

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier

THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES ECONOMIQUES

Soutenue publiquement le 7 mai 2007

CNU section 05

Ecole doctorale Économie et Gestion de Montpellier, Université de Montpellier 1

Laboratoire LAMETA

Par

Tristan Le Cotty

La coordination multilatérale des politiques agricoles en présence de biens non marchands

JURY

Jean Marie Boisson, Professeur à la faculté des sciences économiques de Montpellier I, *Président du jury*

Louis-Pascal Mahé, Professeur Emérite à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes, *Directeur de la thèse*

Laurence Tubiana, Directrice de la chaire de développement durable de Science Po, *Codirectrice de la thèse*

Marie-Alix Roussillon Monfort, Chargée de mission au Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie, *Examinatrice*

Hervé Guyomard, Directeur de Recherche et chef du département des Sciences sociales de l'INRA, *Rapporteur*

Jean Marc Siroën, Professeur à l'Université Paris-Dauphine, *Rapporteur*

Travail réalisé avec le soutien financier de l'ADEME et de l'INRA

Remerciements

Je remercie Louis-Pascal Mahé qui a dirigé la thèse avec patience, exigence et curiosité. Il a cherché à la faire progresser par un questionnement continu du travail en cours. Il m'a conduit à utiliser à la théorie économique pour tenter de mieux comprendre le monde réel et remettre en cause certaines intuitions fragiles. Il m'a aussi conduit à utiliser le monde réel pour relativiser certaines conclusions théoriques à portée générale, ou pour stimuler certains développements de la recherche. Il m'a autant poussé à mieux comprendre l'élevage sur les Causses de Lozère que les articles les plus théoriques utilisés, les deux constituant un même cheminement. Il s'est investi dans les différents aspects du travail de manière critique et souvent déterminante. Certaines contributions de la thèse lui sont dues. Il a aussi été un soutien dans les moments délicats. Je le remercie d'avoir investi son temps et ses compétences dans l'encadrement de mon travail.

Je remercie Laurence Tubiana qui a été la codirectrice et l'initiatrice de la thèse. Elle m'a donné sa confiance sans exiger de ralliement formel de ma thèse à ses propres travaux et a toujours cherché à valoriser mon travail. Elle m'a fourni des conditions de travail optimales à l'IDDRI avec un grand souci de responsabilisation. Elle a toujours cherché à donner au travail l'ambition de contribuer aux débats d'actualité sur les négociations internationales. Je salue son ouverture d'esprit. Je remercie aussi l'ensemble des personnes de l'IDDRI pour leurs apports de tous ordres.

Je remercie Tancrède Voituriez qui a été un interlocuteur permanent, qui m'a soutenu dans mes choix avec enthousiasme et dans un esprit positif. Il a toujours cru en ce projet et m'a aidé à en développer notamment les implications politiques. Il m'a aussi donné une grande liberté de travail à l'IDDRI en favorisant le développement de ma recherche dans nos travaux communs, et je lui en suis très reconnaissant.

Merci à Jean-Paul Chassany de m’ avoir fait partager sa connaissance des grands Causses de Lozère. Il m’ a convaincu de la pertinence de la région pour la mise en évidence de la multifonctionnalité. Il m’ a aidé à entrer en contact avec les institutions agricoles de Lozère, ce qui a suscité la partie empirique du travail.

Merci à Françoise Simon du Ministère de l’ Agriculture et de la Pêche pour son engagement et sa confiance dans mon travail. Elle m’ a notamment permis de participer à d’ intéressantes discussions et a favorisé la réalisation de la partie empirique de la thèse. Je remercie également à cet égard Jean-Guillaume Bretenoux du Ministère de l’ Agriculture et de la Pêche.

Merci à Jean-Paul Labal de la DDAF de Lozère pour son aide importante dans l’ analyse de données statistiques. Merci aussi à Jean-Pierre Lilas, directeur départemental de l’ agriculture et de la forêt de Lozère pour avoir accepté la contribution de la DDAF à la thèse.

Merci à Robert Lifran pour m’ avoir accueilli au Lameta dans des conditions très favorables qui ont fait de mon passage au laboratoire une expérience très positive sur le plan humain et scientifique. Son management favorisant la participation des doctorants à la vie du laboratoire a également été un facteur de responsabilisation.

Merci à Hervé Guyomard et Jean-Marc Siroën d’ avoir accepté d’ être rapporteurs de la thèse. Leurs commentaires ont été d’ une grande utilité.

Merci à Jean-Marie Boisson d’ avoir accepté d’ être examinateur de la thèse et d’ avoir participé aux discussions du Lameta sur la multifonctionnalité.

Merci à Marie-Alix Roussillon d’ avoir accepté d’ être examinatrice de la thèse.

Merci à Mabel Tidball pour son écoute et ses conseils. Merci aussi pour le séminaire qu’ elle a animé et dont j’ ai largement profité. Merci à Santiago Muro d’ avoir participé à certains développements mathématiques.

Merci à Yves Surry pour ses conseils importants (bien qu’ imparfaitement mis en œuvre dans la thèse) dans la partie statistique du travail.

Merci à Claude Lhuilier du centre de gestion de Lozère de nous avoir fourni du temps de travail pour la mise à disposition de données économiques exploitables.

Merci à Claude Roger et Anthony Aumand pour nos échanges sur la politique agricole commune.

Merci à Sébastien Bainville, Cathie Laroche-Dupraz et Gérard Miclet de m'avoir permis de participer à des activités d'enseignement qui m'ont été d'une grande utilité, notamment dans ma réflexion sur la traduction concrète de certains aspects théoriques de l'économie agricole.

Merci à Florence Jacquet, Petr Havlik et Guillermo Flichman pour nos discussions sur la multifonctionnalité au début de la thèse.

Merci à Elodie Maître d'Hôtel pour sa relecture précieuse du manuscrit.

Merci à Katrin Erldenbruch pour les discussions et relectures qu'elle m'a apportées, ainsi que pour le séminaire Serene dont elle assuré le fonctionnement et dont j'ai profité.

Merci à Sophie Thoyer de m'avoir permis de participer au programme SUSTRA et CAT&E, qui m'ont été utiles pour intégrer le débat politique à la réflexion théorique sur les négociations.

Merci à Charles Figuière pour l'animation du groupe de travail du Lameta dont j'ai également largement bénéficié.

Merci à Denis Barthélémy de m'avoir permis de participer au programme MULTAGRI, et à Patrick Caron d'avoir sollicité mon aide pour la finalisation du projet.

Merci à Pierre Dupraz pour ses commentaires utiles sur un document de travail utilisé dans la thèse.

Merci à Laurent Garnier pour sa veille documentaire particulièrement dynamique et à Caroline Falize pour les échanges d'articles qui ont facilité mes travaux. Merci aussi à Danièle Mornet et Isabelle Pérez pour leur aide documentaire.

Merci à Mickaël Tropé et Arlette Laporte pour leur aide logistique tout au long de la thèse.

Merci à Yvette Zouaoui et Sabine de Béchevel pour leur aide dans l'organisation de la soutenance.

Merci à l'ADEME et au département d'économie de l'INRA d'avoir financé la thèse.

Table des matières

Introduction	5
Premier chapitre: justification de la question	12
Introduction	12
1. Les problèmes économiques posés par le soutien interne	13
1.1. La nature domestique du problème lié au soutien interne	13
a. Le soutien interne comme résultante de préférences politiques	14
b. Le soutien interne comme politique d'ajustement	15
c. L'analyse du soutien interne comme rémunération des biens publics liés à l'agriculture	16
1.2. L'analyse « extérieure » du problème des soutiens internes	17
2. Les modalités de la prise en compte des fonctions non marchandes de l'agriculture à l'OMC	18
2.1. La réduction du soutien couplé	19
2.2. L'encadrement du soutien partiellement découplé de la production	20
2.3. Les disciplines concernant les modalités d'octroi du soutien découplé de la production	20
a. Un critère d'effet : la neutralité	21
b. Des critères de modalités	22
Conclusion du premier chapitre	25
Première partie : Politiques de multifonctionnalité et marché domestique	26
Second chapitre: les modélisations de la technologie multifonctionnelle et les politiques optimales dans la littérature	27
Introduction	27
1. L'externalité positive	28
1.1. La nature du problème des externalités positives et les droits de propriété	28
1.2. Les externalités liées au produit	30
1.3. Les externalités liées aux facteurs de production	33
2. La jointure entre production agricole et bien public	36
2.1. Les technologies jointes	36

2.2. La complémentarité entre produits	38
a- Définition générale de la complémentarité entre produits	38
b- La complémentarité à niveau de facteurs donné	40
2.3. Complémentarité entre produit marchand et non marchand et politiques optimales	42
2.4. Externalité et complémentarité	44
3. Les économies de gamme entre biens agricoles et biens publics	45
4. Les autres représentations de la multifonctionnalité	47
4.1. Le nombre d'agriculteurs	47
4.2. La sécurité alimentaire	47
4.3. L'héritage culturel	48
Conclusion du second chapitre	48

Troisième chapitre: complémentarité décroissante et offre d'environnement **50**

Introduction	50
1. Le modèle	51
2. Coût marginal du BNM dans le cas d'une jointure constante et à niveau donnée de production donné	54
3. Coût marginal du BNM, dans le cas d'une jointure variable, à niveau de production agricole donné	58
3.1. Justification des hypothèses technologiques	58
3.2. Description des hypothèses technologiques	59
3.3. Application numérique	62
3.4. L'offre de BNM la moins coûteuse (cas de la jointure variable en fonction de y)	65
4. Statique comparative de l'offre d'environnement par l'agriculteur et par le forestier	68
4.1 Effet propre du paiement environnemental sur l'offre de BNM	69
4.2 Effet croisé du paiement environnemental sur la production agricole	73
4.3. Effet propre du prix agricole sur la production agricole	74
4.4. Effet croisé du prix agricole sur le bien non marchand	74
5. Paiement ciblé sur le BNM ou subvention à la production	75
Conclusion du troisième chapitre	79

Quatrième chapitre: estimation empirique de la jointure entre la production ovine et le paysage dans les Causses de Lozère **80**

Introduction	80
1. Description de l'élevage ovin des grands Causses de Lozère	82
1.1. Les principales caractéristiques géographiques du territoire	82
1.2. Les systèmes de production et l'environnement	83
1.3. Les principaux éléments de la production agricole	84
2. Les politiques existantes	85
2.1. Les aides céréalières	86

2.2. Les primes ovines	86
2.3. Les aides agri-environnementales	86
a - La prime au maintien des systèmes d'élevages extensifs	87
b - L'opération locale agri-environnementale des grands causses lozériens	87
c - Les CTE	88
2.4. Les Indemnités compensatrices de handicap naturel	90
2.5. Les aides au financement de l'installation des jeunes agriculteurs, à la modernisation et à la diversification des exploitations	90
3. Mesure de la relation entre production ovine et paysage sur les Causses	91
3.1. Hypothèse testée	91
3.2. Description des variables retenues	92
3.3. Spécification du modèle	95
a- La forme générale de la fonction de coût	95
b- Modèle quadratique modifié d'ordre 2	97
c- Modèle quadratique modifié à l'ordre 3	103
3.4. Interprétation	106
Conclusion du quatrième chapitre	110
Conclusion de la première partie	113
Seconde Partie : La coordination multilatérale des politiques de multifonctionnalité	116
Introduction de la seconde partie	117
Cinquième chapitre: Présentation du modèle et description des stratégies	120
Introduction	120
1. Présentation du modèle	121
2. Description des politiques unilatérales	125
2.1. Les politiques unilatérales du pays domestique	125
a - Conditions du premier ordre et fonctions de réaction	125
b - Les conditions du second ordre sur w	128
2.2. Les politiques unilatérales du pays étranger	130
3. Etude des fonctions de réaction totales et équilibre de Nash	130
Conclusion du cinquième chapitre	136
Sixième Chapitre. Optimum de Pareto global et coordination internationale	137
1. Calcul de l'optimum de Pareto	137
1.1. Optimum de premier rang	137
1.2. Optimum de second rang sur les subventions	141

2. Coordination multilatérale	142
2.1. Coordination partielle des politiques commerciales	142
2.2. La coordination globale	146
3. Coordination internationale des paiements ciblés sur les biens non marchands	150
3.1. Le modèle	150
3.2. Interprétation	153
Conclusion du sixième chapitre	155
Septième chapitre : Les modalités d'un accord multilatéral sur les politiques de multifonctionnalité	157
Introduction	157
1. L'analyse des effets des disciplines de l'accord agricole sur les subventions dans le cas d'une situation initiale symétrique	158
1.1. Approche graphique du problème	158
1.2. Approche analytique du problème	161
2. L'analyse des effets des disciplines de l'accord agricole sur les subventions dans le cas d'une situation initiale quelconque	163
2.1. Approche graphique	163
a. Les effets de la baisse des subventions d'un grand exportateur	163
b. Effets globaux de la baisse des subventions de l'importateur et de l'exportateur	166
2.2. Approche analytique	169
Conclusion du septième chapitre	173
Conclusion de la deuxième partie	174
Conclusion générale	176
Bibliographie	179
Annexes	187
Résumé	205

