



**Research Network on Innovation
Réseau de Recherche sur l'Innovation**

WORKING PAPERS

DOCUMENTS DE TRAVAIL

N°50 / 2016

**LES POLITIQUES INDUSTRIELLES ET DE L'INNOVATION POUR LE
DEVELOPPEMENT DES ECOTECHNOLOGIES EN CHINE**

Zeting LIU

LES POLITIQUES INDUSTRIELLES ET DE L'INNOVATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES ECOTECHNOLOGIES EN CHINE

INDUSTRIAL AND INNOVATION POLICIES FOR THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES IN CHINA

Zeting LIU¹

Résumé : Afin de réussir la transformation de son modèle économique vers le développement vert et de devenir leader dans la révolution industrielle verte, les politiques industrielles et d'innovation chinoises mobilisent des efforts considérables pour promouvoir les écotechnologies en Chine. Cette étude tente de dessiner le contour du secteur des écotechnologies, un nouveau secteur en émergence, et d'évaluer la performance et les limites des politiques industrielles et de l'innovation chinoise pour promouvoir son développement.

Mots clés : politique industrielle et de l'innovation, policy mix d'innovation, système d'innovation sectoriel, écotechnologie, révolution industrielle verte, Chine

JEL : O31, O38, O33, Q01

Abstract: In order to achieve the transformation of its economic model towards the green development and become leader in the green industrial revolution, Chinese industrial and innovation policies mobilized considerable efforts to promote green technologies in China. This study attempts to draw the outline of the sector of green technologies, a new emerging sector, and evaluate the performance and the limits of the Chinese industrial and innovation policies and Chinese to promote its development.

Keywords: industrial policy, innovation policy mix, sectoral innovation system, green technologies, green industrial revolution, China

JEL : O31, O38, O33, Q01

© Réseau de Recherche sur l'Innovation, 2016

¹ GREI (ULCO) / Clersé - UMR 8019 (Université Lille Nord de France)
Réseau de Recherche sur l'Innovation
IFSTTAR

**LES POLITIQUES INDUSTRIELLES ET DE L'INNOVATION POUR LE
DEVELOPPEMENT DES ECOTECHNOLOGIES EN CHINE**

**INDUSTRIAL AND INNOVATION POLICIES FOR THE DEVELOPMENT OF
ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES IN CHINA**

Zeting LIU

TABLE

INTRODUCTION	4
1. LES POLITIQUES INDUSTRIELLES ET DE L'INNOVATION ET LA DÉFINITION DU SECTEUR DES ÉCOTECHNOLOGIES EN CHINE	5
1.1. La politique sectorielle industrielle et de l'innovation	5
1.2. La définition des écotechnologies chinoises	7
2. LA POLICY MIX D'INNOVATION POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉCOTECHNOLOGIES EN CHINE	8
2.1. Le système d'innovation sectoriel des technologies en Chine	8
2.2. Les politiques industrielles et de l'innovation pour le développement des écotechnologies en Chine	10
3. LA CONSEQUENCE DES POLITIQUES PUBLIQUES POUR PROMOUVOIR DES ECOTECHNOLOGIES EN CHINE	14
3.1. L'essor du secteur des écotechnologies en Chine	14
3.2. Les limites de la policy mix d'innovation pour les écotechnologies en Chine	17
CONCLUSION	19
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	20

INTRODUCTION

Les activités économiques des hommes créent la richesse, mais elles provoquent des graves problèmes environnementaux. Dans le souci de préserver l'environnement, les gouvernements s'inclinent de plus en plus pour trouver un compromis entre la croissance économique et la protection environnementale (OCDE, 2010 ; Boutillier et al., 2012). Dans cette optique, l'éco-innovation, qui se définit comme la nouvelle combinaison de la méthode de production ou les matériaux qui sont moins néfastes à l'environnement ou les nouveaux produits ou services qui contribuent directement ou indirectement à une amélioration de l'état de l'environnement (Commission européenne, 2002), est considérée comme une solution pour générer à la croissance verte. Toutefois, avec la nature risquée des éco-industries quant à l'incertitude technologique que la maturité de marchés, les marchés seuls ne suffisent pas pour lancer et soutenir le processus de la transformation industrielle.

Ainsi, la politique industrielle joue un rôle de facilitateur dans la modernisation industrielle et la diversification économique afin d'atteindre le changement structurel rapide (Lin, Monga, 2011 ; Lin, 2013). Dans les économies contemporaines, la politique industrielle se traduit souvent sous forme de politiques de l'innovation qui visent à améliorer la qualité des flux d'informations entre acteurs et institutions et à renforcer la capacité innovatrice des entreprises (Niosi et al. 1992 ; Lundvall, 1992), en particulier leur capacité à absorber des connaissances spécifiques liées au secteur où elles se situent.

Pour comprendre la dynamique de l'innovation sectorielle, l'approche sectorielle de système d'innovation met en avant les caractéristiques sectorielles des connaissances, des acteurs, des réseaux et des institutions dans le processus d'innovation (Pavitt, 1984 ; Malerba, 2002 ; 2006). Le processus d'innovation sectorielle s'imbrique dans un système d'innovation où les différents acteurs de l'innovation (entreprises, centres publics et privés de R&D, sociétés financières, administration, etc.) interagissent dans les processus d'innovation et maintiennent des relations dynamiques et systémiques grâce aux flux de connaissances, de financements et de personnels (Lundvall, 1992 ; Freeman, 1994 ; Laperche, Uzunidis, 2007). Dans cette dynamique d'innovation sectorielle, le rôle de l'Etat-faciliteur est de résoudre les problèmes de coordination et d'assurer l'externalisation des activités d'innovation en comblant les défaillances du marché liées au processus de l'innovation et à la défaillance systémique, bloquant les interactions entre les acteurs d'un système d'innovation (OCDE, 2010).

Depuis les réformes structurelles lancées en 1978, la Chine a vu son économie évoluer à environ 10 % en moyenne par an. Toutefois, la croissance économique rapide, l'industrialisation et l'urbanisation accélérées ont créé très vite des déséquilibres sociaux et aggravé la situation environnementale. Selon la Banque mondiale, seize villes parmi les vingt villes les plus polluantes dans le monde sont en Chine. Le coût de la pollution et l'épuisement des ressources est estimé à 5,8 % du PIB (BM, 2007). Devant une impasse environnementale, le gouvernement chinois cherche un compromis entre environnement et croissance, un nouveau modèle du développement basé sur le « développement vert » qui insiste sur la *qualité* de croissance rapide en prenant compte des défis environnementaux tels que la pollution, la consommation énergétique intensive et l'exploitation des ressources.

Dans ce contexte, une nouvelle stratégie d'innovation a été mise en place depuis 2006 avec la publication du Plan du développement de sciences et de technologies à moyen et long terme (2006-2020) (MLP S&T) et l'implémentation du XIe Plan quinquennal du développement économique et social (2006-2010) qui a pour l'ambition de transformer la Chine en une nation

innovante et de devenir leader dans la quatrième révolution industrielle – la révolution industrielle verte (Hu, 2009 ; Hu et al., 2013). Afin d'atteindre ses ambitions, le gouvernement chinois met en place des politiques industrielles et de l'innovation pour promouvoir les écotecnologies (liées aux énergies nouvelles, à la conversion de ressources, à la protection et préservation environnementale, et à la urbanisation durable) qui sont considérées comme nouvelle motrice du développement économique pour le pays.

Les politiques volontaristes chinoises, peuvent-elles permettre le pays d'obtenir la puissance innovatrice dans cette nouvelle révolution industrielle verte ? En se basant sur les recherches documentaires (littérature, archives, rapports, études, enquêtes) et les analyses des données statistiques (brevets, dépenses de R&D, etc.), cette étude tente de dessiner le contour du secteur des écotecnologies, un nouveau secteur en émergence, et d'évaluer la performance et les limites des politiques industrielles et de l'innovation chinoise pour promouvoir son développement. Elle sera composée de trois parties. Dans un premier temps, nous construirons un cadre analytique et donnerons une définition du secteur des écotecnologies chinois à partir de la revue de la littérature. Dans la deuxième partie, en appliquant le cadre analytique à la situation chinoise, nous allons présenter le système d'innovation sectoriel des écotecnologies chinois et les politiques industrielle et de l'innovation – la policy mix d'innovation pour les écotecnologies – chinoises en faveur de leur développement. Dans la troisième partie, nous allons analyser les conséquences de ces politiques sur la capacité d'innovation des entreprises chinoises et le développement industriel du secteur des écotecnologies en Chine.

1. LES POLITIQUES INDUSTRIELLES ET DE L'INNOVATION ET LA DÉFINITION DU SECTEUR DES ÉCOTECHNOLOGIES EN CHINE

1.1. La politique sectorielle industrielle et de l'innovation

Les théories de l'innovation contemporaines sont largement basées sur les œuvres de J. Schumpeter, reprises et redéveloppées par les économistes des théories évolutionnistes comme par exemple Nelson et Winter (1982), Winter (1984, 1986), Freeman (1995) et Dosi et Winter (2003). L'approche évolutionniste de l'analyse économique permet d'analyser la dynamique des phénomènes économiques liés aux changements technologiques (Dosi, Winter, 2003) et de comprendre la dynamique industrielle autour de la trajectoire technologique dans le processus de l'innovation (Cimoli, Dosi, 1995).

