



**CHAIRE ÉNERGIE & PROSPERITÉ**

Financement et évaluations de la transition énergétique

## Compte-rendu d'événement

Séminaire financement de la transition énergétique

Compte rendu de la séance 10

-----

«Financements innovants, aides publiques et scenarii  
pour les investissements bas carbone »

20 mars 2018

## **La Chaire Énergie et Prospérité**

La chaire Énergie et Prospérité a été créée en 2015 pour éclairer les décisions des acteurs publics et privés dans le pilotage de la transition énergétique. Les travaux de recherche conduits s'attachent aux impacts de la transition énergétique sur les économies (croissance, emploi, dette), sur les secteurs d'activité (transport, construction, production d'énergie, finance) et aux modes de financement associés. Hébergée par la Fondation du Risque, la chaire bénéficie du soutien de l'ADEME, d'Air Liquide, de l'Agence Française de Développement, de la Caisse des Dépôts, de Mirova, de Schneider Electric et de la SNCF.

## **Le séminaire financement de la transition énergétique**

Depuis fin 2016, la Chaire Énergie et Prospérité organise un séminaire consacré au financement de la transition énergétique. Cette initiative s'inscrit dans la continuité de l'accord de Paris, issu de la Cop21 et des initiatives législatives françaises récentes (art. 173 de la loi de transition énergétique), ayant placé la France à l'avant garde en termes de mobilisation du secteur financier pour le financement de la transition énergétique vers une économie bas carbone.

Le séminaire est organisé par Dominique Plihon (Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité) et Sandra Rigot (Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité).

*Retrouvez toutes les présentations réalisées lors du séminaire et les comptes rendus (à partir de la session 8) sur le site de la Chaire Énergie et Prospérité.*

<http://bit.ly/2FKb3aF>

# Financements innovants, aides publiques et scénarii pour les investissements bas carbone

Session du 20 mars 2018 du séminaire Financement de la Transition Énergétique

Le séminaire a été animé par Dominique Plihon (Université Paris 13). Il s'est structuré autour de trois interventions :

- Jean-Pierre Ponsard (CNRS & École Polytechnique/Chaire Énergie et Prospérité), a présenté « Pour un financement conditionnel des projets risqués bas carbone », réalisé avec Guy Meunier (INRA);
- Dominique Bureau (CEDD), a présenté « Une proposition pour crédibiliser la trajectoire de prix du carbone et sécuriser les investissements », réalisé par le groupe de travail de France Stratégie sur le financement des investissements bas-carbone en France ;
- Michel Aglietta (CEPII/France Stratégie) et Etienne Espagne (AFD) ont présenté « Monnaie carbone et finance pour le climat », réalisé avec Liesbeth De Fossé (Chaire Énergie et Prospérité) et Antonin Pottier (Paris 1/Chaire Énergie et Prospérité).

## 1. Pour un financement conditionnel des projets risqués bas carbone - Jean-Pierre Ponsard

*Résumé de l'intervention* : Une critique récurrente des subventions aux technologies propres (énergies renouvelables, solaire, mécanismes de développement propre, voiture électrique, ...) est l'existence d'effets d'aubaine : des investissements bénéficient de subventions dont ils n'ont pas besoin pour être rentables. Une forme de garantie du financement, avec remboursement en cas de succès, permet de limiter ces effets d'aubaine tout en maximisant le bénéfice social en termes de réduction des émissions.

### L'Insuffisance d'un prix carbone pour enclencher la transition énergétique

Les marchés de permis visant à limiter le  $SO^2$  et le  $CO^2$  ont connu des difficultés d'adaptation à des événements non anticipés. Le marché états-unien du  $SO^2$  s'est enlisé dans une série de litiges et le marché européen du  $CO^2$  a notamment subi les effets de la crise de 2008. Ces exemples montrent que la mise en place de mécanismes permettant l'émergence d'un prix est insuffisante pour réaliser la transition énergétique.

Le protocole de Montréal sur la couche d'Ozone, est, quant à lui, un succès. Ce protocole a mobilisé une multiplicité d'instruments : normes, taxes, transferts technologiques aux pays en développement, système de sanctions... Cela plaide pour une approche sectorielle au détriment des approches globales (comme celle du prix du carbone).

