

Les avancées du Mécanisme de Développement Propre : une étape décisive vers un développement "décarboné" au Sud ?

Pauline Lacour, Jean-Christophe Simon

▶ **To cite this version:**

Pauline Lacour, Jean-Christophe Simon. Les avancées du Mécanisme de Développement Propre : une étape décisive vers un développement "décarboné" au Sud ?. XXVIIIèmes journées du développement ATM 2012 "Mobilités internationales, déséquilibres et développement : vers un développement durable et une mondialisation décarbonée ?", Association Tiers-Monde, Laboratoire d'économie d'Orléans, Jun 2012, Orléans, France. halshs-00713067

HAL Id: halshs-00713067
https://shs.hal.science/halshs-00713067

Submitted on 29 Jun 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

XXVIIIèmes Journées du développement ATM 2012

Mobilités internationales, déséquilibres et développement :

Vers un développement durable et une mondialisation décarbonée ?

LACOUR Pauline, Doctorante – CREG, Université de Grenoble

SIMON Jean-Christophe, Chargé de Recherche - IRD UMR 201 et EDDEN-CNRS
Université de Grenoble

Les avancées du Mécanisme de Développement Propre : Une étape décisive vers un développement « décarboné » au Sud ?

Mots-clés : Mécanisme pour un développement propre, Protocole de Kyoto, Environnement, Transferts de technologies, Asie, Chine

Résumé :

Les stratégies de développement contemporaines se déploient dans un univers particulièrement incertain - en particulier du fait de la contrainte climatique. Cette contrainte est de plus en plus prise en compte par les pays du Sud comme en témoignent la mobilisation dans le cadre de la convention sur le climat (CNUCC) mais aussi la mise en œuvre des dispositions du Protocole de Kyoto, et tout particulièrement le Mécanisme de Développement Propre (MDP). A travers l'analyse du MDP, notre contribution examinera l'efficacité du mécanisme pour deux dimensions majeures de la politique climatique des pays en développement : la réduction des émissions sectorielles de gaz à effet de serre, et le transfert des technologies pour fonder une économie 'décarbonée'.

La contribution est basée sur des travaux visant à apprécier la portée des projets MDP dans les stratégies de développement durable des pays en développement. Elle s'appuie sur des rapports récents analysant le fonctionnement du MDP depuis 2005 ainsi que sur les statistiques officielles de l'UNFCCC. Notre travail vise à caractériser la relation entre la diversité des projets MDP et l'intensité des transferts mobilisés entre pays développés financeurs et pays en développement récepteurs. Nous retiendrons une approche à deux niveaux : macro pour un groupe de pays ayant hébergé un nombre significatif de projets et micro à travers une étude détaillée portant sur les projets installés en Chine.

Les stratégies contemporaines des pays en développement (PED) se déploient dans un univers particulièrement incertain – de la crise économique mondiale aux tensions domestiques sur les ressources naturelles, l'espace des politiques est actuellement soumis à de fortes contraintes. Pourtant le défi climatique a réussi à s'imposer comme un élément crucial tant des négociations internationales (avec des coalitions dépassant les balisages Nord-Sud) que des nouveaux dispositifs de coopération bilatéraux (financements pour l'adaptation et l'atténuation) et des politiques nationales et locales (politiques énergétiques, politiques urbaines ou des secteurs productifs). Cette contrainte est de plus en plus prise en compte par les pays du Sud comme en témoignent les derniers épisodes de mobilisation dans le cadre de la convention sur le climat (Convention Cadre des Nations-unies sur les Changements climatiques (CCNUCC) – voir les conférences de Cancun et Durban) mais aussi la mise en œuvre des dispositions du Protocole de Kyoto, et tout particulièrement le Mécanisme de Développement Propre (MDP).

Ce dispositif permet à un industriel d'un pays du Nord (appartenant à l'Annexe B du Protocole de Kyoto) de bénéficier de certificats de réduction des émissions (CRE) en finançant des projets propres (dépollution, amélioration de l'efficacité énergétique, exploitation de sources d'énergie renouvelables) dans un pays en développement qui n'est pas doté d'engagements contraignants de réduction des émissions (pays non-Annexe B).

Le MDP a réussi son décollage, fondé sur une interaction entre besoins de réduction des émissions des pays du Nord et volonté d'accroitre les investissements soutenus au Sud dans des activités favorisant le développement durable. Il s'agit donc des prémisses de l'économie verte, conciliant développement durable et croissance dé-carbonée, dans un cadre de coopérations internationales (régime climatique dans le cadre du Protocole de Kyoto, coopération entre pays développés et PED). Ce dispositif MDP, dit « mécanisme de flexibilité du Protocole » introduit à la fois une collaboration entre acteurs privées du Nord et du Sud, une construction de dispositifs nouveaux d'investissement visant le développement durable et une régulation par des mécanismes de marché (les certificats de réduction d'émissions). Le démarrage a été laborieux du fait de l'enjeu de ratification du Protocole mais aussi des défis de rodage du mécanisme et actuellement le bilan est contrasté.

Une série de thèmes balisent les limites de cette expérience de près de 4000 projets MDP mis en œuvre sur la planète : d'abord la mise en place reste polarisée sur les pays émergents (particulièrement en Asie (Winkelman *et al.*, 2010, Lacour *et al.*, 2010)), l'accessibilité du mécanismes aux pays les moins avancés (PMA) demeurant très limitée (Castro *et al.*, 2011). Ensuite la diversité des secteurs pour les retenus projets semble restreinte, au même titre que le niveau des technologies mobilisées. Enfin, l'additionnalité effective des efforts d'atténuation demeure discutable (Flamos, 2010) à la vue du montant des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et de la contribution au marché mondial du CO_2 (Rhama *et al.*, 2010).

Parmi ces grands traits caractérisant le décollage du MDP, deux éléments fondamentaux structurent la réflexion de ce papier : les enjeux pour dé-carboner la croissance et les transferts de technologies. Nous nous proposons de traiter ces questions dans le contexte de l'Asie qui offre un terrain fertile en projets MDP et en données d'analyse. Nous retiendrons une approche à deux niveaux : macro pour un groupe de pays ayant hébergé un nombre significatif de projets et micro à travers une étude détaillée portant sur les transferts de technologies des projets installés en Chine, pays ayant mis en œuvre une politique active de sélection et de promotion des projets sur son sol.

Notre contribution est basée sur une revue des travaux visant à apprécier la portée des projets MDP dans les stratégies de développement durable des PED. Elle s'appuie d'une part

sur une caractérisation du contexte économique à partir de données du modèle POLES (incluant les aspects énergétiques et climatiques…) et exploite d'autre part des rapports récents analysant le fonctionnement du MDP depuis 2005 (statistiques compilées et données officielles de la CCNUCC) (1). Notre travail vise ensuite à caractériser la relation entre les projets MDP et transfert de technologies dans le cadre d'une étude de cas des projets MDP japonais installés sur le sol chinois (2).

1. Croissance et développement dé-carboné en Asie – quels enjeux macro-économiques ?

Le contexte asiatique est caractérisé à la fois par les ordres de grandeur considérables des phénomènes économiques et climatiques et par la rapidité des transformations contemporaines: ces deux dimensions ont des conséquences majeures sur les évolutions des phénomènes planétaires tant la croissance de la richesse et des capacités de production que la consommation d'énergie et des émissions de CO_2 (ADB 2009). C'est pourquoi une exploration globale est proposée ici – à la fois pour fournir un cadrage du contexte de mise en œuvre des projets MDP dans les pays asiatiques et pour esquisser les perspectives de construction des politiques climatiques nécessaires pour mettre en œuvre sur le long terme une réelle atténuation des émissions de GES dans la région.

Nous avons retenu des données recueillies à partir d'un scenario actualisé tiré du modèle POLES[1]/Scenario Secure, prenant en compte le contexte renouvelé de **2012. Il intègre les conséquences de l'accident de Fukushima sur les perspectives nucléaires, et l'hypothèse optimiste d'un renforcement du régime climatique mondial compte tenu d'une conjoncture favorable pour les négociations climatiques** (optimisme mesuré suite aux négociations de Durban et aux perspectives du sommet de la terre « Rio+20 »). Le modèle POLES permet alors un cadrage et un éclairage à l'horizon 2030 et 2050.

Nous admettons avoir privilégié une lecture optimiste des évolutions globales. Cependant, même dans ce cadre, l'ampleur du défi à relever pour déployer les politiques climatiques est considérable et situe bien la démarche des projets du MDP comme élément précurseur mais de faible ampleur pour contribuer à l'effort requis *in fine.* Nous examinerons d'abord les fondamentaux du contexte économique et énergétique en Asie (1.1) puis les perspectives de dé-carbonation du sentier de croissance des prochaines décennies (1.2).

1.1 Poursuite de la croissance et prise en compte de la contrainte climatique ;

La possibilité d'infléchir la tendance des émissions CO_2 alors même que la croissance globale se poursuit réside dans le fait de contrecarrer les tendances antérieures constatées et de franchir à très brève échéance un pic d'émissions mondiales.

Les perspective tracées par le modèle POLES dans sa version « renforcement du régime climatique » permettent d'éclairer les différences structurelles dans les profils énergétiques et

[1] Ce modèle vise à représenter les principaux mécanismes d'ajustement de l'offre, de la demande et des prix sur les marchés internationaux de l'énergie. Il offre en outre la possibilité de simuler et d'évaluer les conséquences des politiques de réduction des émissions de GES par l'introduction d'un signal-prix dans les différentes régions (taxes ou prix des quotas). Il fournit ainsi une image économiquement cohérente des transformations nécessaires du système énergétique, ainsi que des éléments d'évaluation quantitative pour la négociation internationale sur le climat.

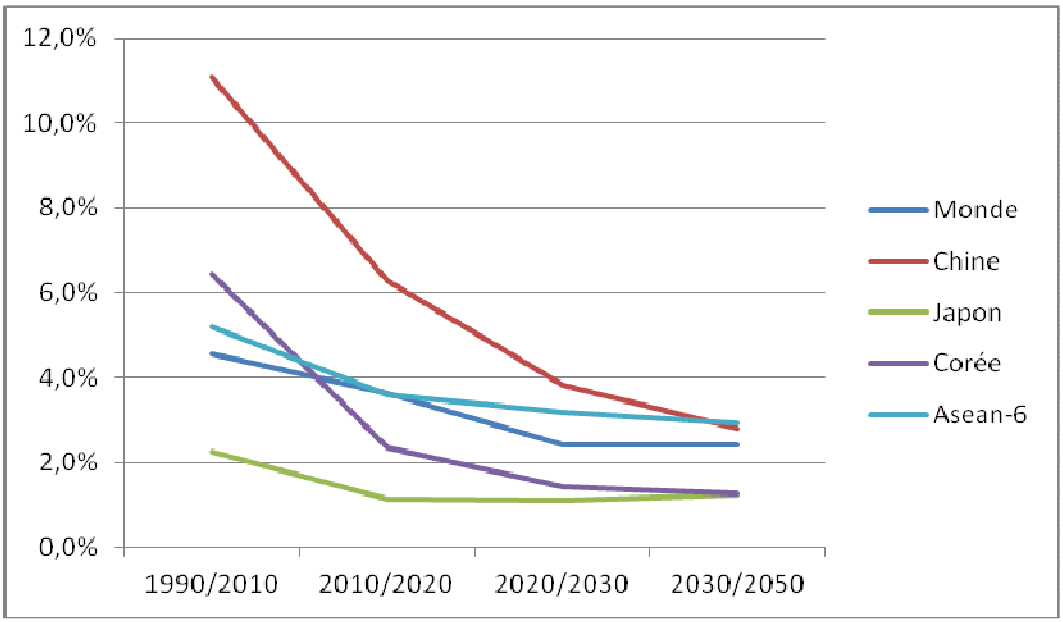
les tendances d'évolution différenciées entre pays et zones du monde[2]. Ceci suppose une consolidation du régime climatique « post 2012 » et également la mise en œuvre de politiques nationales vigoureuses dans les PED, particulièrement les émergents. Dans le cas de l'Asie Orientale, nous avons retenu une présentation simplifiée identifiant la Chine, le Japon, la Corée du Sud ainsi que le bloc de l'ASEAN[3] (réduit à six pays semi-industrialisés : Singapour, Indonésie, Malaisie, Philippines, Thaïlande, Vietnam). Ces choix permettent alors de mener une analyse éclairant les situations différenciées : Japon, Chine, Corée du Sud, zone émergente d'Asie du Sud-Est.