S'appliquant au modèle du changement industriel, l'approche sectorielle du système d'innovation met en avant les caractéristiques sectorielles des connaissances, des acteurs, des réseaux et des institutions dans le processus d'innovation (Pavitt, 1984 ; Malerba, 2002 ; 2006). Le processus d'apprentissage et les activités d'innovation d'un secteur sont influencés par le régime technologique qu'il emprunte et les conditions d'accès aux connaissances internes et externes. La source des opportunités technologiques diffère sensiblement selon les secteurs. Certains secteurs dépendent des découvertes scientifiques, tandis que dans d'autres secteurs, l'innovation collaborative entre les fournisseurs et les consommateurs est plus courante. Ainsi, la performance innovatrice d'un secteur repose sur la configuration du système collectif des producteurs, distributeurs et utilisateurs des connaissances nécessaires à l'innovation (Malerba, 2002).

La dynamique du processus d'innovation sectorielle est complexe et soumise au risque de différentes défaillances : 1) la défaillance du marché liée à la production, à la diffusion et à l'utilisation des nouvelles connaissances et des technologies ; 2) la défaillance systémique qui bloque les interactions entre les acteurs d'un système d'innovation ; 3) la défaillance institutionnelle en raison de la dissymétrie d'information qui conduisent au problème de coordination entre les institutions et les divers politiques publiques (OCDE, 2010). Dans le cas de la politique de l'innovation sectorielle, les gouvernements peuvent utiliser les instruments directs (aides publiques directes à la R&D) et indirects (les mesures fiscales, la promotion de venture-capital, le développement des incubateurs, les mesures appuyant sur la demande, les mesures réglementaires, etc.) pour améliorer la qualité des flux d'informations entre acteurs et institutions et renforcer la capacité innovatrice des entreprises d'un secteur spécifique.

La politique sectorielle a un double avantage. D'une part, pendant la phase de rattrapage, les pays en développement utilisent la politique industrielle pour soutenir les industries locales « dans l'enfance » à profiter pleinement du marché intérieur (Greenwald, Stiglitz, 2006) et à développer leur savoir-faire propre par l'acquisition et l'apprentissage à travers d'un processus d'essai et d'erreur qui sera moins coûteux et moins risqué (Krugman, 1979). Dans cet optique, le système d'innovation dans les pays en développement se définit basée sur les capacités d'apprentissage des acteurs économiques (Lundvall et al., 2012) dans le but de créer un cadre interactif et institutionnel qui permet aux acteurs économiques de construction de compétence et des techniques d'apprentissage spécifiques (Casadella, Tahi, 2014).

D'autre part, la politique industrielle est aussi un moyen d'orienter les activités d'innovation des entreprises vers les domaines où, sans l'intervention publique, les mécanismes de marché seuls ne suffisent pas pour lancer et soutenir le processus du changement de la trajectoire d'innovation (Aghion et al., 2011) qui dépend des facteurs endogènes liés au régime technologique qu'il emprunte et les conditions d'accès aux connaissances internes et externes mais aussi de son environnement. C'est notamment le cas de l'innovation verte. Des études comparant les expériences des différents pays relèvent l'importance du soutien public (voir Deutch, Steinfeld, 2013 ; Grau et al., 2012 pour la comparaison internationale ; et De la Tour et al., 2011 ; Wu, Mathews, 2012 sur le transfert de technologies dans l'industrie photovoltaïque) dans le développement de nouvelles industries du secteur énergétique.

Toutefois, en raison de la complexité du système d'innovation, en termes de force compétitive, de maturité, de structure de gouvernance et de liens, l'approche traditionnelle de l'analyse de la politique de l'innovation se basant sur l'étude des instruments par rapport à *une* stratégie politique existante, ne permet pas d'évaluer les relations dynamiques entre les différentes dimensions du développement sectoriel (Howlett, Rayner, 2007). C'est notamment le cas des écotecnologies qui entraîne dans son passage l'émergence des nouvelles industries. Dans cette optique, l'approche de *policy mix* de l'innovation permet de comprendre la performance des politiques industrielles et de l'innovation par rapport à l'ensemble de l'éventail politique économique (Liu, 2013). En effet, l'approche de *policy mix* propose un nouveau cadre analytique mettant l'accent sur l'interaction des instruments spécifiques du soutien à l'innovation dans le cadre du système d'innovation et la cohérence des politiques de l'innovation dans le cadre général des politiques publiques. La *policy mix* d'innovation (ou le dosage des politiques d'innovation) représente une synthèse des politiques agissant sur les principaux domaines influant de la performance d'innovation d'un pays (Guy et al., 2009 ; OECD, 2010 ; 2011). Cette approche est bien adaptée pour analyser les politiques en faveur

des industries émergentes dans un pays comme la Chine où la coordination de l'Etat joue un rôle déterminant dans le développement industriel.

1.2. La définition des écotecnologies chinoises

Les écotecnologies, connues également sous noms des technologies vertes (*green technology* ou *cleantech*), sa notion est loin d'être homogène (Depret, Hamdouch, 2012). Les écotecnologies qui sont par définition respectueuses de l'environnement stimulent l'économie, réduisent les pressions sur l'environnement et créent des emplois sont considérées comme une nouvelle source de la compétitivité des entreprises et contribuent à la croissance verte.

Les écotecnologies, selon le plan d'action en faveur des écotecnologies (ETAP) de la Commission européenne, dans un sens large incluent toutes techniques dont l'utilisation est moins néfaste pour l'environnement que le recours à d'autres techniques possibles (Commission européenne, 2002). Cette définition englobe trois catégories d'activités :

- 1) la gestion de la pollution, de nature préventive ou curative (par exemple réduction des émissions, réduction du risque d'atteinte à l'environnement ou réparation des atteintes à l'environnement) ;
- 2) les techniques (intégrées) et les produits peu polluants, c'est à dire toutes les activités qui améliorent, réduisent ou éliminent de façon continue les incidences des techniques générales sur l'environnement ;
- 3) la gestion des ressources (notamment énergies renouvelables et ressources en eau).

Ainsi, les éco-industries incluent « toutes les activités qui produisent des biens et services visant à mesurer, prévenir, limiter ou corriger les atteintes à l'environnement touchant l'eau, l'air ou le sol, et les problèmes en rapport avec les déchets, le bruit et les écosystèmes » (OCDE, Eurostat, 1999).

Appliquant au cas chinois, le secteur des écotecnologies chinois peut être ventilé en quatre catégories : l'énergie et l'approvisionnement en énergie (l'énergie propre et les sources d'énergie conventionnelle plus propre et l'infrastructure d'électricité), l'efficacité énergétique (la construction verte, le transport propre et les éco-services), l'eau et le déchet (la gestion de l'eau et du déchet) ; et la sylviculture et l'agriculture durable (EUSME Center, 2011 ; CGTI, 2012).

Cette définition inclut un large éventail des industries et des services existants ou émergents en Chine. Dans cette étude, nous nous intéressons particulièrement aux écotecnologies qui font partie de sept industries stratégiques émergentes dont le développement est soutenu par des politiques publiques proactives. En 2010, le Conseil d'Etat chinois a identifié sept industries stratégiques émergentes (SEIs) : l'économie d'énergie et de protection de l'environnement, les nouvelles technologies de l'information, la biotechnologie, les biens d'équipement de pointe et les nouveaux composants, les nouvelles énergies, les nouveaux matériaux et les véhicules à nouvelle énergie. Les 7 SEIs sont considérées comme des industries d'avenir qui contribueront 8 % du PIB chinois en 2015 et 15 % en 2020 et que la Chine doit se concentrer ces efforts pour promouvoir l'innovation endogène des entreprises chinoises dans ces industries prioritaires.

Dans le catalogue des produits des industries émergentes stratégiques publié par le Bureau national de la statistique chinois (NSB) en 2012, nous pouvons nous pouvons identifier, sur

l'ensemble de 2 410 articles, 654 produits et services qui correspondent à la définition des écotecnologies (tableau 1).

1. Economie d'énergie et protection de l'environnement	416
2. Nouvelles technologies de l'information	
3. Biotechnologie	9
4. Equipements de pointe et nouveaux composants	4
5. Nouvelles énergies	142
6. Nouveaux matériaux	27
7. Véhicules à nouvelle énergie	56
Total	654

Etant donné la difficulté de la collecte de données détaillées sur les activités d'innovation dans le secteur des écotecnologies, nous allons concentrer notre analyse sur les trois industries qui sont liées étroitement aux écotecnologies : l'économie d'énergie et la protection de l'environnement, les nouvelles énergies et les véhicules à nouvelle énergie².

2. LA POLICY MIX D'INNOVATION POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉCOTECHNOLOGIES EN CHINE

La nouvelle policy mix d'innovation chinoise initiée depuis 2006 après la mise en place du Plan de développement des S&T sur le moyen et long terme (2006-2020) (MLP S&T) est caractérisée par une approche structurée et systémique pour promouvoir l'innovation endogène des entreprises chinoises et transformer la Chine à une nation innovante. Cette approche met les entreprises notamment les entreprises publiques au cœur du système d'innovation sectoriel et mobilise des moyens colossaux à travers des plans afin de soutenir ces dernière à construire leur capacité d'innovation.

