

Université Grenoble II – Pierre Mendès-France
ECOLE DOCTORALE Sciences Economiques

Doctorat d'économie appliquée

Jérôme SAULNIER

Instruments de régulation pour la gestion qualitative de la ressource en eau. Quelle place pour les permis d'émission négociables en Europe ?

Une application au bassin rhénan.

Soutenance : 1 septembre 2007.

Résumé et Curriculum vitae.

Jury :

Jean-Charles HOURCADE, Directeur de recherche CNRS, Directeur du CIRED, EHESS, Nogent sur Marne, rapporteur

Alban THOMAS, Directeur de recherche INRA, UMR LERNA Université Toulouse 1, rapporteur

David ZILBERMAN, Professeur des universités, Université de Californie à Berkeley, Department of Agricultural & Resource Economics, rapporteur

Sylviane GASTALDO, Directrice de l'ENSAE, Paris, suffragante

Patrick CRIQUI, Directeur de recherche CNRS, UMR LEPII, Université Pierre Mendès France, Grenoble2, suffragant et président du jury

Amédée MOLLARD, Directeur de recherche INRA, UMR GAEL, Université Pierre Mendès France, Grenoble2, directeur de thèse

Objectif et hypothèses.

Les permis négociables sont des mécanismes de gestion qui recourent à la création de marchés sur lesquels s'échangent des permis, ceux-ci représentant des droits d'usage, sans qu'il y ait transfert de la propriété de l'objet, ou de la terre, qui constitue le support matériel de ces usages. Un permis représente donc l'autorisation d'émettre la quantité déterminée d'une substance précise. Ainsi dans les applications de systèmes de permis négociables aux Etats-Unis, pour émettre une autre substance ou effectuer un prélèvement de la ressource considérée, les détenteurs de permis sont obligés d'introduire de nouvelles demandes auprès du régulateur. Au plan international, c'est surtout lors de la conférence de Kyoto sur le changement climatique en décembre 1997 que les permis d'émission négociables ont été mis sur le devant de la scène. Soutenus par les États-Unis, ils sont alors apparus comme une alternative efficace face au système d'écotaxe lourdement pénalisant proposé par les Européens. L'opposition et les réticences européennes se sont depuis largement dissipées et l'existence d'une réserve européenne que certains ont qualifiée d'éthique à échanger des permis d'émission a été reléguée au second plan.

En ce qui concerne la gestion qualitative de la ressource en eau, le débat est loin d'être aussi avancé. Il semble même que, pour certains en Europe, il n'y ait aucun salut en dehors des taxes et surtout des instruments traditionnels comme les règlements et les normes. Pourtant, comme l'a souligné Hahn (1989) : *"ce n'est pas en choisissant de façon dogmatique et idéologique un instrument, mais plutôt en analysant les possibilités de régulation disponibles que l'analyse économique et les décideurs contribueront le plus efficacement à la protection de l'environnement"*. Même si pour l'instant une telle perspective n'est pas envisagée en Europe, l'OCDE (2004) souligne que l'application des permis négociables à la gestion qualitative de la ressource en eau en dehors des États-Unis devrait être considérée avec plus d'intérêt. En effet, d'un point de vue économique, dans des sociétés aux ressources limitées, les gouvernements devraient chercher à minimiser autant que faire se peut le coût du respect des objectifs de qualité environnementale. La balance devrait alors pencher favorablement du côté

d'instruments qui permettent d'obtenir les résultats souhaités au moindre coût possible comme les permis d'émission négociables.

Toutefois certains soutiennent que les propriétés théoriques générales d'efficacité économique d'un instrument ne suffisent pas à asseoir son efficacité pratique lorsque cet instrument est plongé dans un contexte institutionnel, social, et économique particulier. Selon Cros (1998, p.12) : *"les modes de coordination en vigueur bénéficient de l'inertie de l'acquis et du connu, des avantages de coordination que procurent les routines dans les manières de faire"*. En particulier lorsque les styles nationaux de politiques d'environnement se sont bâtis sur le couple approche réglementaire et mécanismes financiers, comme c'est le cas en Europe, il pourrait ne pas y avoir beaucoup de place laissée aux permis négociables si les autorités veulent éviter des réformes en profondeur de leurs dispositifs de régulation. Tout au plus, l'approche serait réservée à des problèmes nouveaux nécessitant l'élaboration d'un cadre administratif spécifique à cette fin, comme ce fut le cas avec le protocole de Kyoto.

