2002, 29 p.
- Cahier 26** BLANCHARD O., CRIQUI P., TROMMETTER M., VIGUIER L.- Equity and efficiency in climate change negotiations : a scenario for world emission entitlements by 2030, juillet 2001, 30 p.
- Cahier 25** MENANTEAU Philippe, FINON Dominique et LAMY Marie-Laure.- Prix versus quantités : les politiques environnementales d'incitation au développement des énergies renouvelables, mai 2001, 23 p.
- Cahier 25bis** MENANTEAU Philippe, FINON Dominique et LAMY Marie-Laure.- Prices versus quantities: Environmental policies for promoting the development of renewable energy, sept. 2001, 23 p.
- Cahier 24** FINON Dominique.- L'intégration des marchés électriques européens : de la juxtaposition de marchés nationaux à l'établissement d'un marché régional, nov. 2000, 26 p.
- Cahier 23** DESTAIS Ghislaine, GILLOT-CHAPPAZ Annick.- La productivité revisitée, juin 2000, 30 p.
- Cahier 22** DAMIAN Michel et GRAZ Jean-Christophe.- Commerce international et développement soutenable : les grands paradigmes, sept. 2000, 31 p.
- Cahier 21** CAVARD D., CORNUT P., MENANTEAU P.- Les pays en développement et la prévention du risque climatique : Quelles perspectives pour le mécanisme de développement propre ?, oct. 2000, 21 p.
- Cahier 21bis** CAVARD Denise, CORNUT Pierre, MENANTEAU Philippe.- How could developing countries participate in climate change prevention: the Clean Development Mechanism and beyond, fév. 2001, 19 p.
- Cahier 20** NOEL P.- La constitutionnalisation du régime juridique international des investissements pétroliers et la (re)construction du marché mondial, sept. 2000, 54 p.
- Cahier 19** LOCATELLI C.- Les conditions de transposition des institutions de marché dans les économies en transition (Russie) : le cas de l'énergie, juil. 2000, 21 p.
- Cahier 18** CRIQUI P., VIGUIER L.- Régulation des marchés de droits d'émission négociables pour le CO₂ : une proposition de plafonds pour les quantités et pour les prix, janv. 2000, 20 p.
- Cahier 18 bis** CRIQUI P., VIGUIER L.- Trading rules for CO₂ emission permits systems : a proposal for ceilings on quantities and prices, fév. 2000, 20 p.
- Cahier 17** FINON D.- Règles d'ouverture de marché et potentialités de déstabilisation d'une industrie électrique intégrée en économie ouverte. Scénarios institutionnels d'évolution de l'industrie électrique française, août 1999, août 1999, 33 p.
- Cahier 16** LOCATELLI C.- La mutation de l'industrie pétrolière russe : vers l'émergence d'entreprises à l'occidentale ?, janv. 1999, 29 p.
- Cahier 16 bis** LOCATELLI C.- The Russian oil industry restructuring : towards the emergence of western type enterprises ?, janv. 1999, 24 p.

- Cahier 15** MENANTEAU P.- Apprentissage de la diversité et compétition entre options technologiques pour la production d'électricité photovoltaïque, avril 1998, 21 p.
- Cahier 14** BLANCHARD O., CRIQUI P., TROMMETTER M., VIGUIER L.- Différenciation, équité internationale et efficacité dans la lutte contre le changement climatique global.- mai 1998, 33 p. (CR-98-14).- (Communication aux Journées AFSE 1998 sur l'Economie de l'environnement et des ressources naturelles, Toulouse, 11-12 mai 1998.)
- Cahier 13** CRIQUI P., KOUVARITAKIS N.- Les coûts pour le secteur énergétique de la réduction des émissions de CO₂ : une évaluation internationale avec le modèle POLES, oct. 1997, 21 p.
- Cahier 12** FINON D.- La concurrence dans les industries électriques : l'efficacité au prix de la complexité transactionnelle et réglementaire ?, mars 1997, 25 p.
- Cahier 11** LOCATELLI C.- Transition économique et 'résilience' organisationnelle : les enseignements de l'industrie du gaz en Russie, fév. 1997, 30 p.
- Cahier 10** NOEL P.- Puissance structurelle et dynamique de l'économie politique mondiale : la scène pétrolière depuis 1980, nov. 1996, 32 p.
- Cahier 9** BOURGEOIS B.- Les bifurcations de trajectoires technologiques dans les industries de process : le cas de l'industrie du raffinage dans les décennies quatre-vingt et quatre-vingt-dix, juin 1996, 25 p.
- Cahier 8** DE LA VEGA NAVARRO A.- L'analyse des dynamiques du secteur pétrolier dans le développement économique du Mexique : fondements d'une problématique institutionnaliste, mai 1996, 32 p.
- Cahier 7** FINON D. et collab.: LAMORT F., QUAST O., SONG K.- La dynamique d'organisation des industries de réseaux énergétiques : l'approche des apports de la Nouvelle Economie Institutionnelle, mai 1996, 47 p.
- Cahier 6** MARTIN J.M.- Le changement technologique dans le domaine de l'énergie : dimension systémique et rôle des anticipations, mai 1996, 25 p.
- Cahier 5** LEFEBVRE H. ; MENANTEAU P.- Rupture d'une situation de lock-in et introduction de la variété dans le secteur de l'éclairage, mai 1996, 27 p.
- Cahier 4** MARTIN P.E.- The external costs of electricity generation : lessons of the US experience, mai 1995, 25 p.
- Cahier 3** ISLAS SAMPERIO J.- Le contournement du "lock-in" établi dans les systèmes de production électrique : le cas de la turbine à gaz, avril 1995, 33 p.
- Cahier 2** CRIQUI P., FINON D.- De l'écotaxe à l'harmonisation internationale des prix de l'énergie : un dépassement possible du conflit producteurs-consommateurs autour du partage de la rente.- Colloque ministère de l'Environnement, Ademe, CNRS sur Les recherches françaises en économie et sciences sociales sur l'effet de serre : bilan et perspectives, Paris, 12-14 avril 1995, 33 p. + annexes.
- Cahier 1** LOCATELLI C.- La réorganisation de l'industrie des hydrocarbures russes : une mise en perspective, nov. 1994, 30 p.
- Cahier 1 bis** LOCATELLI C.- The reorganization of the Russian hydrocarbons industry : an overview, nov. 1994, 27 p.

Les Cahiers sont disponibles en texte intégral sur le site internet de l'IEPE, à partir de 1996 :

<http://www.upmf-grenoble.fr/iepe/Publications/cahiers.html>