Description du cadre fondamental des tendances de croissance

Les fondamentaux retenus pour notre cadrage se présentent de la façon suivante[4] :

- Une croissance économique qui se maintient sur la période 2010-2050, mais sur un *trend* déclinant dans le monde, avec un frein notable dans la décennie 2010 aussi bien pour le tigre coréen que pour la Chine et les pays émergents de l'ASEAN qui descendent sous le seuil des 3% annuels de croissance du produit intérieur brut (PIB) en fin de période (Graphique 1)
- Le ralentissement démographique mondial se confirme, est prononcé en Chine qui atteint la croissance zéro en fin de période (plus encore en Corée et Japon) et est accentué dans le groupe ASEAN (Graphique 2).

Graphique 1. Tendance de croissance du PIB



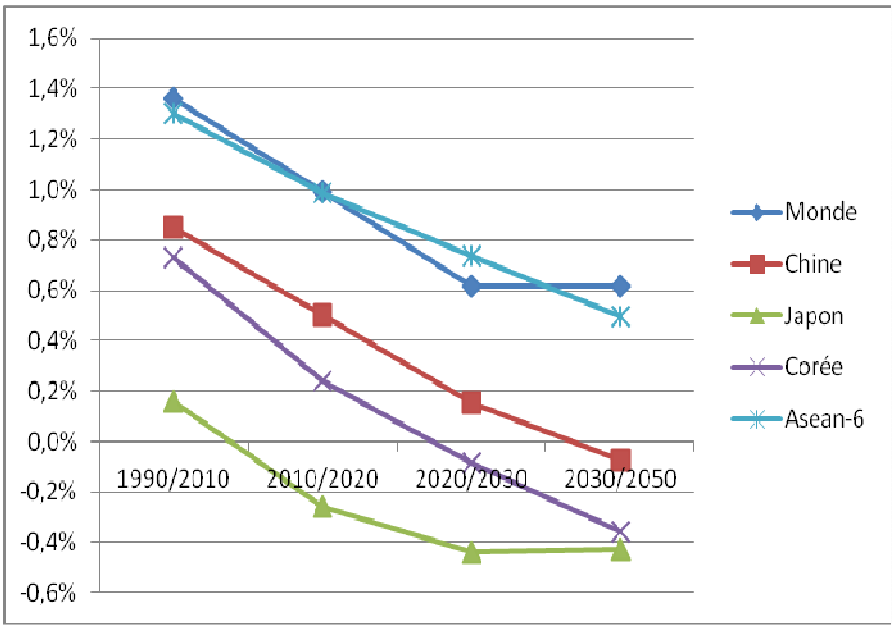
Source : Poles – Secure (Edden CNRS 2012)

[2] Sur les enjeux du renforcement du régime climatique, voir en particulier: CRIQUI P. et ILASCA C., 2012, *La négociation climat dans un monde nouveau*, Edden CRNS, Université Mendès France, Grenoble.

[3] *Association of South-Est Asian Nations* (ASEAN) – Association des Nations d'Asie du Sud-Est (ANASE) crée en 1967, qui comprend désormais dix membres (Indonésie, Malaisie, Philippines, Singapour, Thaïlande, Sultanat de Brunei, Vietnam, Laos, Cambodge, Birmanie). Des négociations sont en cours avec le Japon, la Chine et la Corée du Sud, formant le regroupement ASEAN+3. Pour plus de détails, consulter le site internet de l'association <http://www.aseansec.org/index2008.html>

[4] Nous présentons l'essentiel des données sous forme de graphiques, pour faciliter la lisibilité, et renvoyons aux tables en annexe fournissant les statistiques détaillées.

Graphique 2 Tendance de croissance : démographie (croissance annuelle).



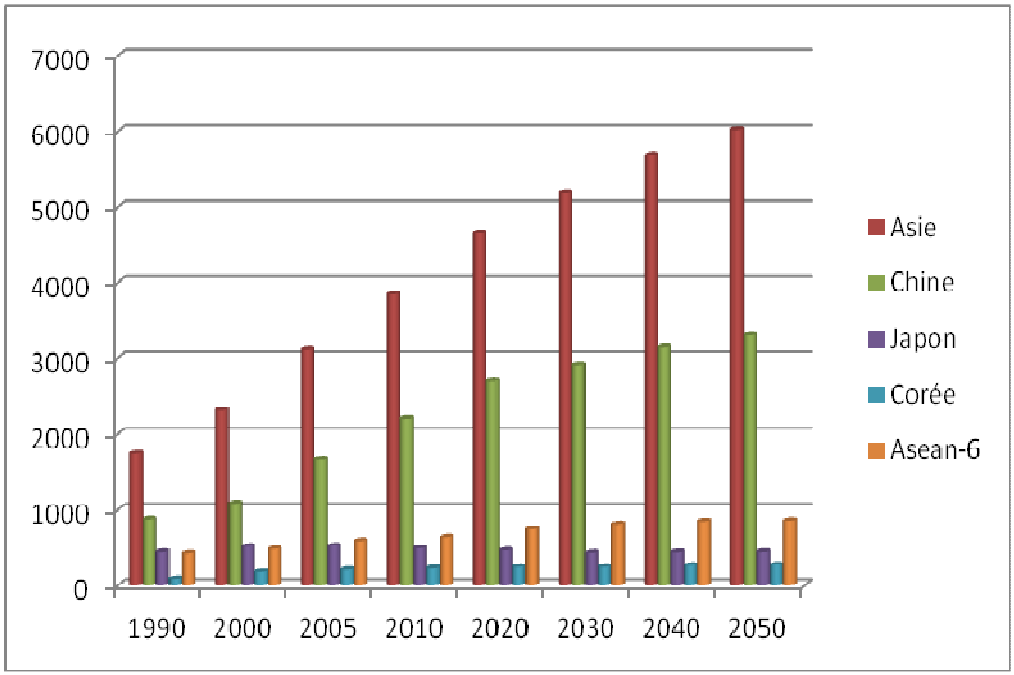
Source : Poles – Secure (Edden CNRS 2012)

Quelques éléments sur la demande d'énergie

La voracité énergétique des pays asiatiques apparait nettement dans le Graphique 3. La consommation d'énergie en Asie qui a progressé de 4% annuellement depuis 1990 va continuer de croitre à un rythme de l'ordre de 1% d'ici 2040. Ceci représente un accroissement de l'ordre de 74% sur la période 2010-2030 pour l'Asie dans son ensemble, avec 76% en Chine ,79% pour les pays de l'ASEAN, 6, 93% en Corée du Sud et 114% au Japon.

De ce fait, la part de l'Asie dans la consommation mondiale d'énergie progresse de façon massive : elle représentait 20% en 1990 (la Chine a elle seule représentant 10%) et elle atteindrait 35% en 2020 et 29% en 2050 (la Chine représentant 22% en 2030). Plus précisément, sur la période 2005-2050 la Chine est à l'origine de 53% à 55% de la consommation d'énergie en Asie.

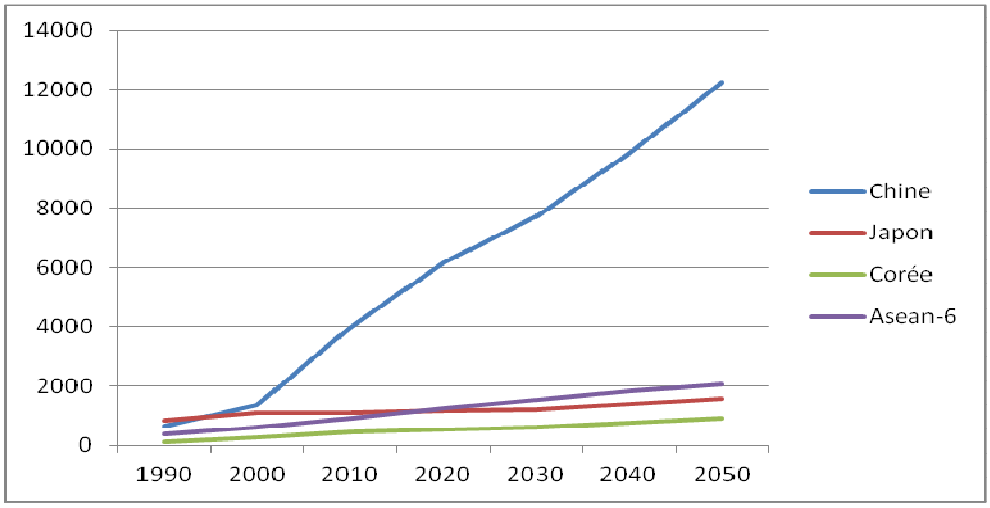
Graphique 3. Consommation d'énergie brute (Mtep).



Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

Ce gonflement de la demande énergétique est particulièrement frappant dans le secteur de la production d'électricité (Graphique 4). Du fait de l'augmentation de la demande, la production d'énergie électrique passerait de 7400 TWh à 21400 TWh sur la période 2010-2050 en Asie Orientale (cette définition exclut le sous-continent indien). Les taux de croissance sur la période 2000-2050 feraient passer la production fournie dans les pays d'Asie Orientale considérés de 31 à 34% du total mondial (Graphique 3). La Chine a elle seule représentait 20% de la capacité mondiale en 2010, et atteindra 25% en 2050. Elle représente plus de 60% de la production de l'Asie Orientale en 2010 (et atteindrait 73% en 2050 !). Ceci se traduit évidemment dans les programmes massifs d'équipement de production et de réseaux de distribution.

