

Mai 2001

Productivité et réglementation environnementale: une analyse de l'hypothèse de Porter

Stefan Ambec*
CSEF, Università di Salerno

et

Philippe Barla
GREEN, Université Laval

Nous tenons à remercier *l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie et Ressources Naturelles Canada* pour leur soutien financier. Les auteurs sont cependant seuls responsables des opinions exprimées dans cet article ou des erreurs éventuelles.

Contact: P. Barla, Université Laval, département d'économique, Québec, QC, Canada, G1K 7P4, courriel: pbar@ecn.ulaval.ca

* Cet article a été entrepris alors que Stefan Ambec était stagiaire post-doctoral au Green.

Productivité et réglementation environnementale: une analyse de l'hypothèse de Porter

Stefan Ambec
Université de Salerno
et
Philippe Barla
Université Laval
GREEN

Introduction

L'impact que peut avoir une réglementation environnementale (RE) sur la compétitivité d'une industrie suscite depuis quelques années un vif débat parmi les économistes. Selon l'hypothèse traditionnelle, une RE, en ajoutant des contraintes supplémentaires sur les actions possibles des entreprises, augmente les coûts de production de ces dernières affectant négativement leur position concurrentielle sur les marchés internationaux. Dans cette perspective, l'augmentation de la concurrence entre les nations, associée à la mondialisation, risque de favoriser l'adoption de normes environnementales peu sévères.

Toutefois, depuis quelques années, ce lien négatif entre RE et compétitivité a été remis en question d'abord par Porter (1991), puis Porter et van der Linde (1995). En fonction de ce que l'on appelle désormais l'hypothèse de Porter, une RE stricte, mais bien pensée, peut engendrer non seulement des bénéfices sociaux (réduction des dommages environnementaux), mais également des bénéfices privés pour les firmes qui y sont soumises. De plus, toujours selon cette hypothèse, ces bénéfices privés dépasseraient souvent les coûts supportés par les pollueurs pour se conformer à la RE, augmentant ainsi leurs profits. L'idée de base est que l'introduction de RE strictes mais flexibles forcerait les entreprises à remettre en question l'ensemble de leur processus de production. Cette remise en question aboutirait très souvent non seulement à la réduction de la pollution, mais également à des gains de productivités profitables. Le lien entre RE et productivité est donc central dans l'hypothèse de Porter. Si cette hypothèse est valide et surtout si elle est admise par les pouvoirs publics, la mondialisation devrait plutôt favoriser la protection de l'environnement.

L'objectif de cet article est de faire un tour d'horizon de la littérature théorique et empirique portant sur l'hypothèse de Porter. Sur le plan théorique, nous commençons par clarifier cette hypothèse. Selon Porter, la RE permet aux entreprises de réaliser des gains de productivité profitables. Cela signifie donc implicitement qu'il existe *systématiquement* des possibilités de profits qui sont pas exploitées sans cette réglementation. Cet aspect a été fortement contesté par les économistes dans la mesure où cela remet en cause l'hypothèse de maximisation des profits des firmes. Nous montrons cependant qu'il existe des développements théoriques récents qui permettent de justifier l'argument de Porter sans devoir renoncer à l'hypothèse de rationalité des agents économiques. Sur le plan empirique, nous présentons les résultats d'études récentes examinant l'impact de la RE sur la productivité de certaines industries polluantes. À part quelques exceptions, les résultats semblent invalider l'hypothèse de Porter. Nous montrons cependant que les nombreuses limites de ces recherches empiriques font en sorte qu'il est probablement trop tôt pour rejeter définitivement l'idée de Porter.

Clarification et critiques de l'hypothèse de Porter

Avant d'examiner les fondements théoriques de l'hypothèse de Porter, il est important d'en préciser davantage la nature et la signification. Il est clair que face à une même RE, certaines firmes vont pouvoir s'adapter plus facilement que d'autres (par exemple, elles ont des coûts de dépollution plus faibles). La RE améliore donc la position concurrentielle de ces firmes face à leurs concurrents moins bien adaptés.¹ De plus, des firmes qui se spécialisent dans la production de technologies de dépollution vont certainement bénéficier de RE strictes. Ces effets ne sont cependant pas ceux considérés par l'hypothèse de Porter. En effet, celle-ci porte plutôt sur la position compétitive de firmes sujettes à une RE stricte relativement à des firmes qui n'y seraient pas soumises (par exemple, des compétiteurs étrangers).

Porter et van der Linde (1995) reconnaissent qu'une RE stricte risque, à priori, d'augmenter les coûts de dépollution des firmes qui y sont soumises. Toutefois, selon ces auteurs, si l'on se place dans une perspective dynamique, ces coûts supplémentaires (ou leur

¹ Par exemple, les normes de 1975 concernant l'efficacité énergétique des véhicules automobiles aux États-Unis auraient amélioré la position concurrentielle de Chrysler par rapport à Ford et General Motors à cause de la taille réduite des modèles de ce fabricant (voir Jaffe *et al.*, 1995).

simple perspective) vont pousser les entreprises à une révision générale de leur processus de production et donc à innover. Ainsi, ces efforts d'innovation peuvent non seulement aboutir à réduire les coûts de dépollution, mais également à augmenter la productivité de la firme. Cet accroissement de la productivité résulte soit d'une amélioration de la qualité du produit offert (augmentant la valeur du produit), soit d'une meilleure utilisation des intrants (réduisant les coûts de production). La conclusion de Porter et van der Linde est donc qu'une RE stricte peut augmenter les profits des pollueurs.² Dans une perspective de concurrence entre les pays, la RE serait donc ainsi la source d'un avantage compétitif.³

Le point important est que, selon Porter et van der Linde, ce lien positif entre RE et productivité est la norme plutôt que l'exception. Cela implique donc, que systématiquement, les firmes n'exploitent pas toutes les avenues possibles pour améliorer leurs profits. En effet, si la RE aboutit le plus souvent à une amélioration des profits, cela signifie qu'avant cette réglementation, il existait des opportunités de profits qui n'étaient pas (ou ne pouvaient être) exploitées. Effectivement, Porter et van der Linde supposent explicitement que les firmes ne font pas toujours des choix optimaux.⁴ Ainsi, la réglementation pousserait les firmes à devenir plus efficaces en les obligeant par exemple à corriger des inefficacités dans la gestion de leurs ressources ou à explorer des possibilités de mise en valeur de sous-produits de la production. La RE aiderait également à surmonter les inerties organisationnelles et à installer un climat propice à l'innovation.