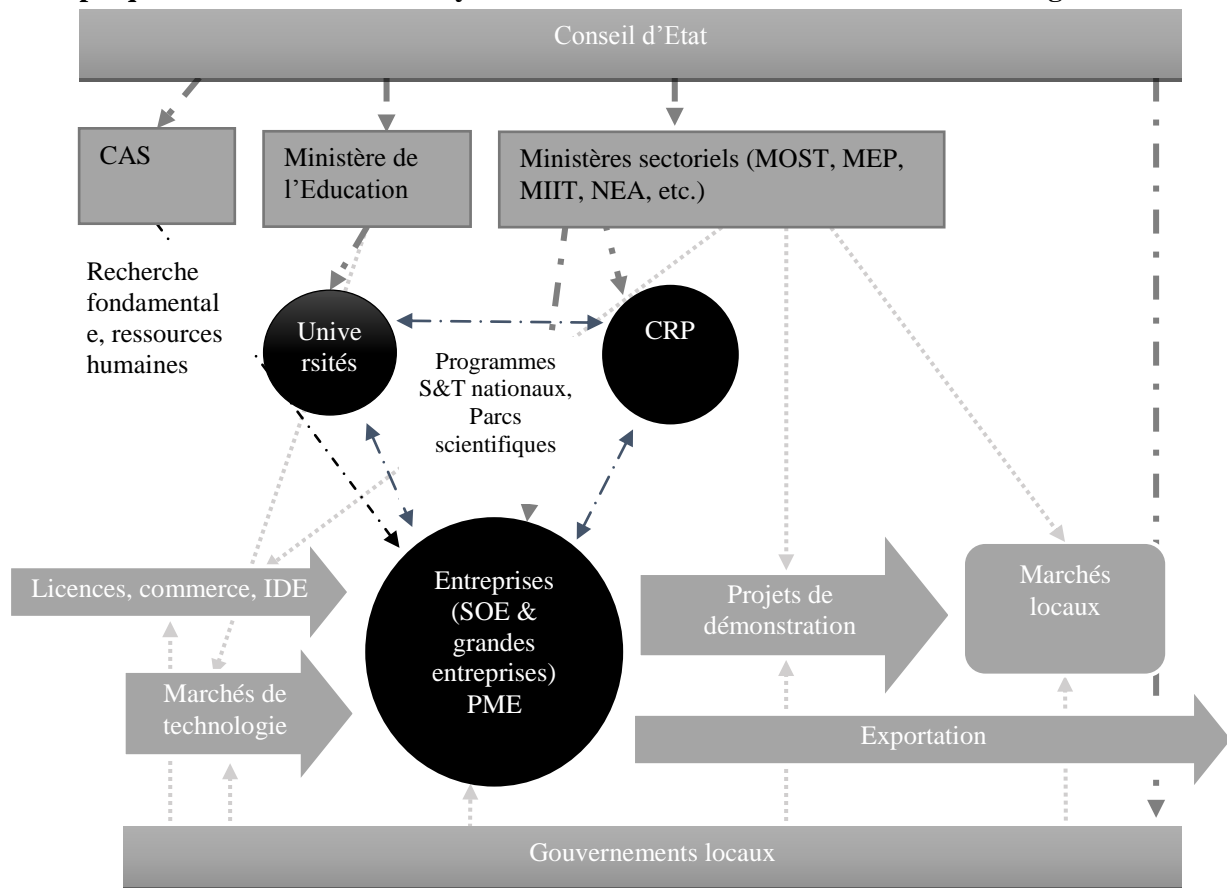
2.1. Le système d'innovation sectoriel des technologies en Chine

Le système économique chinois actuel, qui est le résultat des réformes structurelles mises en place depuis 1978, est régulé par deux institutions : le marché et la planification. La planification joue un rôle important dans la vie économique chinoise puisqu'elle est à la fois l'outil principal du gouvernement pour mobiliser les ressources pour atteindre les objectifs économiques et sociaux et la base d'évaluation des autorités locales. L'impact de la planification dans les politiques publiques chinoises se traduit à deux niveaux : au niveau national, une adaptation par chaque ministère avec son plan d'action et au niveau local, le Plan national sera transposé à chaque échelon administratif local. Les réformes structurelles et la décentralisation lancées depuis les années 1970 ont touché pratiquement tous les domaines

² En fait, le problème d'identifier les activités liées aux écotecnologies représente une grande difficulté pour évaluer le développement du secteur des écotecnologies chinois. Dans la classification statistique des activités économiques du NBS actuelle, une partie de ces 654 produits et services définis dans le nouveau catalogue de SEI couvrent plus de 700 produits et services répertoriés. Etant donné la caractéristique émergente de ces industries, une partie des produits ne sont pas encore répertoriés dans la nomenclature chinoise actuelle. Ainsi, il est très difficile d'obtenir des statistiques fiables et détaillées sur l'étendue du secteur des écotecnologies chinoises.

économiques en Chine, que ce soit la structure industrielle, le système scientifique et technologique (S&T) ou le système énergétique. Ainsi, nous pouvons trouver un système de millefeuille des plans composé de plans quinquennaux qui sont généraux, ainsi que les plans spécifiques pour le développement de sciences et de technologies, de l'énergie, etc.

Graphique 1 La coordination du système d'innovation du secteur des écotecnologies en Chine



- ► Relations administratives
- - - ► Interactions et flux d'informations et de connaissances
- ► Coordination des politiques centrales et locales

Source : auteure

La réalisation des objectifs fixés par les gouvernements de différents niveaux s'appuie davantage sur les acteurs publics comme les entreprises publiques, les centres de recherche et les universités. Dans la nouvelle stratégie d'innovation nationale, les grandes entreprises notamment les entreprises d'Etat sont les premiers cibles et bénéficiaires des politiques industrielles et d'innovation pour le développement technologique et jouent un rôle central dans la construction de la capacité d'innovation de l'ensemble de l'industrie. En amont, les entreprises peuvent bénéficier des soutiens pour l'absorption des technologies, soit par l'acquisition des technologies étrangères soutenue par les politiques d'investissement étranger, soit par les infrastructures des échanges de technologie. En aval, elles peuvent profiter des politiques industrielles dédiées à développer des nouveaux marchés pour les écotecnologies internes ou à exporter vers les marchés mondiaux. Au cœur de la dynamique systémique se trouve la triade industrie-recherche-université dont les interactions sont soutenues par les différentes politiques publiques à travers les plans et les coordinations administratives (graphique 1).

Etant donné le large éventail qui couvre des secteurs d'écotechnologies en Chine, leur développement peut concerner des multiples politiques telles que industrielle, de l'innovation, énergétique et de l'environnement etc. La coordination des politiques publiques spécifiques ainsi se fait à la fois aux niveaux horizontal (entre les différentes politiques ministérielles) et vertical (entre les politiques nationales et locales). Cette coordination doit permettre de maintenir la dynamique des flux d'informations entre les différents acteurs (Etat et ses administrations, gouvernements locaux, centres de recherche publics, universités, entreprises, etc.) du système sectoriel d'innovation et le marché.

