

**Structure des préférences, prise de décision et
environnement : approches théorique et expérimentale**

Marion Dupoux

L'accord international sur le climat est entré en vigueur le 4 novembre 2016. Le Texte issu de la Conférence sur le climat (COP 21) qui s'est tenue à Paris en décembre 2015 a été ratifié par un grand nombre de pays qui se sont engagés à maintenir le réchauffement planétaire en-dessous du seuil des 2 degrés. C'est le résultat d'un processus amorcé il y a plus de quarante ans lors du premier Sommet de la Terre à Stockholm en 1972. Le changement climatique est l'un des dilemmes sociaux les plus reconnus qui mettent au défi la société mondiale (Van Lange et al., 2013). En effet, la prévention du changement climatique implique un conflit entre les intérêts propres (généralement immédiats) aux pays, e.g. investir dans des projets plus rentables, et les intérêts collectifs (de plus long terme), e.g. meilleure qualité de l'air, évènements climatiques moins extrêmes. Chaque pays est confronté au même défi mondial de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), mais la réalisation d'un consensus constitue un défi encore plus important car les négociations reposent sur une forte hétérogénéité des impacts entre les pays (Tiezzi et Martini, 2014). En effet, alors que le changement climatique devrait avoir un impact négatif net, il comporte d'importantes asymétries (Giraudet et Guivarch, 2016). La récente étude de Burke et al. (2015), qui évalue l'impact des températures sur les économies régionales appuie cette hétérogénéité des impacts. Alors que certains pays du Nord comme la Russie et le Canada peuvent être gagnants au changement climatique, d'autres pays africains et sud-américains devraient s'attendre à des pertes économiques conséquentes (voir la figure 1.1). Cette hétérogénéité des impacts concerne les secteurs économiques du tourisme, de l'approvisionnement en eau, de l'agriculture et de l'utilisation de l'énergie principalement (Arent et al., 2014).

En ce qui concerne l'agriculture, on peut s'attendre à de meilleurs rendements agricoles dans les régions plus froides alors que la productivité agricole se dégradera dans les régions chaudes (Costinot et al., 2016). Concernant le secteur du bâtiment, dans des pays froids comme la Russie, le changement climatique entraînerait une baisse de la consommation en énergie (donc moins de dépenses), tandis que dans les pays chauds, la consommation d'énergie augmenterait en raison de la hausse de consommation de l'air conditionné donc plus de dépenses (Isaac et Vuuren, 2009).

Comme l'a souligné Schelling (1992, p. 7), il existe un « décalage entre ceux qui sont potentiellement vulnérables au changement climatique et ceux qui peuvent se permettre de faire quelque chose ». Les pays à bas revenu sont situés le plus souvent dans les régions (chaudes) qui devraient s'attendre à souffrir le plus du réchauffement climatique alors

que les pays à haut revenu situés principalement dans des régions plus froides sont moins susceptibles de subir de graves dommages (Stern, 2015). Outre l'hétérogénéité des impacts, il est en effet important de considérer l'hétérogénéité tant du point de vue économique (revenu) que des dotations environnementales. Il en résulte des évaluations différentes de l'environnement aujourd'hui (Horowitz et McConnell, 2003) et au cours du temps (Hausman, 1979, Harrison et al., 2002, Tanaka et al., 2010). Autrement dit, les prix environnementaux relatifs (ou plus généralement le consentement marginal à payer) et les taux d'actualisation varient selon les niveaux de revenu et la qualité de l'environnement (voir par exemple Rollins et Lyke (1998)), même s'il y a moins d'études concernant les effets de l'environnement (Horowitz, 2002). En conséquence, les évaluations de l'environnement et la comptabilisation des impacts dans le temps sont cruciales pour l'évaluation économique des projets qui affectent l'environnement.

Bien que les impacts liés au changement climatique soient principalement évalués sur une base objective, via les quantités environnementales, l'évaluation économique de ces impacts s'appuie sur les préférences qui elles, sont subjectives. Ces préférences peuvent donner lieu à des décisions différentes selon le contexte (revenu et qualité de l'environnement) ou tout simplement parce qu'elles sont spécifiques à chaque individu (ou pays). Par conséquent, un unique projet peut être évalué différemment d'un pays à l'autre.

L'objectif général de cette thèse est d'examiner comment l'évaluation économique des projets est affectée par (i) la comptabilisation des impacts ou quantités environnementales (objectives), et (ii) les préférences (subjectives) individuelles au niveau individuel dans différents contextes et au niveau collectif. Cela implique d'envisager la notion multidimensionnelle de valeur, c'est-à-dire (i) la valeur de l'environnement avec vs. sans considérations de temps, et (ii) la valeur au niveau individuel vs. collectif.