Liste des figures

<i>Figure 1.1. Subvention de la production et compensation du surcoût environnemental</i>	22
<i>Figure 1.2. Réglementation de la production et compensation du surcoût</i>	24
<i>Figure 2.1. Complémentarité par effet d'expansion</i>	40
<i>Figure 2.2. Frontière de production de court terme présentant deux zones de complémentarité et une zone de substitution (Romstad et al., 2000)</i>	41
<i>Figure 2.3. Frontière de production avec une zone de complémentarité et une zone de substitution entre la biodiversité et l'agriculture en Norvège (Olsson et Ronningen, 1999, cités par Romstad et al., 2000)</i>	42
<i>Figure 3.1. Coût marginal d'environnement en fonction des prix en cas de jointure constante (complémentarité et substitution)</i>	56
<i>Figure 3.2. Equilibre environnemental dans le cas d'une complémentarité constante</i>	57
<i>Figure 3.3. Evolution du coût marginal de l'environnement en fonction de la production agricole (pour un niveau d'environnement donné z_a)</i>	61
<i>Figure 3.4. Comparaison du coût marginal du BNM joint et non-joint en fonction du niveau de production agricole (pour un niveau d'environnement donné z)</i>	62
<i>Figure 3.5. Domaine de complémentarité et domaine de supériorité de la technologie agricole ($e < 0$ par H_1 et $f > 0$ par H_2)</i>	64
<i>Figure 3.6. Coût marginal des BNM par l'agriculture et par les forestiers en fonction des domaines technologiques sous H_0', H_1, H_2</i>	66
<i>Figure 3.7. Coût marginal du BNM pour les agriculteurs (y donné, jointure variable en fonction de y) et les forestiers dans le sous domaine $[D, D']$ du domaine de substitution</i>	67
<i>Figure 3.8. Interprétation de la complémentarité par l'effet d'expansion</i>	71
<i>Figure 3.9. Comparaison du coût marginal agricole et du coût marginal forestier en domaine de complémentarité $C_{yz} < 0$, et sous H_0</i>	72
<i>Figure 3.10. Offre globale dans les deux technologies (dpz/dz)</i>	73
<i>Figure 3.11. Offres de BM et de BNM avec paiement optimal (A^*, E^*), sans politique (A', E'), et avec une subvention à la production (A'', E'') dans le domaine de complémentarité</i>	77
<i>Figure 3.12. Coût marginal du BNM obtenu par une subvention de la production ou un paiement du BNM</i>	78
<i>Figure 4.1. Répartition des exploitations bénéficiaires de l'opération locale agri-environnementale</i>	88

<i>Figure 4.2. Description des variables retenues</i>	93
<i>Figure 4.3. Coût marginal d'entretien des milieux faiblement embroussaillés (mesure 20)</i>	108
<i>Figure 4.4. Coût marginal d'entretien des milieux faiblement embroussaillés (mesure 19) par l'agriculture ou par des agents spécialisés qui auraient la même main d'œuvre familiale.</i>	109
<i>Figure 4.5. Coût marginal d'entretien des milieux faiblement embroussaillés (mesure 19) par l'agriculture ou par les agents spécialisés (sans main d'œuvre familiale)</i>	110
<i>Figure 5.1. Equilibre de Nash sur les tarifs (cas linéaire)</i>	133
<i>Figure 5.2. Décomposition de la statique comparative des politiques à l'équilibre de Nash</i>	134
<i>Figure 5.3. Déplacement de l'équilibre de Nash tarifaire en cas d'amélioration de l'environnement en Europe ou de détérioration en Argentine</i>	134
<i>Figure 5.4. Déplacement de l'équilibre de Nash tarifaire en cas de détérioration de l'environnement en Europe ou d'amélioration en Argentine</i>	135
<i>Figure 6.1. Chemin d'une coordination pareto optimale</i>	138
<i>Figure 6.2. Equilibre de Nash sur les politiques environnementales en cas de coordination partielle sur les politiques douanières</i>	144
<i>Figure 6.3. Politiques commerciales et environnementales en cas de coordination partielle</i>	145
<i>Figure 6.4. Convergence vers l'optimum de second best lorsque $t/q' < T/Q'$</i>	149
<i>Figure 7.1. Effet domestique de la suppression de la subvention de l'importateur</i>	159
<i>Figure 7.2. Effet global de la fin des subventions de l'importateur</i>	160
<i>Figure 7.3. Baisse des subventions à partir d'un équilibre de Nash sans environnement et sans tarif</i> ..	161
<i>Figure 7.4. Baisse des subventions à partir d'un équilibre de Nash avec tarifs fixes et externalités</i>	162
<i>Figure 7.5. Effet du soutien interne chez un grand exportateur</i>	164
<i>Figure 7.6. Effet du soutien interne de l'exportateur sur le bien-être de l'importateur</i>	165
<i>Figure 7.7. Effet de la suppression des subventions de l'exportateur sur le marché mondial</i>	166
<i>Figure 7.8. Effet du soutien interne de l'exportateur et de l'importateur sur le marché mondial</i>	167
<i>Figure 7.9. Bilan de la baisse des subventions de l'importateur et de l'exportateur</i>	168
<i>Figure 7.10. baisse des subventions à partir d'un niveau quelconque et variation de bien-être</i>	172
<i>Figure annexe 3.13. Domaine de complémentarité et domaine de supériorité de la technologie agricole ($e < 0$)</i>	189
<i>Figure annexe 3.14. Schéma général et positionnement des domaines technologiques</i>	190

<i>Figure annexe 3.15. Coûts marginaux joint et non joint sous H_3 et H_1</i>	191
<i>Figure annexe 3.16. Coûts marginaux et offre globale sous H_1 et H_3</i>	192
<i>Figure annexe 3.17. Effet le Châtelier résultant de la jointure (Chambers, 1988)</i>	193
<i>Figure annexe 3.18. Offre agri-environnementale (dz_a/dp_z) en cas de jointure positive ou négative entre y et z</i>	193
<i>Figure annexe 3.19. Représentation de la technologie à jointure décroissante et zone de production de bien public gratuit</i>	194
<i>Figure annexe 3.20. Complémentarité décroissante avec une zone où C_z est négatif pour certaines valeurs de y</i>	195
<i>Figure annexe 6.5. Bilan de bien-être international de la subvention dans le pays domestique</i>	202
<i>Figure annexe 6.6. Bilan de bien-être international de politique intérieure dans les deux pays (subvention chez l'importateur et taxe chez l'exportateur) à prix mondial inchangé</i>	203
<i>Figure annexe 6.7. Illustration du dilemme du prisonnier</i>	204

Liste des propositions

<p><i>Proposition 3.1.</i></p> <p><i>La production jointe d'un bien non marchand complémentaire d'un bien marchand est plus efficace que sa production non jointe si la production jointe utilise au moins autant de chaque facteur fixe que la production non-jointe.</i></p> <p><i>Proposition 3.2.</i></p> <p><i>Il y a équivalence entre (i) la complémentarité d'un bien agricole y et d'un bien non marchand gratuit z (définie par $C_{yz} < 0$) et (ii) l'externalité positive z de production y, définie par $z=e(y)$. On a alors l'égalité $e'(y)=-C_{yz}C_{zz}^{-1}$. La subvention pigouvienne est $s=e'(y).p(z)=-C_{yz}C_{zz}^{-1}.p(z)$, où $p(z)$ est le consentement à payer marginal de la société pour z.</i></p> <p><i>Proposition 6.1.</i></p> <p><i>En cas d'externalité de production positive, un accord de réduction tarifaire entre deux pays conduit à une subvention supérieure à l'optimum chez l'importateur et à une subvention inférieure à l'optimum chez l'exportateur.</i></p> <p><i>Proposition 6.2.</i></p> <p><i>Lorsque les politiques tarifaires de deux pays sont soumises à un accord bilatéral, un accord de réduction mutuelle des subventions n'est contraignant que pour les importateurs.</i></p> <p><i>Proposition 6.3.</i></p> <p><i>Lorsqu'un bien marchand et un bien non marchand sont complémentaires, un accord de réduction tarifaire entre deux pays conduit à un paiement environnemental supérieur à l'optimum chez l'importateur et inférieur à l'optimum chez l'exportateur. La réduction des échanges qui en résulte est égale à celle obtenue par le tarif optimal.</i></p> <p><i>Proposition 6.4.</i></p> <p><i>Lorsqu'un bien marchand et un bien non marchand sont liés par une complémentarité avec le niveau de production agricole, un accord de réduction tarifaire entre deux pays conduit les pays à modifier leur paiement environnemental dans le sens d'une réduction des échanges jusqu'au niveau d'échange obtenu par le tarif optimal ou jusqu'à ce que la complémentarité ait disparue.</i></p> <p><i>Proposition 7.1.</i></p> <p><i>A partir d'une situation initiale de deux pays composée de tarifs fixés (en particulier nuls) et de politiques environnementales à l'équilibre de Nash, une réduction des subventions ne peut conduire à l'optimum (en particulier de Pareto).</i></p> <p><i>Proposition 7.2.</i></p> <p><i>A partir d'une situation initiale entre deux pays composée de tarifs fixés (en particulier nuls) et de subventions supérieures à l'optimum (en particulier, de Pareto) dans les deux pays, une réduction des subventions peut conduire à l'optimum (en particulier de Pareto).</i></p> <p><i>Proposition 7.3.</i></p> <p><i>Un accord de réduction réciproque des subventions agricoles entre deux pays ne peut aboutir à l'optimum global par gains réciproques.</i></p>	<p>55</p> <p>76</p> <p>144</p> <p>144</p> <p>154</p> <p>154</p> <p>163</p> <p>172</p> <p>172</p>
--	--

Introduction

Le commerce international des produits agricoles est soumis à un régime particulier depuis la création du GATT en 1947, et garde des spécificités importantes par rapport au commerce des produits industriels avec la création de l'OMC en 1994. Le commerce des produits agricoles reste conditionné par les politiques agricoles ayant des effets notables sur le volume et le prix des exportations. Dans de nombreux cas, elles ont pour effet de réduire les volumes échangés. Une question de la coopération commerciale multilatérale est de savoir dans quelle mesure un accroissement des volumes échangés contribuerait à accroître les gains économiques des différents pays, compte-tenu des préférences des citoyens pour les attributs non marchands de la production nationale.

Les recherches sur la multifonctionnalité dans les années 1990 et 2000 ont contribué à définir ce qu'est techniquement une agriculture multifonctionnelle, et les propriétés des politiques agricoles adaptées à la prise en compte de la multifonctionnalité éventuelle de l'agriculture. Ces recherches se placent essentiellement du point de vue du pays dans lequel l'agriculture est multifonctionnelle ou non. Bien qu'il reste des incertitudes dans ce champ, ces recherches ont globalement permis de définir les politiques les plus efficaces, pour ces pays, en cas de multifonctionnalité. Mais elles n'ont pas permis de définir quelles sont les politiques globalement efficaces, c'est-à-dire du point de vue de ces pays et de leurs partenaires commerciaux. Lorsque les politiques agricoles influencent les prix mondiaux des denrées, comme cela peut être le cas des politiques des grands pays, rien ne garantit que la meilleure politique d'un pays soit la meilleure politique globalement.

Or les principes économiques qui soutiennent un cadre multilatéral comme l'OMC doivent intégrer non seulement le point de vue des pays qui chercheraient la politique la plus efficace pour eux, mais plus encore le point de vue de tous les pays qui ressentent les effets des politiques. Cette distinction a été largement sous-estimée dans les recherches sur la multifonctionnalité et leurs utilisations.

En toute théorie (en particulier selon Bagwell et Staiger, 1999), les disciplines multilatérales de l'OMC devraient avoir pour effet de réformer les politiques d'un pays non pour rendre les politiques plus efficaces de son point de vue, mais du point de vue des autres. Or les disciplines ne sont pas nécessairement les mêmes dans les deux optiques. Nous pensons que pour cette raison entre autres, les analyses économiques ayant cherché à définir les bonnes politiques - du point de vue national - n'ont pas suffi à définir les conditions d'un consensus multilatéral sur les réformes à entreprendre.

La question abordée dans la thèse est la suivante : « Quelles sont les règles d'un accord agricole multilatéral efficace en cas de multifonctionnalité de l'agriculture ? ».

Pour y répondre, nous étudions dans un premier temps les propriétés des politiques nationales efficaces du point de vue du pays qui les met en œuvre, lorsque son agriculture est multifonctionnelle. C'est l'objet de la première partie de la thèse. Dans un second temps, nous étudions les propriétés des politiques efficaces du point de vue multilatéral d'un grand pays dont l'agriculture est multifonctionnelle, ce qui constitue l'objet de la deuxième partie de la thèse.