2.2. Les politiques industrielles et de l'innovation pour le développement des écotechnologies en Chine

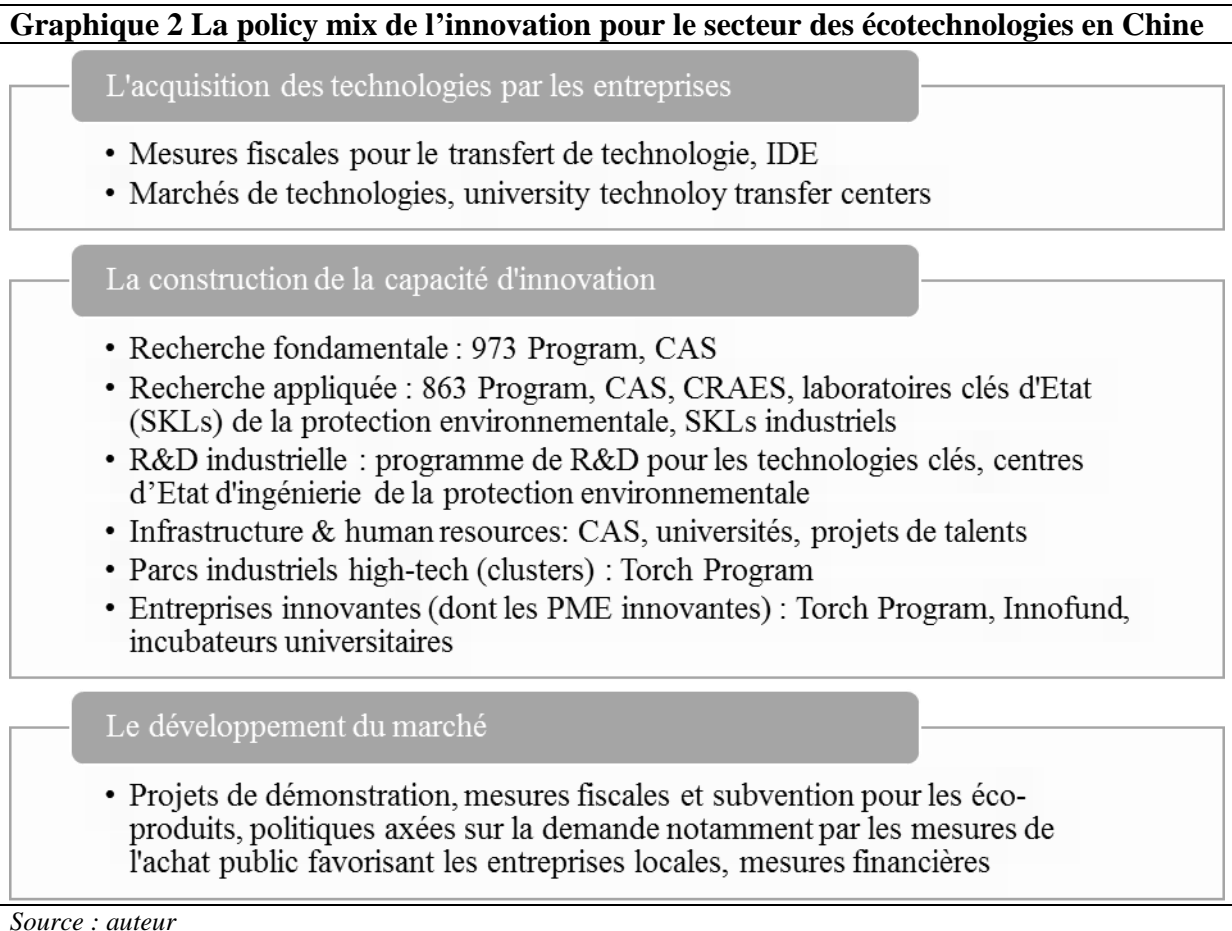
Les politiques industrielles et d'innovation pour le secteur des écotechnologies sont structurée de façon à permettre aux entreprises chinoises dans le secteur des écotechnologies de développer sa compétitivité en suivant méthodiquement une trajectoire technologique bien tracée. La trajectoire typique du développement technologique industriel chinoise est caractérisée par un processus d'apprentissage et l'accumulation de connaissances pour constituer la capacité d'innovation des entreprises chinoises : en commençant par l'absorption des technologies étrangères à l'imitation, la ré-invention et enfin l'innovation endogène par les entreprises chinoises. Ce processus peut séparer en deux étapes. Dans un premier temps, les politiques industrielles soutiennent l'importation et l'absorption des technologies étrangères. Ensuite, les mesures sont mises en place pour favoriser la collaboration industrie-université-recherche afin de permettre aux entreprises de mener les innovations endogènes. Les grandes entreprises publiques exercent un effet levier sur l'orientation du développement industriel selon le chemin tracé par l'Etat.

La policy mix de l'innovation chinoise pour le secteur des écotechnologies est constituée des mesures financières directes (financement des programmes de recherches, subventions) et indirectes (avantages fiscaux pour l'importation des technologies étrangères ou pour les entreprises innovantes) ainsi que des mesures visant à construire la base de connaissances (ressources humaines) et du marché (politique d'achat publique, projets de démonstration ou soutien à l'export des écoproduits).

Le financement direct à la R&D est l'instrument le plus utilisé par le gouvernement central à travers les grands programmes qui sont soit menés par les centres de recherche public (comme la CAS, CRAES, universités) soit par les grandes entreprises notamment les entreprises publiques. Ils sont complétés par les mesures pour faciliter l'accès aux crédits pour les projets de recherche et d'innovation (menés par les entreprises ou les instituts de recherche). En 2011, les projets des énergies renouvelables et de l'environnement représentent 19 % du total des financements provenant du gouvernement central.

Au niveau des gouvernements locaux, grâce à la décentralisation fiscale, les gouvernements locaux peuvent utiliser le régime fiscal favorable pour attirer les investissements notamment ceux provenant de l'étranger pour promouvoir la croissance économique locale. Les gouvernements locaux utilisent les politiques industrielles classiques comme l'allégement fiscal, le mécanisme de financement (le véhicule de financement du gouvernement local et les crédits bancaires) la garantie au prêt, les taxes foncières préférentielles ou la mise à disposition de terrains à coût réduit voire zéro, etc. pour attirer l'investissement.

Les politiques sont déployées sur trois voies : assurer l'accès aux sources technologiques pour les entreprises, constituer la capacité d'innovation des entreprises et développer les marchés locaux et internationaux des éco-produits. La composition de cette approche structurée est illustrée par le graphique 2.



(1) L'acquisition des technologies par les entreprises peut se faire à travers l'importation des technologies étrangères par la voie des échanges internationaux ou locaux. L'importation des technologies étrangères peut se faire sous formes du transfert de technologie par licence ou dans le cadre de joint-venture, par l'achat des équipements et la coopération avec les entreprises étrangères dans le design. En effet, pour les pays en développement, l'investissement étranger direct (IDE) représente une source majeure des technologies avancées. Depuis les réformes structurelles initiées à la fin des années 1970, le gouvernement chinois utilise les politiques d'investissement étranger pour à la fois d'attirer les capitaux et les technologies étrangères afin d'accélérer l'industrialisation et la modernisation de l'économie chinoise. Cette politique vise davantage les grandes entreprises publiques dont son efficacité peut démontrer par le développement de l'industrie éolienne chinoise. Cette politique a permis aux entreprises chinoises d'acquérir les connaissances et les savoir-faire nécessaire pour construire sa base technologique et sa capacité d'innovation (Liu, Liang, 2013 ; Liu, 2014a).

Il existe aussi les marchés de technologies ou les centres de transfert de technologies internationaux universitaires pour alimenter la base de connaissances technologiques locales qui visent davantage les PME ou les entreprises traditionnelles sont les cibles (Liu, 2014b).

(2) La construction de la capacité d'innovation consiste à la fois la constitution de la capacité d'absorption et du développement de la capacité d'innovation endogène des entreprises chinoises. La capacité d'un pays d'absorber les connaissances « importées » dépend de son niveau antérieur de connaissances que dispose d'un pays et ses conditions (par exemple les infrastructures, la structure de marché, la formation, etc.) pour attirer, assimiler et appliquer les connaissances extérieures (Cohen, Levinthal, 1990). Ainsi, les mesures sont mises en place pour à la fois construire la base scientifique en Chine et de développer la capacité technologique du secteur industriel et les politiques pour créer une condition stimulante pour favoriser le développement des entreprises innovantes.

Nous pouvons distinguer dans les politiques du soutien à la recherche et développement technologique trois catégories des actions : la recherche fondamentale pour construire la base scientifique, la recherche appliquée qui encourage le transfert des connaissances vers l'industrie, et la recherche et développement industriel. Les principaux acteurs et programmes sont :³

- La recherche fondamentale sur les écotecnologies est soutenue par le programme 973 (National Basic Research Program) dont environ 7,7% des financements, en 2012, ont été attribués aux projets dans les domaines des écotecnologies (énergie, ressources naturelles et environnement) et l'Académie des sciences chinoises (CAS)⁴.
- La recherche appliquée est effectuée notamment par la CAS, la CRAES (Chinese Research Academy of Environmental Sciences), les 32 laboratoires clés d'Etat (State key laboratories, SKLs) et 1 SKL industriel ou financé par le programme 863 (National High-Tech R&D Program) dont 10,6% des budgets 2012 ont été attribués aux projets d'écotecnologies notamment dans le domaine de l'énergie⁵.
- La R&D industrielle est notamment soutenue par le programme de R&D pour les technologies clés (Key Technologies R&D Program) qui a consacré 6,2% de son budget aux projets des écotecnologies en 2012. Parallèlement, les centres d'ingénierie d'Etat notamment les 35 centres d'Etat d'ingénierie de la protection environnementale jouent un rôle important dans la dynamique de la collaboration industrie-université-recherche pour développer la compétitivité des entreprises.

Sur l'ensemble du secteur des écotecnologies, nous pouvons observer une forte concentration des efforts dédiés à l'énergie. Le tableau 2 montre l'importance croissante de l'énergie dans la recherche chinoise depuis 2006 qui coïncide avec la période de la mise en place du MLP S&T et le début du XIe Plan. Dans le plan quinquennal actuel - le XIIe Plan (2011-2015) -, l'économie d'énergie et les nouvelles énergies représentent 50 % du total des fonds publics dédiés aux 7 SEIs.

³ Les données sont collectées, compilées et calculées par auteure en base des rapports annuels sur les programmes d'Etat (MOST, 2005-2013) les annuaires statistiques de S&T (NBS, MOST, 2004-2013) et sur le site du MOST <http://www.most.gov.cn>.

⁴ Par son Centre de recherche pour les sciences éco-environnementales et l'Institut de la géographie et des ressources.

⁵ On peut citer notamment les projets de recherche sur la technologie en couche mince, le réseau intelligent, la conversion énergétique ou le véhicule à énergies nouvelles.