D'autres, dans une approche plus pragmatique, considèrent que, s'il n'est pas utile de bouleverser un dispositif qui fonctionne de façon satisfaisante aux yeux des principaux protagonistes, il est toutefois possible d'envisager de le moderniser pour en améliorer l'efficacité économique. Cela peut conduire à adopter une approche graduelle avec une introduction progressive des composants des systèmes de permis négociables. Tout en évitant le coût d'une réforme radicale, cette approche offre aux participants une première occasion de se familiariser avec les implications d'un tel instrument. C'est d'ailleurs ainsi que le "programme d'échange d'émissions" a été progressivement introduit aux États-Unis à la fin des années 1970. Une telle approche incite néanmoins à la prudence car elle peut amener à une dénaturation de l'instrument et à une perte d'efficacité, accroissant ainsi de façon perverse l'opposition à son égard.

Enfin, certains, en analysant de façon empirique les systèmes existants et en revenant sur l'historique de leur mise en œuvre, considèrent en revanche que le cadre institutionnel américain ne se prêtait pas initialement beaucoup plus à l'introduction de systèmes de permis négociables que le cadre européen ou que tout autre cadre institutionnel. Le cadre américain a d'ailleurs dû être revu et adapté progressivement pour permettre l'émergence de systèmes complets de permis. Ces auteurs font en outre

remarquer que les réticences et les inerties étaient au moins aussi fortes lors de l'introduction des systèmes aux États-Unis. Ils concluent en expliquant que l'adoption des permis négociables a avant tout été favorisée par le fait que le coût du changement organisationnel résultant de la mise en œuvre des permis négociables a été nettement inférieur aux gains d'efficacité économiques procurés par ailleurs, justifiant ainsi pleinement le recours à cette approche.

L'objectif de cette thèse est donc d'étudier l'efficacité et l'applicabilité de systèmes de permis d'émission négociables pour la gestion qualitative de la ressource en eau. Plus spécifiquement nous essayons de comprendre s'ils peuvent constituer une alternative efficace aux instruments existants ou s'il faut plutôt les envisager comme un complément. Cela nous amène à nous intéresser aux propriétés de l'approche par les permis en théorie et dans la réalité et à comparer dans ce cadre les avantages respectifs de chaque instrument. C'est pourquoi l'étude des choix d'instruments de politique environnementale sera utilisée comme fil directeur tout au long de ce travail. S'agissant de juger des réalités, l'efficacité d'un instrument de politique environnementale ne peut toutefois être appréhendée que par la prise en compte du contexte empirique de déploiement de ce dernier. La comparaison des différents instruments visant à réduire les rejets d'émissions azotées dans les eaux de surface dans le même contexte - celui du bassin rhénan - devrait alors éclairer sur l'intérêt et l'applicabilité des permis négociables.

Nous avons choisi de considérer un régulateur dont l'action est orientée par l'intérêt général dont il se veut le garant. Nous ne considérons donc pas qu'il ait un quelconque intérêt personnel dans la prise de certaines décisions. Il doit s'assurer que les cours d'eau du bassin sous sa responsabilité sont utilisés d'une manière consistante avec l'intérêt public au sens large et il est avant tout envisagé comme un agent rationnel. Nous supposons qu'il a le pouvoir de déterminer les paramètres de politique environnementale et qu'il est chargé du contrôle et des poursuites en cas de fraudes. Cela se traduit par la recherche et la mise en œuvre d'un système de régulation qui soit le plus efficace possible d'un point de vue économique et environnemental. Toutefois, nous estimons que l'action du régulateur s'inscrit dans un cadre légal général qui s'impose à lui et sur lequel il n'a pas ou peu d'emprise. Par conséquent les décisions du

régulateur sont contraintes par cet environnement et celui-ci est confronté aux obligations légales sur les normes de qualité des eaux pour le bassin dont il a la charge.

En outre, nous nous plaçons dans une situation d'information imparfaite où il le régulateur n'est pas en mesure d'évaluer la courbe de bénéfice de réduction des émissions avec précision. De plus, les sources d'émissions sont seules à disposer de l'information sur leurs coûts d'épuration et leurs actions ne sont pas toujours observables par le régulateur. Le rapport de ce dernier avec les sources est donc caractérisé par la sélection adverse et l'aléa moral. Nous nous intéressons donc à des approches de second rang qui abandonnent l'idée de régulation à l'optimum pour passer à celle de régulation au moindre coût. Les modèles et les analyses menées réfèrent aux composés azotés et reste donc limitée à des substances dont seule l'exposition à long terme est dangereuse. Toutefois les composés azotés sont des substances non uniformément réparties, pour lesquelles la localisation et la concentration de sources d'émissions sur un territoire donné sont problématiques.