² Notons qu'une RE peut augmenter le profit total d'une industrie en modifiant l'intensité de la concurrence entre les firmes ou encore en modifiant la structure du marché. Ainsi par exemple, l'imposition de quotas ou de permis transférables sur les émissions de SO₂ peut obliger les firmes à restreindre à court terme leur production. La quantité mise sur le marché est alors inférieure à la quantité de concurrence parfaite. Le prix du marché augmente et les firmes accroissent leur marge de profit. Autrement dit, partant d'une situation de concurrence parfaite de profit bas, la RE peut générer une marge de profit plus élevée en limitant la production des firmes existantes au même titre qu'une collusion implicite entre firmes. Dans la même veine, certaines clauses dites « clauses grands-pères », excluent les firmes existantes de l'obligation de se conformer aux normes environnementales ou imposent des normes plus sévères aux nouvelles firmes. Ces clauses peuvent constituer des barrières à l'entrée qui accroissent le pouvoir de marché (et donc le profit) de toutes les firmes opérant dans l'industrie. Il est clair que ce type d'effet n'est pas ce que Porter et van der Linde considèrent dans la mesure où ceux-ci n'augmentent pas la productivité des firmes.

³ Notons qu'une RE stricte peut également favoriser l'économie d'un pays à travers un effet de "first mover advantage". En effet, en adoptant une RE stricte en premier, un pays favorise l'émergence d'une industrie de technologie de dépollution qui peut devenir une source de croissance pour ce pays au fur et à mesure que d'autres pays adoptent également cette RE stricte.

⁴ «The possibility of regulation might act as a spur to innovation arises because the world does not fit the Panglossian belief that firms always make optimal choices.» Porter et van der Linde (1995), p.99.

Comme on vient de le voir, l'hypothèse de Porter peut difficilement se concevoir sans s'écarter de l'hypothèse classique de maximisation des profits. Il s'agit selon Palmer, Oates et Portney (1995) d'une des principales faiblesses de cette hypothèse. En économie, on suppose généralement que l'objectif des firmes est de maximiser leurs profits en tenant compte des contraintes technologiques. Dans ce contexte, la RE ne fait qu'ajouter des contraintes supplémentaires au programme de maximisation des firmes. Par exemple, elle impose l'utilisation de certaines technologies moins polluantes ou exige l'affectation d'une partie des facteurs de production à des tâches moins productives.⁵ La RE restreint, par conséquent, l'ensemble des choix possibles qui s'offrent à la firme et, par la même occasion, diminue son profit. Palmer, Oates et Portney (1995) reconnaissent qu'il peut exister des cas où la RE augmente le profit des entreprises en les amenant à adopter des innovations rentables. Cependant, selon eux, ces cas constitueraient l'exception plutôt que la règle. Les activités de R&D étant très aléatoires, il se peut que, par chance, une entreprise se trouve dotée d'une technologie qui *ex post* se révèle être rentable. Toutefois, cela n'implique pas que l'investissement dans cette technologie était profitable *ex ante* sur la base de sa profitabilité attendue. Énumérer les « success stories » tel que le font Porter et van der Linde, ne permet pas de justifier une théorie générale d'accroissement profitable de la productivité, suite à une RE. Palmer, Oates et Portney ajoutent qu'on pourrait tout autant trouver des cas où les firmes ont vu leurs coûts augmenter et leurs profits se réduire, suite à une RE, sans parler des cas où elle a mené les firmes à la faillite.

Même si, effectivement, on admet que les firmes ignorent systématiquement des opportunités de profit, une seconde ligne d'attaque de l'hypothèse de Porter porte sur l'habilité des pouvoirs publics à corriger une telle défaillance. En effet, il est généralement admis que les firmes sont mieux informées que les fonctionnaires sur les conditions de leur marché et donc, sur les opportunités de profit. Il est donc loin d'être évident qu'une RE puisse accroître systématiquement la performance des entreprises qui y sont soumises.

⁵ Par exemple, la RE, pour réduire les émissions de SO₂, oblige les centrales thermiques soit à utiliser du charbon à faible teneur en soufre, soit à se doter de systèmes de filtration des émissions.

Fondements possibles de l'hypothèse de Porter

La question centrale est de savoir s'il existe des gains de productivité rentables pour la firme qui ne seraient pas exploités sans RE. De plus, il est important de mettre en évidence les conditions nécessaires pour aboutir à un tel résultat, pour en évaluer le bien fondé, mais également pour mieux guider l'évaluation empirique. Suivant Palmer, Oates et Portney (1995), deux catégories d'effets stratégiques peuvent sous-tendre l'hypothèse de Porter: les effets stratégiques internes à la firme et les effets stratégiques de concurrence entre firmes.