La première partie s'appuie sur une littérature existante sur les politiques de multifonctionnalité, qui fournit des réponses sur la forme de l'intervention optimale en agriculture du point de vue national. Elle définit à quelles conditions de multifonctionnalité les pays peuvent avoir intérêt à subventionner leur agriculture et de quelle manière (Romstad et al., 2000 ; Vatn, 2002, Paarlberg et al., 2002, Peterson et al., 2002 ; Guyomard et al., 2004 ; Havlik et al., 2005). Cette littérature qualifie les effets des différentes politiques publiques sur les productions marchandes, ce qui permet de comparer l'équilibre économique national obtenu avec ces politiques et l'équilibre économique national sans ces politiques. Parmi les propriétés technologiques qui caractérisent une agriculture multifonctionnelle, la complémentarité entre un bien marchand et un bien non marchand (BNM) est souvent proposée comme une condition

suffisante de la multifonctionnalité. Lorsqu'elle existe, elle peut engendrer une économie de coût chez les agriculteurs qui produisent en même temps les deux types de bien. Pour la société, il peut alors être moins coûteux de rémunérer les agriculteurs pour produire le bien non marchand (ce qui modifie l'équilibre économique agricole) que des agents spécialisés dans l'environnement (ce qui ne modifier pas l'équilibre économique agricole). Pour mesurer cette économie de coût due à la multifonctionnalité, nous comparons le coût d'une fourniture jointe d'un bien marchand et d'un bien non marchand, et le coût de fourniture séparée des deux biens. Cela nous permet de définir dans quelles conditions il est judicieux de rémunérer l'agriculture pour produire un bien public non marchand.

Plusieurs cas sont envisagés. Si la complémentarité est constante lorsque l'une des deux productions varie, l'économie de coût réalisée en production jointe vaut pour tout niveau de production et se mesure par la différence entre le coût marginal du BNM joint et le coût marginal du BNM non joint. Toute chose égale par ailleurs, il est alors plus efficace de rémunérer les agriculteurs pour atteindre l'objectif environnemental. Si la jointure évolue avec le niveau de production, on peut observer des niveaux de production où les biens marchands et non marchands sont complémentaires et d'autres où ils sont substitués. En particulier, l'intensification peut avoir pour effet d'accroître la concurrence entre deux productions au sein d'une exploitation, en raison des facteurs fixes allouables comme le travail familial. Cette éventualité a été décrite dans la littérature mais à notre connaissance, ni modélisée ni mesurée dans le cas d'un BNM. Pour l'étudier, nous étudions une fonction de coût multiproduit à l'ordre trois, où l'effet de la production du bien marchand sur le coût marginal de production du BNM change en fonction du niveau de production du bien marchand. Cet effet est d'abord négatif (complémentarité), puis nul (non-jointure), puis positif (substitution). La comparaison du coût marginal de production jointe du BNM et du coût marginal de production non jointe du bien non marchand est menée en fonction de la quantité du bien marchand. Le mode de fourniture du BNM au moindre coût peut alors être joint (agri-environnemental) pour certains niveaux de production agricole et non joint (environnemental) pour d'autres. On montre grâce à une formalisation simple des conditions technologiques ci-dessus, la complémentarité justifie toujours une politique agri-environnementale, la substitution à faible niveau d'intensification justifie aussi la

politique agri-environnementale et la substitution à fort niveau d'intensification justifie une politique environnementale spécialisée.

Ce cadre théorique est utilisé pour étudier des exploitations d'élevage de moutons en Lozère. L'hypothèse de décroissance de la complémentarité entre la production ovine et l'un des BNM étudiés (la maintenance des prairies ouvertes par la gestion du pâturage) est confirmée statistiquement, et le passage à la substitution se situe au sein de l'échantillon pour ce même BNM. Cela signifie que pour une partie des exploitations la production et le BNM sont complémentaires, et pour une partie, elles sont substitués. L'étude donne donc des pistes de méthode pour différencier les politiques publiques selon que le coût marginal agri-environnemental est inférieur au coût théorique non joint de fourniture du même BNM. Un deuxième BNM étudié (l'ouverture du paysage des parcours) apparaît substitut avec la production ovine mais est obtenu, d'après nos analyses, à un coût marginal inférieur au coût marginal non-joint, si l'on tient compte du rôle de la main d'œuvre familiale. L'étude de l'élevage sur les Causses donne donc deux exemples de technologies multifonctionnelles.

Cette première partie permet de définir certains cas de technologie multifonctionnelle et de mesurer l'impact des politiques agri-environnementales efficaces sur la production marchande. Elle ne donne aucune raison de minimiser cet impact. Nous devons pour étudier ces raisons intégrer à l'analyse le bien-être des pays partenaires.

La deuxième partie vise à traiter cette question : la politique de multifonctionnalité la moins coûteuse pour un Etat (définie en première partie) est-elle la moins coûteuse du point de vue global ?

Les études de l'OCDE (2000,a,b,c,d) définissent des critères de classification des politiques de multifonctionnalité qui intègrent un objectif de moindre perturbation des échanges, ce qui est parfois interprété comme un critère de coopération internationale, dans la mesure où il est compatible avec les principes de l'accord agricole existant. Notre objectif ici est de vérifier à quelles conditions ce critère de moindre perturbation des échanges rejoint l'objectif de l'optimum global.

La littérature sur le commerce international aboutit souvent à privilégier les politiques domestiques aux politiques commerciales pour atteindre un objectif domestique comme

la promotion de la multifonctionnalité (Corden, 1997 ; Bhagwati et Ramaswani, 1963). Mais cela ne signifie pas l'annulation des effets de ces politiques sur les échanges. Bagwell et Staiger (1999) fournissent un cadre d'analyse qui montre que l'optimum global ne signifie pas la nullité des effets des politiques sur les échanges. Pour eux, la réduction des politiques (tarifaires) se justifie tant qu'elle engendre des gains partagés par les pays. L'optimum est atteint quand une réduction supplémentaire engendrerait des pertes pour l'un d'entre eux.

L'application de ce principe aux politiques agricoles n'est pas immédiate. Il existe une littérature importante sur les utilisations stratégiques des politiques environnementales et agricoles, mais les formes d'une coopération (mutuellement avantageuse) en matière de politiques agricoles ne sont pas développées. Krutilla (1991) fait un pas dans ce sens, en montrant comment la politique environnementale d'un grand pays est modifiée par l'existence d'un accord douanier. Mais comme le modèle de Krutilla n'intègre pas le bien-être extérieur, il ne permet pas de définir les formes d'une coopération internationale sur les politiques environnementales qui affectent la production. Ederington (2001) propose une analyse de la coopération tarifaire entre deux pays dans le cas où les politiques environnementales resteraient inchangées pendant la coopération. Ce travail permet de décrire un optimum global assez proche de celui que nous cherchons à décrire, mais il ne permet pas de décrire la coopération nécessaire pour y parvenir lorsqu'elle porte sur les politiques domestiques (en partant d'une situation initiale de politiques environnementales sous-optimales), comme on peut supposer que c'est le cas en agriculture.

Nous construisons un jeu qui utilise des fonctions de bien-être social fondées sur celle qu'utilise Krutilla dans un cadre unilatéral. Deux pays sont en interaction commerciale via les effets de leurs politiques domestiques et douanières sur le prix mondial. En l'absence de coordination, chaque pays fixe ses politiques de façon à maximiser son bien-être national. L'équilibre de Nash obtenu est inefficace, ce que l'on met en évidence par le calcul de l'optimum de Pareto obtenu par maximisation du bien-être joint des deux pays. Comme dans Ederington (2001), l'équilibre de Nash est défini par des tarifs non nuls et des politiques environnementales pigouviennes, alors que l'optimum de Pareto est défini par des tarifs nuls et des politiques environnementales pigouviennes. Partant d'un équilibre de Nash sur les deux politiques, une coopération

mutuellement avantageuse serait celle proposée par Ederington (2001). A l'optimum, les droits de douane sont nuls et les politiques domestiques minimisent les coûts de prise en compte de l'environnement, sans être neutres sur les échanges. Mais en ce qui concerne les politiques agricoles et agri-environnementales, le point de départ de la coopération (1986 dans le cas de l'accord agricole de l'OMC) ne correspond pas à l'équilibre de Nash des deux politiques. Les droits de douane sont déjà contraints par le GATT, et les politiques agricoles ne sont donc pas supposées être à l'optimum comme le décrit Ederington, mais plus probablement à un équilibre de second rang comme celui décrit par Krutilla. Il n'est donc plus raisonnable de considérer que la coopération doit laisser les politiques domestiques à leur niveau initial. De ce fait, nous modélisons l'équilibre existant en 1986 comme composé de « subventions » libres et de droits de douane contraints (équilibre de Nash secondaire). On étudie alors les règles de convergence de cet équilibre de Nash secondaire vers l'optimum de second rang défini par la maximisation du bien-être joint des deux pays par rapport aux politiques environnementales seules, étant donné un certain niveau de droits de douane. On trouve que la coopération permettant de réformer les politiques à partir de cet équilibre de Nash secondaire vers l'optimum de second rang est une hausse des subventions des exportateurs et une baisse des subventions chez les importateurs. Si les subventions sont remplacées par des paiements proportionnels au BNM, cette règle de réforme demeure en cas de complémentarité entre le bien marchand et le bien non marchand. Si les deux biens sont substitués, la coopération est mutuellement avantageuse si les exportateurs réduisent leurs subventions et les importateurs accroissent les leurs.

On en déduit que les modalités de l'accord agricole tel qu'il a été négocié ne peuvent conduire à l'optimum de second rang, puisque les disciplines applicables aux exportateurs et aux importateurs sont symétriques (baisses des subventions) et engendrent des transferts de bien-être entre pays, et non des gains mutuels. Ainsi, dans le cas de subventions à la production, la baisse dans les pays exportateurs et dans les pays importateurs engendre toujours une hausse des prix mondiaux, qui, à partir d'un seuil, pénalise les importateurs.

Lorsque les subventions agricoles des importateurs sont importantes (seuil défini dans la thèse), la réduction des subventions contribue à l'amélioration du bien-être des exportateurs et des importateurs. Lorsque les subventions sont faibles mais au dessus de

l'optimum global, leur réduction contribue à un transfert de bien-être des importateurs vers les exportateurs (et un accroissement de bien-être total). Lorsqu'elles sont inférieures à l'optimum global, leur réduction contribue à un transfert de bien-être des importateurs vers les exportateurs (et une baisse de bien-être total).

La thèse débute par un chapitre, introductif, qui décrit les motivations de la thèse, et résume les principes sous-jacents de coordination existant dans l'accord agricole de l'OMC.

La première partie comprend les chapitres deux, trois et quatre.

Le second chapitre résume les principales caractéristiques des technologies multifonctionnelles et répertorie les politiques optimales dans un cadre d'analyse domestique.

Le troisième chapitre décrit les effets de ces politiques optimales sur le marché dans le cas où les relations entre les produits marchands et non marchands dépendent du niveau de production.

Le chapitre quatre analyse la nature, l'étendue et les variations des relations entre la production ovine et l'entretien de l'espace sur les causses Méjan et Sauveterre en Lozère.

La seconde partie comprend les chapitres cinq, six et sept.

Dans le chapitre cinq, nous construisons un modèle commercial reposant sur des hypothèses technologiques simples (externalités de production), permettant de dériver les stratégies portant sur les politiques douanières et les politiques intérieures. On en déduit les fonctions de réaction de chaque politique et l'équilibre de Nash obtenu.

Le chapitre six étudie l'optimum de Pareto, et le déplacement de l'équilibre de Nash des politiques domestiques en cas de coordination partielle des politiques douanières. On en déduit les conséquences d'une coopération partielle, aboutissant à un optimum de second rang.

Le chapitre sept analyse l'actuel accord agricole de l'OMC au regard des conclusions théoriques précédentes et montre certains problèmes posés par les disciplines actuelles.

Premier chapitre: justification de la question

Introduction

Le soutien public accordé par certains pays aux agriculteurs est une source de désaccord important dans les négociations commerciales de l'OMC. Les analyses des politiques de soutien à l'agriculture se sont développées depuis le cycle d'Uruguay, sans parvenir à établir de consensus stable sur la définition des politiques agricoles acceptables dans le cadre des négociations de l'OMC. La prise en compte de la multifonctionnalité est une des raisons alléguées du soutien public à l'agriculture. Plusieurs économistes ont apporté des éléments d'analyse qui justifient le principe de soutiens publics ciblés destinés à fournir un bien public (Romstad et al., 2000 ; Vatn, 2002 ; Paarlberg et al., 2002). En revanche, les économistes n'ont sans doute pas montré que les montants des soutiens publics justifiés par le consentement à payer des citoyens étaient en rapport avec les montants des soutiens publics effectivement versés. Ce point a probablement été le talon d'Achille de la multifonctionnalité, et il a finalement affaibli la défense des politiques de soutien interne en général.

Ces critiques, faites aux pays à fort soutien, reposent essentiellement sur des arguments d'efficacité intérieure et de cohérence des politiques. En effet, lorsque le soutien interne

n'est pas fondé, il engendre une perte nette pour le pays qui l'utilise. Cette idée est fondée théoriquement depuis longtemps et aujourd'hui relativement peu contestée en économie. Mais si les pertes sont supportées par les pays qui utilisent les soutiens internes, pourquoi la fronde vient-elle des pays tiers, qui n'utilisent le moins les soutiens internes ? On peut penser que les arguments « intérieurs » ne sont pas les seuls arguments en faveur de la réduction des soutiens.