Nous distinguons à la fois des sources ponctuelles et diffuses dont le nombre, l'activité et les techniques de production peuvent évoluer dans le temps et dont les capacités cognitives des agents ne sont plus infinies. Chacune est vue comme une source indépendante qui lorsqu'elle choisit les mesures d'épuration qu'elle va adopter, commence par appliquer celles qui sont les moins coûteuses. Les sources n'ont donc recours aux techniques les plus coûteuses que lorsqu'elles doivent procéder à des réductions supplémentaires. Chaque source est confrontée au choix de la combinaison de techniques qu'elle va employer étant donnée la quantité d'émission qu'elle envisage de réduire. Plus précisément, à la source des émissions, nous distinguons entre trois grands types de source à savoir les fermes agricoles, industrielles et les communes avec les rejets des eaux usées de leur population.

Nous privilégions une situation d'équilibre partiel où les autres marchés sont à l'équilibre. Les interactions avec d'autres politiques et la question de l'utilisation optimale des produits éventuels de la politique environnementale ne sont donc pas abordées. De même les complications de régulation et de choix des instruments liés aux questions de concurrence imparfaite sur le marché des biens et des services font déjà l'objet d'une littérature abondante. La présentation de ces travaux dépasse notre propos

dans le cadre de cette thèse et ces questions ont donc été reléguées au second plan tout au long de ce travail. Nous considérons néanmoins que les politiques environnementales doivent donc se conformer à plusieurs principes généraux du droit international de l'environnement tels que le principe pollueur-payeur.

Enfin, les données utilisées tout au long de ce travail sont issues de la base de données "Tradable_Rhine" que nous avons constituée à partir des différentes sources d'information existantes sur le Rhin, sur les régions du bassin et sur les sources à l'origine des émissions azotées. La base complète se compose de quatre modules qui correspondent à la progression dans la modélisation, de la constitution du fichier contenant les données de base jusqu'à la simulation des effets économiques et écologiques des différents instruments de régulations envisagés. Le premier module "DataRhine", contient pour chacune des 15 régions du bassin rhénan un ensemble de 28 indicateurs de base pour la période 1974-1999. Le fichier a été constitué à partir des différentes sources d'information existantes sur le Rhin, sur les régions du bassin et sur les sources à l'origine des émissions azotées.

Retour sur l'analyse développée.

La recherche s'est déclinée en deux temps qui retracent le cheminement qui a été suivi dans la réflexion. Dans la première partie, les permis négociables ont été analysés dans le cadre théorique du modèle de régulation. Puis leur applicabilité et les problèmes liés à leur mise en œuvre en considérant les contraintes générales qui pèsent sur l'organisation de la gestion de la ressource en eau ont été évalués.

Dans le chapitre 1, sur la base du modèle économique théorique de régulation environnementale, nous sommes revenus sur la capacité des différents instruments à répondre au problème de rejets excessifs d'une substance dans un cours d'eau. Tout d'abord, dans une situation théorique de concurrence et d'information parfaites l'analyse montre que la norme individualisée, la taxe et les permis négociables sont des solutions efficaces du point de vue économique aussi bien qu'environnemental. A l'inverse, la

propriété de moindre coût de réduction des émissions n'est pas vérifiée pour la norme uniforme. Toutefois, en situation d'incertitude, la régulation par les quantités et les systèmes combinant plusieurs instruments offrent plus de sécurité en réduisant le risque pour l'environnement. L'abandon des hypothèses de convexité et d'information parfaite, implique en outre que l'idée de normes individualisées efficaces, qui demande que le régulateur obtienne de l'information sur chaque source, devient peu réaliste. Enfin lorsque les sources doivent payer pour leurs rejets résiduels, la taxe et les permis négociables, présentent un avantage supplémentaire important qui est de favoriser la diffusion et l'adoption de nouvelles techniques. Néanmoins dans la pratique, il faut souligner que, lorsque l'ensemble des paramètres qui concourent au choix d'un instrument est considéré, les résultats fournis ne permettent pas de désigner un instrument de régulation particulier comme étant plus approprié que les autres pour atteindre un objectif environnemental donné.