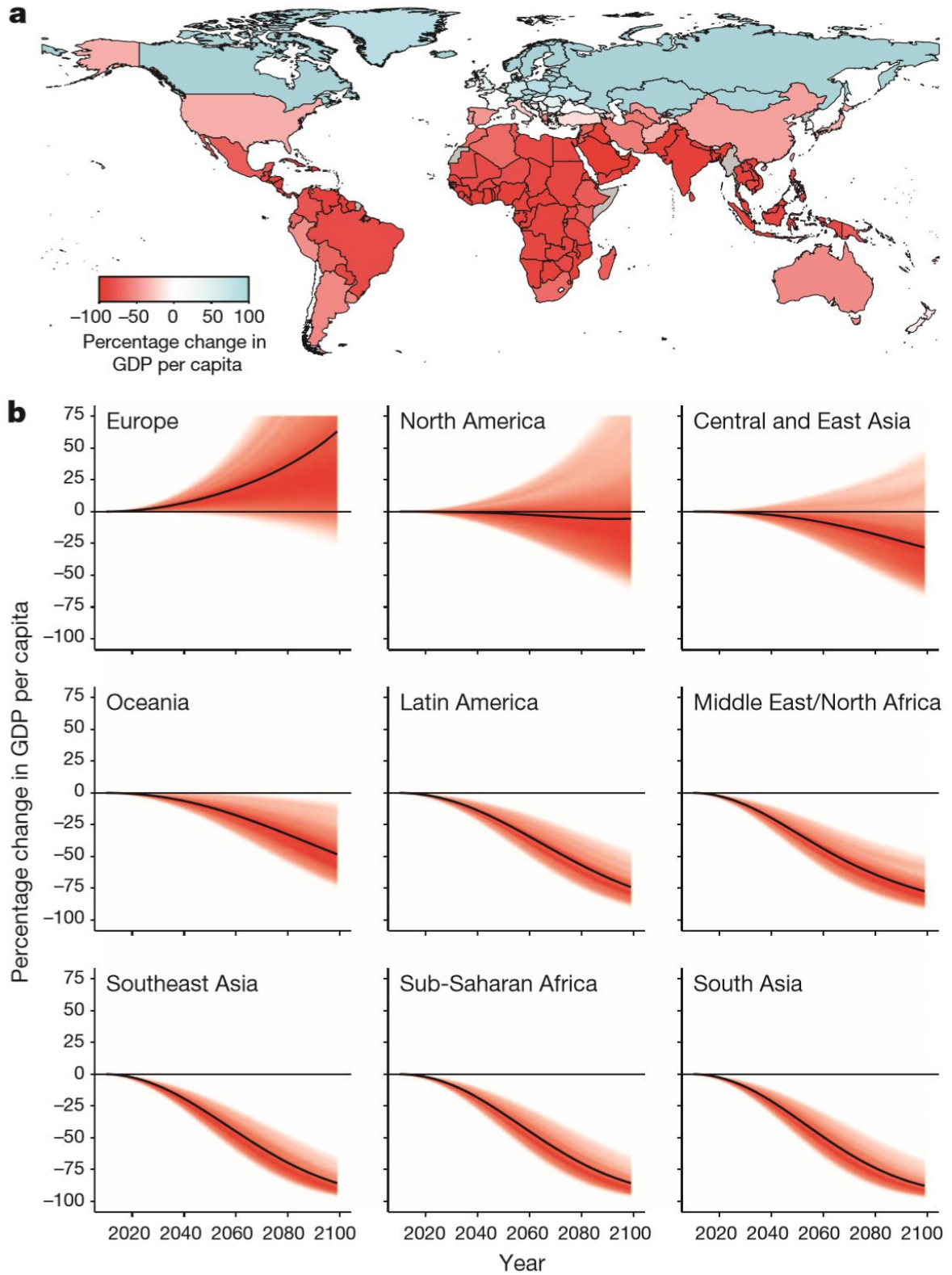


Figure 1.1 : Projections de l'effet des changements de température sur les économies régionales.

1. Défis

Evaluations hétérogènes de projets

En pratique, l'analyse coûts-avantages est largement utilisée comme outil de calcul qui fournit aux décideurs une règle simple. Si la valeur actuelle nette d'un projet est positive (négative), le projet est (non) souhaitable et devrait donc (ne pas) être mis en œuvre. Cette valeur dépend du taux d'actualisation retenu pour l'analyse (Stern, 2006) et des prix environnementaux futurs (Stern et Persson, 2008). Toutefois, avant d'examiner ces considérations économiques, il est important d'examiner la manière dont les quantités sont prises en compte, ce qui est souvent négligé. Lorsqu'elles sont incorporées au sein du processus d'analyse coûts-avantages, les quantités subissent l'effet de l'actualisation et des prix environnementaux qui varient eux-mêmes au fil du temps et donc affectent chaque point temporel d'une manière différente. Lorsque des quantités ou impacts environnementaux réellement constant du temps, par ex. des émissions de GES quotidiennes / mensuelles / annuelles d'un processus industriel, il n'y a aucune raison de s'inquiéter. Que se passe-t-il en revanche si les impacts environnementaux ne sont pas constants du temps mais considérés comme tels? Un exemple frappant est celui du changement d'affectation des terres (CAS) qui constitue la deuxième source de réchauffement climatique (GIEC, 2007). Le CAS est particulier par le caractère non uniforme des émissions de carbone au cours du temps. Pourtant, la plupart des politiques énergétiques intègrent ces émissions de manière uniforme sans tenir compte de la distorsion résultante des valeurs des projets.

L'évaluation du projet repose sur la manière dont les impacts sont pris en compte, déterminés objectivement dans le sens où elle est basée sur des quantités physiques (objectivement mesurables). Comme mentionné, elle dépend de la manière dont le temps est pris en compte par la valeur attribuée au taux d'actualisation et de la façon dont les quantités sont «pricées» au fil du temps. Ces deux considérations sont fondées sur des préférences (subjectives par définition) et ont une source commune qui théoriquement s'articule autour de la manière dont la consommation et la qualité de l'environnement se combinent pour fournir de l'utilité. En conséquence, outre les calculs économiques, cela nécessite une exploration de la structure des préférences.