### La pollution urbaine : un nouvel enjeu très actuel

Le transport est un secteur pour lequel les émissions ont du mal à baisser et qui implique des problèmes de santé publique importants. La Norvège est, dans le domaine du véhicule électrique, très en avance : des dispositifs de soutien à la filière ont été progressivement déployés dès les années 1990. Ces politiques prennent la forme d'un grand nombre

d'instruments visant les acheteurs finaux de véhicules électriques (exemptions de taxe, de TVA, de vignette annuelle, accès libre aux lignes de bus, ferries, parking et péages urbains gratuits), une taxe carbone et des investissements lourds pour construire des bornes de recharge électrique. Ces dispositifs associés à la résolution des problèmes technologiques, notamment en matière de batterie, et la multiplication des modèles par les constructeurs, ont généré un développement important des ventes depuis 2011 (pour atteindre 50 % en 2016, en incluant les véhicules hybrides).

### Intérêt des subventions conditionnelles

Dans l'approche traditionnelle de sélection de projet, la sélection s'opère sur la base d'un scénario prospectif moyen. Une subvention initiale est accordée au projet pour lui permettre d'atteindre un niveau de rentabilité cible qui va autoriser un financement classique sur les marchés. Le projet fait ensuite l'objet de renégociations au fil des difficultés rencontrées lors de son déroulement. L'approche conditionnelle prend en compte de manière ex-ante l'incertitude liée au projet et l'asymétrie d'information entre l'État et l'entreprise quant à cette incertitude.

Dans l'approche traditionnelle, l'État accorde une subvention aux projets socialement positifs ne permettant pas en moyenne d'atteindre une rentabilité cible. Mais comme l'entreprise connaît la probabilité de succès (asymétrie d'information), elle ne proposera que des projets qui ont une probabilité élevée de réussir. Ainsi, certains projets socialement positifs ne sont pas proposés (biais de sélection) et un effet d'aubaine apparaît (projets ayant besoin de moins de subvention pour être réalisé).

L'approche conditionnelle proposée consiste à augmenter la subvention en cas d'échec et à diminuer la subvention en cas de réussite, elle permet ainsi de réaliser le meilleur arbitrage entre le biais de sélection et l'effet d'aubaine.

### Exemples d'application: le Programme Investissement d'Avenir (PIA) piloté par l'ADEME et le mécanisme eTICC (Energy Transition Infrastructures with Carbon reduction Certificates)

Dans le cadre du PIA, l'ADEME a progressivement substitué des subventions traditionnelles par un dispositif d'avances remboursables. Ce type de dispositif est davantage en conformité avec le droit européen des aides d'État. L'ADEME souhaitait aussi prévenir le risque d'effet d'aubaine susmentionné. Ce système nécessite un suivi important du projet par l'ADEME, et est donc réservé aux gros projets.

Le mécanisme eTICC est une proposition pour le déploiement à grande échelle du véhicule à hydrogène proposé conjointement par I4CE et Air Liquide. L'État apporte sa caution à l'investissement d'infrastructure pour le déploiement des véhicules à hydrogène sur la base d'un prix plancher du carbone et d'une estimation des émissions de CO<sub>2</sub> évitées (certificats verts). Grâce à cette caution, l'entreprise peut emprunter sur le marché bancaire. En cas de succès commercial, l'entreprise rembourse la banque. En cas d'échec, l'État autorise la banque à mobiliser les certificats verts sur le marché du carbone et lui rembourse l'écart éventuel entre le prix de marché et le prix plancher. L'État est donc encouragé à veiller au bon fonctionnement du marché du carbone.

## 2. Une proposition pour crédibiliser la trajectoire de prix du carbone et sécuriser les investissements -Dominique Bureau

*Résumé de l'intervention* : La rentabilité des investissements bas carbone dépend de l'anticipation faite sur les prix futurs du carbone et l'incertitude qui s'y attache. Un groupe de travail à France Stratégie a récemment examiné la possibilité d'utiliser des instruments de dette contingente pour réduire l'incertitude concernant les nouvelles régulations et ainsi limiter la prime de risque exigée par les investisseurs pour les financer. Il s'agit de se demander si la proposition est applicable dans un cadre national avant d'être portée à un niveau européen. La proposition vise les émissions françaises non couvertes par le marché du carbone, qui représentent deux-tiers des émissions.