Effets stratégiques intra-firme

Une première option pour justifier l'hypothèse de Porter est de supposer, à priori, que les firmes, ou plus précisément leurs gestionnaires, poursuivent d'autres objectifs que celui de la maximisation du profit. Kennedy (1994) examine l'impact d'une RE lorsque la direction de la firme est aversive au risque. Il montre que cette aversion aboutit à un sous-investissement dans des activités de R&D dont l'issue est aléatoire, dans la mesure où la direction va avoir tendance à accorder plus d'importance aux risques d'échec des activités d'innovation, qu'aux possibilités de succès.⁶ Kennedy démontre que, sous certaines conditions, la RE peut contrecarrer l'impact de l'aversion pour le risque, rapprochant ainsi la firme de la solution qui maximise l'espérance des profits. En d'autres termes, la RE peut avoir un coût attendu négatif. Soulignons toutefois que l'aversion pour le risque n'est pas une condition suffisante pour obtenir ces résultats. D'autres conditions assez spécifiques doivent également être respectées.⁷

Dans le même ordre d'idées, Aghion, Dewatripont et Rey (1997) développent un modèle où la firme est dirigée par un gestionnaire "conservateur". Le gestionnaire est dit conservateur dans la mesure où son objectif est de s'assurer de la survie de l'entreprise, tout en minimisant son niveau d'efforts. Or, l'introduction d'une nouvelle technologie requiert de sa part des efforts d'ajustements ou d'apprentissage. Cela implique donc que si les pressions concurrentielles (ou

⁶ Formellement, l'aversion pour le risque se traduit par le fait que les décisions sont prises en vue de maximiser la valeur attendue d'une fonction d'utilité concave du niveau de profit, plutôt que de maximiser le profit attendu.

encore la contrainte de survie) le lui permettent, le gestionnaire conservateur va avoir tendance à adopter les nouvelles technologies plus tard que si son objectif était de maximiser les profits de la firme. Bien que cet article n'examine pas directement l'impact d'une RE, le mécanisme mis en évidence peut s'adapter à notre problématique. En effet, Aghion *et al.* montrent que toute politique qui favorise la concurrence, par exemple les lois anti-monopole, en réduisant la marge de manœuvre du gestionnaire (*i.e.* en renforçant la contrainte de survie), va pousser le gestionnaire à adopter les nouvelles technologies plus rapidement et donc à se rapprocher de la solution de maximisation du profit. Par contre, les politiques qui relâchent la contrainte de survie, comme par exemple des subventions, diminuent l'incitation du gestionnaire à adopter rapidement les nouvelles technologies. L'impact d'une RE va donc dépendre de la manière dont celle-ci modifie les pressions concurrentielles auxquelles la firme est confrontée. Une éco-taxe sur les énergies polluantes, par exemple, pourrait augmenter l'intensité de la compétition dans le secteur de l'énergie en rendant les sources non-polluantes (vent, soleil, etc.) plus concurrentielles et ainsi favoriser l'adoption plus rapide de nouvelles technologies moins polluantes, mais également plus profitables. Par contre, une politique de subventions, pour favoriser l'adoption de nouvelles technologies plus propres, pourrait avoir l'effet opposé!

Plutôt que de renoncer à priori à l'hypothèse de maximisation des profits, les avancées théoriques récentes tentent de mettre en évidence les raisons internes à la firme qui peuvent contraindre ses choix. La théorie de la firme vise en effet à dépasser la vision traditionnelle de l'entreprise comme une boîte noire, en analysant les problèmes d'incitation et de coordination entre les agents en son sein (gestionnaires, employés, actionnaires). En d'autres termes, la firme n'est plus vue comme une entité homogène dont le seul objectif est la maximisation des profits, mais plutôt comme un ensemble complexe de relations entre des agents dont les objectifs ne coïncident pas nécessairement. Par analogie avec les notions traditionnelles de défaillance du marché ou du gouvernement, on parle de défaillances des organisations. Jusqu'à présent, l'apport majeur de cette théorie est de montrer que la structure de l'information au sein de la firme représente une contrainte qui peut avoir des conséquences significatives sur les décisions qui sont prises (et donc sur le profit). Ce problème peut être illustré dans le cadre simple d'une relation entre un principal (l'actionnaire de la firme) et un agent (le gestionnaire). Le principal utilise

⁷ Il faut notamment que la R&D engendrée par la RE augmente davantage les bénéfices associés aux bonnes réalisations des activités de R&D plutôt qu'aux mauvaises, contrecarrant ainsi l'impact de l'aversion pour le risque.

l'agent pour atteindre un objectif, par exemple maximiser le profit de la firme. Le problème est que l'objectif de l'agent ne coïncide pas parfaitement avec celui du principal. Le gestionnaire maximise, par exemple, une fonction d'utilité qui dépend de sa rémunération et du niveau d'effort qu'il doit fournir. De plus, le principal ne dispose pas de toutes les informations nécessaires pour exercer un contrôle parfait de l'agent. En d'autres termes, l'agent possède de l'information privée qu'il peut exploiter stratégiquement. Par exemple, le gestionnaire est seul à même d'apprécier la productivité d'une nouvelle technologie moins polluante. Le principal doit donc fournir à l'agent les incitations (*i.e.* une structure de rémunération) nécessaires pour lui faire révéler cette information ou encore lui faire prendre les bonnes décisions en regard de l'objectif du principal.

Bien qu'il n'existe encore que peu d'applications spécifiques à notre problématique, certains des résultats généraux de cette théorie peuvent fournir des voies d'explication prometteuses. Suivant Sinclair-Desgagné (1999), les résultats du modèle de Principal-Agent à tâches multiples de Holmstrom et Milgrom (1991) peuvent fournir une voie d'explication de l'hypothèse de Porter. Dans ce modèle, un gestionnaire doit effectuer différentes tâches dont les bénéfices relatifs pour le propriétaire de la firme sont difficiles à évaluer. De plus, la performance réelle du gestionnaire est une information privée. Lorsque le mode de rémunération du gestionnaire ne procure pas les bonnes incitations, l'implication de celui-ci dans certaines tâches va être sous-optimal. Supposons, par exemple, que le gestionnaire doive répartir son temps entre des activités de production et d'autres visant à réduire les risques de pollution. Si la rémunération du gestionnaire est basée uniquement sur la quantité produite, celui-ci va moins s'impliquer dans la gestion des risques, une tâche qui n'est pas rémunérée. Pourtant, une mauvaise gestion des risques peut s'avérer coûteuse pour le propriétaire de la firme. Une RE qui introduit des normes de sécurité ou étend la responsabilité des dommages au gestionnaire va obliger celui-ci à consacrer plus de temps à réduire les risques de pollution. En modifiant les incitations de l'agent, la RE le pousse donc vers une répartition de son temps qui est plus efficace pour la firme.