La structure des préférences, un canal d'hétérogénéité ?

La structure des préférences n'a été que peu explorée. Par structure de préférences, j'entends la façon dont les biens privés et les biens environnementaux interagissent au sein de l'utilité (en tant que substituts ou compléments). La substituabilité parfaite est l'hypothèse sous-jacente prédominante dans la littérature. En pratique, l'analyse coûts-avantages est, par définition, la somme actualisée des coûts et bénéfices générés par un projet. Ainsi, les grands modèles qui évaluent les impacts du changement climatique sur l'analyse coûts-avantages tels que le modèle DICE de Nordhaus (1994) reposent implicitement sur l'hypothèse de substituabilité parfaite (Neumayer, 1999). Deuxièmement, dans la théorie des jeux en lien avec les biens publics, la structure du jeu repose essentiellement sur une parfaite substituabilité entre le bien privé et le bien public, puisque les avantages de ces deux biens sont additivement séparables. Finalement, les travaux théoriques, et en particulier les modèles d'actualisation, reposent toujours sur une hypothèse unique relative à la structure des préférences. Soit les biens sont indépendants (par exemple (Heal, 1998)) ou substituables ou complémentaires (voir par exemple Weikard et Zhu (2005)). Pourtant, on peut soutenir que les marchandises peuvent être substituables dans un contexte et complémentaires dans un autre contexte. En ce sens, Baumgärtner et al. (2015b) introduisent une élégante fonction d'utilité CES à laquelle ils rajoutent un niveau seuil de subsistance. Cela permet aux biens d'être considérés comme de plus en plus substituables à mesure que le niveau de revenu augmente. Cependant, il n'existe pas de frontière claire (continue) entre la substituabilité et la complémentarité dans ce cadre. En outre, l'accent est mis sur les effets sur le revenu dans la littérature. Pourtant, les effets environnementaux peuvent également avoir une influence importante sur la manière dont l'environnement est valorisé. Est-ce envisageable qu'une personne ayant un environnement environnemental dégradé ne se comporte pas comme une personne vivant dans de bonnes conditions environnementales si les mêmes conditions lui sont accessibles? Les préférences des pauvres vis-à-vis de la qualité de l'environnement peuvent différer de celle des riches, mais les revenus et la qualité de l'environnement sont également très susceptibles de constituer des déterminants de la décision. Considérons le CAS qui fut en particulier accéléré par la promotion de la production de biocarburants dans de nombreux pays. Si un projet de biocarburant est promu par un pays, ses impacts vont au-delà des frontières de ce pays. De tels projets peuvent être considérés comme souhaitables en Malaisie, par exemple, car ils génèrent des bénéfices économiques, même si au détriment de la destruction des forêts. D'autres

pays, comme les pays européens, peuvent en revanche freiner ces projets du fait de la plus grande valeur qu'ils attribuent à l'environnement.

Contextes hétérogènes et structure des préférences

En ce qui concerne les impacts du changement climatique, les préférences des pays ne sont pas fondamentalement différentes mais leur propre contexte peut donner lieu à des décisions différentes. Le revenu s'est avéré jouer un rôle considérable, ce qui est par exemple préconisé par la courbe environnementale de Kuznets. A mesure que le revenu augmente, la qualité de l'environnement se dégrade en raison de la phase de développement du pays. Cela se produit jusqu'à un tournant où la qualité de l'environnement commence à prendre de l'importance et augmente à mesure que le revenu croît. Cela signifie que pour les pays à faible revenu, la qualité de l'environnement se substitue aux aspects économiques, alors que pour les pays à revenu élevé, la qualité de l'environnement est considérée dans une mesure plus comparable au revenu. Si la première situation semble sous-tendre une certaine substituabilité entre la consommation et la qualité de l'environnement, la deuxième tend à indiquer une certaine complémentarité. Par conséquent, les pays à faible revenu (ou individus) peuvent se comporter comme des pays à revenu plus élevé une fois qu'ils atteignent le même niveau de revenu. À la question posée par Tiezzi et Martini (2014, p.2) « Les préférences des pauvres relatives à un environnement plus propre sont-elles vraiment différentes de celles des riches ? », cela suggère un « non ». Pour autant que je sache, il n'existe pas de modèle qui permette différentes natures d'interaction entre consommation et environnement au sein d'un même modèle, en fonction notamment des niveaux de revenu et de qualité de l'environnement. La plupart du temps, les préférences des pauvres et des riches sont considérées comme différentes, ce qui se traduit par différents paramètres exogènes dans les modèles tels que les élasticités de substitution ou les poids attribués à la consommation et à la qualité environnementale.