Tableau 2 L'évolution des fonds publics attribués à la recherche sur l'environnement et l'énergie 2003-2012 (Total des programmes 973, 863 et de R&D pour les technologies clés par rapport au total des programmes nationaux obligatoires) (en %)

	Conversion environnementale et prévention de pollution	Production, distribution et utilisation rationnelle de l'énergie
2012	7,1	22,6
2011	8,5	17,4
2010	7,1	17,1
2009	6,5	18,8
2008	5,3	18,3
2007	4,9	37,2
2006	7,4	7,5
2005	3,2	6,6
2004	5,4	8,1
2003	4,1	10,3

Source : Calculé par auteure sur la base des données des annuaires statistiques de la S&T chinois (NBS, MOST, 2004-2013)

La base et les flux des connaissances scientifiques sont soutenus par les mesures dédiés à former les personnels de recherche et favoriser la mobilité des chercheurs comme les programmes de la formation des scientifiques le programme « Cent talents » de la CAS et le programme « National Distinguished Young Scholars »⁶, le programme « Mille talents » dédié aux chinois rapatriés hautement qualifiés⁷, et les mesures incitatives pour le recrutement de personnes qualifiées.

La collaboration industrie-université-recherche est renforcée par les parcs industriels high-tech (les clusters chinois) et les incubateurs universitaires sont les lieux qui, par leur définition, stimulent les interactions entre les acteurs d'innovation et ainsi sont considérés comme la terre fertile pour les entreprises innovantes notamment les PME innovantes et les start-ups issues de la recherche publique. Le développement des PME innovantes est soutenu par le Fonds d'innovation pour les PME technologiques (Innofund) qui a soutenu 1 123 projets des écotecnologies en 2012 tandis que les fonds de capital-risque investissent dans les start-ups dans les incubateurs. Toutefois, la part des PME dans les fonds publics reste marginale.

(3) Le dernier volet de cette policy mix constitue des mesures destinées à développer les nouveaux marchés pour les écoproduits, internes ou destinés à l'exportation. Afin de créer les marchés pour les nouveaux écoproduits développés par les entreprises locales après avoir absorbées les nouvelles technologies, les mesures sont destinées soit à préparer le marché par les programmes de démonstration comme les industries éolienne, photovoltaïque (Liu, 2014a)

⁶ Financé par Fondation nationale de la science de la Chine (NSFC).

⁷ Les chinois rapatriés hautement qualifiés représentent une mine des ressources scientifiques. Depuis une dizaine d'années, grâce aux politiques proactives dédiées à leur faire revenir en Chine, ils constituent une force du développement technologique et industriel en Chine comme le montre l'exemple de Suntech Power de l'industrie photovoltaïque (Liu, 2014a).

et des véhicules à nouvelle énergie (Zhang et al., 2011)⁸ et soit par les mesures visant à la demande⁹.

3. LA CONSEQUENCE DES POLITIQUES PUBLIQUES POUR PROMOUVOIR DES ECOTECHNOLOGIES EN CHINE

La démarche structurée et systémique de la policy mix d'innovation pour les écotechnologies a contribué à l'essor du développement du secteur des écotechnologies en Chine et permis aux entreprises chinoises à constituer leur capacité d'innovation. Toutefois, elles ont aussi leurs faiblesses. Afin d'évaluer la capacité de l'innovation des entreprises chinoises dans ces industries, nous avons utilisé les dépenses de R&D et les brevets comme indicateurs. Notre analyse s'appuie principalement sur l'exploitation des annuaires statistiques et les enquêtes et les rapports existants.

3.1. L'essor du secteur des écotechnologies en Chine

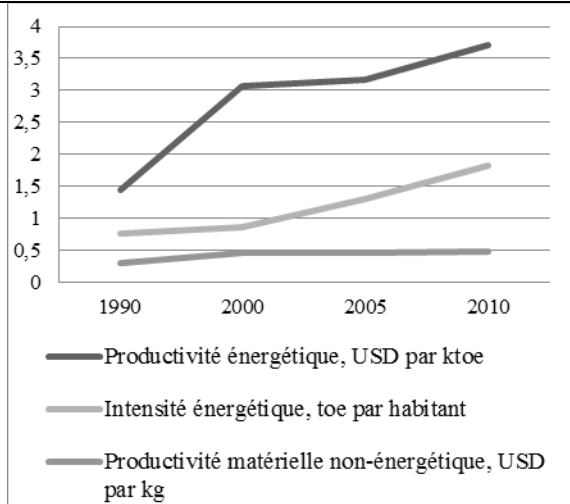
Le secteur des écotechnologies chinois a enregistré une forte croissance pendant les dix dernières années. Le chiffre d'affaires de l'industrie de l'environnement chinoises a atteint 3 072 milliards de yuan en 2011, soit une augmentation de 660 % par rapport à 2004 et 18 soit 18 fois la taille en 2000 (MEP, 2014).

L'intensité énergétique a doublé entre 2000 et 2010 tandis que la productivité énergétique, après une stagnation entre 2000 et 2005 a recommencé son augmentation rapide depuis 2005. Toutefois, la productivité de matériel n'a pas amélioré depuis les années 2000 (tableau 3). A partir de zéro, la Chine est devenue le premier producteur et exportateur des panneaux solaires dans dix ans (2002-2012) (tableau 4). Ce décalage peut être expliqué par la concentration relative des efforts sur la recherche de l'efficacité énergétique et de nouvelles énergies par rapport à la productivité de matériel ou l'environnement (tableau 2).

⁸ Nous pouvons noter notamment les projets d'expérimentation de véhicule à nouvelles énergies dans les services publics (le projet « dix villes milles véhicules »), l'obligation de réserver 70 % pourcent des marchés de nouvelle installation éolienne aux entreprises chinoises

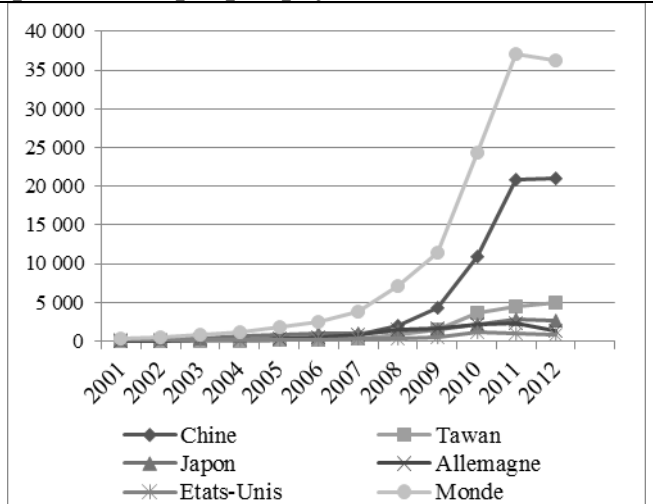
⁹ Telles que l'expérimentation de la subvention à l'achat privé de véhicule à énergies nouvelles (2010-2012), la subvention à la consommation pour promouvoir l'innovation de l'industrie photovoltaïque (le projet « dix villes milles lampes ») et la nouvelle politique de tarification qui se découpe en quatre zones de tarification préférentielle pour l'éolienne (2009) et trois zones de tarif d'achat subventionné pour le solaire (2013).

Tableau 3 La productivité énergétique et de matériel, Chine



Source: OECD, *Indicateurs de croissance verte*

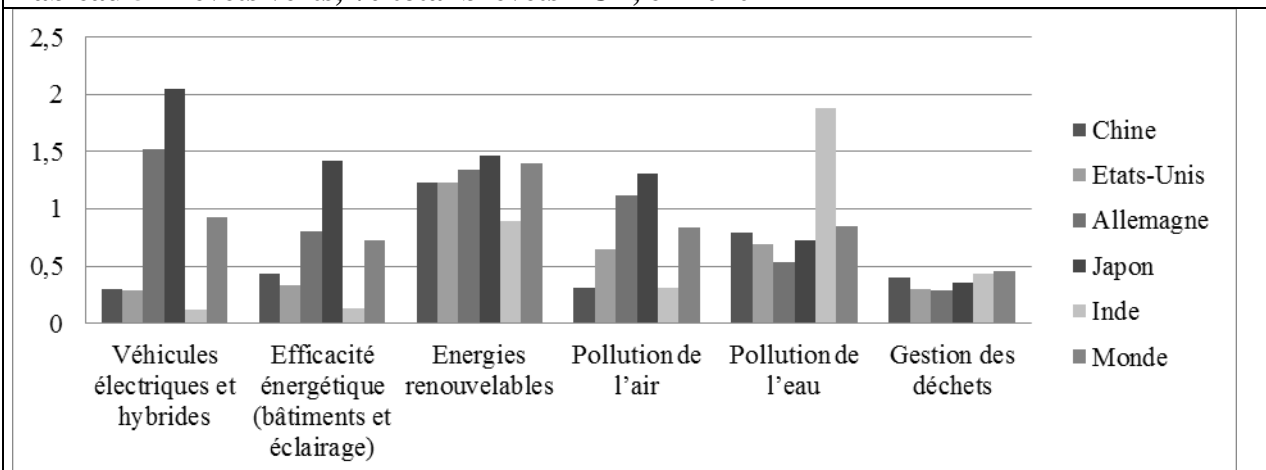
Tableau 4 La production annuelle des photovoltaïques par pays, 2001-2012