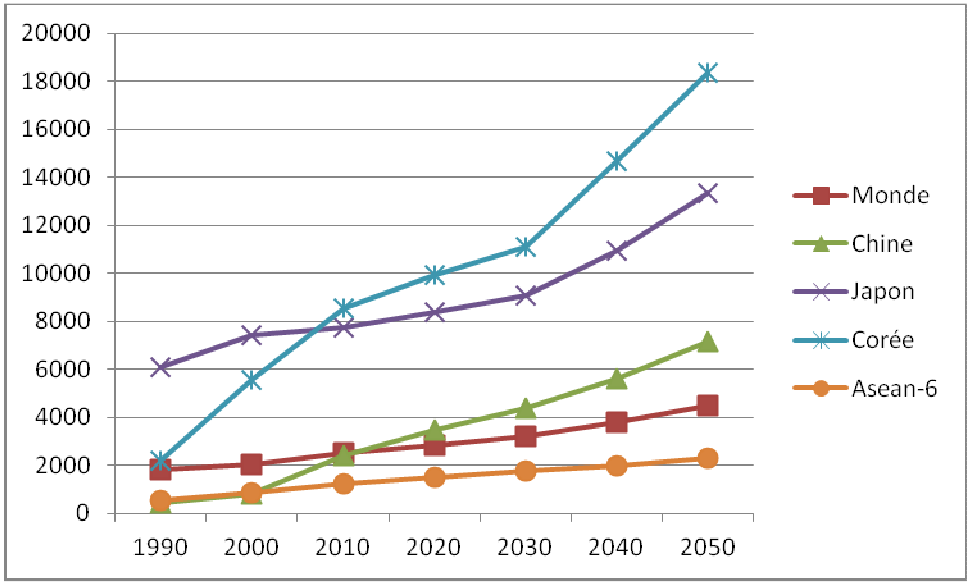
Graphique 4 Production électricité (TWh)



Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

L'augmentation globale de la production d'électricité est illustrée de façon amplifiée à travers la consommation d'électricité par tête qui ne cesse de progresser (Graphique 5). Les pays asiatiques avancés présentent des niveaux de consommation largement supérieurs à ceux observés dans l'Union Européenne et la Chine atteindrait les niveaux actuels européens en 2030/40. L'émergence asiatique de ce début de XXIe siècle c'est donc bien « la consommation manufacturée généralisée plus l'électricité…» pourrait-on dire en paraphrasant Lénine !

Graphique 5 Consommation d'électricité par tête, 1990-2050 (kWh/cap)

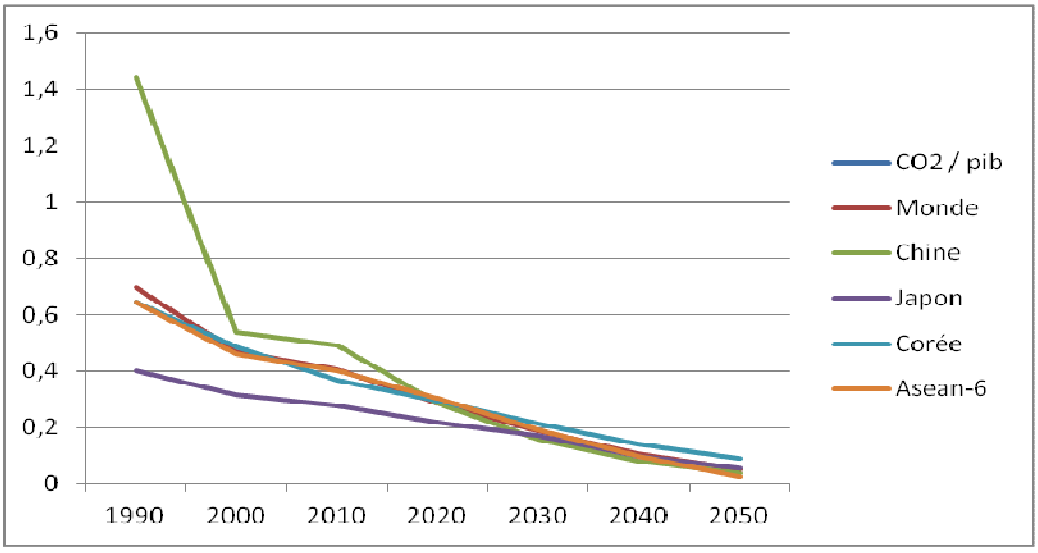


Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

Vers le « pic carbone » ?

Il convient de rappeler tout de même que cette évolution de la situation énergétique en Asie s'accompagne d'un tassement ou même d'une réduction de l'intensité énergétique (donc le rapport énergie consommée/unité de valeur créée donc de PIB) (Graphique 6).

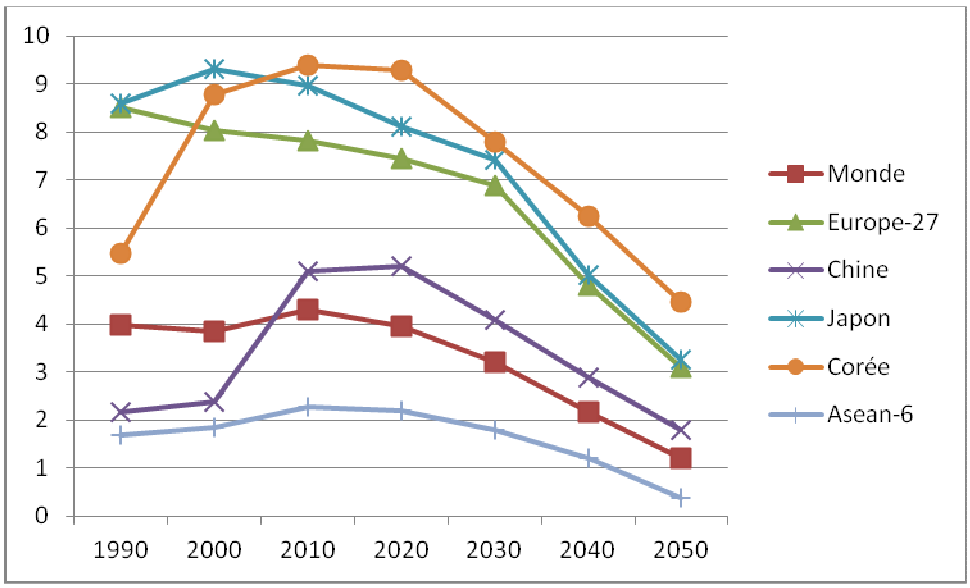
Graphique 6. Intensité énergétique du PIB (1990-2050)



Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

La tendance du modèle suggère une évolution vertueuse entre 1990 et 2030 – grosso modo division par 3 de l'intensité énergétique. En Asie, les pays de l'ASEAN pris globalement convergent vers la moyenne mondiale – mais, spécialement pour la Chine, il s'agit d'un grand bon en avant à réaliser. C'est-à-dire que la croissance actuelle et future doit impérativement être moins vorace en énergie, à travers des politiques vigoureuses pour dé-carboner à l'horizon 2030. C'est à cette condition essentielle qu'il est possible d'envisager le « Pic des émissions » de CO_2 par tête, donc une inflexion décisive dans la tendance à compter de la présente décennie (Graphique 7).

Graphique 7 Emissions de CO2 par tête (Tonnes)



Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

2.2 Le défi de long terme de la dé-carbonisation en Asie

Le cadre d'évolution de la dé-carbonisation (intensité carbonique du PIB, émissions globales de CO_2 et par tête) a été esquissé. Nous avons vu que les quantités d'émissions annuelles de CO_2 brut restent considérables et atteignent leur sommet sur la période 2010-2030. Peut-on dire que le « pic » va être franchi au cours de la présente décennie ? Est-on à ce sens sur un plateau ? La dé-carbonisation est-elle vraiment aussi aisée ?

D'une part il faut souligner que les émissions annuelles alimentent un stock dont la durée de vie est de l'ordre du siècle. D'autre part le pic, ou le plateau, dépendent en fait de la vigueur des politiques mises en œuvre, celle-ci sont en cours de déploiement actuellement dans les pays en développement. Les conditions de leur prolongement dépendent autant de la croissance économique que du futur du régime climatique.

La structure des émissions des grands secteurs

Pour tenter de répondre à la question de la dé-carbonisation, il convient de considérer aussi d'où viennent les émissions de CO_2 et d'étudier comment cette structure va évoluer au cours des prochaines décennies. Le tableau 2 disponible en Annexe présente les parts relatives

des émissions dans les principaux secteurs d'activité des économies d'Asie. Le tableau 1.1 ci-dessous présente les volumes de CO_2 émis par les mêmes secteurs. Il apparait de façon évidente que le secteur de l'énergie apparait comme le déterminant majeur des émissions de carbone, arrivant en première place sur la période 2010-2030 dans les pays considérés.

L'enjeu de l'énergie apparait bien comme fondamental à court terme pour la décarbonisation de cette première moitié du XXIe siècle, et cela a été souligné par plusieurs études et aussi par les organismes de financement de la lutte contre le changement climatique (ADB, 2009).

A titre d'illustration nous pouvons nous référer à l'exemple de la Chine. Cette économie est évidemment de loin le premier émetteur de l'Asie dans le secteur électrique en 2010, mais il faut aussi réaliser que le taux de croissance de l'électrification devrait répondre à une augmentation de la demande de 75% d'ici 2030, alors même qu'il est nécessaire de contenir les émissions de manière à ce que le secteur perde sa prépondérance écrasante vis-à-vis de l'industrie et des transports. Or, pour satisfaire cette inflation de production électrique, il faudra combiner les sources fossiles (en majorité fortement émettrices de CO_2 comme le charbon) et le décollage des sources renouvelables dans le mix énergétique.

Tableau 1. Volume des émissions des principaux secteurs

$MtCO_2$/ an	**2000**	**2010**	**2020**
Chine total	**3001**	**6833**	**7343**
électricité	1232	3240	3393
industrie	985	1917	1782
transport	229	461	766
Japon total	1180	1143	1007
électricité	345	410	375
industrie	305	273	216
transport	282	250	236
Corée total	**414**	**465**	**471**
électricité	119	178	187
industrie	109	111	96
transport	100	109	101
Asean-6 total	**1057**	**1473**	**1572**
électricité	330	543	586
industrie	253	374	359
transport	316	347	346

Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

Dans le même ordre d'idée, comment parvenir à une industrie moins grise pour des pays ayant fait du secteur manufacturier le pilier de leur croissance moderne ? La décarbonisation de l'activité industrielle reste une question difficile ; certes la part relative de l'industrie dans les émissions CO_2 peut diminuer à moyen/long terme, cependant deux éléments peuvent venir en contre tendance. D'une part la volonté de préserver des secteurs d'activités traditionnelles restant compétitifs et offreurs d'emplois, et d'autre part la tentation, en particulier dans les PED, de ne pas décourager les investissements directs étrangers (IDE) dans l'industrie même s'ils sont porteurs de croissance des émissions de GES (*cf.* les réflexions de Mattoo *et al.* (2009) sur les relations entres politiques climatiques, enjeux de compétitivité et industrialisation).