Comportements envers les autres hétérogènes et structure des préférences

Si les individus peuvent différer selon leur contexte au niveau individuel, ils peuvent se comporter aussi à leur manière vis-à-vis des autres, surtout quand ils sont confrontés à un dilemme social. L'étude des interactions entre individus est d'un grand intérêt pour

l'économie expérimentale. Dans le contexte du jeu du bien public, les individus sont affectés à un groupe de plusieurs individus. Ils ont le choix d'investir soit dans leur compte privé, soit dans un compte public qui bénéficie à la fois à eux et tous les membres de leur groupe. Différents types de comportements ont été explorés. Les individus peuvent satisfaire à la définition de l'Homo-economicus, c'est-à-dire se comporter d'une manière purement intéressée ou égoïste. Mais ce n'est souvent pas le cas. Dans le type le plus commun de jeu du bien public (le jeu linéaire), seulement 33% des individus se comportent dans leur unique intérêt (Fischbacher et al., 2001). Les comportements qui s'écartent de la définition de l'Homo-economicus consistent principalement en la réciprocité (Croson, 2008), l'aversion à l'inégalité (Fehr et Schmidt, 1999; Dannenberg et al., 2007), l'altruisme et le dit « warm-glow » (Andreoni, 1995). Alors que le défi précédent s'attache à la question des différences de contexte potentiellement à l'origine de différentes structures de préférences entre individus, il semble utile d'étudier l'interaction entre les individus ayant des structures de préférences différentes. Seule l'hétérogénéité en termes de dotations ou de valeur marginale du bien public ou du bien privé a été étudiée jusqu'à présent dans la littérature sur le jeu du bien public. La plupart de ces études reposent sur une structure linéaire, par ex. Reuben et Riedl (2013), ou une structure non linéaire mais additive des préférences, par ex. Willinger et Ziegelmeyer (2001), Bracha et al. (2011), ce qui sous-tend une parfaite substituabilité entre le bien privé et le bien public. Pourtant, on peut penser que les individus ressentent de l'utilité basée sur différentes interactions entre les biens. Et ces différentes structures de préférences peuvent donner lieu à différents (degrés de) autres comportements.

2. Objectifs de recherche

L'objectif général de cette thèse est d'améliorer la compréhension de l'hétérogénéité des évaluations de projets qui impliquent à la fois des impacts économiques et environnementaux, que cette hétérogénéité soit basée sur des mesures objectives (quantités) ou des mesures subjectives (préférences pour l'environnement et au cours du temps). Cela se fait via trois angles de recherche différents, à savoir théorique, appliqué et expérimental.

La première partie de cette thèse soulève la question de la comptabilisation dans le temps des impacts environnementaux au sein de l'évaluation des projets. Alors que les prix

relatifs et les taux d'actualisation sont largement débattus dans le cadre de l'analyse coût-bénéfice, on ne met pas l'accent sur le profil temporel des impacts. Certains impacts environnementaux ne sont pas constants au fil du temps, mais incorporés en tant que tels dans l'analyse coûts-avantages qui traite chaque point temporel différemment en raison de l'effet de composition de l'actualisation et de l'augmentation des prix dans le temps. L'examen de cette question dans le contexte de l'exemple pertinent du CAS vise à fournir quelques idées et recommandations politiques vis-à-vis de la meilleure prise en compte de la dimension temporelle des impacts. Cela est crucial car cette dimension affecte directement la valeur actuelle nette des projets sur laquelle les décideurs politiques fondent leurs décisions.

La deuxième partie de cette thèse vise à éclairer le rôle de la structure des préférences dans la prise de décision envers l'environnement. Elle repose sur deux approches différentes qui fournissent respectivement un éclairage dans un cadre individuel et un cadre collectif. La première approche est exclusivement théorique et vise à isoler l'effet du contexte sur les préférences environnementales et temporelles de l'individu par le canal de la structure des préférences. La deuxième approche est expérimentale et me permet d'étudier le comportement individuel dans une collectivité où les individus ont la même structure de préférences ou différentes structures de préférences. L'approche expérimentale permet de comprendre comment la structure des préférences se traduit en comportement.

Avec ces deux approches, l'hétérogénéité est adressée par le canal de la structure des préférences (i) au niveau individuel en mettant l'accent sur le contexte du choix et (ii) au niveau collectif à travers l'élicitation du comportement envers les autres au sein d'une expérience de laboratoire.

3. Structure de la thèse

La thèse est structurée comme suit. Le chapitre 2 introduit, de manière générale et formelle, les concepts utilisés dans la présente recherche (analyse coûts-avantages, consentement à payer, actualisation, substituabilité et complémentarité, jeu du bien public) et passe en revue la littérature afin de motiver les trois chapitres principaux. Ces chapitres sont basés sur trois documents de travail différents.

Le chapitre 3 souligne l'importance de la répartition temporelle des impacts environnementaux dans le cadre de l'analyse coûts-avantages dans le contexte du CAS initié par des projets de production de biocarburants. La façon dont la comptabilisation temporelle uniforme des CAS, comme fait par les politiques, affecte l'analyse coûts-avantages, est dérivée théoriquement et numériquement à travers le cas de la production de bioéthanol en France.

Le chapitre 4 examine l'hétérogénéité entre les individus en fonction du contexte de leur choix. Un modèle est développé pour permettre la substituabilité ou la complémentarité entre les biens selon le contexte (c'est-à-dire les niveaux de revenu et de qualité environnementale). Ce cadre est appliquées aux préférences environnementales et à l'actualisation afin d'étudier l'effet d'une substituabilité dépendante du contexte sur le consentement à payer et les taux d'actualisation.

Le chapitre 5 examine l'hétérogénéité entre les individus dans un contexte collectif où les individus interagissent les uns avec les autres. Ce chapitre adopte une approche de laboratoire qui permet une analyse de l'effet de la structure des préférences sur les contributions au bien public. Dans un traitement, les individus interagissent avec leurs pairs, ce qui signifie qu'ils ont la même structure de préférences (substituabilité ou complémentarité) que les membres du groupe. Dans un autre traitement, ils interagissent avec des individus qui ont une structure différente de préférences. Ce design permet de comprendre la façon dont les individus hétérogènes interagissent lorsqu'un bien public est impliqué. En particulier, je dérive les motifs de comportement associés à chaque type de structure de préférence.