### L'insuffisance de la tarification carbone

Dans le rapport Stern-Stiglitz, c'est la trajectoire du prix du carbone qui importe pour réussir la décarbonation (non le prix courant) ; il est donc important d'établir une crédibilité de la trajectoire pour engager la transition : Prix du carbone en France depuis 2014 et marché du carbone européen avec prix fixé jusqu'en 2022.

La trajectoire actuelle des émissions conduit à ce que le budget carbone 2° soit épuisé entre 2030 et 2040. Éviter cela va nécessiter des investissements nets supplémentaires et/ou une réorientation massive de l'investissement existant. La majeure partie de ces investissements est avant tout portée par le secteur privé (bâtiment, opérateurs et fournisseurs d'énergie, etc.) et non par l'État. Mais ces investissements sont insuffisants car la différence entre la rentabilité privée et la rentabilité sociale n'est pas comblée, dans une majorité de cas, par un prix du carbone. Au niveau mondial, 60% des émissions échappent à une tarification carbone, et seulement 10% sont à un niveau de tarification courante supérieur à 30€/tCO<sup>2</sup>. Le premier enjeu est de mettre en place une tarification du carbone.

### Le mécanisme de contrat pour différence

Pour les émissions non couvertes par le marché carbone, il y a une convergence pour considérer qu'il faudrait mettre en place des mécanismes complémentaires de certificat carbone : les projets d'investissement bas carbone se voient attribuer des certificats de réduction d'émission qui peuvent se valoriser de différentes manières.

Pour éviter le risque de crédibilité de l'État concernant la trajectoire de prix du carbone, le groupe étudie un mécanisme de contrat pour différence. Le précédent sur lequel il se fonde est celui du système britannique. Dans ce cas, des appels d'offre pour équipements fournissant de l'énergie renouvelable sont effectués et sont sélectionnés les projets présentant le prix du MW/h le plus faible. L'État s'engage à compenser l'écart éventuel entre le coût de revient du MW/h du projet sélectionné et le prix de marché si ce dernier est inférieur.

Le groupe a souhaité proposer un tel projet au carbone. Ainsi, en plus des certificats, la puissance publique définit une trajectoire de valeur tutélaire du carbone. Si le prix effectif du carbone est inférieur à la valeur de référence, l'État rembourse la différence. L'évolution du prix programmé devient plus crédible pour les investisseurs, qui n'ont pas à incorporer une prime sur le risque réglementaire à la réalisation du projet.

Juridiquement, le dispositif peut s'apparenter à une option de vente s'il concerne des investissements généraux, ou à une clause de paysage s'il concerne un projet de construction. Ce dispositif permet une réduction des primes de risque et permet à certains investissements bas carbone de se réaliser. Il est compatible avec la réglementation européenne sur les aides d'État. La contrepartie est une perte de flexibilité liée à l'engagement que le mécanisme induit.

### 3. Monnaie carbone et finance pour le climat- Etienne Espagne et Michel Aglietta

*Résumé de l'intervention* : Une approche macroéconomique des investissements et des financements liés à la transition énergétique est nécessaire pour faire apparaître les conditions d'une reprise de l'investissement et assurer une croissance durable. Les scénarios construits à partir d'un modèle macro-financier simple élaboré au CEPII et à France Stratégie sont présentés dans cette perspective.

#### Le modèle macroéconomique

L'article 2 de l'accord de Paris propose un alignement des flux financiers sur les objectifs d'atténuation et d'adaptation de l'accord. Cela a des répercussions importantes sur la sphère financière. Comment intégrer les phénomènes climatiques et les dispositifs de politique climatique dans un cadre de politique climatique ? Quels sont les changements minimaux à apporter au modèle d'économie environnementale standard, le modèle DICE, pour représenter le secteur financier ? Par quels canaux vont interagir le secteur financier et la boucle de rétroaction climatique ?

Le modèle DICE de Nordhaus est le cadre permettant de justifier l'idée d'un prix mondial du carbone lors des négociations climatiques. Ce cadre part d'un modèle de croissance à la Solow/Ramsey, avec un agent représentatif qui produit et génère des émissions industrielles. Un module climatique additionnel modélise la transformation de ces émissions en un accroissement de la température atmosphérique qui génère des dommages affectant la production (la fonction de dommage). Une optimisation inter-temporelle permet ensuite le calcul d'un prix du CO<sup>2</sup> optimal.