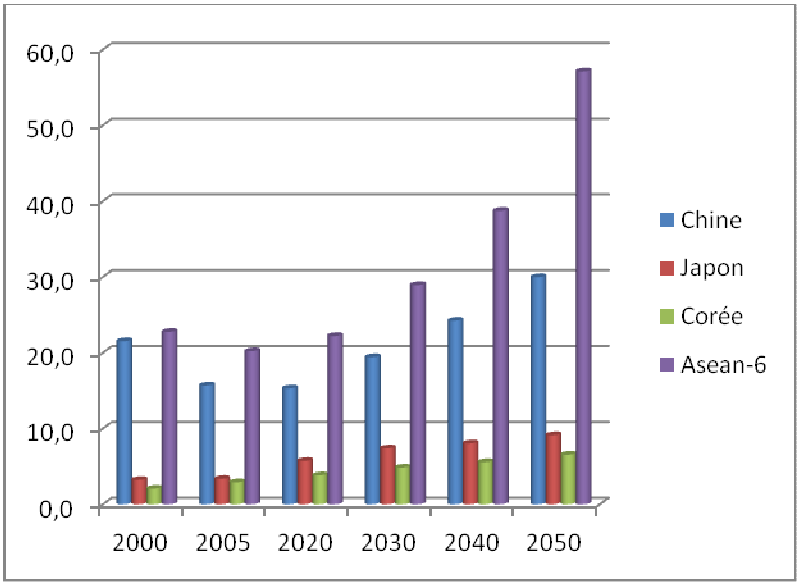
C’est dans ce cadre contraignant que se situe le déploiement des projets MDP. Si sont mis en rapport les secteurs accueillant des projets MDP et les secteurs intensifs en émission présentés ci-dessus, il apparait bien que les ciblages nationaux ont dès l’origine privilégié des projets dans le secteur énergétique.

Quel impact des MDP sur le développement dé-carboné ?

Dans ce contexte, il convient de caractériser les tendances récentes de la mise en œuvre des projets du Mécanisme de Développement Propre en Asie. Ce dispositif vise-t-il les bonnes cibles pour contribuer à infléchir les tendances d’émission de GES et promouvoir l’atténuation du changement climatique ? Son déploiement est il appréciable sur le simple plan du volume des réductions apportées par les projets ?

Sur le stock des projets déclarés puis enregistrés, la très grande majorité vient donc d’abord conforter les politiques énergétiques nationales. Cette vague de technologies plus propres commence à produire ses effets, qui conduisent à des projections optimistes sur les évolutions de la contribution des énergies renouvelables au mix énergétique dans les pays d’Asie (Graphique 8).

Graphique 8. Part des énergies renouvelables dans le total de la consommation



Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

Cependant, cette focalisation sur le domaine énergétique ne peut masquer le fait que sur un plan qualitatif les projets MDP apportent une contribution limitée à l’atténuation des émissions de GES – même jugées à l’aune du secteur de l’énergie électrique : le tableau 2 rapproche le montant annuel des émissions CO_2 du secteur électrique (flux) et le total cumulé (stock) des certificats d’émissions de projets MDP approuvés début 2012 afin d’indiquer l’enjeu quantitatif de réduction des émissions pour mener à bien la dé-carbonisation.

Tableau 2. Emissions du secteur énergétique et valeur des CRE pour les pays d'Asie Orientale

Mt CO_2	Emissions de CO_2 Secteur Electrique 2010	CRE cumulés 2012
Chine	3200	1474
Japon	410	/
Corée du Sud	175	105
ASEAN 6	540	128

Source : Poles / CDM Pipeline

Cependant, au-delà de cette approche quantitative, la place pertinence des projets MDP doit être considérée sous deux angles : leur adéquation avec les politiques climatiques mais aussi dans leur dimension qualitative dans le cas du transfert de technologies environnementales nécessaires aux stratégies d'atténuation dans les PED.

2. Etude de cas des projets japonais en Chine : des transferts de technologies substantiels

L'évaluation de l'efficacité du MDP, outre son volet environnemental facilement mesurable par le biais des réductions d'émissions de GES, comporte également une dimension technologique. Cette facette de l'additionnalité du mécanisme doit alors être replacée dans un contexte d'appropriation nationale des projets afin d'être efficiente et peu d'études empiriques ont mis en évidence la vocation du MDP comme vecteur de technologies environnementales vers les PED. Aussi cette partie a pour objectif d'analyser les MDP japonais en Chine, étant données leurs places respectives de principaux pays financeurs et récepteurs de MDP. Nous avons choisi d'analyser les transferts de technologies dans les MDP japonais en Chine étant donné que, d'une part, la Chine est le premier territoire d'accueil des MDP (45.7% des projets mondiaux enregistrés jusqu'au 1er septembre 2011), et d'autre part, la polarisation des MDP en Asie-Pacifique s'explique également par le rôle moteur du Japon, seul pays de la zone appartenant à l'Annexe B du Protocole de Kyoto.

Le premier temps de cette partie met alors en évidence que les législations chinoises qui encadrent le mécanisme permettent d'orienter les MDP et d'inciter au transfert de technologies novatrices (2.1). Le second temps de cette partie procède à l'analyse des 246 projets japonais installés en Chine (enregistrés avant le 31 mai 2011), afin de déterminer les transferts d'équipements et de connaissances liés à la mise en œuvre de ces projets propres (2.2).

2.1. Additionnalité technologique du MDP et exigences domestiques de la Chine

La diffusion des technologies protectrices de l'environnement vers les PED est perçue comme l'une des réponses premières aux défis posés par les changements climatiques. La problématique du transfert de ces technologies vertes est un enjeu important des programmes de négociations pré- et post-2012 de la CCNUCC, mais aussi des autres organisations et sommets internationaux (Organisation Mondiale du Commerce[5] (OMC), OCDE[6]). D'après la définition du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), le processus de diffusion technologique englobe une dynamique de transmission d'équipements et d'innovations (composantes tangibles de la technologie qualifiées d'éléments *hardware*), mais aussi de savoir-faire et de connaissances (composante intangible de la technologie qualifiée de *software*) (GIEC, 2000). Dans cette optique, le MDP peut être un outil de diffusion de ces technologies vertes vers les PED. Ainsi, peuvent être transférées dans le cadre de la mise en œuvre de ces projets des technologies – biens d'équipements- visant à exploiter les ressources naturelles de manière soutenable, dépolluer ou encore améliorer l'efficacité énergétique des industries et des processus de génération d'énergie. La dynamique de transfert de connaissances peut-être ou non concomitante à cette phase de transmission d'éléments *hardware :* cela dépendra de la motivation des investisseurs dans le cadre du MDP pour mettre en place des programmes de formation pour l'utilisation d'une technologie propre.

L'objectif du MDP est double : d'une part, il flexibilise les engagements de réduction des émissions de GES des pays de l'Annexe B en leur permettant de réaliser ces abaissements d'émissions à moindres coûts dans des PED où le potentiel de réduction est significatif. D'autre part, ce mécanisme est un outil de promotion des stratégies de développement durable, fournissant aux PED les ressources technologiques, financières et en matière d'expertise au service de leurs objectifs climatiques nationaux (Nygard *et al.*, 2004 ; Quoilin, 2008 ; Doukas *et al*., 2009).

Cette section a alors pour objet d'analyser la troisième dimension de « l'additionnalité » des projets MDP, à savoir la dimension technologique de leur mise en œuvre[7]. Bien que le MDP n'ait pas pour vocation prioritaire le transfert de technologies environnementales, il a comme objectif général de contribuer au développement économique et social des PED et à la poursuite d'une stratégie de développement durable. Ainsi, le financement d'un projet propre dans un PED qui ne disposerait pas des technologies nécessaires à son fonctionnement

[5] Le programme de Doha pour le développement, sous l'égide de l'OMC, a conduit à l'établissement d'un groupe de travail « Commerce et transfert de technologie », disponible à l'adresse <http://www.org/french/tratop_f/devel_f/dev_wkgp_trade_transfer_technology_f.htm>

[6] L'OCDE a formé un groupe de travail traitant des problématiques de transferts de technologies vertes dans la division « Politique de l'environnement et innovation technologique », disponible à l'adresse <http://www.oecd.org/env/cpe/entreprises/innovation>

[7] La question de l'additionnalité des projets MDP est centrale à l'acceptation à la l'efficacité du mécanisme, son appréciation étant essentielle dans le processus de validation des MDP par le Conseil Exécutif de la CCNUCC. Ce concept d'additionnalité comporte alors trois dimensions : d'abord, une additionnalité environnementale (les émissions de GES comptabilisées dans le cadre du périmètre du projet doivent être inférieures à ce qui se serait passé en son absence (Boulanger et al., 2004)), ensuite une additionnalité de l'investissement (la mise en œuvre du projet doit donner lieu à un investissement additionnel à ce qui se serait passé en l'absence du projet (Banque Mondiale, 2004)), en enfin, une additionnalité technologique (l'attribution de crédits d'émissions doit financer l'emploi d'une technologie qi n'aurait pas été mise en œuvre sans l'implantation du projet (Meunié, 2009 ; Meunié *et al.*, 2007)).

implique, de fait, un transfert de technologies (Dechezlepretre *et al.*, 2007 ; UNFCCC, 2010). De plus, le MDP permet de renforcer les capacités technologiques domestiques des PED en créant des interactions avec les firmes des pays industrialisés et des coopérations internationales dans le développement des technologies environnementales (GIEC, 2000).

Cette question de l'opérationnalité du MDP en tant que vecteur de technologies environnementales vers les PED doit également être replacée dans un contexte d'appropriation nationale, afin qu'une dynamique de diffusion existe et que les technologies transférées soient en adéquation avec les besoins domestiques des pays récipiendaires.

Dès lors, l'attractivité de la Chine comme principal territoire d'accueil des MDP s'explique avant tout par son environnement économique, mais aussi par les régulations et institutions qui encadrent le mécanisme (Teng *et al.*, 2010). Un MDP, pour être enregistré auprès du Conseil Exécutif des Nations-unies, doit être validé par une commission nationale – une Autorité Nationale Désignée (AND)- qui doit approuver préalablement le projet en fonction de ses impacts environnementaux et de son additionnalité. Chaque AND peut alors intégrer des critères contraignants supplémentaires à la législation internationale des MDP. Les modalités du processus d'évaluation chinois démontrent alors ses exigences domestiques en termes de développement économique et social. Les autorités nationales examinent, d'abord, la contribution du projet au développement économique global (par le biais de la création d'emplois et des transferts de technologies induits par la mise en œuvre du projet), ensuite, les bénéfices environnementaux (réduction des émissions de GES et diminution de la pollution plus localisée) ; et enfin, l'échelle de l'investissement et les liens avec des investisseurs et les entreprises domestiques (Szymanski, 2002). Dans ce cadre, les MDP, créés originellement pour promouvoir et faciliter les investissements des projets de réduction des émissions de GES, fourniraient aussi des opportunités commerciales et stimuleraient la croissance économique du pays hôte.