Le chapitre 6 résume les résultats et contributions de chaque chapitre constituant la thèse et propose une conclusion générale concernant les objectifs initiaux de cette recherche. Les limites sont également énoncées avant de proposer des pistes futures de recherche.

Résumé du chapitre 3 (théorique et numérique)

Des quantités aux valeurs: la comptabilisation temporelle erronée du changement d'affectation des terres

*Ce chapitre est une version étendue du document de travail FAERE n ° 2016.25 qui a été soumis à la revue *Environmental and Resource Economics*.*

Le changement d'affectation des terres (CAS) est la deuxième plus importante source de gaz à effet de serre d'origine humaine. Bien que les impacts des CAS soient pour l'essentiel immédiats, les décideurs estiment qu'ils sont répartis de manière uniforme dans le temps. Dans le cadre de l'évaluation publique des projets, je prouve théoriquement que, tant que le processus d'actualisation compense parfaitement la hausse des prix du carbone, les résultats de l'analyse coûts-bénéfices ne sont pas affectés. Lorsque cette condition ne tient plus, ce qui est particulier au réchauffement climatique, la comptabilisation temporelle uniforme des CAS biaise les valeurs de projet à cause de l'effet de l'actualisation et de l'augmentation du prix du carbone au fil du temps. Ce biais induit est quantifié dans une étude de cas du bioéthanol en France. Selon le type d'impact, et les hypothèses d'actualisation et de prix du carbone, un biais à la baisse / à la hausse entre 15% et 30% de la valeur des CAS émerge. Deux outils simples de décision sont développés pour améliorer la comptabilisation temporelle des impacts de CAS.

Mots-Clefs: analyse coûts-bénéfices, évaluation publique de projets, changement d'affectation des terres, actualisation, prix relatif du carbone, impacts non constants, bioéthanol

JEL Classification: D61, H43, Q15, Q16, Q48, Q54

Résumé du chapitre 4 (théorique)

Substituabilité dépendante du contexte : impacts sur les préférences environnementales et l'actualisation

Ce chapitre est une version étendue d'un document de travail co-écrit avec Vincent Martinet.

Le consentement à payer (CAP) pour la qualité de l'environnement ainsi que l'actualisation sont deux concepts cruciaux en économie de l'environnement. Les deux sont liés à la substituabilité entre bien de consommation et la qualité de l'environnement. Dans les modèles économiques classiques, deux biens sont définis de manière exogène soit en tant que compléments soit en tant que substitués. Dans cet article, nous développons un cadre théorique dans lequel les biens peuvent être complémentaires ou substituables selon le contexte, c'est-à-dire selon les niveaux de revenu et de qualité environnementale. Les individus sont dotés des mêmes préférences mais diffèrent selon leur contexte. Nous analysons les impacts d'une substituabilité dépendante du contexte sur (i) les préférences environnementales et (ii) les taux auxquels la consommation et la qualité de l'environnement sont escomptés. Nous montrons que, dans un contexte de substituabilité, le CAP d'un individu peut diminuer à mesure que son revenu augmente, ce qui permet de caractériser le bien environnemental comme un bien inférieur. Il s'agit d'une classification négligée, mais d'intérêt pour les individus à faible revenu. Contrairement à la littérature sur l'actualisation, notre modèle permet aussi que le signe du dit effet de substitution au sein de l'expression du taux d'actualisation change en fonction de l'interaction entre les biens privé et environnemental. Ceci affecte les valeurs des taux d'actualisation de la consommation et de l'environnement. C'est particulièrement intéressant lorsqu'illustré dans un contexte de chocs de revenu qui peuvent induire un changement soudain dans le comportement de l'individu vers la consommation et l'environnement, dû à un changement dans l'interaction entre les biens à l'origine de la satisfaction individuelle.

Mots-Clefs: substituabilité, complémentarité, préférences contextuelles, consentement à payer, actualisation

JEL Classification: Q50, D90, D91

Résumé du chapitre 5 (expérimental)

Au-delà de la substituabilité parfaite au sein du jeu du bien public : structures de préférences hétérogènes

Ce chapitre est une première version de document de travail. Les résultats sont fondés sur une expérience pilote. Le design est sujet à améliorations.

La littérature sur le jeu du bien public est très centrée sur la séparation additive des valeurs de biens privés et publics. Pourtant, la structure additive sous-tend une relation de parfaite substituabilité entre les biens privés et publics, ce qui constitue une hypothèse forte. Ce papier étudie l'effet des structures de préférence (substituabilité vs complémentarité) sur les contributions au bien public excédentaires dans le cadre d'une expérience de laboratoire, à la fois au sein de groupes homogènes et hétérogènes. Concernant la substituabilité, les situations de passager clandestins sont plus fréquentes lorsque les individus interagissent avec des sujets de l'autre type (complémentarité) pour lesquels il est optimal de contribuer. L'introduction d'une telle hétérogénéité pourrait fournir une méthode d'identification des passagers clandestins. Néanmoins, une aversion à l'inégalité avantageuse émerge également. Cela signifie que lorsque les sujets sont dotés de préférences qui sous-tendent une substituabilité parfaite, ils ont tendance à ne pas apprécier gagner trop par rapport au membre de leur groupe dont les préférences sous-tendent de la complémentarité, une structure relativement plus contraignante.