Ce modèle a, entre autres, deux problèmes majeurs. D'une part, la forme de la fonction de dommage est très incertaine. Or, celle-ci conditionne le prix optimal qu'il faudrait mettre en place. D'autre part, le modèle n'intègre pas une modélisation du système financier. C'est sur le deuxième aspect que se concentre ce travail.

Un nouveau type d'agent est ainsi intégré au modèle, la banque. Celle-ci émet des prêts, reçoit des dépôts et fixe un taux d'intérêt. Dans ce nouveau modèle, MDICE, la décision d'investissement dépend d'une demande d'investissement qui peut être financée par des prêts bancaires et détermine des sentiers de croissance différents à long terme (non neutralité de la monnaie). Le modèle intègre trois agents représentatifs au lieu d'un seul (banque, ménage et entreprise), et permet donc d'intégrer un grand nombre de flux supplémentaires. On retrouve le fonctionnement de DICE sur certains cas limites, mais MDICE permet la modélisation d'autres cas.

Deux applications sont proposées: l'effet des dommages climatiques sur le secteur financier (risque physique) et l'évaluation de politiques climatiques pas uniquement fondée sur un prix du carbone (risque de transition).

## L'effet des dommages climatiques sur le secteur financier (risque physique)

Dans le premier cas, des hypothèses sont posées sur la représentation de deux types de dommages : la forme de la fonction de dommage et les variables affectées par cette fonction de dommage (production de la période, productivité ou capital). Ici, sont modélisés les dommages sur la productivité des facteurs et sur le capital. Les dommages sur le capital peuvent être compensés financièrement par la banque ou le secteur productif. Les dommages sur la productivité réduiront le taux de rendement du capital et donc le comportement de la banque en matière de taux d'intérêt.

Six scénarios sont envisagés, selon si la banque s'adapte ou non au changement climatique et selon trois types de spécification des dommages : (1) dommages sur la productivité ; (2) dommage sur la productivité et le capital si la banque réagit en admettant les pertes et la quantité de prêts (3) ; dommage sur la productivité et le capital si la banque réagit en changeant son taux d'intérêt.

Lorsque la banque ne s'adapte pas au changement climatique, une augmentation de la température atmosphérique génèrera des dommages représentant des coûts inférieurs pour la sphère financière et un niveau de prêt inférieur en comparaison d'une situation où il y a adaptation des banques. Cela se traduira par une hausse du niveau des prix dans l'économie et une réduction des variables caractérisant la sphère réelle (production, investissement, consommation et stock de capital).

## L'évaluation de politiques climatiques pas uniquement fondée sur un prix du carbone (risque de transition).

Dans cette application, sont introduites deux entreprises dans le modèle (une conventionnelle, une verte). L'impact de différentes formes de politiques climatiques sur la profitabilité de ces deux entreprises et sur leur mode de financement est évalué. L'impact de trois types de politiques est observé : une taxe carbone, une taxe carbone combinée à une subvention, une taxe carbone combinée à un taux d'intérêt favorable. Si l'entreprise verte en profite pour réduire son prix ou pour augmenter ses bénéfices, ses niveaux de profits et d'investissement sont accrus et ceux de la firme conventionnelle sont réduits.

## Implications politiques

Depuis deux siècles, les formes de capitalismes ont été destructrices de l'environnement car le capital environnemental n'est pas suffisamment valorisé. La COP 21 engage un processus de changement vers un nouveau régime de croissance. Le niveau européen est le bon niveau pour s'attaquer au problème du changement climatique. La commission européenne vient de dévoiler un plan d'action sur ce problème. Le rôle de la modélisation macro-financière est d'évaluer les impacts des politiques qui doivent mener à un changement cohérent de l'économie.