Dans le chapitre 2 nous avons rendu compte de la façon dont le système de régulation va s'organiser en pratique et évalue la capacité des instruments à s'adapter et à assurer une régulation efficace dans ce cadre. Pour cela, un modèle qui intègre les recommandations légales existantes dans le cadre de la gestion qualitative de la ressource en eau en Europe est proposé. Dans ce modèle, les objectifs environnementaux s'organisent alors autour d'un double niveau, entre, d'une part, le respect des valeurs maximales autorisées, et, d'autre part, un objectif additionnel avec comme perspective une amélioration supplémentaire de la qualité environnementale. Les sources diffuses et les sources ponctuelles sont intégrées, les premières étant considérées dans leur ensemble au niveau régional. Le résultat est que le respect des contraintes de régulation implique alors la combinaison d'instruments réglementaires tels que des plafonds d'émission individualisés, et d'instruments économiques. Les évaluations indiquent notamment que des systèmes de taxe-subsidation et les permis négociables sont les plus efficaces et les mieux à même de venir compléter le dispositif de plafond. L'analyse des systèmes existants dans le cadre de la gestion qualitative de la ressource en eau indique d'ailleurs que cette intuition théorique se retrouve bien dans la pratique. Loin de remplacer complètement les approches existantes en terme de régulation, l'emploi de taxe-subsidation et de permis négociables vient en réalité toujours compléter et surtout flexibiliser les systèmes existants. Cependant, nous avons constaté que l'intégration des instruments dans le cadre réglementaire et les résultats

obtenus en terme d'efficacité sont rarement conformes aux prescriptions et aux prédictions théoriques.

Dans la seconde partie, nous avons considéré les instruments en prenant désormais en compte le contexte empirique de leur déploiement. Des enseignements relatifs à l'efficacité comparée de l'approche réglementaire actuelle avec le développement de la taxe-subvention et l'introduction d'un système de permis négociables sont tirés de l'analyse réalisée.

Dans le chapitre 3, nous commençons par présenter en détail le contexte de déploiement des instruments qui va servir de cadre d'analyse empirique à notre réflexion, à savoir celui de la régulation des émissions azotées dans le bassin rhénan. Le bassin est donc d'abord décrit du point de vue de ces caractéristiques principales et de la répartition des responsabilités administrative en matière de protection de l'environnement. Nous avons ainsi constaté qu'un cadre de régulation relativement développé au niveau régional était désormais en place sous l'autorité de la CIPR. De plus, suite à plusieurs décennies de dégradation de la qualité des eaux dans le bassin, plusieurs programmes de restauration d'inspiration avant tout réglementaire ont été lancés. Le problème pour les substances azotées, est que les objectifs initiaux ne sont toujours pas atteints. Cela nous a amené à nous intéresser plus en détails aux trois principaux secteurs d'activité à la source des rejets, à savoir les centres urbains, l'industrie et l'agriculture. Ceux-ci sont notamment analysés sur une du point de vue de leur activité et de leur évolution en terme de production et de techniques d'épuration utilisées. Le constat est que si les investissements réalisés dans le traitement des eaux usées ont bien permis de réduire les émissions communales, la diffusion des techniques les plus performantes s'est toutefois opérée dans une proportion encore moindre en comparaison de ce qui a été réalisé dans l'industrie. L'agriculture, quant à elle, même si une baisse des émissions s'est amorcée, représente désormais la source principale de rejets azotés dans les eaux du bassin. Ce relatif échec pose la question des limites de l'approche actuelle et de l'apport éventuel du recours plus important aux instruments économiques.

Enfin, dans le chapitre 4, nous achevons l'analyse par la simulation de l'application des différents instruments dans le cadre empirique de la politique menée dans le bassin rhénan pour la réduction des émissions azotées. Dans un premier temps, la pertinence

les objectifs environnementaux formulés par la CIPR est d'abord discutée. Le fonctionnement et l'organisation hiérarchique au sein du système de régulation sont ensuite analysés. Cela nous conduit, sur la base du modèle que nous avons présenté dans le chapitre 2, à formaliser le modèle d'évaluation des instruments pour le bassin rhénan. Les fonctions d'émissions sont obtenues à l'aide d'un modèle hydrologique. Les courbes de coût marginal d'épuration pour les sources sont estimées à partir des résultats d'un modèle d'optimisation. Dans un second temps nous présentons les simulations effectuées puis nous analysons les résultats obtenus en terme d'efficacité économique et environnementale. Nous montrons que des économies substantielles, pouvant théoriquement aller jusqu'à 40%, auraient pu être réalisées si la CIPR avait privilégié pris en compte les différences dans les coûts d'épuration entre les secteurs d'émission. De ce point de vue, nous mettons en avant l'intérêt des permis d'émission négociables comme instrument de régulation efficace. Toutefois l'intégration dans le cadre de régulation existant et les coûts associés conduisent à des gains d'efficacité sensiblement moindres de l'ordre de 28%. En outre, des résultats relativement proches pourraient être obtenus avec un système de taxe-subsidation. Cet instrument étant déjà employé de manière limitée dans le bassin rhénan, sa généralisation nous paraît donc plus à même, aujourd'hui, de faire l'objet d'un consensus par rapport à la mise en œuvre d'un système de permis complètement nouveau et qui n'apporterait pas de bénéfices supplémentaires importants.