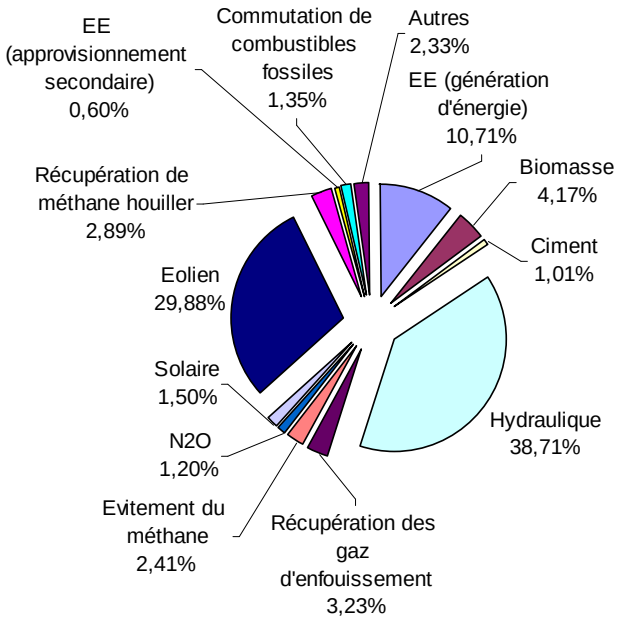
Le gouvernement chinois a également publié en 2004 un ensemble de règles qui encadrent les MDP « *Measures for Operation and Management of Clean Development Mechanism Project* » [8] et orientent les projets en fonction des cibles climatiques et énergétiques du pays. Les priorités du pays pour l'implantation des projets, définies par l'Article 4, se concentrent sur l'amélioration de l'efficacité énergétique, le développement et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables ainsi que la récupération et l'utilisation du méthane (Enttrans, 2007 ; Maoshang *et al.*, 2006 ; Shuang, 2005). L'adéquation entre les MDP et les cibles climatiques nationales a également été guidée par l'instauration d'un système de taxation sur les CRE émis, en fonction du type de projet implanté. Ainsi, les projets visant à exploiter des sources d'énergies renouvelables, les MDP d'afforestation ou encore de capture du méthane, connaissent des taux d'imposition de seulement 2% ; ces secteurs correspondant aux priorités climatiques et énergétiques du pays. A l'inverse, les CRE issus de projets de réduction des émissions d'oxyde nitreux sont taxés à hauteur de 30%, ce taux d'imposition pouvant atteindre 65% pour les projets visant à réduire les HFC et les PFC (NCCCC, 2005, Article 24). Les bénéfices tirés de ces taxes alimenteront un fonds spécial destiné à soutenir le développement de l'utilisation de sources d'énergies renouvelables sur le territoire chinois (Guerivière, 2008). Ce système de taxation vise alors à contrebalancer les gains issus de projets de réduction de polluants à faibles coûts – comme les HFC, les PFC ou encore le N_2O – afin d'orienter les investisseurs vers des projets soutenables à plus long terme. Du même ordre, le gouvernement exempte de droits de douanes et de taxe sur la valeur ajoutée, les équipements environnementaux avancés n'ayant pas de substituts domestiques

[8] Disponible sur le site internet du mécanisme pour un développement propre en Chine à l'adresse <http://cdm.ccchina.gov.cn/english/NewsInfo.asp?NewsId=905>

afin d'encourager les importations de technologies environnementales innovantes dans le cadre du MDP (Wang, 2010).

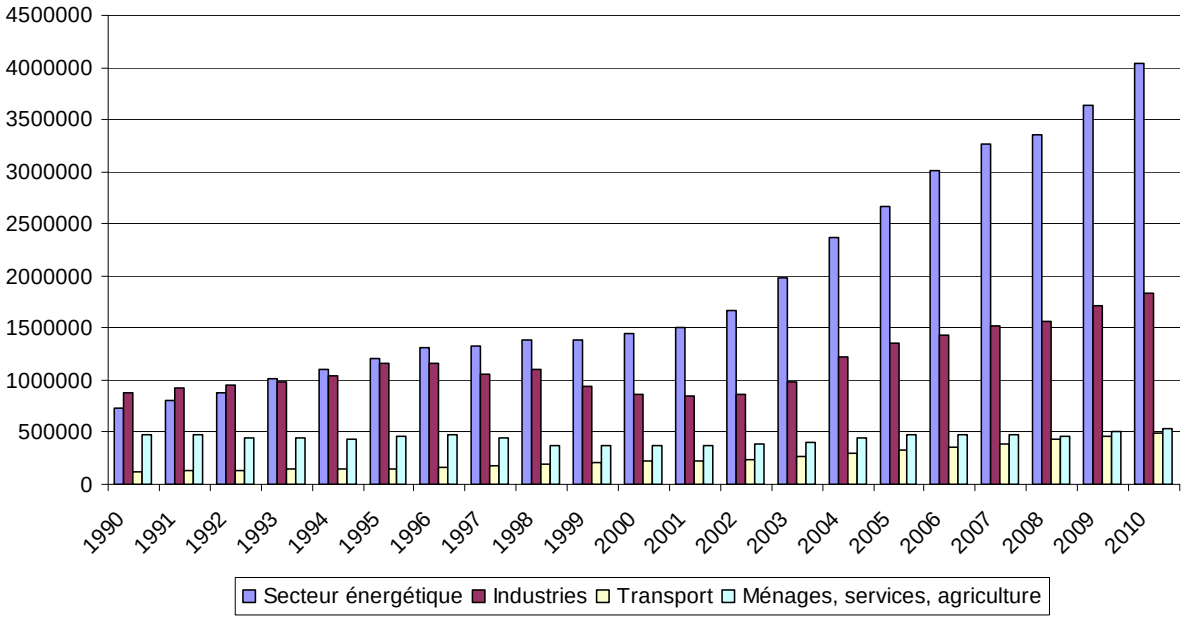
Le cas chinois révèle ainsi une adéquation dirigée par l'État entre les grandes priorités énergétiques du pays et la répartition sectorielle des projets entrants (Graphique 9). Plus précisément, 58% des émissions chinoises de dioxyde de carbone sont issus du secteur énergétique en 2010 (Graphique 10), ce secteur étant devenu le premier émetteur de carbone, devant l'industrie, à partir du milieu des années 1990. Dès lors, la priorité est donnée au développement des énergies renouvelables, ces projets représentant 74.3% des projets MDP implantés sur le territoire chinois au 1er septembre 2011. La majorité des MDP chinois concerne l'énergie hydraulique – 39% des projets – et l'énergie éolienne – 30% – étant données les caractéristiques hydriques et l'exposition des territoires. Soulignons de plus que les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique concernent plus de 10% des MDP implantés en Chine, le gouvernement chinois étant conscient de l'obsolescence des technologies de production et d'utilisation de l'énergie sur son territoire (Meunié 2004 ; 2009).

Graphique 9. Projets MDP en Chine, par activités (en stock en septembre 2011)



Note : Sont pris en compte dans ce graphique tous les projets déposés auprès du Conseil Exécutif des Nations-unies pour être localisés sur le territoire chinois, à l'exception des projets rejetés.
Source : D'après UNEP, 2011b, *CDM project distribution within host countries by region and type*, UNEP Risoe Center, Juillet, disponible à l'adresse <http://cdmpipeline.org/publications/CDMStatesAndProvinces.xls>

Graphique 10. Emissions de CO_2 en Chine par secteur (en milliers de tonnes de CO_2)



Source : D'après les données fournies par la base Enerdata, disponible à l'adresse <http://services.enerdata.net>

Les autorités voient alors dans les MDP un moyen de doper les transferts de technologies de réduction des émissions ou de dépollution (Wang, 2010 ; Schroeder, 2009). Ce vecteur de technologies vertes permettrait *in fine* de combler l'écart entre la Chine et les pays développés en termes de technologies d'exploitation de l'énergie, d'offre et de transformation, de transmission et de distribution ainsi que de production industrielle. En effet, l'efficacité énergétique de la Chine est de 10% inférieure à celle des pays développés alors que sa consommation énergétique par unité de produits intensifs en énergie est de 40% supérieure (NDRC, 2007).

En dernier lieu, l'attractivité du territoire chinois s'explique aussi par une base technologique préalable existant sur le territoire. Les technologies utilisées pour les petites centrales hydroélectriques ainsi que les réseaux éoliens de petite et grande échelle sont dans une étape de commercialisation en Chine, expliquant l'attractivité de ces projets pour les investisseurs. A l'inverse, les technologies de gazéification de la biomasse, ou de production d'énergie à partir de déchets organiques urbains, ne sont développées qu'au niveau de prototypes, expliquant la faiblesse des MDP dans ces domaines sur le territoire chinois (OCDE, 2009). Dès lors, les projets MDP visant à utiliser ces technologies dans la génération d'énergie ne peuvent s'appuyer sur des bases technologiques solides dans ces catégories de projets, les investisseurs devant transférer des technologies et mettre en place des programmes de formation des personnels locaux sur le territoire chinois.

Malgré les préoccupations de la communauté internationale sur les processus de diffusion technologies dans le cadre de projets MDP, peu d'études empiriques ont évalué l'ampleur de ce phénomène étant donné la jeunesse du mécanisme (De Coninck *et al.*, 2007 ; Haites *et al.*, 2006 ; Seres, 2007, Seres *et al.* 2009 ; Schneider *et al.*, 2008 ; Dechezlepretre *et al.*, 2007 ; 2008 ; Dechezlepretre 2009 ; UNFCCC, 2010). Dès lors, la partie suivante a alors pour objet d'analyser empiriquement les transferts de technologies (équipements *versus* connaissances transférés) dans le cadre de MDP japonais en Chine.

2.2. Technologies et connaissances transférées depuis le Japon vers la Chine via le MDP

L'importance des relations entre le Japon et la Chine, conjuguée à l'avance technologique du premier sur la seconde, justifie pleinement le fait de se pencher sur le contenu technologique des MDP entre les deux pays. Diverses études ont montré les rôles complémentaires qu'exercent ces deux puissances dans la région Asie-Pacifique, certaines les qualifiant d'hégémons partiels dans la zone (Figuière *et al.*, 2005, 2006 ; Guilhot, 2008). L'importance des relations économiques entre la Chine et le Japon est révélatrice de la complémentarité de leurs intérêts économiques: la Chine a besoin des technologies nippones et les japonais souhaitent accéder au marché intérieur chinois ; le gouvernement japonais insistant de même sur une coopération renforcée avec leur grand voisin dans certains domaines comme l'énergie et la protection de l'environnement (Vincon *et al*., 2006 ; Emmott, 2008)

Afin de quantifier les transferts de technologies incorporés aux MDP japonais en Chine, la méthodologie de Dechezlepretre *et al*. (2008, 2009) a été appliquée. Notre étude de cas analyse les 246 projets MDP initiés par des firmes nippones en Chine entre 2005 et le 30 mai 2011, lesquels ont permis d'atteindre une réduction cumulée de plus de 81 millions de tonnes de CO_2 par an. Sur la base de l'étude des fiches techniques de ces 246 projets (appelées Project Design Document (PDD)), trois situations apparaissent :

- Les affirmations de transferts de technologies sont observées dans la section A.4.3 du PDD. Les développeurs du projet y mentionnent explicitement la nature des technologies transférées.

- Certains projets démentent toute importation de technologies depuis l'étranger, justifiant dans certains cas cette situation par le fait que la Chine maitrise déjà les technologies employées par le projet. Ex : « *China possessed the technological capacity to manufacture the necessary components, so no technology transferred from other countries is involved in this project activity* » (CDM Executive Board, 2007, p.4).

- Enfin, dans certains PDD, aucune information sur l'origine de la technologie employée n'est explicitée. Sont alors comptabilisés ensemble les projets qui annoncent explicitement l'absence de transfert et ceux qui n'y font pas référence.

De plus, les informations du CDM Pipeline de juin 2011 (UNEP, 2011a) fournissent des renseignements sur le type de projet, le montant des réductions d'émissions engendrées, la méthodologie de calcul, l'acheteur des crédits, le consultant pour l'élaboration du PDD, le montant de l'investissement (en millions de dollars, en tonnes de CO_2 et en kilowattheure), ainsi que la durée de vie du projet.