Les obstacles à franchir pour opérer une transition énergétique sont les suivants : (1) la distorsion entre rendement social et privé qui peut se résoudre par la mise en place d'une valorisation du carbone ; (2) l'obstacle temporel lié à des coûts fixes élevés des infrastructures et des revenus tardifs qui rend difficile l'arrivée d'investisseurs financiers, ce qui peut se résoudre par une complémentarité public/privé ; (3) la tension forte entre le risque écologique immédiat appelant un investissement immédiat et massif et le risque technologique qui nécessite d'attendre la maturité des technologies, ce qui peut se dépasser grâce à des garanties



publiques ; (4) pour éviter des dévaluations brutales, les investisseurs institutionnels doivent sortir progressivement, mais sans délai, du capital des entreprises ayant des activités polluantes qui se dévaluent (les stranded assets) alors qu'ils n'y ont pas intérêt à court terme ; (5) le décalage entre le court-termisme des mandats politiques, en général de cinq ans, et le besoin d'un état ayant une vision de long terme. Les pays scandinaves ont ainsi sanctuarisé ce type de politiques qui ne peut être remis en cause au grès des alternances politiques ; (6) le besoin d'une transformation de la comptabilité nationale : passer d'une comptabilité de flux vers une comptabilité intégrant l'ensemble des richesses sociales (santé, qualité de l'environnement, sécurité énergétique).

Les acteurs susceptibles de jouer un rôle majeur dans le financement de la transition sont les banques publiques de développement et les investisseurs institutionnels. Les premières doivent être mises en réseaux et intégrées au plan Juncker. Le fond européen stratégique devrait avoir comme actionnaire l'ensemble des banques de développement européennes pour dégager un montant de capital suffisant pour financer la transition énergétique, assurer un effet de levier beaucoup plus important et assurer une expertise coordonnée pour analyser les investissements longs et les financer. De leur côté, les investisseurs institutionnels doivent renoncer à l'horizon de valorisation des actifs de court terme pour devenir responsables. Une obligation de rapporter les critères ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance) en plus des données financières doit être mise en place. Pour cela, la commission européenne souhaite développer une taxonomie des actions bas carbone en fonction de laquelle les investisseurs pourraient orienter leur financement. La modélisation macro-financière doit se perfectionner suffisamment pour permettre d'analyser l'impact de ces différentes politiques climatiques.

## 4. DISCUSSION

Les échanges qui ont suivi les présentations ont notamment permis d'identifier les questionnements et les défis suivants :

- ❖ S'agissant de la première intervention :
  - L'intervenant a précisé que le mécanisme devait maintenir une incitation positive au résultat, même en cas de succès, en particulier pour les projets non-rentables commercialement. Mais la subvention finale doit tout de même être plus faible que pour les projets ayant subi un échec.
  - Se pose la question de la manière dont la puissance des firmes multinationales, dans le secteur de la mobilité, peut engendrer une concurrence internationale des dispositifs d'aide publique. De ce point de vue, une coordination de ces dispositifs est souhaitable.
  - La production d'hydrogène n'est pas encore décarbonnée. Mais il s'agit de créer une dynamique de développement de la filière, pour ensuite décarbonner la filière (voir à ce propos le résumé de la séance 9 du séminaire).
- ❖ S'agissant de la seconde intervention :
  - Les intervenants ont précisé que le mécanisme proposé a vocation à voir son périmètre s'élargir au niveau européen et aux activités couvertes par le marché carbone.
  - Les intervenants ont également précisé que la crédibilité du mécanisme vient du fait qu'un contrat est passé entre l'État et l'investisseur, ce qui évite la remise en cause du dispositif en cas de changement de majorité politique.
  - Le développement d'une ingénierie de la certification carbone est nécessaire.
- ❖ S'agissant de la troisième intervention :



- Les intervenants reconnaissent la nécessité d'une modélisation à l'échelle européenne de l'impact des politiques climatiques. Ce type de modélisation nécessite la coopération de différents acteurs. En la matière, la commission européenne et les banques centrales ont de puissants moyens.
- L'intérêt de DICE est qu'il est un modèle simple et largement utilisé, ce qui permet d'opérer des comparaisons. Mais d'autres projet de l'AFD vise à développer des modèles plus réalistes mais peu utilisés ou sectoriels.
- Un autre aspect clé à améliorer concerne la fonction de dommage. Des travaux empiriques se développent sur des périodes et des zones géographiques circonscrites, mais leurs résultats sont difficilement généralisables en lieu et en temps.