Résultats principaux.

Le premier résultat est qu'effectivement, lorsque l'on se place dans le cadre théorique du modèle de régulation à l'optimum, les permis négociables se révèlent être un instrument de politique intéressant et qui présente de nombreuses qualités. En laissant aux sources le soin de décider quelle est la meilleure façon pour elles de répondre à la contrainte fixée par le régulateur, ils permettent une économie de coût par rapport à l'approche traditionnelle de réglementation par la norme. Ils ne transigent en outre pas sur la qualité environnementale, le niveau d'émission étant déterminé à l'avance par l'autorité de régulation environnementale. A la différence de la norme

uniforme, ils permettent donc de respecter l'objectif environnemental en minimisant les coûts de réduction des émissions. A la différence d'une taxe ou de normes individualisées, qui permettent aussi une solution efficace en théorie, ils demandent en pratique moins d'informations pour pouvoir être mis en œuvre. Comme la norme, ils donnent en outre toujours un contrôle sur les quantités et réduisent donc le risque pour l'environnement. Toutefois lorsque le cadre strict du modèle théorique est abandonné, et que l'ensemble des critères de sélection qui se dégagent est considéré, le choix entre les instruments devient impossible sans le recours à des hypothèses supplémentaires sur le comportement du régulateur et des sources. L'étude du modèle de régulation et des formes empiriques de régulation devient nécessaire car elles seules permettent de juger avec plus de pertinence de l'opportunité de recourir préférentiellement à certains instruments.

Cela nous amène au second résultat de ce travail, à savoir la formalisation d'un modèle de régulation pratique qui prenne en compte des contraintes légales qui s'appliquent dans la réalité en terme de gestion qualitative de la ressource en eau. Celui-ci s'organise autour de deux niveaux progressifs qui ne requièrent pas la même réponse de la part du régulateur. D'une part, tant que les valeurs maximales autorisées ne sont pas respectées, un objectif annuel contraignant d'un point de vue légal est imposé au niveau de chaque source. Les sources ponctuelles sont considérées de manière individuelle. Les sources diffuses sont assimilées à une source ponctuelle par regroupement au niveau de chaque région du bassin. D'autre part, une fois que les valeurs maximales sont respectées, un régulateur qui cherche à assurer une régulation qui soit la plus efficace d'un point de vue économique, va fixer un objectif supplémentaire de réduction des émissions pour l'ensemble du bassin. Dans ce cadre d'analyse, le choix entre les instruments fait alors apparaître que loin de se concurrencer, les instruments de régulation existants vont plutôt devoir être utilisés en combinaison pour garantir à la fois une certaine efficacité environnementale et économique. Plus spécifiquement, l'imposition de plafonds d'émission tant que les objectifs correspondant aux valeurs maximales autorisées ne sont pas respectés, combiné à un système de permis, ou de taxe-subsidation, apparaissent comme les compromis les plus efficaces et les plus vraisemblables en terme d'acceptabilité.

Le troisième résultat, concerne alors plus spécifiquement les modalités d'introduction d'un instrument dans le cadre institutionnel existant. Si la combinaison d'instruments de type réglementaire et d'instruments de type économique apparaît comme la plus à même de répondre aux exigences de la régulation, le problème est que des logiques administratives ne peuvent plus être privilégiées lorsque l'objectif devrait être de chercher à réguler de manière efficace. En d'autres termes, l'intégration des instruments économiques dans le cadre réglementaire qui préexiste la plupart du temps ne doit pas se faire au détriment de l'efficacité des seconds lorsque précisément c'est cette efficacité qui est recherchée. En pratique lorsque c'est le cas, cela conduit à la dénaturation des instruments et participe à décrédibiliser l'approche. C'est particulièrement vrai dans le cas de la gestion de la ressource en eau avec les systèmes de taxe-subsidation en Europe avant tout perçus comme une source de financement et avec les systèmes de permis aux États-Unis dont la plupart sont un simple prolongement du cadre réglementaire existant. De ce point de vue, l'approche graduelle, si elle évite le coût d'une réforme radicale et permet aux agents de se familiariser avec les mécanismes sous-jacents des instruments économiques, se traduit par la réduction du potentiel d'efficacité de ces instruments pour finalement un bénéfice peu important. Il s'agit donc selon nous d'une approche de court terme et dont notre modèle montre qu'elle devrait laisser place, lorsque l'objectif environnemental est plus ambitieux que le simple respect des seuils maximaux autorisés, à la pleine application d'un système de permis ou de taxe-subsidation. C'est d'autant plus vrai que dans la réalité, devant les coûts de plus en plus importants que demande la réduction supplémentaire d'émissions, les systèmes de régulation existants sont en train d'évoluer vers une application de plus en plus centrée sur la recherche d'une plus grande efficacité.