Évidemment, ce modèle n'explique pas pourquoi le propriétaire n'est pas à même de corriger par lui-même la structure incitative, alors que c'est dans son intérêt de le faire. De plus, on peut s'interroger sur la capacité de l'État à mettre en place une réglementation qui fournit les bonnes incitations. On s'attend en effet à ce que le propriétaire de la firme soit plus à même d'évaluer la répartition optimale des tâches que le régulateur!

Ambec et Barla (2001) développent un modèle de principal-agent avec renégociation pour formaliser l'idée que la RE peut bousculer l'inertie organisationnelle. Dans ce modèle, le gestionnaire de la firme (l'agent) dispose d'informations privées sur la productivité d'une nouvelle technologie issue d'un programme de R&D. Suivant Porter, il est supposé que plus la technologie est productive et moins elle pollue. Dans ce contexte, le principal doit offrir à l'agent une structure de rémunération qui favorise la révélation de l'information. En fait, il doit laisser à l'agent une "prime" (la rente informationnelle) dans le cas où celui-ci lui révèle que le résultat du programme de R&D est positif *i.e.* la nouvelle technologie est très productive. La RE a pour effet de réduire le montant de cette prime et donc d'augmenter la profitabilité du programme de R&D. La RE favorise donc les activités de R&D, augmentant ainsi la probabilité de trouver de nouvelles technologies plus productives et moins polluantes.

Sinclair-Desgagné (1999) suggère d'autres pistes, comme par exemple d'introduire les problèmes de coordination entre les agents. Ainsi, il conjecture que des problèmes de communications entre les agents au sein d'une firme puissent provoquer des erreurs systématiques et coûteuses pour la firme. Dans ce contexte, une RE peut être utile dans la mesure où elle requiert l'acquisition ou la production d'information. De même, l'auteur souligne le rôle joué par les habitudes qui créent des inerties pouvant être bousculées par une nouvelle RE. Comme on le voit, on se rapproche des arguments de départ de Porter et van der Linde. Ces voies de recherche sont cependant encore peu développées et doivent être davantage développées sur le plan formel. En effet, elles font appel à une théorie de la rationalité bornée dont on est encore loin de disposer.

Effets stratégiques inter-firmes

Les effets de débordement de la recherche et développement ou "*Spillovers*" apportent un certain crédit à l'hypothèse de Porter. Une firme qui fait de la R&D, diffuse fatalement une partie de l'information qu'elle acquiert de ses concurrents. Ces externalités positives ont des incidences sur le choix du niveau d'investissement en R&D. D'Aspremont et Jacquemin (1988) montrent qu'en présence de ces effets de débordement, les entreprises vont sous-investir dans la R&D. Par conséquent, une RE qui inciterait chaque firme à investir davantage dans la R&D pourrait

améliorer la situation de toutes les firmes. Toutefois, il n'est pas clair que cette forme de réglementation soit la mieux adaptée pour susciter des activités de R&D.⁸

Les arguments de Porter et van der Linde portent en partie sur la position concurrentielle d'une nation. Dans le cadre d'un modèle de commerce international, Simpson et Bradford (1996) examinent si un pays peut, en taxant les émissions polluantes des firmes domestiques, stimuler suffisamment les activités de R&D pour augmenter leurs profits. L'idée centrale est que la RE donne aux firmes domestiques un avantage stratégique, dans la mesure où cette réglementation les engage de manière crédible à poursuivre un programme de R&D agressif. Les firmes étrangères réagissent à ce programme agressif en réduisant leurs activités de R&D. Il est possible de construire des exemples où une RE stricte (*i.e.* une taxe sur les effluents dont le montant est supérieur au dommage marginal), en favorisant la R&D, réduit le coût des firmes domestiques relativement à ceux de leurs compétiteurs étrangers. Cet avantage concurrentiel peut aboutir à une augmentation du profit total des firmes domestiques. Ces exemples sont cependant l'exception plutôt que la norme, dans la mesure où ils requièrent des hypothèses très spécifiques notamment sur les formes fonctionnelles. D'autres recherches confirment la difficulté de trouver des situations où la RE augmente le profit d'une industrie à la suite d'effets stratégiques dans le contexte de compétition internationale (voir Ulph, 1997).

L'existence d'autres formes de complémentarité entre les entreprises peut également fournir une base théorique à l'hypothèse de Porter. Considérons par exemple la relation entre deux firmes A et B où A fournit à B un intrant qui, dans le cadre du processus de production de B, engendre une pollution. De plus, on suppose que, moyennant un certain investissement de la part de A, la productivité de l'intrant dans le processus de production de B puisse être améliorée, réduisant par le fait même la pollution. On peut dès lors penser que, dans la mesure où l'investissement génère un surplus (*i.e.* l'investissement est profitable), il va être réalisé. Toutefois, comme le montrent Grossman et Hart (1986), si l'investissement est irréversible et spécifique à la relation entre A et B, la possibilité d'un hold-up d'une partie du surplus de A par B

⁸ Ainsi par exemple, permettre aux firmes de coopérer dans les activités de R&D ou encore renforcer les mécanismes d'application des brevets pourrait être des moyens plus efficaces que d'imposer une taxe sur les émissions.

peut en empêcher la réalisation.⁹ La spécificité de l'investissement signifie que celui-ci n'a de valeur que dans la mesure où A vend à B (A n'a pas d'autres acheteurs qui valorisent la modification de l'intrant via l'investissement). Ceci crée donc *ex-post* une situation de monopole bilatéral, où la menace de ne pas commercer permet à B de s'approprier une partie du surplus, réduisant l'incitation de A à investir. Une RE comme une éco-taxe sur les émissions de B réduit les profits de B sans investissement (son point mort dans la négociation) et donc réduit ses possibilités d'appropriation d'une partie du surplus généré par l'investissement.¹⁰ Il est intéressant de noter que d'autres formes d'intervention par les autorités environnementales pourraient être envisagées dans ce contexte. Ainsi par exemple, des politiques de standardisation des processus de production, en diminuant la spécificité des investissements, pourraient limiter les possibilités de hold-up.

