

# L'impact du changement technique endogène sur les politiques climatiques

Olivier Sassi

Thèse dirigée par Jean-Charles Hourcade

Cette thèse propose une contribution à la modélisation économique des politiques d'atténuation du changement climatique par la réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Elle se focalise en particulier sur la modélisation du changement technique.

L'objectif est d'explorer les conséquences du passage d'une économie du changement climatique sous tendue par une vision exogène du progrès technique à une économie dans laquelle les évolutions technologiques sont induites par l'ensemble des signaux économiques, en particulier les politiques climatiques.

Le point de départ de cette thèse est qu'il est nécessaire d'élargir le cadre généralement adopté dans les modèles pour traiter du débat « progrès technique autonome vs progrès technique induit ». En effet, le cadre de l'induction est, dans la quasi-totalité des cas, cantonné au secteur énergétique et les évaluations sont menées sans bouclage macroéconomique des trajectoires dans les modèles en équilibre partiel ou bien avec un bouclage, mais dans des modèles macroéconomiques qui présentent un degré d'agrégation élevé. Nous proposons donc de ne plus considérer l'induction du progrès technique dans le seul secteur énergétique mais d'élargir son cadre au changement structurel, défini comme le résultat d'interactions endogènes entre les évolutions des potentiels techniques, des styles de consommation et des choix de localisation.

Pour répondre à ces questionnements, nous avons construit une nouvelle structure de modélisation (le modèle IMACLIM-R) qui présente une importante capacité à hybrider l'analyse en équilibre général avec des informations sectorielles spécifiques.

En ce qui concerne les scénarios de référence, les trajectoires d'émissions produites ne sont pas le résultat d'une combinatoire d'hypothèses mais celui du déploiement de mécanismes endogènes. Ceux-ci sont susceptibles de provoquer des phénomènes de bifurcation vers des **trajectoires très intensives en carbone**. Parmi ces mécanismes, nous distinguons des effets de système qui limitent la réalisation simultanée de plusieurs potentiels sectoriels de réduction d'émission en raison d'interactions négatives ; et des dynamiques qui viennent contrebalancer certaines améliorations techniques potentielles (par exemple, l'effet rebond dans les transports). Le cadre de modélisation permet de représenter ces mécanismes car il prend en compte, de façon endogène, les interactions entre potentiels de progrès technique, structure de la demande finale des ménages et choix de localisation.

Nos travaux sur les **scénarios avec politiques climatiques** démontrent par ailleurs l'existence d'un *hiatus* entre l'optimisme qui était originellement attaché à la prise en compte d'une induction du changement technique par les politiques climatiques (« cette induction permet de réduire les coûts des politiques ») et les résultats que nous obtenons :

- la prise en compte de l'induction du progrès technique par les politiques climatiques dans le seul secteur énergétique permet de réduire les coûts de la stabilisation par rapport à un cadre de modélisation qui considère le processus d'innovation dans ce secteur comme indépendant des conditions de marché
- mais, cette conclusion s'inverse lorsque la représentation endogène du progrès technique est étendue aux autres secteurs de l'économie. Et la démarche habituellement adoptée par les modélisateurs, qui consiste à se placer dans le cadre théorique de l'innovation induite puis de considérer que les politiques de réduction des émissions ne peuvent altérer, ni la direction ni la vitesse du progrès technique dans les secteurs non-énergétiques, se fonde sur une approximation pouvant s'avérer erronée. En effet, il existe des effets d'éviction de l'investissement au profit des secteurs énergétiques, et un effet de ralentissement réduisant le

volume de l'investissement disponible, qui conduisent à une modification importante du processus d'innovation, par les politiques climatiques, dans les secteurs non énergétiques.

En termes de **conclusions politiques**, cette thèse plaide pour la nécessité d'envisager les politiques de réduction des émissions plus comme une **articulation de mesures** spécifiques avec un « **tailage** » **temporel** assez fin que comme le déploiement d'un unique signal prix. Bien entendu, donner un prix au carbone est une condition *sine qua non* pour atteindre n'importe quel objectif de réduction des émissions, mais les résultats obtenus dans cette thèse invitent à penser qu'une seule taxe carbone ne peut pas « tout faire ».

Par exemple, nous démontrons que le secteur des transports joue un rôle clé dans la formation des coûts des politiques climatiques dans la mesure où des mécanismes spécifiques comme les effets rebonds ou les effets d'inductions liés aux politiques d'infrastructures rendent ce secteur faiblement réactif au signal prix. Et nous arrivons à la conclusion que, sur le long terme, une réorientation des **politiques d'infrastructures de transport** dans une direction cohérente avec l'objectif de décarbonisation permet de réduire fortement le coût de la stabilisation et d'obtenir même, en fin de siècle, un niveau de richesse supérieur à la trajectoire de référence.

Nous soulignons aussi la nécessité d'accompagner l'effort de décarbonisation par une **augmentation des budgets de R&D** pour relancer l'innovation dans les secteurs non-énergétiques et éviter l'apparition d'un effet de grippage du moteur de croissance. Restent cependant dans nos scénarios des pertes de richesse transitoires dont la magnitude est importante et qui apparaissent à court et moyen terme dans les économies émergentes, à une période où le prix du carbone n'est pas très élevé. Ainsi apparaît une contradiction, jusqu'à présent sous-estimée, entre la nécessité de mener une action d'abattement précoce et vigoureuse pour induire les changements techniques nécessaires à la réalisation de l'objectif de stabilisation, et la vulnérabilité des économies (en particulier pour les PED) à l'imposition d'une taxe carbone à un moment où leur fonctionnement repose encore fortement sur l'utilisation des combustibles fossiles.

Sans qu'il ait été possible d'explorer le sujet dans le cadre de cette thèse, celle-ci met en évidence l'importance de mesures spécifiques permettant, à **très court terme**, à la fois de **réorienter les investissements dans des infrastructures** porteuses d'un sentier de croissance à plus faible intensité carbone et de **compenser les chocs** liés à l'apparition d'un prix du carbone significatif, en particulier pour les populations fragiles dans les pays en développement.