Le quatrième résultat concerne précisément le gain d'efficacité et le choix de l'application des instruments. Les simulations réalisées à partir du modèle d'évaluation que nous avons développé s'inscrivent dans le contexte de la réduction des émissions azotées dans le bassin rhénan. Le résultat, même lorsque des hypothèses conservatrices sur les obstacles potentiels à la pleine efficacité des instruments économiques sont privilégiées, confirme des gains substantiels en terme de coût net total de réduction des émissions. Ceux-ci atteignent ainsi plus de 28% pour l'application efficace de la taxe-subsidation ou d'un système de permis. De ce point de vue, notre analyse justifie bien la légitimité du recours aux deux instruments économiques de régulation. Lorsqu'ils ne

sont plus considérés comme un simple outil de flexibilisation du cadre réglementaire existant, les permis négociables apportent en particulier la preuve de leur capacité à atteindre un objectif environnemental déterminé au moindre coût. Toutefois, il semble que l'utilisation qui est déjà faite de la taxe-subvention dans le bassin rhénan ne laisse que peu de place à l'introduction d'un système complet de permis négociables. La recherche de l'efficacité des systèmes existants, même en continuant à se baser sur un cadre de prélèvement des taxes et de distribution des recettes nationales, permettrait en effet des gains d'efficacité quasi identiques tout en évitant des réformes radicales des dispositifs de régulation.

Enfin, outre la question du choix des instruments qui a servi de fil directeur tout au long de cette thèse, un dernier résultat concerne les recommandations qu'il est possible d'adresser pour parvenir à une régulation plus efficace dans le bassin rhénan. La réduction des émissions est aujourd'hui l'objet d'un double mouvement qui en rend la régulation délicate. Elle subit d'une part un resserrement des objectifs et d'autre part la pression croissante des nécessités économiques. Le mode de régulation actuel est de moins en moins apte à organiser l'action de façon satisfaisante face à ce resserrement des contraintes. Ainsi, en ce qui concerne l'approche réglementaire et le recours à la norme uniforme telle qu'il continu d'être envisagée par la CIPR dans Rhin 2020, nous avons montré que, même si des résultats environnementaux indéniables sont obtenus, le surcoût imposé pour atteindre des objectifs va être de plus en plus élevé au fur et à mesure que les objectifs seront plus contraignants. Néanmoins, si le recours aux permis négociables est compromis par l'application d'un système de taxe-subvention efficace généralisé, force est de constater que la taxe-subvention telle qu'elle est actuellement utilisée est loin de satisfaire à cette exigence. Il existe donc un potentiel important d'amélioration de la manière dont l'instrument est employé. La question est alors de savoir si les différents acteurs dans le bassin auront la volonté d'entreprendre cette modernisation. Les évolutions récentes aux Pays-Bas et en France semblent de ce point de vue être des signes précurseurs de ce mouvement nécessaire vers plus d'efficacité et d'importance donnés à la taxe-subvention.

Pistes de travail pour de futures recherches.

Cette thèse a montré l'intérêt que présentaient les systèmes de permis d'émission négociables pour la gestion qualitative de la ressource en eau, lorsque, comme cela a été le cas pour la réduction de la pollution atmosphérique, ils sont utilisés comme un instrument de régulation et plus seulement comme une extension du système réglementaire. L'applicabilité d'un tel système en Europe va néanmoins être réduite lorsque, comme c'est le cas dans le bassin rhénan, d'autres instruments économiques sont déjà utilisés. Les résultats obtenus sont néanmoins basés sur un modèle et une analyse qui sont assimilables à de la statique comparative. Cela nous permet donc d'avancer une première piste pour de futurs travaux qui consisterait à mener une analyse en dynamique de la régulation menée et du recours possibles aux différents instruments. En particulier, alors que nous avons fait l'hypothèse que les techniques étaient fixes et existaient sur l'ensemble de la période, leur introduction en pratique va se faire progressivement et l'aspect des courbes de coût marginal en sera modifié. De même, les simulations effectuées ne nous donnent pas l'opportunité de retracer l'évolution qu'est susceptible de connaître le prix des permis ou le taux de taxation. Or ces éléments, sur la durée d'un programme de régulation vont inévitablement affecter le résultat final et peuvent réduire significativement les gains d'efficacité attendus par ailleurs.