Source: www.earth-policy.org

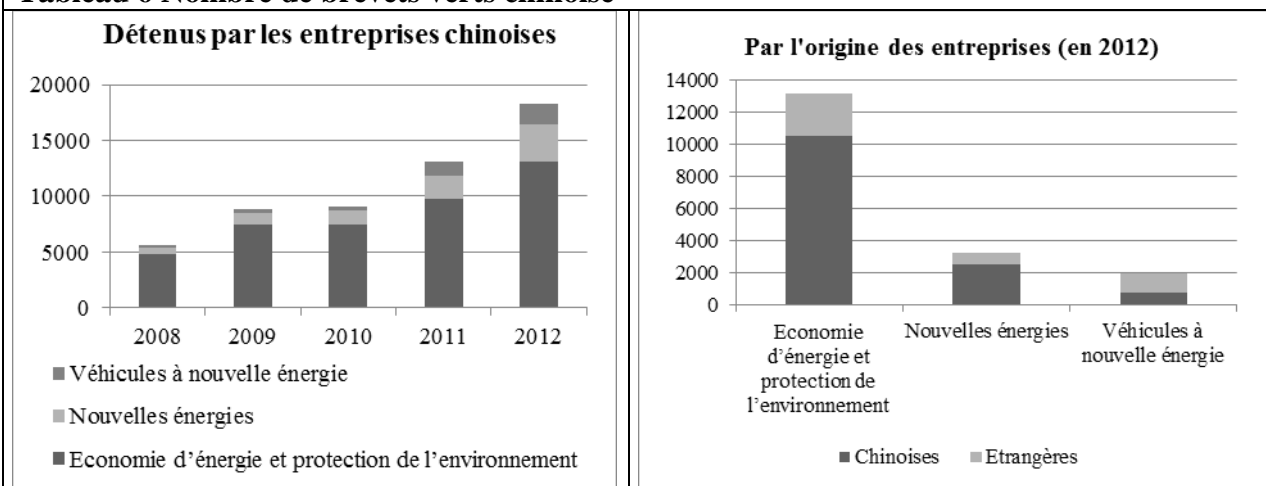
Soutenues par les politiques proactives, les entreprises chinoises dans le secteur des écotecnologies ont rapidement réalisé le rattrapage technologique et la construction de la capacité d'innovation. Au niveau mondial, la part des brevets des entreprises chinoises dans l'ensemble des brevets PCT dans les domaines de l'énergie (efficacité énergétique et énergies renouvelables), du traitement de la pollution de l'air et de la gestion des déchets s'approche voire dépasse le niveau de ces principaux concurrents et le niveau mondial (tableau 5). Sur le marché chinois, le nombre de brevets verts chinois détenus par les entreprises chinoises a triplé entre 2008 et 2012. En 2012, la majorité des brevets chinois dans les domaines de l'économie d'énergie et la protection de l'environnement et de nouvelles énergies sont détenus par les entreprises chinoises (tableau 6).

Tableau 5 Brevets verts, % total brevets PCT, en 2010



Source: OECD, Green Growth Indicators

Tableau 6 Nombre de brevets verts chinoise



Source: Rapport du Bureau national de la propriété intellectuelle de la Chine (SIPO), 2013

Sur le plan national, le développement technologique n'est pas homogène entre les régions chinoises. Tableau 7 montre une forte concentration du développement des écotecnologies dans les six régions : Beijing, Jiangsu, Guangdong, Zhejiang, Shandong et Shanghai¹⁰. Ces six régions représentent un tiers de l'ensemble des brevets verts chinois. Cette concentration en termes des outputs des activités d'innovation est le résultat de la forte intensité de R&D dans ces six régions. En effet, ces régions ont une intensité de R&D et de R&D industrielle bien supérieure au niveau national ; elles réunissent un tiers des centres de recherche publique et deux tiers des centres recherche industrielle en Chine. Par ailleurs, elles se spécialisent différemment. Beijing et Shanghai se concentrent leurs efforts dans la recherche fondamentale et appliquée tandis que Jiangsu, Guangdong, Zhejiang et Shandong privilégient la recherche et développement industrielle.

¹⁰ Sur les 34 régions chinoises y comprise Hong Kong, Taiwan et Macao. (SIPO, 2013)

Tableau 7 Les six régions les plus innovantes en termes des brevets et de R&D

	Brevets			Dépenses de R&D*		Centres de R&D (Nbr)	
	Economie d'énergie et protection de l'environnement	Nouvelles énergies	Véhicules à nouvelle énergie	Intensité de R&D	R&D industrielle (% du total local)	Recherche publique	Entreprises
Beijing	1516	469	84	5,95	18,6	379	747
Jiangsu	1241	377	83	2,38	83,9	148	16417
Guangdong	989	269	124	2,17	87,2	186	3455
Zhejiang	761	192	65	2,08	81,5	101	7498
Shandong	674	142	28	2,04	88,8	225	3325
Shanghai	672	142	70	3,37	54,7	136	914
% national	39 %	44 %	20 %	1,39	70 %	32 %	70 %

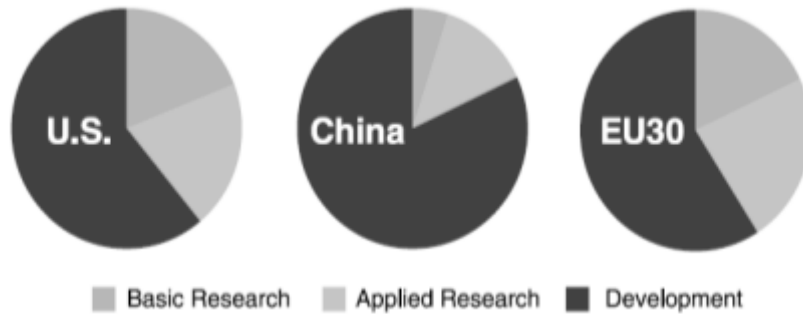
* Moyenne nationale
Source : Compilé et calculé par auteure, Rapport du Bureau national de la propriété intellectuelle de la Chine, 2013 et les annuaires statistiques de S&T 2013

3.2. Les limites de la policy mix d'innovation pour les écotecnologies en Chine

Bien que le pragmatisme des politiques industrielles chinoises ait obtenu des résultats fructueux, des défaillances sont manifestes dans la coordination par l'Etat et le système sectoriel d'innovation qui conduisent à un développement industriel déséquilibré et pose le problème de la capacité d'innovation des entreprises chinoises.

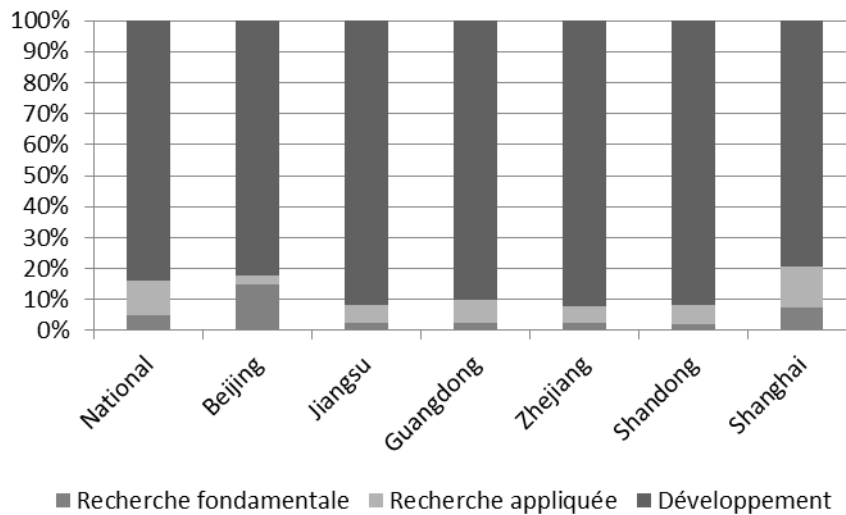
D'une part, la réforme structurelle du système de S&T lancée en 1985 a pour objectif de transformer l'ancien système S&T rigide qui ne permettait aucune interaction entre les différents acteurs de R&D et l'appareil productif au modèle du système national d'innovation où les acteurs publics de R&D et l'industrie peuvent collaborer pour innover selon le besoin du marché. Toutefois, malgré d'une vingtaine d'années de réformes systémiques, l'incohérence de la définition et l'organisation du système de S&T persiste et elle a conduit au cloisonnement entre les différents acteurs scientifiques (les académies, les institutions de recherche, les universités et certaines grandes entreprises) et un déséquilibre entre la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement industriel. Le graphique 3 montre que, dans le domaine de l'énergie propre, la Chine, par rapport aux Etats-Unis et à l'Europe, consacre une part beaucoup plus importante de ses dépenses de R&D en développement industriel. Cette tendance correspond à la composition des dépenses de R&D de l'ensemble de l'économie chinoise qui privilège le développement que la recherche fondamentale quel que soit le niveau national (84 % des dépenses R&D sont consacrées au développement) ou régional (plus de 90 % à Jiangsu, Guangdong, Zhejiang et Shandong et en moyenne 75 % à Beijing et Shanghai) (graphique 4). Ce déséquilibre entre la recherche fondamentale et le développement a des conséquences négatives sur la capacité d'innovation endogène des entreprises chinoises.