Il existe également des arguments extérieurs en faveur de la baisse des soutiens internes, notamment l'argument selon lequel les soutiens à la multifonctionnalité seraient des politiques protectionnistes. S'il est vrai que le protectionnisme des grands pays a des effets extérieurs négatifs dans un grand nombre de cas, il n'est pas évident que le soutien interne soit assimilable au protectionnisme. Les effets internationaux d'une subvention sont bien différents des effets d'un droit de douane. Ainsi, alors qu'une subvention peut par exemple accroître le volume des échanges mondiaux, les droits de douane ne peuvent que le réduire. Les arguments « extérieurs » de la baisse du soutien interne ne peuvent donc pas être fondés théoriquement sur la critique du protectionnisme.

Ce chapitre rappelle successivement les principaux problèmes économiques intérieurs puis « extérieurs » posés par le soutien interne, puis les principales disciplines existantes en matière de soutien interne.

1. Les problèmes économiques posés par le soutien interne

1.1. La nature domestique du problème lié au soutien interne

Lorsque le soutien interne est analysé du point de vue du bien-être national, trois interprétations économiques dominent: le soutien interne comme une résultante de

préférences politiques, comme une aide à l'ajustement suite à une baisse des prix et comme rémunération de biens publics liés à l'agriculture¹.

a. Le soutien interne comme résultante de préférences politiques

Le soutien agricole peut être interprété comme l'expression de préférences politiques de la société ou du gouvernement pour le secteur agricole. Le soutien public est alors utilisé comme un moyen de redistribuer une partie de la richesse nationale vers le secteur agricole sans chercher à obtenir une contrepartie. Ces préférences politiques font partie de la fonction de bien-être sociale, et l'analyse ne porte pas de jugement sur le niveau du soutien accordé. Si l'on accepte cette conception, il n'y a pas de gain d'efficacité (domestique) à espérer de la diminution du montant du soutien. En revanche, l'analyse peut comparer l'efficacité des différentes formes de soutien (Corden, 1997 ; Gohin et al., 2001 ; Guyomard et al., 2004; OECD, 2002). C'est cette comparaison qui fonde le découplage du soutien interne. Du point de vue domestique, le soutien interne découplé (par exemple au sens de l'OCDE, 2000) est plus efficace que le soutien couplé, lorsque l'origine du soutien est redistributive.

Dans la réalité, il n'est pas certain que le soutien interne à vocation redistributive corresponde effectivement à une préférence politique de la société. Le rôle des groupes de pression dans l'attribution des soutiens interfère avec les préférences politiques et joue un rôle important dans les montants et la répartition du soutien interne (Mahé et Roe, 1996; Johnson et al., 1993).

Pour ce type de soutien interne, les inefficacités identifiées ci-dessus engendrent des coûts supportés par le pays qui met en place le soutien interne. La suppression de ces inefficacités (découplage ou réduction) engendre donc des bénéfices au profit de ce même pays. De ce fait, le rôle de négociations internationales pour réduire ces coûts n'est pas établi.

¹ Avant la création de l'OMC, le principal rôle du soutien interne en Europe était le développement de la productivité agricole. Cet objectif n'est aujourd'hui plus mis en avant en Europe, et n'est pas assimilé à un objectif de multifonctionnalité, et nous ne l'abordons pas.

b. Le soutien interne comme politique d'ajustement

On peut également interpréter le soutien agricole comme une aide temporaire à l'ajustement du secteur agricole à un marché international qui évolue, ce soutien interne ayant alors pour effet de freiner ou « d'adoucir » la réallocation de la force de travail agricole du secteur agricole vers des secteurs plus compétitifs. Lorsqu'un ensemble d'agriculteurs devient moins compétitif, il est possible que leurs exploitations tombent en faillite et que leurs activités doivent cesser. Ca peut être le cas d'éleveurs hors-sol ayant lourdement investi avant une période baisse des cours. Dans ce cas, la reconversion vers d'autres activités peut être difficile à envisager. Il peut être alors moins coûteux pour la société de soutenir ces secteurs en difficulté pendant quelques années plutôt que de supporter le coût social et économique de crises sectorielles allant jusqu'aux cessations d'activité.

Pour différentes auteurs, ce type de soutien engendre aussi une distorsion, qui fausse les choix des agriculteurs ou des entrants dans la branche agricole en position de s'orienter vers tel ou tel secteur (Bhagwati et Ramaswani, 1963 ; OCDE, 2000b). Selon Hayek (1960), le soutien à l'agriculture peut contribuer à entretenir artificiellement l'attractivité relative du secteur agricole. *« L'effet combiné de hausse de la productivité et de l'inélasticité de la demande est que, pour que les agriculteurs puissent maintenir leur revenu moyen et suivre le mouvement ascendant général, leur nombre doit baisser. » « Aussi longtemps que la population agricole restera proportionnellement trop importante, le changement qui s'opère se fera à son détriment. Des gens ne quitteront spontanément l'activité agricole que si les revenus y baissent par rapport à ceux rémunérant les activités urbaines. Plus la réticence des agriculteurs à changer de profession sera forte, plus grandes seront les différences de revenu pendant la période de transition. »*

Plus important peut-être que ces raisons théoriques de douter de l'efficacité du soutien interne, les soutiens internes effectivement versés en Europe et aux Etats-Unis ne jouent pas ce rôle. Les aides à la surface issues de la réforme de la PAC de 1992 étant destinées à compenser la baisse des prix, elles ont pu partiellement jouer ce rôle. Mais comme elles n'ont pas été ciblées sur les secteurs les moins compétitifs et comme leur

durée n'a pas été précisée, il n'est pas certain qu'elles aient pleinement eu pour effet d'amortir la transition vers les secteurs non agricoles ou des secteurs agricoles d'avenir.

Par conséquent, le fait que les pays tiers récusent la justification du soutien interne Européen et américain par l'ajustement intersectoriel se comprend, mais cela ne démontre pas que le soutien interne comme aide à l'ajustement sectoriel soit théoriquement injustifié.

c. L'analyse du soutien interne comme rémunération des biens publics liés à l'agriculture

Le soutien interne peut aussi se justifié comme une politique de rémunération des biens publics issus de l'agriculture. Plusieurs auteurs sont parvenus à la conclusion que la multifonctionnalité, lorsqu'elle rencontre une demande sociale effective, peut justifier ce type de soutien interne (Romstad et al., 2000 ; Paarlberg et al., 2002 ; Peterson et al., 2002 ; Randall, 2002 ; Vatn, 2002 ; Havlik et al., 2005).

Ces travaux aboutissent à la conclusion explicite ou implicite que des politiques efficaces de multifonctionnalité ne sont généralement pas des politiques de soutien généralisé à la production dans un secteur entier, mais ce ne sont généralement pas non plus les politiques conduisant à un équilibre économique identique à celui du libre-échange.

Encore une fois, ces recherches et celles de l'OCDE (2000 a,b,c,d) mettent en général en évidence un décalage (explicite ou implicite) entre les politiques agricoles existantes et les politiques idéales. Une grande partie du soutien interne n'est pas versé selon des modalités compatibles avec les incitations à la production de biens publics. Dans ces situations, une réflexion sur la réforme des soutiens internes se justifie donc également. Mais là encore, les dommages économiques clairement identifiés sont des dommages intérieurs et les réformes qu'elles justifient sont donc a priori conçues pour le pays interventionnistes et non pour les partenaires.

Si des négociations internationales sur la réforme du soutien interne se justifient éventuellement, les propriétés de l'accord auquel elles peuvent aboutir ne peuvent donc pas être déduites de ces travaux.

1.2. L'analyse « extérieure » du problème des soutiens internes

S'il est aujourd'hui assez clair que la justification par la multifonctionnalité des soutiens publics existants n'a pas convaincu, les bénéfices tirés de la réduction des soutiens internes n'ont pas non plus été clairement établis.

Les dommages économiques qu'un pays s'impose à lui-même en maintenant des soutiens internes non justifiés par l'économie publique sont bien étudiés mais ils ne relèvent pas a priori de négociations multilatérales. L'OMC n'a pas de raison d'imposer à un pays de réduire son soutien interne au titre des conséquences domestiques de ce soutien. Ceci est vrai que les motivations du soutien soient douteuses ou non.

Les dommages économiques qu'un pays impose à d'autres en maintenant des soutiens internes injustifiés relèvent a priori de l'OMC, mais ils sont en revanche beaucoup moins bien analysés. Contrairement à ce qui est parfois prétendu, le soutien interne ne doit pas être confondu avec le protectionnisme. Alors que le protectionnisme ne concerne que les importateurs et qu'il a toujours un effet global négatif (mesuré en termes de surplus économique) pour les pays partenaires, le soutien interne concerne aussi les exportateurs et peut avoir un effet global positif pour les partenaires. De manière corollaire, alors que la réduction des politiques protectionnistes entraîne toujours un accroissement des échanges, la réduction des politiques de soutien interne n'engendre pas nécessairement un accroissement des échanges.

Par conséquent, même lorsque les soutiens internes sont injustifiés du point de vue national, il n'est pas démontré à ce jour que leur réduction engendre un gain économique (global) pour les pays tiers. Bien sûr il existe des acteurs des pays tiers qui subissent les effets des soutiens internes d'un pays, notamment les producteurs du même segment de marché, mais il existe aussi des acteurs de ces pays tiers qui en bénéficient, notamment les consommateurs, ou des agriculteurs sur d'autres segments de marché.

D'un point de vue stratégique, on peut se demander a posteriori si les négociateurs et économistes européens n'ont pas trop cherché une justification domestique des soutiens publics, oubliant d'interroger les justifications multilatérales de la réduction de ces

soutiens. A quelles conditions la réduction du soutien interne est-elle bénéfique aux pays tiers ?

Il ne s'agit donc pas ici de justifier les soutiens internes, mais d'explicitier les bénéfices multilatéraux de leur réduction, et de circonscrire les conditions d'une réduction bénéfique aux pays tiers.

Cette vision des propriétés que doit avoir un accord commercial multilatéral s'inspire de l'analyse de Bagwell et Staiger (1999) en ce qui concerne le GATT. Pour eux, si les Etats signent un accord multilatéral, c'est pour obtenir certains gains de bien-être qu'ils ne peuvent réaliser en l'absence de l'accord. Le rôle de l'accord est donc de permettre aux pays de coopérer, c'est-à-dire de réduire les effets négatifs de leurs politiques pour les autres pays, l'ensemble du processus aboutissant à un gain de bien-être pour chacun. Cela exclut donc la résolution des inefficacités domestiques telles que citées en section 1.1. Il faut s'attendre à ce que type de négociation soit différent selon que les gains attendus de la réforme sont externes ou internes (voir Tubiana et al., 1999 ; Tubiana, 2000).

2. Les modalités de la prise en compte des fonctions non marchandes de l'agriculture à l'OMC

La situation internationale entre 1986 et 1994, lorsque s'est négocié le cycle d'Uruguay de l'OMC, était caractérisée par des excédents de production et d'importants soutiens aux agriculteurs en Europe et aux Etats-Unis, alors exportateurs de nombreuses denrées y compris certaines productions soutenues. Abstraction faite de la multifonctionnalité, ces soutiens internes utilisés par les exportateurs avaient pour effet de baisser les prix mondiaux, ce qui représentait un coût à la fois pour les pays utilisateurs et pour les autres pays exportateurs. Les règles négociées sur la baisse du soutien interne devaient donc contribuer à accroître le bien-être de tous les exportateurs, qu'ils soient ou non utilisateurs de ces soutiens. Le fait que ces soutiens internes représentaient un gain pour les pays importateurs n'a pas été perçu comme un élément susceptible de remettre en

cause les gains liés à la baisse des soutiens internes². Puisque la baisse des soutiens était bénéfique pour tous les exportateurs, il n'a pas été jugé nécessaire de faire la distinction formelle entre les gains domestiques et les gains multilatéraux de la réforme. De manière corollaire, il n'a pas été jugé utile de faire la distinction entre les soutiens internes des pays exportateurs et ceux des pays importateurs. Nous verrons que cette confusion est une source théorique d'inefficacité des disciplines de l'accord agricole.

Il existe dans l'accord agricole des dispositions valables pour les soutiens internes dans leur ensemble et des dispositions spécifiques aux différents objectifs publics de ces soutiens internes.

L'accord prévoit trois évolutions parallèles des soutiens internes : une réduction du soutien couplé à la production, un encadrement du soutien partiellement découplé de la production, et la fixation des disciplines concernant les modalités d'octroi du soutien découplé de la production.

2.1. La réduction du soutien couplé

Le soutien couplé à la production est exprimé au moyen de la mesure globale du soutien (MGS). Les pays s'engagent à réduire la MGS dans des proportions définies par les niveaux d'engagement consolidés annuels et finals qui représentent les montants que le soutien interne ne doit pas dépasser aujourd'hui. Les engagements de réduction de la MGS sont négociés en fonction du niveau de soutien initial (pendant le cycle d'Uruguay) indépendamment de la situation commerciale (exportatrice ou importatrice) du pays.