Mots-Clefs: substituabilité, complémentarité, structure des préférences, jeu du bien public, hétérogénéité, passager clandestin, aversion à l'inégalité

JEL Classification: C71, C90, C92, D70, H41

La principale motivation de cette recherche était d'explorer les déterminants de l'analyse coûts-avantages au-delà du débat sur la valeur du taux d'actualisation et les prix environnementaux qui ont largement été examinés jusqu'à présent (voir Atkinson et Mourato (2015) pour une revue de la littérature exhaustive). L'analyse coûts-avantages se fonde en particulier sur les quantités environnementales et les transforme en valeur. La comptabilisation des quantités environnementales et les fondements des éléments clés de l'analyse coûts-avantages, à savoir les taux d'actualisation et la volonté de payer (WTP), sont cruciaux à la compréhension de l'hétérogénéité des évaluations de projets à travers les contextes. En d'autres termes, une compréhension (i) de la comptabilisation temporelle des quantités environnementales, (ii) du contexte et (iii) des préférences (en particulier de leur structure) est nécessaire pour mener à bien une analyse des projets ayant des impacts environnementaux.

Dans les sections qui suivent, je résume le travail réalisé dans cette thèse en termes d'objectifs, de résultats et de contributions à la littérature. Les limites des études sont également exposées et des pistes de recherche future sont enfin suggérées.

4. Objectifs d'étude

Cette thèse a porté sur trois grands thèmes liés à l'évaluation de projets à impacts sur l'économie (privés) et l'environnement (collectifs).

- a) La manière dont les impacts environnementaux sont pris en compte au cours du temps
- b) Le rôle de la structure des préférences dans les préférences environnementales et temporelles au niveau individuel
- c) Le rôle de la structure des préférences dans la provision du bien public, donc au niveau collectif

Tous ces aspects constituent des explications à l'hétérogénéité des évaluations d'un projet. La première question a été examinée dans le contexte du changement d'affectation des terres (CAS). Travailler sur les CAS est nécessaire parce qu'il constitue la deuxième source de gaz à effet de serre (GES). La promotion de la production de biocarburants requiert une expansion des cultures énergétiques au détriment de certaines utilisations des terres qui stockent de grandes quantités de carbone, comme les prairies ou les forêts. Le changement d'affectation des terres se définit par un choc initial (par exemple la coupe

d'arbres) dont les effets se propagent dans le temps de manière non uniforme. Cependant, la plupart des politiques énergétiques comme celles aux Etats-Unis ou en Europe considèrent que les impacts de CAS se répartissent uniformément au fil du temps, ce qui conduit à une distorsion de la valeur des CAS après actualisation et « pricing » des flux.

La deuxième question visait à dépasser l'hypothèse exogène faite sur le type d'interaction entre biens privés et biens environnementaux. Ceci est important car les résultats des modèles reposent fortement sur cette hypothèse. L'hypothèse de substituabilité influe directement sur la manière dont le consentement marginal à payer change avec le revenu (ce qui indique la nature du bien environnemental) ainsi que la manière dont un individu arbitrent sa consommation de biens privés et environnementaux au fil du temps.

La troisième question a été motivée par le fait que la fonction de paiement la plus répandue dans les jeux de bien public sous-tendent une structure de parfaite substituabilité entre les biens. Ceci implique que le dilemme social est considéré comme identique et maximum pour chaque individu, ce qui peut paraître restrictif étant donné l'hétérogénéité des bénéfices retirés de ce bien parmi les individus. Les intérêts privés pourraient être en fait plus proches des intérêts collectifs que ce qui est modélisé. De plus, la structure des préférences peut varier d'une personne à l'autre au sein du même groupe, et cela n'est pas pris en compte dans la littérature.

5. Principaux résultats

Dans le chapitre 3, j'ai dérivé les impacts d'une comptabilisation temporelle uniforme des impacts des CAS (alors que ces impacts ne sont pas effectivement constants du temps) sur les résultats de l'analyse coûts-avantages. Il en résulte que la valeur des CAS est biaisée à la hausse (à la baisse) lorsque les prix relatifs du carbone croissent plus lentement que le taux d'actualisation dans le cas des émissions (séquestrations) de carbone. Une augmentation plus lente du prix du carbone par rapport au taux d'actualisation est le cas le plus courant dans la littérature. Bien que ce résultat soit théorique, une analyse numérique appuie ces résultats via le cas de la production de bioéthanol en France. Par exemple, un taux d'actualisation de 3% combiné à une augmentation de 1% des prix du carbone entraîne la comptabilisation temporelle uniforme des séquestrations par du Miscanthus à diminuer la valeur des CAS de 16,14% par rapport à ce qui devrait être comptabilisé. Il est important de noter que, dans le cas

des séquestrations, certains projets pourraient ne pas être mis en œuvre lorsque le projet est évalué sous l'hypothèse d'une répartition uniforme des impacts au cours du temps alors qu'il serait souhaitable si les quantités étaient comptabilisées correctement. Inversement, dans le cas d'émissions nettes, certains projets pourraient être mis en œuvre dans le cadre d'une répartition uniforme des impacts alors que le profil temporel effectif des émissions conduit en fait à des projets non souhaitables.