Évidences empiriques.

Comme on l'a vu précédemment, l'hypothèse de Porter prévoit que les RE génèrent des bénéfices privés qui souvent devraient excéder les coûts associés à s'y conformer. Ces bénéfices privés résultent essentiellement selon Porter d'accroissements de la productivité. Il est donc utile de revoir les études empiriques qui examinent l'impact des RE sur l'évolution de la productivité dans des industries polluantes.¹¹ Notons que l'analyse de l'impact de la RE sur la productivité précède l'article de Porter. L'objectif des études antérieures à Porter était de mesurer à quel point le ralentissement de la croissance de productivité observé dans de nombreux pays à partir des années soixante-dix pouvait être expliqué par le développement des politiques

⁹ On suppose également, qu'il est impossible pour A et B de signer un contrat qui prévoit toutes les contingences possibles.

¹⁰ Il faut noter que, si le problème du hold-up est complètement éliminé, B ne réalise aucun profit supplémentaire à la suite de cet investissement, dans la mesure où celui-ci est complètement approprié par A.

¹¹ D'autres approches sont possibles pour examiner la validité de l'hypothèse de Porter. Par exemple certaines études (Jaffe et Palmer, 1997) examinent l'impact de la RE sur les activités de R&D. Leurs résultats suggèrent un lien positif. Toutefois, les dépenses liées à l'environnement n'ont pas d'impact significatif sur le nombre de brevets déposés (une mesure de la productivité des activités de R&D). Il semble donc difficile de conclure, à partir de ces résultats, si l'augmentation des activités de R&D s'explique par une réaction à la Porter (révision du processus de production suite à la RE) ou simplement reflète une diversion de l'investissement destiné au départ à obtenir des gains de productivité vers des activités de R&D non-productives pour l'entreprise (i.e. R&D pour respecter les RE). À ce sujet, Gray et Shadbegian (1998) examinent l'impact des RE sur les décisions d'investissement dans l'industrie des pâtes et papiers aux États-Unis. Leurs résultats suggèrent une substitution entre les investissements de dépollution et les investissements productifs. En particulier, ils montrent que les papetières dont les coûts de dépollution sont élevés, investissent moins dans du capital productif.

environnementales. Christainsen et Havenan (1981) proposent un tour d'horizon de ces études plus anciennes. La conclusion presque unanime de ces recherches est que la RE est un des facteurs significatifs qui explique la baisse des taux de croissance de la productivité. L'importance de ce facteur dépend cependant du secteur considéré: comme on pouvait s'y attendre, les secteurs les plus réglementés sont ceux qui ont le plus souffert.

Dans le tableau 1, nous présentons les résultats de quelques études plus récentes. Comme on peut le constater, ces études vont le plus souvent à l'encontre de l'hypothèse de Porter. L'étude la plus dommageable pour Porter est celle de Gollop et Roberts (1983) parue dans le *Journal of Political Economy*. Elle estime que la RE est responsable d'une réduction de 0,59 point de pourcentage de la croissance productivité des centrales thermiques aux États-Unis. Vu la tendance générale, nous allons nous limiter ici à mettre en évidence les quelques résultats et études qui vont plutôt dans le sens de Porter.

L'étude de Berman et Bui (1998) est probablement celle qui semble le plus supporter l'hypothèse de Porter. Cette recherche examine l'impact des réglementations visant à réduire les émissions atmosphériques polluantes générées par les raffineries aux États-Unis durant la période 1979-1992. Plus spécifiquement, elle compare l'évolution de la productivité et des dépenses en capital de dépollution des raffineries dans la région de Los-Angeles ("South Coast Air Basin"), qui ont été soumises durant cette période à des RE locales très strictes, avec les raffineries dans le reste du pays soumises à des RE moins sévères. Les résultats montrent un lien positif entre l'importance des RE et les investissements en capital de dépollution. Toutefois, malgré (ou à cause de) ces investissements, les raffineries dans la région de L.A. ont connu un taux de croissance de productivité plus important que les raffineries dans le reste du pays. Sans nécessairement valider l'hypothèse de Porter¹², ces résultats suggèrent tout de même que les investissements en dépollution peuvent être productifs.

Barbera et McConnel (1990) décomposent en deux effets – direct et indirect - l'impact de la RE sur la croissance de la productivité dans certains secteurs polluants aux États-Unis. L'effet direct est simplement que la RE oblige la firme à se doter de nouveaux équipements. L'effet

¹² En effet, d'autres facteurs locaux que la RE peuvent expliquer la croissance de la productivité dans la région de L.A.).

indirect est l'impact de ces équipements sur la productivité du processus de production. Il se trouve que très souvent les deux effets sont négatifs. De plus, même si l'effet indirect est positif, celui-ci ne compense pas l'effet direct négatif. Une exception est l'industrie chimique durant la période 60-70 pour laquelle l'effet direct de $-0,034$ est compensé par un effet indirect de $+0,040$. C'est une exception qui semble cependant confirmer la règle de l'effet total négatif de la RE sur la croissance de la productivité.