Il existe deux exceptions importantes aux engagements de réduction de la MGS :

(i) certaines mesures de soutien interne nécessaires au développement des pays en développement agricole et rural pourront être exclues de la MGS et sont exemptées de réduction : les subventions à l'investissement, les subventions aux intrants agricoles, les

² Probablement pour des raisons d'économie politique conduisant à privilégier le point de vue des producteurs sur celui des consommateurs.

mesures de soutien destinées à encourager le remplacement des cultures de plantes narcotiques illicites ;

(ii) les mesures de soutien ne dépassant pas 5 % de la valeur totale de la production d'un produit agricole, et celles ne dépassant pas 5 % de la valeur de la production agricole nationale totale peuvent être exclues de la MGS et sont exemptées de réduction ; Cette exemption est couramment appelée *clause de minimis*.

2.2. L'encadrement du soutien partiellement découplé de la production

Les versements directs au titre de programmes de limitation de la production (boîte bleue) peuvent être exclues de la MGS et sont donc exemptées de réduction si :

- ils sont fondés sur une superficie et des rendements fixes; ou
- ils sont effectués pour 85 pour cent ou moins du niveau de base de la production; ou
- ils sont effectués pour un nombre fixe de têtes de bétail.

Ces versements ne peuvent augmenter. En principe, ces paiements doivent être découplés au sens où ils ne doivent pas s'opposer à la baisse de la production dans les pays concernés, ni à la restauration des prix mondiaux non distordus. Le texte prévoit une réduction des facteurs de production fixes, via le gel des terres ou la limitation du chargement à l'hectare. Cependant, plusieurs auteurs considèrent que les paiements utilisés dans le cadre de la boîte bleue ont des effets sur la production, et ne sont donc pas réellement découplés. Par exemple, en Europe, les aides versées au titre de la boîte bleue à partir de 1992, et destinées à compenser la baisse des prix intérieurs, varient avec la surface cultivée et le type de culture.

2.3. Les disciplines concernant les modalités d'octroi du soutien découplé de la production

Les mesures de soutien de l'annexe II (boîte verte³) peuvent être exclues du calcul de la MGS totale courante, elles sont donc exemptées de réduction et peuvent être utilisées

³ Les mesures de la boîte verte sont explicitées ci-dessous

sans limite budgétaire. Elles doivent être découplées de la production dans leurs effets (la neutralité) et dans les modalités d'attribution (qui dépendent de leur objectif).

a. Un critère d'effet : la neutralité

Le critère de neutralité s'applique à toutes les mesures de soutien de la boîte verte, quel que soit leur objectif. Il est explicité dans le paragraphe 1 de l'annexe II :

« (...) les effets [des mesures de soutien interne qu'il est demandé d'exempter des engagements de réduction] sur la production doivent être nuls ou, au plus, minimales. En conséquence, (...) le soutien en question n'aura pas pour effet d'apporter un soutien des prix aux producteurs). »

Ce critère est inspiré par le deuxième théorème de l'économie du bien-être, et s'applique assez directement aux aides au revenu, qui n'ont pas vocation à corriger les prix de marché ou à rémunérer les biens non marchands. En théorie, il ne s'applique pas aux politiques publiques destinées à internaliser les externalités de production. Il est théoriquement incompatible avec les principes pigouviens de l'économie de l'environnement, qui prônent l'internalisation des externalités dans les prix de marchés (et donc dans les niveaux de production et les échanges), via des taxes et des subventions de la production. Le principe d'une subvention pigouvienne est précisément d'apporter un soutien du prix des producteurs. En première approximation, on peut donc supposer qu'une externalité positive de production donnant lieu à une subvention à la production ne devrait pas être comptabilisée dans la boîte verte, mais dans la MGS.

Cependant, les taxes et subventions de la production ne sont pas les seules politiques possibles, notamment lorsque les biens publics issus de l'agriculture peuvent être rémunérés en tant que tels par l'Etat (ou par des marchés secondaires). Le paiement public est alors proportionnel à une grandeur non marchande, et non à la production. Cela ne veut pas dire que l'effet commercial soit nul, mais il est amorti, par rapport à un paiement proportionnel à une grandeur marchande. L'OCDE (2001 a,b,c,d) s'est penché sur ces possibilités de limiter les effets des politiques de multifonctionnalité sur les échanges. La question de l'effet de cette rémunération sur le bien agricole, en cas de technologies complémentaires et substitués, est traitée dans les chapitres 2 et 3.

Il est donc théoriquement possible à un Etat de rémunérer les agriculteurs pour leurs productions environnementales sans rémunérer la production agricole, via des politiques qui ne sont pas directement pigouviennes.

Il est possible que le critère de neutralité ne s'oppose pas à l'efficacité des politiques environnementales, mais il n'est pas non plus guidé par le but d'accroître l'efficacité des politiques environnementales. Les raisons de ce critère sont non environnementales.

b. Des critères de modalités

Les versements d'aides au titre de la boîte verte sont soumis à des modalités spécifiques à chaque mesure.

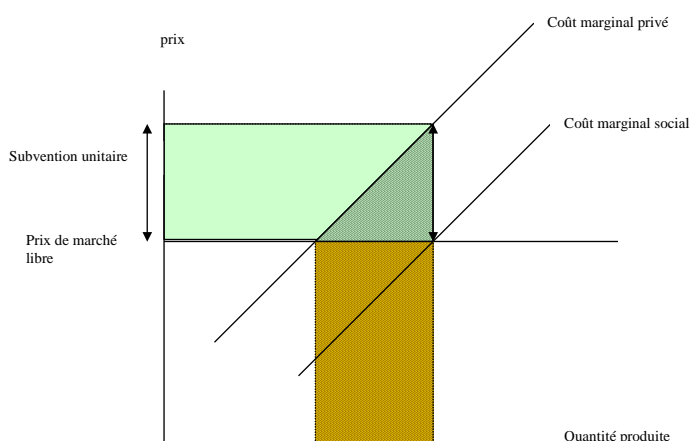
En ce qui concerne les aides à la protection de l'environnement, les modalités sont précisées dans le paragraphe 13 :

« Le montant des versements [au titre de programmes de protection de l'environnement] sera limité aux coûts supplémentaires ou aux pertes de revenu découlant de l'observation du programme public. ».

Ce principe de rémunération de l'environnement répond à un critère d'atténuation des effets des politiques environnementales sur le revenu des producteurs. La justification économique de ce critère pose question. Nous étudions ce point successivement dans le cas d'une externalité positive et dans le cas d'une externalité négative.

La figure 1.1. illustre le cas d'une externalité positive émise par une production, et internalisée par une subvention à la production de valeur unitaire égale à la valeur marginale sociale de l'environnement.

Figure 1.1. Subvention de la production et compensation du surcoût environnemental



Lorsque l'Etat met en place une subvention optimale de la production, l'agriculteur accroît à la fois sa production d'environnement et sa production marchande. En l'occurrence, son effort consiste à accroître sa production au-delà de l'optimum privé. Le surcoût total de cet accroissement est la surface hachurée. Une partie de ce surcoût est couvert par le prix de marché (la partie jaune de la surface hachurée) et une partie est couverte par la subvention (la partie verte de la surface hachurée). La partie verte non hachurée est le profit supplémentaire que fait l'agriculteur du fait de la mise en place de la subvention. Le rectangle vert correspondant au montant de la subvention optimale dépasse donc ce surcoût environnemental net.

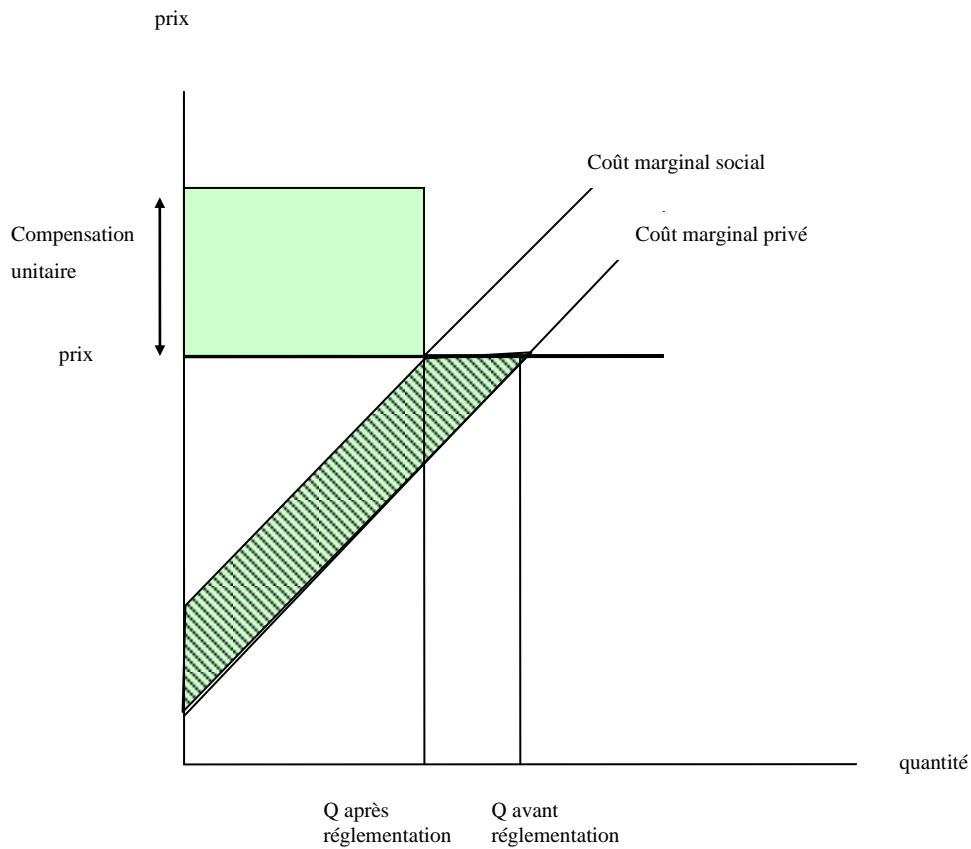
Sur la base de ce contre exemple classique, nous pouvons affirmer qu'en présence d'une externalité positive de production, la subvention environnementale optimale n'est pas toujours celle qui compense le surcoût lié au programme environnemental.

Si l'externalité est négative, la politique environnementale peut être une taxe à la production, auquel cas elle ne relève plus du soutien interne, ou une réglementation environnementale contraignante assortie d'une compensation financière.

Par conséquent, il est difficile d'interpréter le critère de modalité comme un critère destiné à rendre les politiques agri-environnementales plus efficaces.

Lorsque la production engendre des externalités négatives, la réglementation environnementale a généralement pour effet d'accroître le coût marginal de production (exemple de l'interdiction d'épandage dans une zone) et par conséquent de réduire la production agricole. C'est le cas illustré ci-dessous.

Figure 1.2. Réglementation de la production et compensation du surcoût



La zone hachurée représente le surcoût pour l'agriculteur d'observer la réglementation environnementale. Le rectangle vert représente la compensation financière qu'il reçoit en dédommagement de ce surcoût. Rien ne s'oppose à ce que la compensation égalise le surcoût, auquel cas la politique est à la fois efficace et compatible avec l'OMC.

Ces deux exemples ci-dessus indiquent que si la réglementation de la boîte verte sur les programmes environnementaux est compatible avec la correction des externalités négatives, elle ne l'est pas toujours avec la correction des externalités positives.

Conclusion du premier chapitre

Le principal objectif de la réduction obligatoire de la MGS et du découplage du soutien hors MGS était essentiellement conjoncturel et pragmatique : limiter l'effet des politiques de soutien sur la production dans les pays qui soutenaient le plus leur agriculture (OCDE, 2000), qu'ils soient importateurs ou exportateurs, et c'est ce qu'il s'est produit.

Pour y parvenir, l'accord agricole a établi des disciplines encadrant les soutiens internes dont les effets à long terme doivent être évalués au-delà de l'objectif conjoncturel de baisse de la production.

Les justifications domestiques de ces disciplines sont relativement claires en ce qui concerne les aides au revenu, mais nous avons vu qu'elles ne sont pas réellement établies en ce qui concerne les politiques environnementales. En cas d'externalité positive, le critère de neutralité ne semble pas conçu pour améliorer l'efficacité d'une politique environnementale de type pigouvien. Il serait bon d'étudier plus précisément à quelles conditions il est néanmoins compatible avec cette exigence.

Les justifications extérieures de ces disciplines s'apparentent aux arguments contre le protectionnisme dans le cas du soutien interne des pays importateurs. Dans le cas du soutien interne des pays exportateurs, les justifications extérieures (spécialement pour les pays tiers importateurs) de ces disciplines sont fragiles car elles ne prennent en compte que le profit des producteurs des pays tiers, et non le bien-être économique global de ces pays tiers.

L'objet de la première partie de la thèse est d'étudier à quelles conditions la limitation des impacts des politiques sur la production agricole découle de la maximisation du bien-être national en présence de multifonctionnalité ;

L'objet de la seconde partie est d'étudier à quelles conditions la limitation des impacts des politiques sur la production agricole découle de la maximisation du bien-être global.