Dans le chapitre 4, nous avons développé un cadre théorique qui permet soit de la substituabilité soit de la complémentarité entre les biens en fonction du contexte du choix. Tout d'abord, cela a permis de dériver les implications d'un tel cadre sur l'élasticité-revenu du consentement marginal à payer. L'élasticité-revenu peut être positive indépendamment de la nature de l'interaction entre les biens. En revanche, une élasticité-revenu négative ne peut se produire que dans le cas d'une substituabilité entre biens privés et environnementaux. Cette dernière situation est intéressante car les modèles habituels utilisent majoritairement une fonction d'utilité CES ou Cobb-Douglas et ne permettent que des élasticités-revenu positives constantes du consentement marginal à payer, ce qui fait que le bien de l'environnement doit être classé comme un bien normal quel que soit le contexte. Dans notre cadre, la qualité de l'environnement peut être un bien inférieur pour des revenus relativement faibles. Cela peut être interprété comme une transition vers de meilleures conditions de vie dans lesquelles les biens environnementaux sont remplacés par des biens privés plus commodes. Deuxièmement, nous montrons que les taux d'actualisation de la consommation et de l'environnement sont également affectés par la manière dont la consommation et la qualité de l'environnement interagissent pour donner de la satisfaction à l'individu. L'étude de chocs de revenu est pertinente dans notre cadre puisqu'une personne peut subir un changement dans la manière de tirer de l'utilité (via des biens substituables ou complémentaires), ce qui change en conséquence le comportement à l'égard de la consommation et de l'environnement. Les résultats ont été illustrés par une fonction d'utilité qui satisfait les hypothèses de notre cadre théorique (la fonction dite CDS).

Dans le chapitre 4, j'ai étudié l'effet de la structure des préférences (substituabilité, complémentarité) sur la contribution excédentaire au bien public au sein d'une expérience de contributions volontaires pour des groupes homogènes et des groupes hétérogènes. Il en résulte que, sous l'hypothèse de parfaite substituabilité entre les biens, le problème du passager clandestin est plus fréquent lorsque les individus interagissent avec des sujets de

l'autre type (complémentarité) pour qui il est optimal de contribuer. Un effet d'inégalité intéressant émerge aussi chez ces sujets dont les préférences sous-tendent de la substituabilité parfaite. Les sujets ont tendance à ne pas apprécier gagner trop comparativement aux membres du groupe dont les préférences sous-tendent de la complémentarité, un structure de préférences plus contraignante.

6. Contributions principales

Cette thèse contribue à la littérature sur plusieurs plans. Les travaux présentés au chapitre 3 contribuent à la littérature sur l'analyse coûts-avantages environnementale en (i) soulevant la question de la répartition non uniforme dans le temps des émissions de GES et (ii) fournissant deux outils simples destinés aux décideurs politiques afin de prendre conscience du biais des valeurs de projets en raison de ce type particulier de profil temporel. Alors que les rôles du taux d'actualisation et des prix environnementaux relatifs ont largement été étudiés dans la littérature, la répartition temporelle des impacts environnementaux a souvent été mise de côté. C'est probablement en raison de la façon dont ces impacts sont évalués par la méthode d'analyse du cycle de vie qui fournit des flux physiques uniformes dans le temps (De Gorter et Tsur, 2010). Ce n'est pas un problème dans le contexte des flux physiques, mais cela en devient un lorsque ces flux uniformes sont incorporés dans une analyse coûts-avantages qui traite les points temporels différemment en raison de l'actualisation et du profil croissant du « pricing » des impacts environnementaux. Le premier outil développé est le taux d'actualisation dit compensatoire qui permet aux décideurs politiques d'avoir une indication de la direction du biais de leurs résultats lorsqu'ils comptabilisent les impacts de manière uniforme dans le temps. Le deuxième outil est le temps de retour de la rentabilité du carbone. C'est la période qui donne des informations sur le moment auquel un projet commence à être rentable sur le plan environnemental. En fixant un temps de retour seuil, les décideurs politiques pourraient comparer les temps de retours des projets avec ce seuil et fonder leur décision de mettre en œuvre le projet ou non selon ce critère.

Le travail présenté au chapitre 4 se distingue de la littérature en ce qu'il propose un cadre général qui évite toute hypothèse exogène sur la relation entre les biens privés et environnementaux. La substituabilité et la complémentarité émergent du contexte du choix, et non des préférences. Par conséquent, dans notre cadre, les biens

environnementaux peuvent être classés comme étant normaux ou inférieurs, ce qui est une première à ma connaissance. Et comme Tiezzi et Martini (2014, p.14) l'affirme: «Aucune théorie économique n'implique que les biens doivent être normaux ou inférieurs dans toutes les gammes de revenu, et ne peut pas changer à plusieurs reprises».

Le travail présenté au Chapitre 5 contribue principalement à la littérature sur le jeu du bien public. En économie expérimentale, il s'agit de la première étude qui utilise une fonction de paiement (utilité) de type CES qui permet différentes structures de préférences par la valeur de l'élasticité de substitution.

Cela s'écarte de la fonction de paiement linéaire habituelle (additive) utilisée dans le jeu du bien public qui sous-tend une parfaite substituabilité entre biens publics et privés. La substituabilité parfaite est associée au plus grand dilemme social possible, mais on peut soutenir que les dilemmes sociaux sont de magnitudes différentes d'un individu à l'autre. Alors que certains individus peuvent être confrontés à un conflit important entre intérêts privés et collectifs, les intérêts privés d'autres individus peuvent être plus en accord avec les intérêts sociaux. C'est aussi la première étude qui introduit des structures hétérogènes de préférences au sein des groupes. L'hétérogénéité intragroupe n'a été étudiée qu'en termes de dotation ou de bénéfice marginal retiré du bien privé ou du bien public, mais pas en termes de structure de paiements (préférences). Pourtant, cette structure est pertinente parce que les individus peuvent être retirer de l'utilité des biens différemment, selon la façon dont les bénéfices des biens privés et publics se combinent. Potentiellement, le mélange des structures de préférences au sein des groupes peut constituer un moyen d'identifier les passagers clandestins parmi les individus dont les préférences sous-tendent une substituabilité parfaite. C'est parce que leur incitation à l'opportunisme est plus grande lorsque le bien-être des membres du groupe est basé sur de la complémentarité inter-biens.