En outre, L'objectif de ce travail n'était pas de présenter l'ensemble des aménagements qu'il est possible d'apporter à chacun des instruments pour un fonctionnement optimal dans un cadre théorique simplifié. Il ne s'agissait pas non plus de chercher à décrire le mode de fonctionnement qui amènerait en pratique le gain d'efficacité le plus important. Ces éléments font déjà l'objet d'une littérature abondante et le nombre des mécanismes ainsi que les combinaisons possibles d'organisations différentes des systèmes sont innombrables. Il serait toutefois intéressant dans un travail futur de chercher à tester différentes options, par exemple en ce qui concerne la méthode d'allocation initiale des permis. Il conviendrait également de revenir sur les hypothèses que nous avons faites pour le système de permis et de chercher à savoir si certaines pourraient remettre en cause l'avantage relatif dont bénéficient les systèmes tels que nous les avons simulés.

Enfin, une dernière piste de recherche pourrait viser à l'élargissement du champ de réflexion d'application des instruments. Ainsi, notre analyse concerne une substance particulière et un bassin, si dans ce cadre nous concluons que peu de place est laissé aux systèmes de permis négociables, il apparaît que pour d'autres bassins ceux-ci peuvent représenter une alternative intéressante. La réalisation d'autres simulations pourrait dès lors apporter un certain nombre de compléments à l'analyse que nous avons développée ici. Elle permettrait également de juger de la pertinence du modèle de régulation utilisé dans ce travail. De plus, d'un point de vue spatial, nous avons considéré que la taxe-subsidation ne pourrait s'organiser que le cadre institutionnel actuel. Notre approche s'est donc limitée au niveau régional et en l'absence de données fines, les rejets des sources ponctuelles n'ont pas été considérés individuellement au niveau des sources. L'amélioration de l'analyse de ce point de vue apporterait un complément d'analyse particulièrement intéressant.

Bibliographie indicative.

- Baumol W.J., Oates W.E. (1988). *The theory of environmental policy*. 2nd ed, Cambridge University Press, Cambridge (UK), 299p.
- Bel F., Drouet d'Aubigny G., Lacroix A., Mollard A. (2004b). Fertilizers taxation and regulation of nonpoint water pollution. A critical analysis based on European experiences. *International Journal of Water*, Vol 2, pp. 247 – 266.
- Bennet L.L., Thorpe S.G., Guse A.J. (2000). Cost effective control of nitrogen loadings in Long Island Sound. *Water Resources Research* 36 (12), pp 3711-3720.
- CIPR. (2003c). *Inventaire des apports de substances prioritaires dans le Rhin - 2000*. Commission Internationale pour la Protection du Rhin, Coblenz (DE), 88p.
- Coase R.H. (1960). The problem of social cost. *Journal of Law and Economics* 3, pp 1-44.
- Commission Européenne. (2002). *Mise en oeuvre de la directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles*. DG Environment, Brussels, 50p.
- Commission Européenne. (2004). *Mise en oeuvre de la directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, modifiée par la directive 98/15/CE de la Commission du 27 février 1998*. DG Environment, Brussels, 124p.
- Criqui P., Mima S., Viguier L. (1999). Marginal abatement costs of CO2 emission reductions, geographical flexibility and concrete ceilings: an assessment using the POLES model. *Energy Policy* 27 (10), pp 585-601.
- Criqui P., Viguier L. (2000). Régulation des marchés de droit d'émissions négociables pour le CO2 : une proposition de plafonds pour les quantités et pour les prix. *Document de travail, Institut d'Economie et de Politique de l'Energie*, Grenoble (FR), 21p.
- Cros C. (1998). *Politique publique d'environnement et efficacité économique. Permis négociables ou instrument réglementaire pour la maîtrise de la pollution atmosphérique : une approche comparative Etats-Unis / France*. Thèse de doctorat en Sciences Economiques. Université Paris I, Paris 407p.
- Dales J.H. (1968a). Land, water and ownership. *Canadian Journal of Economics* 1 (4), pp 791-804.
- De Wit M.J.M. (2000). Modelling nutrient fluxes from source to river load: a macroscopic analysis applied to the Rhine and Elbe basins. *Hydrobiologia* 1, September, pp 123-130.
- FAO. (1996). *Control of water pollution from agriculture*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, 101p.
- Gastaldo S. (1999). Permis négociables et mesures fiscales : comment les combiner ? Article présenté au Colloque du Piree sur l'efficacité des politiques publiques face à la gestion de l'environnement et des ressources naturelles, Strasbourg (FR), 16p.
- Godard O. (2001). *La conception et l'application des permis transférables nationaux dans les politiques d'environnement*. Editions de l'OCDE, Paris, 118p.
- Gren I.M. (2001). International versus national actions against nitrogen pollution of the Baltic Sea. *Environmental and Resource Economics* 20, pp 41-59.