Majumdar et Marcus (1998) examinent l'impact de la RE sur la productivité des producteurs d'électricité aux États-Unis. Ils décomposent la RE selon le type de polluant ou de nuisance (air, eau, déchets, bruit, esthétique). La RE est capturée dans la régression par la part des dépenses environnementales de la firme associée aux types de polluants ou de nuisances. Alors que la RE sur l'eau et l'air a un impact négatif sur la productivité, la RE sur les déchets a un impact positif. Pour les auteurs, ces résultats s'expliquent par des différences dans la nature des RE imposées. En effet, alors que la RE sur les rejets dans l'eau et l'atmosphère prend la forme de norme technologique (imposition de la "meilleure technologie disponible"), la RE sur les déchets fixe des objectifs environnementaux, mais laisse plus de flexibilité aux entreprises sur la manière d'y parvenir (par exemple, flexibilité dans le type de traitement des déchets, possibilité de déléguer la gestion des déchets à une autre entreprise). Ce type de RE est donc plus à même de susciter des innovations. De plus, ces RE sont du ressort des états, alors que les RE sur l'eau et l'air relèvent (en partie) du gouvernement fédéral. On peut donc penser que les états sont mieux à même de tenir compte des caractéristiques locales.

Ces résultats semblent démontrer l'importance de tenir compte de la nature de la RE. Comme le précise Porter, les RE de type incitatif sont les plus susceptibles d'avoir un impact positif sur la productivité. En effet c'est ce type de RE qui incite les firmes à innover, à collecter de l'information, à revoir leur processus de production et à identifier les pertes d'efficacité. Les études empiriques se doivent donc de différencier les "bonnes" et les "mauvaises" formes de la RE. C'est avec ce niveau de précision seulement que l'on pourra conclure empiriquement à un impact positif éventuel de la RE sur la productivité.¹³

¹³ Notons, comme on l'a vu dans la section 1 que l'on peut trouver des justifications théoriques à l'hypothèse de Porter où ce sont en fait des RE de type réglementaire qui sont le plus susceptible de favoriser la croissance de la productivité. Cela souligne l'importance de tester empiriquement l'impact des différentes formes de RE.

Notons que si effectivement le lien positif entre RE et productivité dépend du caractère incitatif de la RE, il n'est pas clair que les études empiriques puissent, à l'heure actuelle, effectivement tester ce lien. En effet, les études empiriques, même récentes, utilisent des données relativement anciennes. Or l'utilisation de RE de type incitatif est assez récente. Ce n'est peut-être que dans quelques années que l'on sera effectivement à même de tester la validité de l'hypothèse de Porter. Une exception est cependant l'étude de Smith et Sims (1985) qui examine l'impact d'une éco-taxe sur la productivité de brasseries au Canada durant la période 1971-1980. Les auteurs comparent la productivité dans deux usines qui sont soumises à cette taxe (taxe sur les rejets des eaux usées) avec deux usines qui n'y sont pas soumises. Leurs résultats vont à l'encontre de l'hypothèse de Porter: les usines réglementées ont connu un taux de croissance de la productivité nul alors que les usines non-réglementées ont connu une croissance positives.

Plus généralement, une limite importante de ces études est la difficulté de mesurer l'intensité de la RE. En effet, celle-ci est souvent mesurée indirectement à partir des dépenses en capital de dépollution.¹⁴ On peut effectivement penser qu'il existe un lien positif entre la RE et le capital de dépollution. Toutefois, selon l'hypothèse de Porter, les entreprises vont réagir aux RE en revoyant leur processus de production. Ceci peut donc se traduire par une augmentation des investissements sans que ceux-ci ne soient classés comme dépenses de dépollution. Or, ce sont plutôt ces types d'investissements qui devraient aboutir à des améliorations de la productivité à la Porter. Examiner les liens entre capital de dépollution et productivité est donc insuffisant pour tester l'hypothèse de Porter.

Outre les difficultés liées à la mesure de la RE, ces études de productivité présentent trois autres limitations importantes. Premièrement, les mesures de productivité ne tiennent pas vraiment compte des améliorations dans la qualité de la production. La RE peut donc engendrer des bénéfices privés si les consommateurs sont prêts à payer davantage pour des biens plus

¹⁴ Une exception est l'étude de Gallop et Robert où les auteurs construisent une mesure de l'intensité de la RE en comparant les normes d'émissions fixées par la RE, les émissions réelles et des estimations du niveau d'émissions, s'il n'y avait aucune contrainte environnementale.

respectueux de l'environnement.¹⁵ Deuxièmement, Porter et van der Linde précisent que l'impact de la RE est dynamique: il se peut qu'initialement la RE engendre des coûts, les bénéfices ne se matérialisant que plus tard. La plupart des études empiriques ne testent pas l'existence d'effets dynamiques. Troisièmement, les indicateurs de productivité utilisés ne donnent aucun "crédit" pour la diminution de la pollution, alors qu'une telle réduction doit être vue (et mesurée) comme une amélioration de l'efficacité du processus de production. Ces mesures risquent donc de sous-estimer systématiquement la productivité dans les industries qui ont fait des efforts de dépollution.

Sur ce dernier point, les résultats de deux études récentes laissent penser que la nature du lien entre productivité et réglementation n'est pas fondamentalement modifiée lorsque l'on corrige les mesures de productivité pour tenir compte explicitement des outputs indésirables. Avec de telles mesures, Hetemäki (1996) montre que la RE a un impact négatif sur la productivité dans l'industrie des pâtes et papiers en Finlande. Pour l'industrie des pâtes et papiers aux Etats-Unis, au cours de la période 1990-1992, Boyd et McClelland (1999) examinent la prévalence de situation où une unité de production serait à même de réduire à la fois la pollution, la quantité de ses intrants et d'augmenter ces outputs désirables (situation que les auteurs qualifient de "win-win"). Les résultats montrent que ces situations à la Porter sont plutôt rares.