**Première partie : Politiques de multifonctionnalité et marché
domestique**

Second chapitre: les modélisations de la technologie multifonctionnelle et les politiques optimales dans la littérature

Introduction

Ce chapitre bibliographique vise à définir les politiques optimales de prise en compte de la multifonctionnalité. La multifonctionnalité est définie soit par la présence d'externalités positives de la production agricole à caractère public, soit par la présence de biens non marchands à caractère public joints à la production agricole, soit par la présence d'économies de gamme entre une production marchande et une production non marchande. Chacune de ces notions implique une modélisation et des recommandations particulières en termes de politiques publiques. En général, les auteurs utilisent la notion d'externalité pour désigner un effet non marchand d'une production lorsque cet effet non marchand n'a pas de prix. Les politiques envisagées consistent alors à corriger le prix de la production. Les notions de bien non marchand joint et d'économies de gamme sont privilégiées lorsque l'effet non marchand est rémunéré en tant que tel. Nous retenons cette distinction dans la suite de la thèse. Nous étudions dans ce chapitre ces trois types de modélisation de la multifonctionnalité et les conséquences induites sur l'équilibre marchand.

1. L'externalité positive

1.1. La nature du problème des externalités positives et les droits de propriété

La présence d'externalités positives à caractère de bien public issues de l'activité agricole est la définition de base de la multifonctionnalité (OCDE, 2000d et OCDE 2000e). L'existence même d'externalités positives ne fait pas l'unanimité parmi les économistes. Pour certains d'entre eux, les externalités positives ne sont que l'absence d'externalités négatives. Par exemple, le paysage agricole ne serait pas une externalité positive mais un paysage non dégradé, de la même façon qu'une eau sans nitrate n'est rien d'autre qu'une eau non polluée par l'agriculture.

La théorie coasienne des externalités donne du crédit à cette vision. Plus précisément, on préfère considérer une externalité positive ou la non émission d'externalités négatives selon l'état du monde de référence que l'on adopte. Cette référence peut être l'état du monde qui existerait en l'absence de toute activité économique, mais elle peut aussi être un niveau accepté d'activités économiques et d'effets sur le milieu naturel. Si une société a pour référence un état naturel du monde, elle a tendance à considérer qu'un paysage agricole de qualité est simplement une non-dégradation de l'état naturel du monde, alors qu'un paysage agricole de mauvaise qualité est une externalité négative. Elle ne voit pas d'externalité positive dans un paysage de qualité. A l'inverse, si une société a pour état de référence un milieu très urbanisé et anthropique, elle a tendance à considérer un paysage de qualité comme une externalité positive et un paysage de mauvaise qualité comme une absence d'externalité positive.

Le sens de l'externalité positive dépend donc du référentiel culturel. Le fait de considérer que l'agriculture produit une externalité paysagère positive peut signifier dans certains pays que le paysage est de meilleure qualité que si le paysage était resté naturel et dans d'autres pays que le paysage est de meilleure qualité qu'un paysage industriel ou un autre paysage agricole de moindre qualité. La différence n'a rien à voir avec l'appréciation de la qualité du paysage, mais avec le droit implicite à utiliser l'espace rural.

Au système de référence implicite correspond un ensemble de droits et de devoirs des utilisateurs, qui déterminent en grande partie les politiques. Les sociétés qui considèrent que l'état naturel du monde est l'état de référence considèrent que les citoyens ont le droit de bénéficier d'un état naturel de l'espace, et auront tendance à taxer les entreprises qui modifient cet espace. Les sociétés qui considèrent que l'état actuel du monde est l'état de référence considèrent que les agriculteurs ont le droit de faire un usage libre de l'espace auront tendance à rémunérer les agriculteurs qui maintiennent un niveau de qualité satisfaisant de cet espace.

Ainsi, il est possible que les sociétés récentes gardent en mémoire l'état naturel de l'espace et estiment avoir le droit d'en bénéficier. Ces sociétés ont probablement tendance à évaluer les évolutions de l'agriculture par rapport à cet état naturel, et donc considérer plus difficilement qu'une externalité puisse être positive. Les sociétés anciennes, historiquement composées de paysans, ont en mémoire un état de l'espace déjà anthropique, et les citoyens y ont probablement tendance à accepter que le niveau d'environnement de référence comporte déjà un ensemble d'effets environnementaux. Ces sociétés auront donc tendance à considérer qu'un agriculteur qui élève le niveau de paysage par rapport à cette situation anthropique produit une externalité positive.

Cette relativité de l'externalité positive est cohérente avec la proposition de Coase (1960) selon laquelle ce sont les droits de propriété sur l'utilisation de l'espace qui déterminent qui émet l'externalité négative. Coase a montré que l'externalité négative peut être considérée comme due à l'un ou l'autre des agents (l'entreprise polluante et le pêcheur) selon leurs droits de propriété sur l'espace. Si l'usine avait un libre droit d'usage sur la rivière, la pollution qu'elle engendre ferait partie de la situation de référence. Si au contraire le pêcheur avait un libre droit d'usage de la rivière, il pourrait exiger une réduction totale de la pollution ou une compensation pour la pollution résiduelle.

Ainsi, lorsqu'un éleveur déverse la moitié de son lisier dans la rivière et traite l'autre moitié de son lisier, produit-il une externalité positive ou négative pour le pêcheur ? Si la société considère que la nature appartient à l'agriculteur, il a le droit de déverser tout son lisier dans la nature, et en ne le faisant pas, il émet une externalité positive pour le pêcheur (il lui fournit une rivière en partie utilisable, ce qui est un bien public offert par

l'agriculteur). Si le pêcheur veut bénéficier d'une rivière moins polluée, c'est à lui de rémunérer l'éleveur pour que celui-ci réduise ses émissions. Si au contraire la société considère que la nature appartient au pêcheur, l'agriculteur émet une externalité négative en déversant la moitié de son lisier dans la rivière. Dit autrement, le pêcheur fournit à l'éleveur une externalité positive en lui offrant sa rivière (ce qui évite à l'éleveur de traiter cent pour cent de son lisier). Dans ce cas, si l'agriculteur désire déverser plus de lisier dans la rivière, c'est à lui de rémunérer le pêcheur pour avoir le droit de le faire. Dans la pratique, lorsque les citoyens sont habitués à un certain niveau d'épandage (et de qualité de l'eau), un niveau plus faible d'épandage du lisier est vécu comme une externalité positive.

La distinction entre une externalité positive et négative n'est donc pas liée à la nature physique de l'effet, mais à la répartition des droits des uns et des autres. Cette répartition dépend de l'histoire, de la culture, des préférences des citoyens, et elle peut très bien différer entre les Etats. Il se peut donc qu'un certain paysage agricole soit considéré comme une externalité positive dans un pays et comme une externalité négative dans un autre, même s'il procure le même niveau d'utilité dans les deux. La qualification d'une externalité positive traduit donc une certaine conception de la répartition des droits d'usage de l'espace qui autorise l'agriculteur à ne pas produire cette externalité positive.

De ce fait, les pro-multifonctionnalité et les anti-multifonctionnalité peuvent avoir des différences de perceptions des droits des agriculteurs sur l'usage de l'espace, et donc sur les politiques à mettre en place (subventions ou taxes), même si l'appréciation de l'importance de l'environnement est semblable.

1.2. Les externalités liées au produit

La théorie des externalités liées au produit a été formalisée de nombreuses façons. Nous rendons compte ici de la formulation proposée par Paarlberg et al. (2002) qui définissent l'agriculture multifonctionnelle par les externalités positives liées au produit, et dérivent les politiques optimales, et leurs conséquences sur le niveau de prix mondiaux optimaux. Selon eux, les externalités susceptibles d'être modélisées ainsi incluent la lutte contre les inondations et les avalanches, les activités récréatives de plein

air, la protection de l'environnement et la sécurité alimentaire, voire des bénéfiques plus « abstraits » comme la préservation de l'héritage culturel et les traditions rurales.

Le bien-être social U s'écrit comme une fonction des consommations et des externalités, qui ne dépendent que des quantités produites

$$U = U(C_0, C_1, \dots, C_n, E_1(q_1, \dots, q_n), \dots, E_k(q_1, \dots, q_n)) \quad (2.1)$$

où C_0 est la consommation d'un bien composite non agricole, C_1, \dots, C_n sont les consommations des n biens agricoles, q_1, \dots, q_n sont les quantités produites et E_1, \dots, E_k sont les externalités à caractère de bien public.

Dans ce cadre, l'analyse de la technologie agricole est donnée par la frontière des possibilités de production:

$$T(q_0, q_1, \dots, q_n; V_1, \dots, V_z, t) = 0 \quad (2.2)$$

où $(V_h, h = 1, \dots, z)$ sont les dotations en facteurs et t est le facteur de rendement d'échelle (constant).

La fermeture du modèle est obtenue par les trois équations suivantes :

La demande d'importation du bien i , M_i , vaut la différence entre la consommation et la production nationale :

$$M_i = C_i - q_i, \quad \forall i = 0, \dots, n. \quad (2.3)$$

L'équilibre commercial suppose que la somme des dépenses d'importations $M_i > 0$ est couverte par la valeur des exportations $M_j < 0$:

$$\sum_{i=0}^n P_i^* M_i = 0 \quad (2.4)$$

où P_i^* est le prix mondial du bien i .

Dans le cas le plus général, la demande d'importation peut affecter le prix mondial :

$$M_i = M_i(P_i^*), \quad \forall i = 0, \dots, n. \quad (2.5)$$

La maximisation du bien-être social fait apparaître une différence entre le taux marginal de substitution de chaque bien i et le taux marginal de transformation de i :

$$\frac{\partial U / \partial C_i}{\partial U / \partial C_0} = \frac{[1 + 1/\varepsilon_i]P_i^*}{[1 + 1/\varepsilon_0]P_0^*} = \frac{\partial T / \partial q_i}{\partial T / \partial q_0} - \frac{\sum_{j=1}^k (\partial U / \partial E_j)(\partial E_j / \partial q_i)}{\partial U / \partial C_0} \quad (2.6.)$$

Les termes ε_i et ε_0 désignent les élasticités de l'offre d'exportation du reste du monde du bien agricole i et du bien non agricole.

Pour les petits pays, ces élasticités sont infinies et l'expression (2.6) devient

$$\frac{\partial U / \partial C_i}{\partial U / \partial C_0} = \frac{P_i^*}{P_0^*} = \frac{\partial T / \partial q_i}{\partial T / \partial q_0} - \frac{\sum_{j=1}^k (\partial U / \partial E_j)(\partial E_j / \partial q_i)}{\partial U / \partial C_0}.$$

La politique optimale est une subvention à la production dont la valeur unitaire correspond à la valeur marginale de l'externalité. Cette subvention vise à intégrer dans le rapport des prix les effets perçus par les citoyens et non pris en compte dans le marché (voir aussi Anderson et Blackhurst, 1992 ; Corden, 1997).

Pour les grands pays, cette subvention optimale intègre son effet sur le prix mondial, reflété par le terme $\frac{[1 + 1/\varepsilon_i]P_i^*}{[1 + 1/\varepsilon_0]P_0^*}$, qui est positif. Un grand importateur a intérêt à subventionner sa production un peu au-delà de la valeur marginale sociale de l'externalité pour réduire sa demande d'importation et diminuer le prix mondial de ce qu'il importe. Par symétrie, on peut montrer qu'un grand exportateur a intérêt à subventionner sa production un peu en deçà de la valeur sociale de l'externalité pour réduire l'offre mondiale et accroître le prix mondial.

Pour un grand pays importateur ayant des externalités de production positives, l'intérêt de subventionner sa production pour des raisons liées aux termes de l'échange s'ajoute à l'intérêt de la subventionner pour des raisons environnementales.

On peut d'ores et déjà conclure que la neutralité d'une politique agri-environnementale proposée par l'annexe II de l'accord agricole ne semble pas justifiée par l'intérêt domestique d'un pays (a fortiori un grand pays) en cas d'externalité positive de production.

Notons que les auteurs sous-entendent qu'il n'est pas possible de donner un prix à E_1, \dots, E_k mais seulement à q_1, \dots, q_n .

1.3. Les externalités liées aux facteurs de production

Peterson et al. (2002) considèrent le cas où ce sont les facteurs de production et non les produits qui sont responsables des externalités.

Chaque aménité et chaque dommage considéré est une fonction de production des intrants non allouables. Par exemple, les pollutions chimiques dépendent de l'utilisation de facteurs de production par hectare. Ils en déduisent une combinaison de politiques optimales incluant une subvention (ou taxe) pour chaque facteur non allouable qui rend compte de la somme des valeurs sociales marginales des aménités et dommages publics liés à ce facteur, et une subvention (ou taxe) à la production (qui ne fait qu'ajouter un degré de liberté au décideur public mais n'est pas nécessaire à l'optimalité).