Dans l'ensemble, ces trois chapitres contribuent à la recherche dans la prise de décision concernant l'environnement à la fois au niveau individuel et au niveau collectif. Si le chapitre 3 traite directement l'outil d'analyse coûts-bénéfices, les chapitres 4 et vont plus loin dans l'analyse des préférences (à travers leur structure) sur lesquelles repose l'évaluation des projets. La structure des préférences s'est révélée être importante dans la prise de décision, tant au niveau individuel qu'au niveau collectif.

7. Limites

En ce qui concerne le chapitre 3, les limites concernent principalement le cas de la séquestration de carbone. Cela est directement lié au fait qu'il y ait moins de preuves (pas de forme fonctionnelle claire) du profil temporel de séquestration par le *Miscanthus* que dans le cas des émissions. Ainsi, les résultats peuvent être améliorés sur la base de meilleures preuves empiriques. Un autre point qui peut être discuté est le choix d'un horizon temporel de 20 ans. C'est assez court par rapport à la période pendant laquelle les émissions de GES affectent l'atmosphère (100 ans et plus). Cependant, plus l'horizon de temps est grand, plus le biais induit par la comptabilisation temporelle uniforme des impacts du CAS est grand. Ceci ne ferait qu'augmenter le biais induit par l'approche uniforme.

En ce qui concerne le chapitre 4, le fait que les individus à faible revenu soient associés à la de la substituabilité entre les biens et les individus à plus haut revenu à de la complémentarité peut être discuté au regard de la littérature en économie des ressources. En effet, cela semble contraire à ce que Heal (2009) et Baumgärtner et al. (2015b) préconisent i.e. le bien-être des personnes à faible revenu a tendance à se baser sur une complémentarité entre les biens privés et les biens environnementaux. Selon moi, les deux points de vue ne sont pas réellement en désaccord. C'est seulement une question de raisonnement. Dans leur cadre, Heal (2009) et Baumgärtner et al. (2015b) pensent aux biens environnementaux dans un contexte global au sens où le bois récolté dans la forêt est un intrant à la production du bois qui est vendu dans les supermarché et acheté par les consommateurs. Dans notre cadre, nous avons plutôt raisonné dans un contexte où la récolte de bois (biens environnementaux non marchands) dans la forêt se substitue à l'achat de bois ou des produits de remplacement comme le pétrole ou le charbon (biens de marché) au supermarché.

En outre, l'exemple de la fonction CDS est très utile dans un contexte où la méthode d'Ebert (2003) peut être mise en œuvre (prix Lindahl). Cependant, cette fonction n'est pas aisément tractable dans un contexte de marché où tous les biens étudiés ont un prix, à moins d'imposer des restrictions sur les paramètres (exposants sur les variables) de la fonction. Cela signifie que cette fonction présente un intérêt limité (sous aucune restriction sur les paramètres) si l'on veut analyser les demandes de deux biens sur le marché.

En ce qui concerne le chapitre 5, la limite principale réside probablement dans l'identification de la confusion parmi les sujets. Les interprétations ont été données selon différents comportements possibles, mais il est possible que de la confusion explique en partie les résultats. Je m'attends à ce que cela concerne principalement l'ordre inversé (« counterbalanced order ») qui peut s'avérer déroutant pour les sujets de l'expérience après leur avoir fourni des matrices de paiement différentes de celles auxquelles ils s'étaient habitués dans la partie pratique préalable à l'expérience. Enfin, une meilleure analyse économétrique des données peut (et sera) menée grâce à la méthode des panels dynamiques.

8. Pistes de recherche

En ce qui concerne la partie théorique de cette thèse, il serait intéressant de développer la théorie du chapitre 4. D'une part, j'ai mentionné dans le chapitre 2 les effets de la qualité environnementale sur le consentement marginal à payer, c'est-à-dire comment le niveau de qualité environnementale influence ce consentement à payer. Cela pourrait être analysé dans notre cadre théorique. De plus, une analyse plus approfondie de la manière dont notre cadre théorique affecte les taux d'actualisation nous permettrait d'obtenir des résultats plus forts. Nous visons en particulier à simuler des chocs de revenu (et environnemental) et d'observer la façon dont les taux d'actualisation et les élasticités-revenu du consentement marginal à payer sont influencés par la substituabilité et la complémentarité.

En ce qui concerne la partie expérimentale, au-delà des améliorations conceptuelles et économétriques qui seront menées pour cette étude préliminaire, deux voies de recherche émergent. Il serait intéressant d'analyser les effets de richesse et les effets institutionnels. Pour les effets de richesse, les sujets seraient dotés de différents montants de jetons initialement afin de voir si le comportement change au sein de chaque structure de préférences en fonction de la dotation attribuée. En ce qui concerne les effets d'institution, l'introduction de la communication et de la punition peut permettre de mieux comprendre comment la structure des préférences affecte le comportement.