Conclusions

L'hypothèse de Porter a, depuis quelques années, suscité beaucoup de polémiques. Parmi les économistes, cette hypothèse a été fortement critiquée dans la mesure où elle semblait remettre en cause l'un des fondements de l'économie néo-classique, à savoir l'hypothèse de maximisation des profits. Toutefois, les avancées théoriques récentes, notamment de la théorie de la firme, montrent que l'on peut, sans abandonner l'hypothèse de rationalité des agents économiques, expliquer des déviations par rapport à la solution traditionnelle de maximisation des profits. Même si les bases théoriques de l'hypothèse de Porter sont encore fragmentaires, les pistes

¹⁵ Les politiques d'achat vert des pouvoirs publics représente un exemple de ce type de comportement. Dans le cadre de ces programmes, les pouvoirs publics sont prêts à payer davantage (par exemple une marge préférentielle de 10%) pour acheter des biens qui sont plus respectueux de l'environnement (voir EPA, 2001).

proposées fournissent des indications qui devraient être utiles pour guider des études empiriques futures.

Tout d'abord, si ce sont des problèmes de coordination et d'incitation au sein des firmes qui sont à la base de l'hypothèse de Porter, on devrait s'attendre à ce que les politiques environnementales qui touchent les grandes entreprises soient plus susceptibles d'engendrer des bénéfices privés. De plus, l'existence d'activités de R&D à l'intérieur de la firme peut également être un facteur qui favorise l'existence d'un lien positif entre productivité et RE. L'intensité de la concurrence semble également être un élément qui doit être pris en compte. Les industries moins compétitives devraient être plus susceptibles de se conformer à l'hypothèse de Porter.

Selon Porter et van der Linde, les réglementations de type incitatif sont mieux à même d'engendrer des bénéfices privés pour les pollueurs. Notre revue de la littérature montre que d'autres aspects de la RE peuvent être importants comme par exemple : dans quelle mesure une RE affecte-t-elle directement la relation entre les gestionnaires et les propriétaires d'une firme ? Quels sont ses impacts sur l'intensité de la concurrence ? La RE modifie-t-elle la structure de l'information ? Finalement, si les problèmes d'investissements spécifiques sont importants, cela implique que l'hypothèse de Porter doit être évaluée sur l'ensemble d'un processus de production, plutôt qu'au niveau d'une industrie qui ne représente qu'un stade particulier de la production.

Les études empiriques réalisées jusqu'à présent ne poussent pas l'analyse à un niveau de détail qui permettent de tester les points mentionnés ci-dessus. Toutefois, l'essentiel de ces études semble pointer vers un lien plutôt négatif entre le taux de croissance de la productivité et la RE. Même si l'on utilise des mesures de productivité "corrigées" pour tenir compte des outputs indésirables, il semble que le lien reste négatif. Il est probablement encore trop tôt pour conclure définitivement que l'hypothèse de Porter n'est pas vérifiée. En effet, certaines études obtiennent des résultats conformes à cette hypothèse. Les développements théoriques récents vont permettre de raffiner davantage l'analyse empirique. De plus, l'utilisation de plus en plus répandue d'instruments économiques pour atteindre des objectifs environnementaux va peut être changer la nature du lien entre RE et productivité. Il reste cependant que les résultats des études empiriques laissent penser que, soit l'hypothèse de Porter ne se vérifie que dans des situations spécifiques, soit les effets positifs de la RE sont diffus et difficiles à discerner. La validation (ou

l'invalidation) empirique de cette hypothèse risque donc d'être difficile, particulièrement étant donné le manque de données précises et désagrégées.

Tableau 1: Études empiriques testant l'impact de la RE sur la productivité

Etude	Données	Type de RE	Mesure de la RE	Résultats
Gallop et Robert (1983)	59 centrales thermiques aux E.U. de 1973 à 1979.	Réduction des rejets polluants dans l'air (SO ₂).	Intensité de la réduction des émissions de SO ₂	Réduit la croissance de la productivité de 0,59 point en pourcentage.
Smith et Sims (1983)	4 brasseries canadiennes de 1971 à 1980	Éco-taxe sur les émissions de rejets avec une DBO	Deux usines étaient soumises à l'éco-taxe, les deux autres ne l'étaient pas.	Les usines soumises à l'éco-taxe ont une croissance de productivité plus faible.
Gray (1987)	Secteur manufacturier aux E.U. de 1958 à 1978.	- Réduction des rejets polluants. - Normes de santé et sécurité au travail.	- Coût d'achat et d'opération associé à la baisse de la pollution. - Effort d'application des normes de santé et sécurité au travail.	- Réduit la croissance de la productivité de 0,44 point en pourcentage. - L'effet de la réglementation sur la santé et la sécurité est relativement plus fort.
Barbera et McConnel (1990)	5 secteurs industriels polluants aux E.U. de 1960 à 1980.	Réduction des rejets polluants.	- Coût d'achat du "capital d'abattement" (effet direct). - Estimation de l'impact du capital d'abattement sur le processus de production (effet indirect).	- Réduit de la croissance de la productivité de 0,184 à 0,077 point en pourcentage. - Effet indirect parfois positif mais ne compense pas l'effet direct négatif en général.
Jorgenson et Wilcoxon (1990)	Simulations de l'économie des E.U. divisée en 35 secteurs de 1947 à 1985.	Réduction des rejets polluants.	Simulation de l'économie des Etats-Unis sans RE	- Réduit la croissance de la productivité de 0,191 point en pourcentage. - La RE qui a eu le plus d'impact sur la productivité est celle sur les émissions des véhicules automobiles.
Dufour, Lanoie et Patry. (1995)	Secteur manufacturier Québécois de 1985 à 1988.	- Réduction des rejets polluants. - Normes de santé et sécurité au travail.	- Coût d'achat d'équipements de réduction de la pollution. - 5 mesures de l'effort d'application des normes de santé et sécurité	- La réduction de la pollution a un effet négatif sur la croissance de la productivité. - 2 des 5 mesures de réglementation sur la santé et la sécurité ont des effets positifs sur la croissance de la productivité .
Majumdar et Marcus (1998)	150 producteurs d'électricité aux Etats Unis en 1990.	- Réduction de rejets polluants. - Traitement des déchets. - Réduction des nuisances esthétiques et acoustiques.	Part des dépenses environnementales liées aux différents types de pollution (air, eau, déchets, esthétique, acoustique).	- Les dépenses environnementales liées à la pollution de l'air et de l'eau ont un impact négatif sur la productivité. - Les dépenses liées au traitement des déchets ont un fort impact positif.
Berman et Bui (1998)	Raffineries aux États-Unis de 1979-1991.	- Réduction des émissions de polluants dans l'air.	Nombre de réglementations et investissements dans le capital de dépollution.	- Les RE augmentent les investissements en capital de dépollution - Les raffineries qui ont été le plus réglementées (dans la région de L.A.) ont connu une croissance de productivité plus importante.