Sur les 246 MDP initiés par des entreprises japonaises en Chine, enregistrés jusqu'au 30 mai 2011, 69 impliquent explicitement un transfert de technologies et 177 ne font pas référence à ce processus ou nient toute importation de technologies depuis l'étranger. Le Tableau 3 fournit les principales caractéristiques des MDP japonais en Chine ainsi que la fréquence et la nature des technologies transférées par catégories de projets.

Tableau 3. Caractéristiques des projets japonais transférant des technologies sur le sol chinois

Activités des MDPs	Projets impliquant des transferts de technologies						Total des projets impliquant des transferts de technologies	
	Equipements seuls		Connaissances seules		Equipements et connaissances			
	En % des réductions d'émissions de CO_2	En % du nombre de projets	En % des réductions d'émissions de CO_2	En % du nombre de projets	En % des réductions d'émissions de CO_2	En % du nombre de projets	**En % des réductions d'émissions de CO_2**	**En % du nombre de projets**
Energie hydraulique	2,11%	1,21% (2)	13,75%	11,52% (19)	-	-	15,86%	12,73% **(21)**
Energie biomasse	-	-	57,86%	66,67% (2)	-	-	57,86%	66,67% **(2)**
Energie éolienne	7,25%	10,53% (2)	29,36%	21,05% (4)	23,43%	26,32% (5)	60,04%	57,89% **(11)**
Récupération des gaz d'enfouissement	20,71%	20% (1)	-	-	46,18%	40,00% (2)	66,89%	60% **(3)**
Equipements de décomposition des HFC	25,74%	40% (2)	-	-	74,26%	60% (3)	100%	100% **(5)**
Réduction des émissions de N_2O	-	-	21,59%	14,29% (1)	78,41%	85,71% (6)	100%	100% **(7)**
Récupération de méthane houiller, équipements *Coke Dry Quenching* (CDQ)	14,59%	12,50% (1)	8,15%	12,50% (1)	68,25%	37,50% (3)	90,99%	62,50% **(5)**
Efficacité énergétique dans la génération d'énergie	12,34%	6,67% (1)	2,55%	6,67% (1)	47,62%	33,33% (5)	62,51%	46,67% **(7)**
Evitement du méthane	10,59%	9,09% (1)	12,14%	18,18% (2)	9,45%	9,09% (1)	32,18%	36,36% **(4)**
Substitution de combustibles fossiles	-	-	-	-	100%	100% (3)	100%	100% **(3)**
Cimenteries	-	-	-	-	-	-	0%	0% **(0)**
Reforestation / afforestation	-	-	100%	100% (1)	-	-	100%	100% **(1)**
Total	**14,54%**	**4,07% (10)**	**6,50%**	**12,60% (31)**	**49,83%**	**11,38% (28)**	**70,87%**	**28,05% (69)**

Source : D'après UNEP (2011a), *CDM Pipeline 2011*, Juillet, disponible à l'adresse <http://www.cdmpipeline.org> et les PDD des MDP disponibles sur le site internet de l'UNFCCC consultable à l'adresse <http://cdm.unfccc.int/>

Plus précisément, bien que ne représentant que 28% du nombre de MDP, les projets transférant des technologies vertes vers la Chine sont de forte efficacité environnementale étant donné qu'ils représentent 71% des réductions d'émissions de CO_2 liées aux MDP japonais. Lorsque l'on différencie les types de technologies transférées, deux résultats apparaissent. D'une part, près de la moitié des réductions d'émissions de carbone est engendrée par la mise en œuvre de projets important des équipements novateurs et mettant parallèlement en œuvre des plans de formation afin d'améliorer les compétences techniques des personnels (50% des réductions d'émissions et 11% des projets) ; d'autre part, la majorité des transferts (13%) prend la forme de diffusion de connaissances, les projets mobilisant cette partie intangible de la technologie n'étant pas de forte ampleur environnementale étant donné qu'ils ne représentent que 6.5% des réductions d'émissions.

Au total, le taux de transfert de technologies depuis le Japon vers la Chine est inférieur à ceux démontrés dans une partie de la littérature empirique (Dechezlepretre *et al.*, 2009), pour qui le taux de transferts de technologies dans les projets chinois toutes origines confondues est de 59%. Ces différences de taux de transfert peuvent être expliquées principalement par le fait que la période d'étude de Dechezlepretre *et al.* (2009) est plus ancienne que celle qui est mobilisée dans la présente analyse. Ainsi, les transferts de technologies diminuent avec l'augmentation du nombre de projets similaires dans le pays d'accueil (UNFCCC, 2010).

L'analyse des transferts de technologies par activités de projets sur le territoire chinois met en évidence des différences relatives entre les projets de dépollution, les MDP mobilisant des sources d'énergie renouvelables et ceux qui visent à améliorer l'efficacité énergétique dans la génération d'énergie.

D'abord, d'après les annonces de transferts de technologies faites dans ces projets nippons, il apparaît que certains MDP qui s'inscrivent dans les domaines de la **récupération des émissions de gaz polluants et de dépollution** entrainent automatiquement des transferts de technologies – équipements de décomposition des HFC et réduction des émissions de N_2O. Ce premier constat est en accord avec les résultats obtenus par De Coninck *et al*. (2007) selon lesquels les projets utilisant des technologies de dépollution ont une tendance plus forte à transférer des technologies vers les PED. Plus précisément, 60% et 86% des projets entrainant respectivement la décomposition des HFC et du N_2O impliquent la diffusion à la fois de connaissances et d'équipements vers le territoire chinois, représentant respectivement 74% et 78% des réductions d'émissions annuelles engendrées par la mise en œuvre de ces projets (31 millions de tonnes de CO_2 évitées par an sur les 41 millions de réduction annuelle pour ces deux catégories de projets).

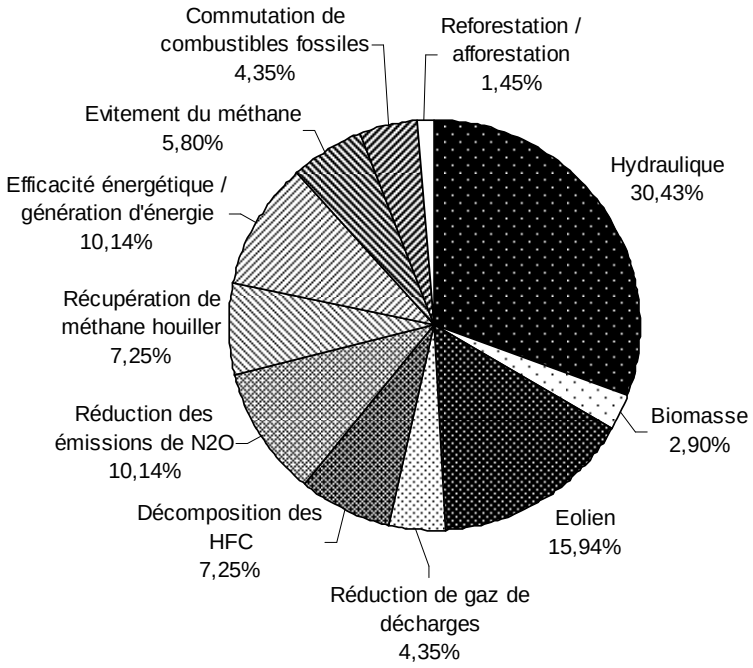
Ensuite, les projets qui visent à utiliser des **sources d'énergie renouvelables** (hydraulique, biomasse, éolien) connaissent un taux de transfert relativement plus faible. En particulier, les projets hydrauliques, majoritaires dans les stratégies des firmes nippones en Chine, ne diffusent des technologies que dans 13% des cas, lesquels représentent 16% des réductions d'émissions liées à la mise en œuvre de ces types de projets. La faiblesse des transferts d'équipements dans cette catégorie de projet est expliquée par les capacités technologiques domestiques chinoises dans la manufacture de turbines et procédés hydrauliques. Ainsi, dans la mise en œuvre de projets hydrauliques, ce sont majoritairement des connaissances qui sont transférées vers le territoire chinois : mise en place de plans de formation des personnels afin améliorer l'efficacité du processus de production de l'énergie. De plus, les taux de transferts s'élèvent à 67% et 58% respectivement pour les projets d'énergie biomasse et éoliens, étant donné que ces technologies ne sont pas au même niveau

de maturité que celles mobilisées dans le cadre de projets hydroélectriques, et que ces secteurs font partie des priorités énergétiques du gouvernement chinois. Dans ces deux cas, sont utilisés majoritairement des équipements importés.

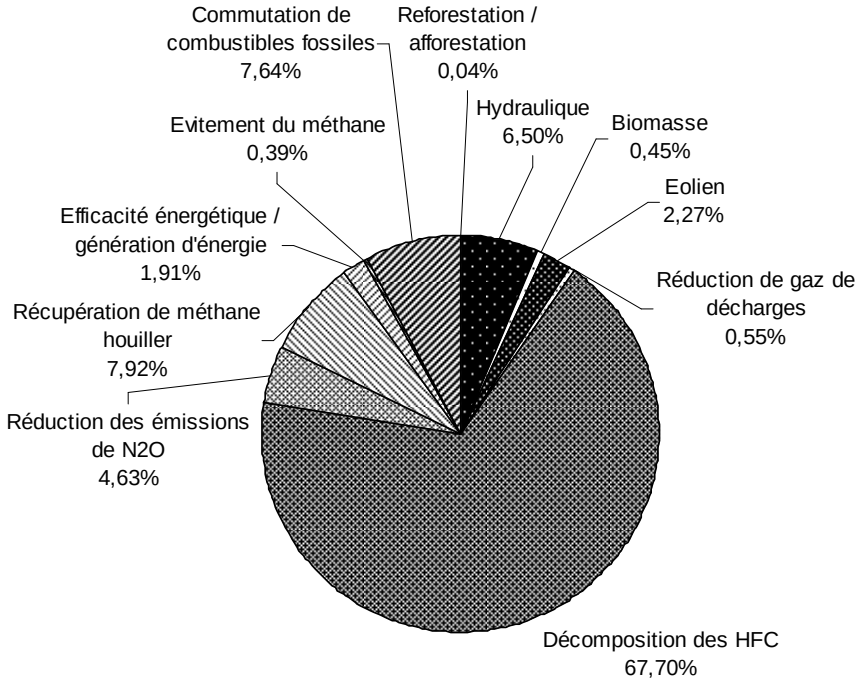
Enfin, la moitié des projets **d'amélioration de l'efficacité énergétique** dans la génération d'énergie – utilisation de gaz résiduaires dans l'industrie pour produire de l'électricité – implique la diffusion de technologies vers la Chine. La moitié de ces transferts entraine l'utilisation d'équipements importés et la transmission de connaissances vers les personnels locaux afin d'accroitre leur formation sur l'opérationnalité des technologies.

Un examen plus approfondi des technologies transférées en Chine par le Japon (Graphiques 11 et 12) montre que les technologies hydrauliques et éoliennes représentent respectivement 30% et 16% des transferts de technologies lorsque ces derniers sont exprimés en parts du nombre de MDP transférant des technologies.