L'ensemble technologique est le suivant:

$$T[F(L, X, W_y), A(L, X, W_a), E(L, X, W_e), L, X, W] = 0 \quad (2.7)$$

où F est la fonction de production du bien marchand, A celle de l'aménité et E celle de la pollution, L est la terre disponible, X est le vecteur des inputs non allouables, W_y est le vecteur des inputs allouables utilisés dans la production du bien agricole, W_a est le vecteur des inputs allouables utilisés dans la production de l'aménité et dans la production du dommage W_e , avec $W = W_y + W_a + W_e$.

La fonction de profit indirecte (avant la mise en place de politiques) s'écrit:

$$\pi(p_y, p_e, p_a, p_L, p_X, p_W) = \underset{L, X, W_y, W_a, W_e}{Max} \left\{ p_y F(L, X, W_y) + p_a A(L, X, W_a) - p_e E(L, X, W_e) - p_L L - p_X X - p_W (W_y + W_a + W_e) \right\}$$

Où $p_y, p_e, p_a, p_L, p_X, p_W$ désignent respectivement le prix du bien agricole, la valeur sociale de l'externalité négative, la valeur sociale de l'aménité, le prix de la terre, le prix des facteurs non allouable, et le prix des facteurs allouables. Si l'on pouvait fixer des prix p_a et p_e correspondant aux valeurs sociales de l'aménité et de l'externalité négative,

on serait dans un cadre de productions jointes, A , E et F . Comme Paarlberg et al., (2002) les auteurs supposent qu'il est impossible de rémunérer directement les biens et dommages publics qui ne sont, selon eux, le plus souvent ni observables, ni mesurables en agriculture. "Les seules politiques concrètes portent sur les inputs et les outputs observables", qu'ils assimilent dans leur modèle aux facteurs et produits marchands, et à la terre. Les termes p_e et p_a disparaissent donc de la fonction de profit. L'aménité et la pollution ne jouent plus que sur la fonction d'utilité sociale via le bénéfice et le dommage publics qu'elles engendrent $B(A)$ et $D(E)$.

Par ailleurs, on appelle $Z=(X,W)$ le vecteur des facteurs non allouables et allouables respectivement. Les auteurs considèrent que l'Etat peut rémunérer à un taux différent l'usage des facteurs allouables selon leur utilisation, afin de piloter l'utilisation des facteurs dans le sens de A et de $-E$. Un input utilisé pour deux productions différentes correspond donc ici deux inputs différents z_i et z_j .

La fonction de bien-être sociale est composée de la somme du surplus du producteur et du consommateur (considéré ici comme l'acheteur des externalités) :

$$Max \int_{p_y(L,Z)}^{\infty} x(\tilde{p}_y) d\tilde{p}_y + B[A(L,Z)] - D[E(L,Z)] + p_y(L,Z)F(L,Z) - p_L L - p_Z Z \quad (2.8)$$

Où $x(p_y)$ est la demande domestique.

Les politiques sont composées d'une subvention ou taxe sur la terre s_L et d'un système de subventions et de taxes t_{z_i} des facteurs variables z_i . Le prix de la production peut également être modifié d'une subvention ou taxe s_y .

La dérivation de la fonction de bien-être social combinée aux conditions de premier ordre du producteur donne les politiques optimales (dans le cas du petit pays ici) :

$$s_L = -s_y F_L + B'(A(Z^*,L^*))A_L - D'(E(Z^*,L^*))E_L \quad (2.9)$$

$$t_{z_i} = s_y F_{z_i} - B'(A(Z^*,L^*))A_{z_i} + D'(E(Z^*,L^*))E_{z_i} \quad (2.10)$$

où F_L est la productivité marginale de la terre, A_L et E_L sont les productivités marginales de la terre dans les productions de A et E , A_{z_i} et E_{z_i} sont les productivités marginales de

z_i dans les productions A et E , et F_{zi} est la productivité marginale de l'input i dans la production de y .

Dans le cas du grand pays, les auteurs aboutissent au même type de résultat que Paarlberg et al. (2002), la subvention optimale des facteurs variables d'un grand pays comporte un terme destiné à améliorer les termes de l'échange du pays.

Le principal argument de Peterson et al. pour justifier le recours à des politiques sur les intrants plutôt que sur les biens publics eux-mêmes est celui de l'inobservabilité du bien public. Or lorsque les biens publics et dommages publics sont effectivement inobservables, il est difficile de déterminer la contribution de chaque unité de facteur de production à l'aménité ou à la pollution (E_L, A_L, E_{zi}, A_{zi}) nécessaire à la fixation de la subvention ou la taxe des intrants et produits. De même, si A n'est pas observable, comment B' peut-il être mesuré ? La politique suppose donc en réalité une certaine observabilité du bien non marchand, ce qui amoindrit l'argument pour lequel elle doit porter sur les facteurs plutôt que sur les aménités et pollutions elles-mêmes. De plus, certains biens publics requièrent une action spécifique de la part des agriculteurs comme par exemple le fait de planter des arbres. La modification des prix des facteurs existants sera sans effet sur l'action en question.

Ensuite, la politique portant sur les facteurs allouables dépend de l'utilisation de ces facteurs. Un même intrant peut donc être à la fois taxé pour un usage et subventionné pour un autre. La politique est finalement assez proche d'une subvention des produits.

Enfin, la politique sur les facteurs non allouables suppose que ces facteurs produisent toujours le même type d'externalités, positives ou négatives, quelles que soient les productions. Cet inconvénient redonne de l'intérêt à la politique portant sur le produit agricole lui-même.

2. La jointure entre production agricole et bien public

Le terme de jointure est utilisé dans la littérature de différentes manières. En général, il est synonyme de la relation de complémentarité entre deux outputs, c'est la définition que nous adoptons dans la partie analytique de la thèse. Il est aussi parfois utilisé pour désigner une complémentarité des facteurs de production (Kohli, 1981). Enfin, certains auteurs utilisent le terme de jointure pour désigner le cas où à un niveau de produit marchand correspond un seul niveau de bien non marchand (jointure en proportion fixe, Randall, 2002). Dans ce cas une subvention à la production peut remplacer le paiement direct du bien non marchand. Cette jointure a alors un sens très proche de l'externalité, bien que l'on puisse théoriquement attribuer un prix au bien non marchand (Vatn 2002, cas 1).

Un apport intéressant de la jointure entre un bien marchand et un bien non marchand est de considérer les deux biens comme deux variables indépendantes, sans supposer qu'à un niveau de production du bien agricole correspond un niveau du bien public (comme c'est le cas de l'externalité de production).

2.1. Les technologies jointes

Kohli (1981) distingue deux types de jointure : la jointure en quantité de facteurs (qui correspond à la complémentarité entre 2 produits joints) et la jointure en prix de produits (qui correspond à la complémentarité entre deux inputs) à travers les propriétés de la fonction de coût suivante

$$C(y, w) = \min_x (w \cdot x : (x, y) \in T; x \geq 0)$$

où y est le vecteur des productions, x est le vecteur des quantités de facteurs, w est le vecteur des prix des facteurs et T est l'ensemble de production.

a- *La technologie jointe en quantité de facteur (voir aussi Hall, 1973)*

Une fonction de transformation $y_1=t(x ;y_2)$ est non jointe en quantité de facteurs s'il existe deux fonctions de production individuelles $f^1(x)$ et $f^2(x)$ telle que $y_1=t(x ;y_2)$ si

$$y_1=f^1(x_{11},x_{21},\dots,x_{I1})$$

$$y_2=f^2(x_{12},x_{22},\dots,x_{I2})$$

$$x_i = \sum x_{i2} \quad i=1,\dots,I$$

Le coût peut alors s'écrire

$$C(y,w)=y_1C^1(w)+y_2C^2(w)$$

Où $C^j(w)$ est le coût unitaire de la production j .

Une condition nécessaire et suffisante pour qu'une technologie soit non jointe en quantité de facteurs est que la matrice hessienne C_{yy} soit nulle.

Une technologie non jointe en quantité de facteurs est donc une technologie telle que la variation d'un produit n'entraîne pas d'effet sur les facteurs utilisés dans un autre produit. Elle est synonyme de technologie sans complémentarité ni substitution entre output, et linéaire en chaque output.

D'après cette définition, la technologie $\begin{bmatrix} C_{y_1y_1} > 0 & 0 \\ 0 & C_{y_2y_2} > 0 \end{bmatrix}$ est jointe en quantité de

facteur, mais n'a pas d'effet de complémentarité ni de substitution. Le cas de la complémentarité –substitution entre produits est donc un sous-ensemble de l'ensemble des technologies jointes en quantité de facteurs.

b- *La technologie jointe en prix des produits*

Une fonction de transformation $y_1=t(x,y_2)$ est non jointe en prix des produits s'il existe des fonctions individuelles de demande de facteur $g^i(y_1,y_2)$ telles que $y_1=t(x,y_2)$ si

$$x_i=g^i(y_1,y_2) \quad i = 1,\dots,I$$

le coût peut alors s'écrire $C(y,w) = \sum w_i g^i(y)$

Une condition nécessaire et suffisante pour qu'une technologie soit non jointe en prix des outputs est que C_{ww} soit une matrice nulle. Il n'y a donc pas de substitution-complémentarité entre facteurs, et la demande de facteurs ne dépend pas du prix des produits.

La technologie $\begin{bmatrix} C_{w_1w_1} > 0 & 0 \\ 0 & C_{w_2w_2} > 0 \end{bmatrix}$ est jointe en prix des produits bien qu'il n'existe pas de complémentarité-substitution des facteurs. Les technologies ayant des effets de complémentarité-substitution entre facteurs sont donc un sous ensemble des technologies jointes en prix des facteurs.

En général, cette jointure en prix des produits n'est retenue dans l'analyse de la multifonctionnalité, mais elle pourrait l'être. On pourrait considérer que parmi les facteurs il existe un facteur non marchand dont la consommation par l'agriculture a une valeur publique positive pour la société. Par exemple, l'utilisation de la biodiversité d'une prairie d'alpage par l'agriculteur peut être complémentaire de l'investissement dans un atelier de transformation du lait. Dans ce cas, la rémunération publique de la prairie d'alpage devrait accroître la demande de facteur liée à l'atelier de transformation (et accroître l'offre de fromage). La relation de complémentarité entre facteurs pourrait théoriquement être intéressante dans le cadre de la multifonctionnalité.

Néanmoins, on se limitera ici comme la plupart des auteurs à l'étude du premier type de jointure (en quantité de facteurs), et en particulier au sous ensemble de cette jointure défini par la complémentarité entre produits.

2.2. La complémentarité entre produits

a- Définition générale de la complémentarité entre produits

La complémentarité de production se définit par la négativité de la dérivée seconde croisée de la fonction de coût. Plus la production d'un bien y augmente, plus le coût marginal de production de l'autre bien z diminue. Si $C(y,z)$ est la fonction de coût de y et z , on a alors

$$C_{yz} \leq 0$$

De manière équivalente (Sakai, 1974), la complémentarité signifie que l'accroissement du prix d'un des produits engendre un accroissement de la quantité produite de l'autre output

$$\frac{\partial y}{\partial p_z} = \frac{\partial z}{\partial p_y} \geq 0$$

Cette complémentarité s'observe notamment lorsqu'un accroissement de l'offre de y engendre un accroissement de la demande de facteurs non allouables, ce qui bénéficie à la production de z (*effet d'expansion*). Les facteurs non allouables ne sont pas consommés par leur usage, et n'ont pas à être alloués à un usage. Il n'y a pas de concurrence entre les différents usages d'un facteur non allouable. C'est par exemple le cas de la compétence de l'agriculteur (voir Dupraz, 1997). D'autres facteurs sont partiellement non allouables. La chaleur d'un bâtiment d'élevage chauffé dont bénéficie un animal ne diminue pas la chaleur restante pour les autres. Le chauffage est donc un facteur partiellement non allouable. De même, dans une certaine mesure, un tracteur a des propriétés de facteur non allouable. Si l'on considère qu'il a une durée de vie limitée quelle que soit le nombre d'heures d'utilisation, alors le fait d'utiliser un tracteur pour le blé ne limite pas l'utilisation du tracteur pour le maïs. Le temps de travail humain est lui clairement allouable.

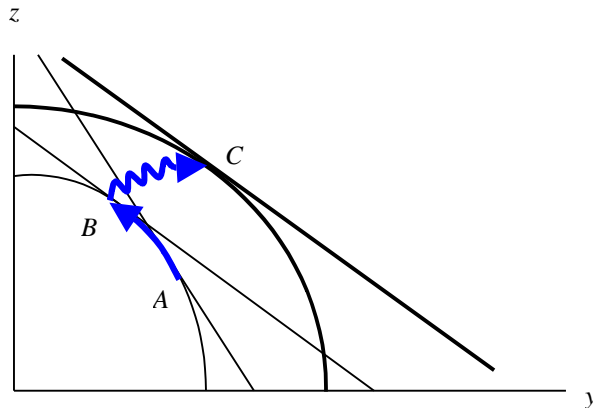
Cet effet d'expansion est une condition non suffisante à l'obtention d'une complémentarité car il s'ajoute à un effet de substitution éventuelle entre outputs qui provient des contraintes d'allocation des facteurs allouables fixes (Sakai, 1974). Par exemple, le fait d'avoir une surface limitée oblige l'agriculteur à choisir entre ses productions végétales. Si la surface, le temps de travail et les capitaux empruntables étaient variables, il n'y aurait pas de substitution entre productions, l'optimisation de chaque production serait indépendante.