Bibliographie

Aghion P., M. Dewatripont et P. Rey (1997), "Corporate governance, competition policy and industrial policy", *European Economic Review*, 41, 797-805.

Ambec S. et P. Barla (2001), "A theoretical foundation of the Porter hypothesis", mimeo., Université Laval.

Barbera, Anthony J. et Virginia D. McConnel (1990), "The Impact of Environmental Regulations on Industry Productivity : Direct and Indirect Effects", *Journal of Environmental Economics and Management* 18, 50-65.

Berman, Eli and Linda T.M. Bui (1998), "Environmental Regulation and Productivity: Evidence from Oil Refineries", NBER Working Paper Series, 34 p.

Boyd, Gale et John D. McClelland (1999), "The Impact of Environmental Constraints on Productivity Improvement in Integrated Paper Plants", *Journal of Environmental Economics and Management*, 38, 121-142.

Cadot, Olivier et Bernard Sinclair-Desgagné (1995), "Environmental Standards and Industrial Policy", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 29, pp 228-237.

Christansen, Gregory B. et Robert H. Haveman (1981), "The Contribution of Environmental Regulation to the Slowdown of Productivity Growth," *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 8, pp 381-390.

D'Aspremont, Claude et Alexis Jacquemin (1988) "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers," *American Economic Review*, vol. 78, n° 5, pp 1133-1137.

Dufour, Charles, Paul Lanoie et Michel Patry (1995), "Regulation and Productivity in the Quebec Manufacturing Sector," cahier de recherche CIRANO n° 95s-12, Montréal, Canada.

Gollop, Frank M. et Mark J. Roberts (1983), "Environmental Regulation and Productivity Growth: The Case of Fossil- fueled Electric Power Generation," *Journal of Political Economy*, vol. 91, n° 4, pp 654-674.

Gray, Wayne B. (1987), "The Cost of Regulation: OSHA, EPA and the Productivity Slowdown," *American Economic Review*, vol. 77, n° 5, pp 998-1006.

Grossman S. et O. Hart (1986), "Cost and Benefits of Ownership : A Theory of Lateral and Vertical Integration", *Journal of Political Economy*, 94, 691-719.

Hetemäki, Lauri (1996), *Essays on the Impact of Pollution Control on a Firm: A Distance Function Approach*, Helsinki Research Centre, Finnish Forest Research Institute, Research papers 609.

Holmström, Bengt et Paul Milgrom (1991), "Multi-Task Principal-Agent Analysis: Incentive Contract, Asset Ownership and Job Design," *Journal of Law, Economics and Organization*, 7, 24-52.

Jaffe, Adam B. et Karen Palmer (1997), "Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study," *Review of Economics and Statistics*, vol. 79, n° 4, pp 610-619.

Jaffe, Adam B., Steven R. Peterson, Paul R. Portney et Robert N. Stavins (1995), "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us ?" *Journal of Economic Literature*, 33, 132-163.

Jorgenson, Dale W. et Peter J. Wilcoxon (1990), "Environmental Regulation and U.S. Economic Growth," *RAND Journal of Economics*, Vol. 21, n° 2, pp 314-340.

Kennedy, Peter (1994), "Innovation stochastique et coût de la réglementation environnementale," *L'Actualité économique*, vol. 70, n°2, pp 199-209.

Lanoie, Paul, et Georges A. Tanguay (1998), "Dix exemples de rentabilité financière liés à une saine gestion environnementale," cahier de recherche CIRANO n° 98s-05, Montréal, Canada.

Majumdar, Sunit K. et Alfred A. Marcus (1998), "Do Environmental Regulations Retard Productivity ? Evidence from U.S. Electric Utilities", working paper, University of Michigan, Business School et University of Minnesota, Carlson Scholl of Management.

Palmer, Kurt, Wallace E. Oates et Paul Portney (1995), "Tightening Environmental Standards: The benefit-Cost or the No-Cost Paradigm," *Journal of Economic Perspectives*, 9, 119-131.

Porter, Michael (1991), "American's Green Strategy", *Scientific American*, 264, 168.

Porter, Michael E. et Claas van der Linde (1995), "Towards a New Conception of the Environmental- Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, 9, 97-118.

Repetto, Roberts, Dale Rothman, Paul Faeth et Duncan Austin (1996), *Has Environmental Protection Really Reduced Productivity Growth?*, World Resources Institute.

Rey Patrick et Bernard Salanie (1996), "On the Value of Commitment with Asymmetric Information", *Econometrica*, 64(6), 1395-1414.

Simpson David et Robert L. Bradford (1996), "Taxing Variable Cost: Environmental Regulation as Industrial Policy," *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(3), 282-300.

Sinclair-Desgagné, Bernard (1999), "Remarks on Environmental Regulation, Firm Behavior and Innovation", *cahier de recherche CIRANO n° 99s-20*, Montréal, Canada.

Smith, J.B. et W.A. Sims (1985), « The Impact of Pollution Charges on Productivity Growth in Canadian Brewing », *Rand Journal of Economic*, vol. 16, no 3, 410-423.

Ulph Alistair (1997), "International Environmental Regulation When National Governments Act Strategically", éditeurs: Braden J et S. Proost, *The economic theory of environmental policy in a federal system*, p 66-96.