Graphique 3 Les priorités de la recherche sur l'énergie propre et les réseaux avancés dans les principaux pays



Source: Battelle, R&D Magazine

Graphique 4 Composition des dépenses de R&D au niveau national et dans les six régions les plus innovantes, en 2012



Source : Calculé sur la base de Chinese STS Yearbook, 2013

D'autre part, malgré sa configuration structurée et systémique, la complexité du système de millefeuille des plans rend très difficile pour ne pas dire impossible le maintien des flux dynamiques entre les décideurs et les exécutants. Étant donné le large éventail des domaines qui couvre le secteur des écotecnologies, il est inévitable que ceci conduise au cloisonnement et à l'incohérence des politiques qui constituent la policy mix d'innovation pour les écotecnologies. De plus, le système d'évaluation des autorités locales basé sur leur performance de réalisation des objectifs fixés dans les plans entraîne une concurrence inter-régionale à la fois pour obtenir des fonds publics et des investissements privés pour développer l'économie locale (Fan, 1994).

Les défaillances systémiques empêchent la bonne coordination recherche-industrie-marché et donc le développement d'un système d'innovation soutenu par les entreprises opérant selon le mécanisme du marché (voir par exemple OCDE, 2008 ; Lundvall, Gu, 2012 ; Liu, 2013). Par conséquent, la capacité des entreprises chinoises de réaliser les innovations endogènes dans le secteur des écotecnologies reste faible. La forte présence des entreprises étrangères dans les brevets chinois dans le domaine des véhicules à énergie nouvelle (tableau 6) est un révélateur de la dépendance des entreprises chinoises des technologies étrangères. Aucun acteur chinois ne se trouve parmi les 10 premiers titulaires des brevets chinois dans le domaine de véhicule à

nouvelle énergie. Cette industrie étant encore « dans l'enfance » en Chine, les activités d'innovation se concentrent sur la constitution de la base scientifique où les entreprises chinoises sont dans la phase de l'absorption des technologies étrangères pour se développer.

Par ailleurs, si le nombre des brevets verts détenus par les entreprises chinoises augmente rapidement, le taux de citation des brevets (SIPO, 2013) et leur part dans les triades de brevets (Lacour, Figuière, 2014) sont faibles. Dans le domaine de l'énergie où il y a une forte présence des entreprises chinoises, celles-ci se situent majoritairement en aval de la chaîne de la valeur (Eisen, 2011 ; Deutch, Steinfeld, 2013 ; Liu, 2014a). De plus, une étude comparative montre que les photovoltaïques chinois sont 30 % moins efficaces que les produits européens tandis que leur empreinte carbone est le double de celui des produits européens (Yue et al., 2013). Le « retard » des entreprises chinoises dans la montée sur la chaîne de valeur relève la faiblesse de la trajectoire du développement technologique qui priorise davantage l'absorption des technologies importées que la constitution des connaissances et savoir-faire par les interactions entre les acteurs locaux.

La défaillance institutionnelle crée également la distorsion au marché. Au début des années 2010, les industries photovoltaïque et éolienne chinoises sont confrontées à la crise de la surcapacité. Cette crise est un révélateur de la coordination entre la planification énergétique, le déploiement des réseaux (Luo et al., 2012 ; Yuan et al., 2012) et les problèmes de la coordination administrative entre les différentes agences publiques qui sont chargées de leur gestion. Sur le plan du développement des nouveaux marchés, malgré les efforts importants qui leur sont dédiés, les véhicules à énergie nouvelle (Zhang et al., 2011) ou les autres éco-produits tardent à démarrer en l'absence du marché local (Depret, Hamdouch, 2012).

Une conséquence plus grave est les effets secondaires du développement des écotecnologies en Chine qui pèsent sur l'environnement. Les écotecnologies ont pour l'objectif de réduire les nuisances des activités de l'Homme sur l'environnement par l'introduction de nouvelles combinaisons des méthodes de production. Toutefois, les défaillances systémiques résultent à la carence du contrôle de la pollution des activités productives du secteur des écotecnologies. Ainsi, paradoxalement les éco-industries chinoises deviennent elles-mêmes une source de pollution. A cause du développement excessif de l'industrie photovoltaïque et le manque du contrôle du respect aux normes environnementales dans le processus de production, les fabricants chinois des photovoltaïques sont aujourd'hui lui-même des pollueurs (Greenpeace, CREIA¹¹, 2012 ; Yang et al., 2014). Un autre exemple est la promotion des technologies de la conversion du charbon. Etant donné le fait qu'à l'état actuel les technologies ne sont pas suffisamment mures pour démontrer leur efficacité économique et environnementale, le gouvernement central se montre réticent à les développer en grande échelle. Néanmoins, les gouvernements locaux, attirés par le potentiel de la création de nouveaux emplois et de nouveaux revenus fiscaux, se précipitent pour promouvoir ces nouvelles activités sur leur terrain (CGTI, 2012). Ce dysfonctionnement du système de coordination entre les politiques des gouvernements central et locaux suscite des craintes d'un futur problème environnemental.

CONCLUSION

Le développement de l'écotecnologie peut bénéficier à l'économie en proposant des nouvelles combinaisons de production qui sont moins nocives à l'environnement et ouvrent

¹¹ China Renewable Energy Industries Association

de nouvelles opportunités du marché. L'application des écotechnologies est ainsi considérée comme un compris pour la croissance économique tout en réduisant le coût environnemental. Toutefois, si les écotechnologies peuvent introduire une force de destruction créatrice dans le système productif actuel, son apparition nécessite des mesures publiques garantissant un cadre institutionnel à la fois stable et attractif pour l'ensemble des acteurs concernés. Dans cette optique, les politiques industrielles et d'innovation ont des atouts pour promouvoir le développement de ces industries.

En appliquant à la situation chinoise, elles permettent également aux entreprises locales de réussir le rattrapage technologique et de construire leur capacité d'innovation endogène dans le secteur des écotechnologies. Depuis le XI^e Plan (2005-2010) et notamment à partir du XII^e Plan (2011-2015), le gouvernement chinois a mis en place une nouvelle stratégie d'innovation qui se caractérise par une approche structurée des politiques industrielles et d'innovation et un nouveau système d'innovation sectoriel où les entreprises chinoises sont au cœur de la dynamique des interactions. Par le système de planification, l'Etat chinois mobilise des moyens colossaux pour orienter et soutenir le processus d'apprentissage et d'accumulation des connaissances des entreprises dans le développement de la capacité d'innovation du secteur des écotechnologies.

Les politiques proactives ont permis le développement rapide des industries éolienne et photovoltaïque et de l'environnement et la construction de la capacité d'innovation des entreprises chinoises dans le domaine des écotechnologies. Toutefois, l'incohérence inhérente à la configuration de ce système crée des défaillances systémiques qui empêchent la constitution de la capacité d'innovation endogène et le développement de nouveaux marchés pour les éco-produits. Le retard de la montée des entreprises sur la chaîne de valeur de l'industrie de l'énergie nouvelle et le démarrage difficile de l'industrie des véhicules à énergie nouvelle sont les conséquences des défaillances de marché résultant du dysfonctionnement des interactions entre les acteurs. Plus grave encore, le dysfonctionnement des coordinations des politiques risque de conduire à des impacts environnementaux négatifs futurs.

Pour remédier ces déséquilibres, d'une part le contrôle de la protection de l'environnement doit être intégré davantage dans la policy mix d'innovation des écotechnologies ainsi que le système d'évaluation administrative afin de renforcer le respect des normes environnementales dans les activités productives. D'autre part, il est profitable de libérer davantage les initiatives privées, donnant plus d'importance aux PME et encourageant l'entrepreneuriat et le secteur de service.