Graphique 11. Type de projets transférant des technologies en Chine dans le cadre de MDP japonais (en % du nombre de projets japonais transférant des technologies)



Graphique 12. Réductions d'émissions de carbone des projets japonais transférant des technologies en Chine, selon le type (en % des réductions d'émissions de CO_2 des projets japonais transférant des technologies)



Source : D'après UNEP (2011a), *CDM Pipeline 2011*, Juillet, disponible à l'adresse <http://www.cdmpipeline.org> et les PDD des MDP disponibles sur le site internet de l'UNFCCC consultable à l'adresse <http://cdm.unfccc.int/>

Toutefois, lorsque les technologies transférées sont exprimées selon leur portée environnementale (réductions d'émissions de CO_2), ce sont une fois de plus les technologies de dépollution / récupération des polluants qui sont majoritaires. Les projets avec des revenus de CRE plus élevés sont alors ceux qui connaissent des taux de transferts substantiels (Wang, 2010). Ainsi, le montant moyen des réductions d'émissions des équipements de décomposition des HFC s'élève à près de 39 millions de tonnes métriques d'équivalent CO_2 par année, représentant près de 68% des réductions d'émissions annuelles dans les MDP japonais entrainant des transferts de technologies. Même si les HFC ne détériorent pas directement la couche d'ozone étant donné que ces composés halogénés gazeux ont été substitués aux gaz appauvrissant la couche d'ozone grâce à l'application du Protocole de Montréal (1985), ils favorisent en revanche l'effet de serre et font donc partie des six principaux GES inscrits sur la liste du Protocole de Kyoto.

En somme, le MDP apparaît être un vecteur efficace de diffusion technologique. Ces flux vers le territoire chinois ne sont pas marginaux, 28% des MDP japonais en Chine impliquent la diffusion de technologies, représentant 71% des réductions d'émissions permises par l'établissement de projets nippons.

En guise de conclusion

Au terme de cette analyse, les projections du modèle POLES à l'horizon 2050 mettent en évidence deux résultats principaux. Premièrement, le développement économique des pays d'Asie Orientale fait présager un accroissement de leur consommation d'énergie, et particulièrement dans le cas chinois. Deuxièmement, cette augmentation de la consommation d'énergie est caractérisée par un accroissement de la production d'électricité, le secteur énergétique étant le premier émetteur de GES devant celui des transports. Les enjeux d'un développement dé-carboné se concentrent alors sur une modification de l'offre énergétique, vers l'intégration de sources d'énergie renouvelables se substituant à l'utilisation de combustibles fossiles. Le MDP, mécanisme de coopération entre pays du Nord et PED, plutôt que de permettre d'infléchir la tendance de croissance des émissions étant donné sa faible ampleur, peut être un outil de diffusion des technologies environnementales en adéquation avec des besoins domestiques. L'analyse empirique des projets japonais installés en Chine a démontré que les transferts de technologies dans le cadre de MDP ne sont pas marginaux, mais que ces derniers apparaissent surtout dans des projets de récupération des polluants (dépollution) qui connaissent des coûts marginaux de réduction des émissions faibles. L'efficacité du dispositif, en tant que vecteur de technologies environnementales, réside alors dans une répartition sectorielle en adéquation avec les stratégies climatiques des pays récipiendaires, et dans une multiplication des projets d'exploitation de sources d'énergie renouvelables.

Bibliographie

ASIAN DEVELOPMENT BANK, 2009, The Economics of Climate Change, A Regional Review. Asian Develoment Bank, Manila. 256p;

BANQUE MONDIALE, 2004, *Clean Development Mechanism in China*, 20433, The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington D.C.

BOULANGER P.M., LUSSIS B., BRISME C., HUPPEN L., BRECHET T., GERMAIN M. et GRANDJEAN G., 2004, *Le Mécanisme pour un développement propre : conception d'outils et mise en œuvre*, Plan d'appui scientifique à une politique de développement Durable (PADD II) ; Politique scientifique fédérale, Janvier.

CASTRO P., MICHAELOWA A., 2011, Would preferential access measures be sufficient to overcome current barriers to CDM projects in least developed countries?,Climate and Development, Volume 3, Number 2, 2011 , pp. 123-142(20), Earthscan.

CDM EXECUTIVE BOARD, 2007, *Clean Development Mechanism Project Design Document – Gansu Diebu Duoer 32 MW Hydropower Project*, version 3, 8 juillet, disponible sur <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1176285519.41/view>

CRIQUI P., ILASCA C., 2012, *La négociation climat dans un monde nouveau*. Laboratoire Economie du Developpement Durable et de l'Energie, CRNS, Université Mendès France, Grenoble.

DE CONINCK H., HAAKE F. et VAN DER LINDEN N., 2007, Technology Transfer in Clean Development Mechanism, *Climate Policy*, Vol.7, N°5, Janvier, pp.444-456.

DECHEZLEPRETRE A., 2009, *Invention and International Diffusion of Climate Change Mitigation Technologies: An Empirical Approach*, Thèse de doctorat pour l'obtention du grade de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Spécialité Economie et Finance.

DECHEZLEPRETRE A., GLACHANT M. et MENIERE Y., 2009, Technology Transfer by CDM Projects: a Comparison of Brazil, China, India and Mexico, *Energy Policy*, Vol.37, N°2, pp.703-711.

DECHEZLEPRETRE A., GLACHANT M. et MENIERE Y., 2008, The CDM and the International Diffusion of Technologies: An Empirical Study, *Energy Policy*, Vol.36, N°4, pp.1273-1283.

DECHEZLEPRETRE A., GLACHANT M. et MENIERE Y., 2007, *The North-South transfer of climate friendly technologies through the Clean development Mechanism*, CERNA, ADEME, International Affairs Division, Programme de Recherches Gestion et Impacts du Changement Climatique, Octobre.

DOUKAS H., KARAKOSTA C. et PSARRAS J., 2009, RES technology transfer within the new climate regime : a « helicopter » view under the CDM, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.13, N°5, pp.1138-1143.

EMMOTT B., 2008, What can China learn from Japan on cleaning up the environment, *The McKinsey Quarterly*, N°4, pp.125-129.

ENTTRANS, 2007, *Promoting Sustainable Energy Technology Transfers through the CDM : Converting from a Theoretical Concept to Practical Action*, European Union Sixth Framework Programme, Project: The Potential of Transferring and Implementing Sustainable Energy Technology through the Clean Development Mechanism, Janvier 2006- Décembre 2007.

FIGUIERE C. et GUILHOT L., 2006, La Chine, un hégémon régional en Asie Orientale ? Une approche d'Economie Politique Internationale, *in* Y. SHI et F. HAY (*dir.*) *La Chine : forces et faiblesses d'une économie en expansion*.., Presses Universitaires de Rennes, pp. 269-296.

FIGUIERE C. et GUILHOT L., 2005, *La Chine et le Japon : concurrentes pour un « hégémon régional » ? Premiers jalons pour une approche en EPI de l'Asie Orientale*, Deuxième Congrès du Réseau Aie, Paris, 28-30 septembre.

FLAMOS A., 2010, The clean development mechanism, catalyst for widespread deployment of renewable energy technologies? Or misnomer? Environment Development and Sustainability, Tome 12, n°1, 89-102

GIEC, 2000, *Methodological and technological issues in technology transfer*, Special Report of IPCC Working Group III, Cambridge University Press.

GUERIVIERE D. P., 2008, *Les mécanismes pour un Développement Propre*, Chambre de Commerce et d'Industrie Française en Chine, Avril – mai, disponible sur <http://fce.ccifc.org/2008-05/doc/Proparco_MDP.pdf>

GUILHOT L., 2008, *L'intégration économique régionale de l'ASEAN+3 – La crise de 1997 à l'origine d'un régime régional*, Thèse de Doctorat pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Economiques, Université Pierre Mendès France, Grenoble.

HAITES E., DUAN M. et SERES S., 2006, Technology transfer by CDM projects, *Climate Policy*, Vol.6, N°3, pp.327-344

LACOUR P. et SIMON J.C., 2010, *L'intégration des pays en développent dans le régime climatique: le mécanisme pour un développement propre*, Communication à Crises et soutenabilité du développement : XXVIes journées Association Tiers-Monde, Strasbourg, 2-4 juin, disponible sur http://webu2.upmf-grenoble.fr/LEPII/spip/spip.php?article927

MAOSHENG D. et HAITES E., 2006, Implementing the Clean Development Mechanism in China, *International Review for Environmental Strategies*, Vol.6, N°1, pp.153-168.

MATTOO A., *et al.*, 2009, Can Global De-Carbonization Inhibit Developing-Country Industrialization? WP 188, Center for Global Development. November 2009. Washington D.C.

MEUNIE A., 2009, Dynamique et régulation des émissions de CO_2 en Chine, *Economie appliquée*, Vol. 62, N°1, pp.133-168.

MEUNIE A., 2004, Quelles règles de partage de la charge pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre? L'intégration des pays en développement dans la lutte contre le changement climatique et étude de cas de la Chine, Contribution pour le Colloque « *La mondialisation contre le développement ?* » organisé par le C3ED, les 10 et 11 juin 2004.

MEUNIE A. et QUENAULT B., 2007, Le financement du développement durable, *Revue Tiers-Monde*, Vol.4, N°192, Décembre, pp. 853-869

NATIONAL DEVELOPMENT AND REFORM COMMISSION (NDRC), 2007, *China's National Climate Change Programme*, People's Republic of China, Juin.

NCCCC, 2005, *Measures for operation and management of Clean Development Mechanism Project*, National Coordination Committee on Climate Change, disponible à l'adresse <http://cdm.ccchina.hov.cn/english/NewsInfo.asp?NewsId=905>

NYGARD J., LIPTOW H., LIU D. et LIVERNASH R., 2004, *Clean Development Mechanism in China: taking a proactive and sustainable approach*, The World Bank, The Chinese Ministry of Science and Technology (MOST), Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2ème edition, n°30254, Septembre, disponible à l'adresse <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2004/12/14/000090341_20041214100649/Rendered/PDF/302450CHA0cdm1china.pdf>

OCDE, 2009, *Eco-innovation policies in the People's Republic of China*, Environment Directorate, Organisation of Economic Co-operation and Development.

QUOILIN S., 2008, Evaluation des impacts environnementaux et socio-économiques du Mécanisme pour un développement Propre, *Working Paper*, Université de Lièges, Institut des Sciences Humaines et Sociales.

RHAMA S.M. *et al.*, 2010, "Will the Clean Development Mechanism Mobilize Anticipated Levels of Mitigation?" WPS 5239 the World Bank. 22p.

SCHNEIDER M., HOLZER A. et HOFFMAN V.H., 2008, Understanding the CDM's contribution to technology transfer, *Energy Policy*, Vol.36, N°8, pp.2930-2938.

SCHROEDER M., 2009, Utilizing the clean development mechanism for the deployment of renewable energies in China, *Applied Energy*, Vol.86, N°2, pp.237-242.

SERES S., 2007, *Analysis of technology transfer in CDM projects*, prepared for UNFCCC Registration & Insurance Unit CDM/SDM, December.

SERES S., HAITES E. et MURPHY K., 2009, Analysis of technology transfer in CDM projects: An update, *Energy Policy*, Vol.37, N°11, pp.4919-4926.

SHUANG Z., 2005, *CDM implementation in China*, Energy Research Institue, National Development and Reform Commission China, 23-25 mars, Japon. Disponible sur le site Internet du Ministère de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie Japonais http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/pdf/china(dna).pdf

SZYMANSKI T., 2002, The Clean Development Mechanism in China, *The China Business Review*, Vol.29, N°6, Novembre- Décembre, pp.26-31.