- Hahn R.W. (1989). Economic prescriptions for environmental problems: how the patient followed the doctor's orders'. *Journal of Economic Perspectives* 3 (2), Spring, pp 95-114.
- Hourcade J.C., Robinson N. J. (1996). Mitigating factors: assessing the costs of reducing GHG emissions. *Energy Policy* 24, pp 863-873.
- Kraemer R.A., Kampa E., Interwies E. (2004). The role of tradable permits in water pollution control. *Working paper, Institute for International and European Environmental Policy*, Berlin, 38p.
- Lacroix A., Beaudoin N., Makowski D. (2005). Agricultural water nonpoint pollution control under uncertainty and climate variability. *Ecological Economics* 53, pp 115-127
- Millock K., Sunding D., Zilberman D. (2002). Regulating Pollution with Endogenous Monitoring. *Journal of Environmental Economics and Management*, 44, pp 221-241.
- Mollard A., Le Roch C. (1996). Les instruments économiques de réduction de la pollution diffuse en agriculture, Cahiers d'économie et sociologie rurales, (39-40), 3e trimestre : 63-92
- Mollard A., Le Roch C., Lacroix A., Grappey C., Bel F. (1998). The choice of economic instruments applied to nonpoint water pollution: an economic approach based on the contribution of natural sciences. In: Ecology and society: life sciences dimensions. M. O'Connor and U. Ganslasser, Filander Press, Francfort, 17p.
- OCDE. (2004). *Tradeable Permits: policy evaluation, design and reform*. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, 189p.
- Pizer W.A. (2002). Combining price and quantity controls to mitigate global climate change. *Journal of Public Economics* 85, pp 409-434.
- Romstad E. (2003). Team Approaches to Reducing Nonpoint Source Pollution. *Ecological Economics*, 47, pp 71-78.
- Schwabe K.A. (2000). Modeling state-level water quality management: the case of the Neuse River Basin. *Resource and Energy Economics* 22, pp 37-62.
- Segerson K. (1988): Uncertainty and Incentives for Nonpoint Pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*, 15(1): 87-98.
- Thomas A. (1994). Régulation et performances de l'activité de dépollution : une analyse économétrique sur données individuelles. *Revue d'Analyse Economique* 70 (2), Juin, pp 113-137.
- Tietenberg T.H., Johnstone N. (2004). Ex post evaluation of tradeable permits: methodological issues and literature review. In: *Proceedings of the OECD workshop on ex post evaluation of tradable permits: methodological and policy issues*, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, pp 9-36.
- Van Der Veeren R.J.H.M., Tol R.S.H. (2001). Benefits of a reallocation of nitrate emission reductions in the Rhine river basin. *Environmental and Resource Economics* 18, pp 19-41.
- Xepapades A. (1997). *Advanced principles in environmental policy*. Edward Elgar, Northampton (Ma), 313p.
- Zilberman D. (1998). The Impact of Agriculture on Water Quality. In: *Sustainable Management of Water in Agriculture, Issues and Policies*, Proceeding of the Athens Workshop, OECD, pp133-150.

Curriculum Vitae.

Après un Baccalauréat C (mathématiques et sciences physiques), Jérôme Saulnier (5 mai 1974), rejoint l'Université Pierre Mendès-France à Grenoble. Il étudie la modélisation économique (Maîtrise des Sciences et Techniques mention Bien) puis l'économie appliquée (DEA mention Bien). Il bénéficie ensuite d'une bourse du Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche et commence sa thèse en mars 2000, au sein du laboratoire de l'INRA à Grenoble. En janvier 2002, il reçoit une bourse de l'INRA pour un séjour de recherche de 6 mois dans le département ARE (agriculture et économie des ressources naturelles), à l'Université de Californie à Berkeley. Depuis mai 2003, il est employé en tant qu'économiste, à la Direction Générale Affaires Economiques et Financières de la Commission Européenne à Bruxelles.