Cette étude présente une analyse globale sur le développement des écotechnologies en Chine. Etant donné l'énormité du marché chinois et la différence du développement entre les régions chinoises, les études empiriques seront nécessaires afin d'évaluer le niveau du développement des écotechnologies en Chine et la portée des politiques industrielles et d'innovation en la matière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGHION P., BOULANGER J., COHEN E. (2011), Rethinking Industrial Policy, *Bruegel Policy Brief*, 2011/04, June.
- BATTELLE (2013), *2014 Global R&D Funding Forecast*, December 2013, 36p. http://www.battelle.org/docs/tpp/2014_global_rd_funding_forecast.pdf

- BOUTILLIER S., DJELLAL F., GALLOUJ F., LAPERCHE B., UZUNIDIS D. (2012), *L'innovation verte*, Bruxelles, Peter Lang.
- CASADELLA V., TAHI S. (2014), Système National d'Innovation, Capacités d'Apprentissage et Développement, in BOUTILLIER S., FOREST J., GALLAUD D., LAPERCHE B., TANGUY C., TEMRI L. (dir.), *Principes d'économie d'innovation*, Bruxelles : Peter Lang, 429-439.
- COHEN, W.M., LEVINTHAL, D.A. (1990), Absorptive capacity: a new perspective on learning and Innovation, *Administrative Science quarterly*, 35(1), 128-152.
- COMMISSION EUROPEENE (2002), *L'écotechnologie au service du développement durable*, Bruxelles.
- CHINA GREENTECH INITIATIVE (2012), *The China Greentech Report 2012: Faced with Challenges, China Accelerates Greentech Growth*, Beijing.
- CIMOLI, M., DOSI, G. (1995), Technological paradigms, pattern of learning and development: an introductory roadmap, *Journal of Evolutionary Economics*, 5(3), 243-268.
- DE LA TOUR A., GLACHANT M., MÉNIÈRE Y. (2011), Innovation and international technology transfer: The case of the Chinese photovoltaic industry, *Energy Policy*, 39, 761-770.
- DEPRET M.-H., HAMDOUCH A. (2012), Clean Technologies and Perspectives of the 'Green Economy' in Emergent and Developing Countries: Foundations, Opportunities and Constraints, In: Laperche B., Levratto N, Uzunidis D. (dir), *Innovation, Growth and Sustainable Development: The New Eco-tech Paradigm*, Cheltenham: Edward Elgar.
- DEUTCH J., STEINFELD E. (2013), *A Duel in the Sun: The Solar Photovoltaics Technology Conflict between China and the United States*, A Report for the MIT, Future of Solar Energy. <http://mitei.mit.edu/publications/reports-studies/future-solar>
- DOSI G., WINTER S.G. (2003), Interprétation évolutionniste du changement économique, *Revue économique*, 54(2), 385-406.
- FAN G. (1994), Incremental Changes and Dual-Track Transition: Understanding the Case of China, *Economic Policy*, Supplement: Lesson for Reform, 9(19), 99-122.
- EARTH POLICY INSTITUTE (2013), *Annual Solar Photovoltaics Production by Country, 1995-2012*, Data Center, Climate, Energy, and Transportation, <http://www.earth-policy.org/>
- EISEN J. B. (2011), China's Greentech Programs and the USTR Investigation, *Climate Law Reporter*, 11(2), Winter 2011, 3-8, 70-74.
- EU SME CENTRE (2011), *Report: The green tech market in China*, Beijing.
- FREEMAN C. (1995), The National Innovation Systems in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24.
- GRAU T., HUO M., NEUHOFF K. (2012), Survey of photovoltaic industry and policy in Germany and China, *Energy Policy*, 51, 20-37.
- GREENPEACE, CREIA (2012), *Clean Production of Solar PV in China*, Beijing, March 2013.
- GUY, K., BOEKHOLT P., CUNNINGHAM P., HOFER R., NAUWELAERS C., RAMMER C. (2009), Designing Policy Mixes: Enhancing Innovation System Performance and R&D Investment Levels, *The 'Policy Mix' Project*, Monitoring and Analysis of Policies and Public Financing Instruments Conducive to Higher Levels of R&D Investments, European Commission, Brussels.
- HU A. (2009), Green Modernization: China's Future Options (en chinois), *Academic Monthly*, 41(10), 73-78.
- HU A.G., GAO. N.N., YAN, Y.L. (2013), From Straggler, Pursuer to Transcendent: Road of China's Industrial Development through a Century (1913-2013) (en chinois), *Zhejiang Social Science*, Sept., 9, 4-13.

- KRUGMAN P. (1979), A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income, *Journal of Political Economy*, 87(2), 253-266.
- LACOUR P., FUGUIERE C. (2014), Analyse de trois canaux de transfert de technologies vertes entre la Chine et le Japon : methodologies et resultats, *Marché et Organisations*, 21, 85-112.
- LAPERCHE B., UZUNIDIS D. (2007), Le Système national d'innovation russe en restructuration. Réformes institutionnelles et politique industrielle, *Innovations*, 26(2), 69-94.
- LIN J. Y.F. (2013), La politique industrielle revisitée : une nouvelle perspective d'économie structurelle, *Revue d'économie du développement*, 2013/2(27), 55-78.
- LIN J. Y.F., MONGA C. (2011), Growth Identification and Facilitation: The Role of the State in the Process of Dynamic Growth, *Development Policy Review*, 29(3), 264-290.
- LIU H. LIANG D. (2013), A review of clean energy innovation and technology transfer in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 486-498.
- LIU Z. (2013), Le système national d'innovation et la policy mix de l'innovation en France : une revue historique, in BOUTILLIER S., DJELLAL F., UZUNIDIS D. (dir), *Innovation. Anticiper et Agir*, Peter Lang, Business and Innovation, Brussels, 195-217.
- LIU Z. (2014a), Performances et limites de la politique industrielle et de l'innovation chinoises dans le secteur énergétique : le cas des industries photovoltaïque et éolienne, *Marché et Organisations*, 21, 57-84.
- LIU Z. (2014b), Les politiques pour la promotion des PME innovantes en Chine, *Marché et Organisations*, 21, 113-131.
- LUNDVALL B.A. (ed.) (1992), *National Systems of Innovation*, Londres, Francis Pinter.
- LUNDVALL B.A., GU S.L. (2012), Le cheminement de la Chine vers l'innovation endogène et la croissance économique, in BIRONNEAU R. (dir), *China Innovation Inc.*, 2012, SciencePo Les Presses, Paris.
- LUO G.L., ZHI F., ZHANG X.Y. (2012), Inconsistency between the wind power development and the grid planning and construction: an institutional perspective, *Renewable Energy*, 48, 52-56.
- MALERBA F. (2002), Les régimes technologiques et les systèmes sectoriels d'innovation en Europe, in TOUFFUT J.P. (dir.), *Institutions et Innovation : De la recherche aux systèmes sociaux d'innovation*, Paris Albine Miche, 203-247.
- MALERBA F. (2006), Innovation, Industrial Dynamics and Industry Evolution: Progress and the Research Agenda", *Revue OFCE*, 21-46.
- MINISTRY OF ENVIRONMENT PROTECTION (2014), *Rapport sur l'industrie de la protection de l'environnement 2011* (en chinois), Beijing.
- MINISTRY OF SCIENCE & TECHNOLOGY (2005-2013), *Annual Report of the State Programs of Science and Technology Development* (en chinois), Beijing.
- NELSON R. R., WINTER S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- NIOSI J., BELLON B., SAVIOTTI P., CROW M., 1992, "Les systèmes nationaux d'innovation : à la recherche d'un concept utilisable", *Revue française d'économie*, vol.7, n°1, p. 215-250.
- OCDE (2008), *Review of Innovation Policy. China*, Paris, OECD.
- OCDE (2010), *Science, technologie et industrie : Perspectives de l'OCDE 2010*. Paris, OECD.
- OECD, Eurostat (1999), *The Environmental Goods and Services Industry - Manual for Data Collection and Analysis*, Paris.
- PAVITT K. (1984), Sectoral patterns of innovation: Toward a taxonomy and a theory, *Research Policy*, 13, 343-375.
- SIPO (2013), *Rapport sur les brevets des industries stratégiques émergents*, Beijing.

- STATE COUNCIL (2010), *Décision sur l'accélération du développement des industries stratégiques émergentes* (en chinois), Beijing, October 2010. http://www.gov.cn/zwggk/2010-10/18/content_1724848.htm
- STATE STATISTICS BUREAU (2012), *La classification des industries stratégiques émergentes*, Beijing.
- STATE STATISTICS BUREAU, MINISTRY OF SCIENCE & TECHNOLOGY, MINISTRY OF FINANCES (2004-2013), *Chinese S&T Statistical Yearbook*, Beijing, en chinois.
- WINTER S.G. (1984), Schumpeterian competition under alternative technological regimes, *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 5, 287-320.
- WINTER S.G. (1986), The research program of the behavioral theory of the firm: Orthodox critique and evolutionary perspective, in GILAD B., KAISH S. (eds), *Handbook of Behavioral Economics*, Greenwich, JAI Press, 155-188.
- WU C.Y., MATHEWS J.A. (2012), Knowledge flows in the solar photovoltaic industry: Insights from patenting by Taiwan, Korea, and China, *Research Policy*, 56, 524-540.
- XING H.P., WEI P. (2013), The Analysis of Technolog Innovation Characteristics of the Firms of Chinese Strategic Emerging Industries: Based on the Enterprises' Survey Data of Seven Regions (en chinois), *Forum on Science and Technology in China*, 7, Juillet 2013, 66-71.
- YANG H., HUANG X.J., THOMPSON J. R. (2014), China tackle pollution from solar panels, *Nature*, correspondence, 509, p.563.
- YUAN J.H., YUAN X., HU Z., YU Z.F., LIU J.Y., HU Z.G., XU M. (2012), Managing electric power system transition in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 5660-5677.
- YUE D.J., YOU F.Q., DARLING S. B. (2014), Domestic and overseas manufacturing scenarios of silicon-based photovoltaics: Life cycle energy and environmental comparative analysis, *Solar Energy*, 105, 669-678.
- ZHANG X.Y., ZHAO H.B., ZHOU X.K. (2011), The Development and Problems of China's New-Energy Auto Industry: Based on the Perspective of Sustainable Development of Auto Industry (en chinois), *Theory and Modernization*, 2(3), 60-66.