TENG F. et ZHANG X., 2010, Clean Development Mechanism practice in China: Current status and Possibilities for Future Regime, *Energy*, Vol.35, N°11, pp.4328-4335.

UNEP, 2011a, *CDM pipeline 2011*, UNEP Risoe Center, Juillet, disponible à l'adresse <http://cdmpipeline.org/publications/CDMpipeline.xls>

UNEP, 2011b, *CDM project distribution within host countries by region and type*, UNEP Riose Center, Juillet, disponible à l'adresse <http://cdmpipeline.org/publications/CDMStatesAndProvinces.xls>

UNFCCC, 2010, *The contribution of the Clean Development Mechanism under the Kyoto Protocol to technology transfer*, disponible à l'adresse <http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/TTrep10.pdf>

VINCON S., LUC H., BOYER A., BRANGER J.G., NOGRIX P. et PLANCADE J.P., 2006, Rapport d'information fait à la suite d'une mission effectuée du 19 mai au 28 mai 2006 en Chine, *Commission des Affaires étrangères, de la défense et des forces armées*, N°400, SENAT.

WANG B., 2010, Can CDM bring technology transfer to China ? – An empirical study of technology transfer in China's CDM projects, *Energy Policy*, Vol.38, N°5, Mai, pp.2572-2585.

WINKELMAN A.G., MOORE M.R., 2010, "Explaining the differential distribution of Clean development Mechanism projects across host countries", *Energy Policy*, oi:10.1016/j.enpol.2010.11.036.

Annexe 1. Tableau. Intensité énergétique dans les pays d'Asie

CO2 / pib	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Monde	0,70	0,47	0,40	0,29	0,19	0,11	0,05
Chine	1,44	0,54	0,49	0,29	0,16	0,08	0,04
Japon	0,40	0,32	0,28	0,22	0,17	0,10	0,05
Corée	0,64	0,48	0,37	0,29	0,21	0,14	0,09
Asean-6	0,64	0,46	0,40	0,30	0,19	0,10	0,02

Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

Annexe 2. Emissions de CO2 par secteurs dans les pays d'Asie

CO2 Emissions (MtCO2)					
	2000	2020	2030	2040	2050
Asie					
Electricity generation	40,1%	44,4%	38,6%	24,7%	3,5%
Industry	28,6%	23,8%	22,5%	22,0%	20,4%
Transport	12,7%	13,2%	18,8%	28,3%	41,0%
Household, Service, Agriculture	12,3%	9,0%	8,6%	8,8%	10,2%
	93,7%	90,4%	88,6%	83,8%	75,1%
Chine					
Electricity generation	41,0%	46,2%	39,8%	25,4%	4,5%
Industry	32,8%	24,3%	22,2%	18,8%	15,3%
Transport	7,6%	10,4%	17,2%	28,1%	40,1%
Household, Service, Agriculture	13,3%	8,4%	7,7%	8,2%	9,0%
	94,8%	89,3%	86,9%	80,6%	69,0%
Japon					
Electricity generation	29,3%	37,2%	40,8%	30,4%	24,0%
Industry	25,8%	21,4%	18,1%	20,1%	23,4%
Transport	15,7%	14,2%	13,9%	15,1%	14,8%
Household, Service, Agriculture	23,9%	23,4%	23,7%	30,5%	33,1%
	94,7%	96,3%	96,6%	96,0%	95,3%
Corée					
Electricity generation	28,7%	39,7%	39,2%	37,2%	36,0%
Industry	26,4%	20,5%	18,2%	20,0%	22,8%
Transport	17,4%	13,8%	13,7%	11,6%	9,4%
Household, Service, Agriculture	22,2%	23,1%	25,7%	28,0%	28,1%
	94,7%	97,0%	96,9%	96,7%	96,2%
Asean-6	2000	2020	2030	2040	2050
Electricity generation	31,2%	37,3%	33,2%	21,8%	13,3%
Industry	24,0%	22,8%	21,0%	20,9%	21,2%
Transport	9,7%	6,4%	5,2%	4,9%	5,4%
Household, Service, Agriculture	24,2%	22,1%	25,2%	31,3%	36,4%
	89,1%	88,6%	84,6%	78,9%	76,2%

Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)

Annexe 3. Données générales sur les pays d'Asie

2050 GR Fukushima	1990	2000	2005	2010	2020	2030	2040	2050
WORLD								
Population (Millions)	5246	6118	6497	6872	7585	8175	8693	9246
GDP (G$05)	29992	49874	60286	72998	104259	138835	178070	223431
Per capita GDP ($05/cap)	5717	8152	9279	10623	13745	16982	20485	24166
Gross Inland Cons/GDP (toe/M$05)	291	200	186	166	129	102	83	69
Gross Inland Cons/capita (toe/cap)	2	1,6	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
Electricity Cons/capita (kWh/cap)	1830	2053	2300	2533	2827	3192	3766	4472
Transport fuels per capita (toe/cap)	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
CO2 emissions/capita (tCO2/cap)	4	3,8	4,1	4,3	3,9	3,2	2,2	1,2
% of renewables in Gross Inland Cons	13	12,3	12,2	12,1	14,9	18,9	24,0	31,4
% of renewables in electricity Wind+Solar	20	18,7	18,4	18,8	25,3	31,1	34,9	41,0
Total MT CO2	20857	23438	26642	29524	29932	26216	18841	11202
CO2 / PIB	0,70	0,47	0,44	0,40	0,29	0,19	0,11	0,05
Nuclear cap GW		353	372	376	459	650	1194	1700
Part nuc Elec Gen %	17,0%	16,9%	15,2%	13,1%	12,9%	15,0%	21,8%	25,0%
CHINA								
Population (Millions)	1135	1267	1308	1344	1413	1436	1428	1415
GDP (G$05)	1702	5590	8815	13916	25562	37223	50275	64875
Per capita GDP ($05/cap)	1500	4410	6741	10352	18089	25930	35210	45847
Gross Inland Cons/GDP (toe/M$05)	517	194	189	158	106	78	63	51
Gross Inland Cons/capita (toe/cap)	1	0,9	1,3	1,6	1,9	2,0	2,2	2,3
Electricity Cons/capita (kWh/cap)	424	824	1525	2415	3486	4355	5626	7149
Transport fuels per capita (toe/cap)	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3
CO2 emissions/capita (tCO2/cap)	2	2,4	3,8	5,1	5,2	4,1	2,9	1,8
% of renewables in Gross Inland Cons	24	21,5	15,7	12,5	15,3	19,4	24,2	30,0
% of renewables in electricity Wind+Solar	20,4	16,6	15,9	16,5	27,2	34,1	38,8	43,6
Total MT CO2	2456	3001	4945	6833	7343	5858	4103	2515
CO2 / PIB	1,44	0,54	0,56	0,49	0,29	0,16	0,08	0,04
Nuclear cap GW		2	7	11	37	100	161	243
Part nuc Elec Gen %	0,0%	1,2%	2,0%	2,2%	4,7%	10,0%	12,6%	15,3%
JAPAN								
Population (Millions)	124	127	128	128	124	119	114	109
GDP (G$05)	2639	3720	3995	4113	4605	5138	5888	6575
Per capita GDP ($05/cap)	21364	29334	31272	32257	37054	43200	51745	60208
Gross Inland Cons/GDP (toe/M$05)	169	140	132	120	102	84	75	68
Gross Inland Cons/capita (toe/cap)	4	4,1	4,1	3,9	3,8	3,6	3,9	4,1
Electricity Cons/capita (kWh/cap)	6068	7438	7644	7762	8354	9067	10922	13322
Transport fuels per capita (toe/cap)	1	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
CO2 emissions/capita (tCO2/cap)	9	9,3	9,5	9,0	8,1	7,4	5,0	3,3
% of renewables in Gross Inland Cons	3	3,2	3,4	2,5	5,7	7,4	8,0	9,1
% of renewables in electricity Wind+Solar	13	10,4 3,3%	10,4 6,8%	9,3 7,7%	12,8 9,7%	15,6 6,8%	14,4 7,7%	13,3 9,7%
Total MT CO2	1060	1180	1220	1143	1007	883	570	357
CO2 / PIB	0,40	0,32	0,31	0,28	0,22	0,17	0,10	0,05

Nuclear cap GW		44	48	47	43	34	92	134
Part nuc Elec Gen %	24,0%	29,8%	29,1%	26,5%	23,0%	17,7%	41,6%	53,5%
South Korea	1990	2000	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Key Indicators								
Population (Millions)	43	47	48	50	51	50	49	47
GDP (G$05)	364	853	1064	1268	1601	1845	2153	2380
Per capita GDP ($05/cap)	8500	18085	21954	25569	31527	36660	44311	50781
Gross Inland Cons/GDP (toe/M$05)	255	214	198	182	154	134	124	116
Gross Inland Cons/capita (toe/cap)	2	3,9	4,4	4,6	4,9	4,9	5,5	5,9
Electricity Cons/capita (kWh/cap)	2202	5577	7380	8537	9919	11112	14679	18333
Transport fuels per capita (toe/cap)	0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
CO2 emissions/capita (tCO2/cap)	5	8,8	9,3	9,4	9,3	7,8	6,2	4,5
% of renewables in Gross Inland Cons	1	2,1	2,9	3,2	3,8	4,8	5,6	6,5
% of renewables in electricity Wind+Solar	6	2,1	1,4	2,2	5,2	7,8	8,3	9,6
Total MT CO2	235	414	449	465	471	392	303	209
CO2 / PIB	0,64	0,48	0,42	0,37	0,29	0,21	0,14	0,09
Nuclear cap GW		14	17	22	23	33	54	74
Part nuc Elec Gen %	50,2%	40,7%	36,9%	37,9%	35,0%	45,0%	57,4%	65,2%
ASEAN 6								
Population (Millions)	503	574	613	651	718	773	815	853
GDP (G$05)	1325	2297	2904	3652	5200	7105	9671	12692
Per capita GDP ($05/cap)	2635	4001	4739	5611	7241	9196	11867	14879
Gross Inland Cons/GDP (toe/M$05)	322	211	203	175	143	114	88	68
Gross Inland Cons/capita (toe/cap)	1	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
Electricity Cons/capita (kWh/cap)	514	870	1080	1227	1484	1746	2000	2280
Transport fuels per capita (toe/cap)	0,114	0,149	0,169	0,161	0,163	0,158	0,150	0,139
CO2 emissions/capita (tCO2/cap)	2	1,8	2,2	2,3	2,2	1,8	1,2	0,4
% of renewables in Gross Inland Cons	21	22,7	20,2	19,3	22,2	28,9	38,7	57,1
% of renewables in electricity Wind+Solar	15	13,2	12,0	12,2	18,1	27,3	38,5	64,1
Total MT CO2	852	1057	1322	1473	1572	1374	971	314
CO2 / PIB	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
Nuclear cap GW		4,9	4,9	4,5	5,4	7,5	12,6	9,8
Part nuc Elec Gen %	20,0%	6,5%	5,3%	4,1%	3,6%	4,0%	5,7%	3,9%

Source : Poles – Secure (Edden cnrs 2012)