Si les inputs non allouables sont fixes, la complémentarité n'est pas possible, car l'effet d'expansion n'a pas lieu (Moschini, 1989). Une jointure causée par un input allouable fixe ne peut être qu'une « jointure négative » (ou substitution).

La figure 2.1 illustre la complémentarité entre deux outputs due à l'effet d'expansion d'un facteur non allouable. L'accroissement du prix de z engendre un déplacement dur

la frontière de production (effet de substitution entre A et B) et un accroissement de l'utilisation des facteurs non allouables (effet d'expansion entre B et I), d'où finalement un accroissement de la production de y .

Figure 2.1. Complémentarité par effet d'expansion



Si z est un bien non marchand rémunéré par un paiement public, alors la complémentarité ci-dessus montre la répercussion du paiement public sur le bien agricole y . Les propriétés de la fonction de coût des biens marchands sont conservées pour la production de biens non marchands rémunérés par un paiement public proportionnel à la quantité de bien non marchand.

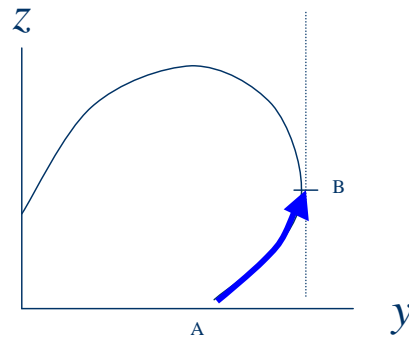
Cette complémentarité entre un bien marchand et un bien non marchand rémunérable fondée un facteur non allouable est la jointure que nous retenons dans l'analyse de la multifonctionnalité, conformément à Romstad et al. (2000). Ces auteurs considèrent que cette complémentarité peut s'appliquer à un ensemble de biens non marchands, y compris la sécurité alimentaire, ou la sécurité sanitaire des aliments à condition que les normes de production associée à la production nationale soit élevées.

b- La complémentarité à niveau de facteurs donné

Romstad et al. (2000) considèrent qu'une complémentarité peut être observée à niveau de facteur donné, c'est-à-dire sans l'effet d'expansion. La frontière de production

comporte alors au moins une zone à taux marginal de transformation positif (zone entre A et B sur la figure 2.2.).

Figure 2.2. Frontière de production de court terme présentant deux zones de complémentarité et une zone de substitution (Romstad et al., 2000)



Pour eux, cette configuration se produit lorsque l'un produits est un facteur de production de l'autre produit, et ils le formalisent par les deux fonctions de production :

$$y = f(z, x_1) \quad , \frac{dy}{dz} > 0$$

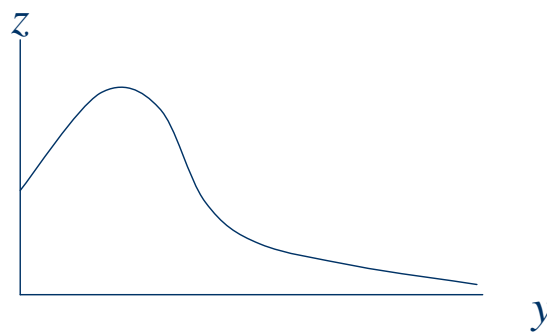
$$z = g(y, x_2) \quad , \frac{dz}{dy} > 0$$

Les variables y et z sont les outputs respectivement marchand et non marchand, x_1 et x_2 sont les facteurs variables. Ils donnent l'exemple de la biodiversité qui serait dans certains cas un facteur de production. A niveau de facteurs donné, en augmentant la biodiversité, on produirait plus de bien agricole. Cela signifie qu'il est aussi coûteux de produire peu de biodiversité et peu d'agriculture que beaucoup de biodiversité et beaucoup d'agriculture. Sans exclure cette éventualité, nous ne le retiendrons pas dans la suite de l'analyse.

La figure 2.3. présente une autre forme de frontière de production entre la production agricole y et la biodiversité z . La production agricole a tendance à faciliter la production de biodiversité dans les zones de faible production agricole, d'où une zone à taux marginal de substitution positif. La frontière est atypique également parce que le taux

marginal de transformation tend vers zéro pour les forts niveaux de production agricole, ce qui traduit une très forte substituabilité : Plus la production agricole augmente et plus elle rend difficile la production de biodiversité. Notons que cette technologie n'est qu'une conjecture des auteurs pour discussion.

Figure 2.3. Frontière de production avec une zone de complémentarité et une zone de substitution entre la biodiversité et l'agriculture en Norvège (Olsson et Ronningen, 1999, cités par Romstad et al., 2000)



2.3. Complémentarité entre produit marchand et non marchand et politiques optimales

Dans le cas le plus général, que nous développons au chapitre 3, la jointure retenue pour aborder la multifonctionnalité se définit comme une complémentarité entre un bien marchand et un bien non marchand. On la définit par une fonction de coût de type

$$C(y, z, w) = \underset{x}{\text{Min}} \{w \cdot x; y \leq f(x)\}$$

où y et z sont respectivement un bien marchand et un bien non marchand, w est le vecteur de prix des facteurs. C est croissante convexe, et la complémentarité impose :

$$C_{yz} < 0 ;$$

La politique optimale dans ce cas est un paiement public proportionnel à la production de bien public tel que

$$p_z = C_z(y, z, w)$$

Cette politique optimale affecte la production y d'une façon qui dépend de la forme de la fonction de coût, et c'est l'objet de notre troisième chapitre.

Vatn (2002) propose une modélisation d'une jointure fondée sur une relation de complémentarité particulière, supposant qu'une production marchande y_n engendre des facteurs non échangeables x_{22} d'une production non marchande z_2 . Cette production non marchande z_2 peut être le paysage ou la biodiversité, et x_{22} désigne alors les champs cultivés, ou les animaux protégés ou menacés par l'agriculture.

La production de bien non marchand s'écrit alors :

$$z_2 = z_2[x_{12}, x_{22}(y_n)]$$

où x_{12} désigne un intrant quelconque (échangeable) intervenant dans la production du bien non marchand.

La fonction de bien-être social à maximiser par l'Etat s'écrit alors :

$$\text{Max} U = U(y_n, z_2) - p_y y_i$$

$$y_n = y_n(x_{11}, x_{21})$$

$$z_2 = z_2[x_{12}, x_{22}(y_n)]$$

$$x_{jk} = r_{jk} \quad j = 1, 2; \quad k = 1, 2$$

Les variables x_{11} et x_{21} sont les quantités d'intrants respectivement échangeables et non échangeables utilisés dans la production du bien agricole, et p_y est le prix de la production marchande.

Le profit du producteur s'écrit :

$$\text{Max} \pi = p_y y_n(x_{11}, x_{21}) + p_{z_2} z_2 \{x_{12}, x_{22}[y_n(x_{11}, x_{21})]\} - C_n(y_n(x_{11}, x_{21}), z_2[x_{12}, x_{22}(y_n(x_{11}, x_{21}))])$$

où p_{z_2} est le paiement unitaire du bien non marchand z_2 .

La dérivation de la fonction de bien-être social et du profit du producteur par rapport aux intrants du produit agricole (x_{11} et x_{21}) donne la condition suivante :

$$p_y + p_{z2} \frac{\partial z_2}{\partial y_n} = \frac{\partial U}{\partial y_n} + \frac{\partial U}{\partial z_2} \frac{\partial z_2}{\partial x_{22}} \frac{\partial x_{22}}{\partial y_n} \quad (2.11)$$

Et la dérivation par rapport à l'intrant du bien non marchand x_{12} aboutit à :

$$p_{z2} \frac{\partial z_2}{\partial x_{12}} = \frac{\partial C_n}{\partial x_{12}} \quad (2.12)$$

La condition (2.11) peut être assurée indifféremment par un paiement p_{z2} égal à $\frac{\partial U}{\partial z_2}$ ou

un accroissement du prix p_y égal à $\frac{\partial U}{\partial z_2} \frac{\partial z_2}{\partial x_{22}} \frac{\partial x_{22}}{\partial y_n}$, mais l'équation (2.12) ne peut être

réalisée sans paiement p_{z2} . Il n'est donc pas possible de remplacer la politique de paiement ciblé p_{z2} par une subvention du produit agricole sans perte d'efficacité. La subvention à la production ne peut assurer une utilisation optimale des intrants x_{12} , qui sont utilisés séparément dans la production agricole et le bien public ⁴.

La formulation particulière de la complémentarité proposée par Vatn n'est pas nécessaire à la vérification de cette conclusion. Le cas général de la complémentarité (cité en section 2.2.a et développé dans le chapitre 3) ne nécessite pas que la production marchande génère un facteur de la production non marchande. Dès lors qu'il existe un facteur non allouable variable commun à la production marchande et non marchande, cette conclusion reste vraie.

2.4. Externalité et complémentarité

Lorsqu'un effet non marchand d'une activité économique n'est pas directement rémunéré, il est une externalité de production. L'Etat peut modifier les prix des produits et des facteurs de production pour intégrer ces effets dans les choix des agriculteurs, mais cela n'intègre pas les différences de relation entre le bien marchand et l'effet public qu'il peut exister entre deux agriculteurs. Si l'activité agricole d'une région

⁴ Vatn ajoute à son modèle une discussion sur les coûts de transaction qui peuvent amoindrir l'intérêt de la politique ciblée sur la politique couplée, que nous ne traitons pas ici.

engendre en moyenne une externalité positive, l'Etat peut fixer une subvention de cette production dans la région, mais la même subvention unitaire sera perçue aussi par les agriculteurs dont la technologie engendre une externalité marginale nulle et ceux dont la technologie engendre une externalité marginale forte. C'est une source d'inefficacité potentielle car l'égalité entre la subvention unitaire et le service marginal rendu n'est pas assurée pour chaque agriculteur. En revanche, si l'Etat rémunère directement l'effet public de l'activité agricole, le paiement public unitaire devient égal au service marginal rendu pour chaque agriculteur. Une fois fixé le paiement unitaire du bien public, il fonctionne - du point de vue de l'agriculteur - comme un prix.

Comme on peut supposer qu'une même production ait des effets positifs sur l'environnement pour certains niveaux de production et négatifs à d'autres, il est alors important d'envisager la complémentarité plutôt que l'externalité.

3. Les économies de gamme entre biens agricoles et biens publics

Les économies de gamme sont les économies de coût total que peuvent faire les agriculteurs en produisant deux productions ensemble, en comparaison du coût total des deux productions produites séparément.

Il existe des économies de gamme entre y_1 et y_2 si (Baumol et al., 1982 ; Bailey and Friedlander, 1982)

$$C(y_1, 0) + C(0, y_2) - C(y_1, y_2) \leq 0$$

Les économies de gamme se mesurent ainsi:

$$S = \frac{C(y_1, 0) + C(0, y_2) - C(y_1, y_2)}{C(y_1, y_2)}$$

La notion d'économies de gamme est utile pour décrire les technologies multifonctionnelles car elle mesure les économies que peuvent faire les producteurs en produisant une gamme de produits différents plutôt qu'en se spécialisant dans une seule production. La complémentarité peut être une source d'économies de gamme. Plus

précisément, l'existence de complémentarité est une condition suffisante pour l'existence d'économies de gamme, (Baumol et al. 1988, proposition 4B1) :

« Une fonction de coût multiproduit deux fois différentiable qui montre une complémentarité coût faible⁵ sur l'ensemble N des vecteurs de produits, au niveau de production y , comporte des économies de gamme totales pour toute partition de N . »

La complémentarité n'est pas nécessaire à la réalisation d'économies de gamme. L'existence de coûts fixes (« payés une fois pour les deux productions ») est une autre source possible d'économies de gamme entre deux productions qui ne sont pas nécessairement complémentaires. Dans ce cas, le coût moyen - en U - est décroissant pour les valeurs faibles de la production et justifie la diversification des productions, même non complémentaires (voir Dupraz, 1996, Dupraz, 1997). On peut observer des économies de gamme entre deux produits substitués à certains niveaux de production, et ce sont alors ces économies de gamme qui expliquent la coexistence des deux produits dans la fonction de production. Ce cas a été observé empiriquement dans l'élevage laitier néerlandais, le lait étant substitué du paysage et de la faune sauvage, mais (pour une partie des exploitations), les deux types de bien présentent des économies de gamme (Peerlings et Polman, 2004).

On peut donc considérer qu'une exploitation qui présente des économies de gamme entre un bien agricole et un bien non marchand est multifonctionnelle, même si les deux biens sont substitués. Dans ce cas, une rémunération publique du bien non marchand ne devrait pas entraîner d'accroissement de la production agricole.

Malgré le fait que les exploitations avec des économies de gamme soient un élément important de l'analyse de la multifonctionnalité y compris en l'absence de complémentarité, nous nous focaliserons dans le chapitre suivant uniquement sur la multifonctionnalité due à la complémentarité.

⁵ La dérivée seconde croisée du coût est négative ou nulle

4. Les autres représentations de la multifonctionnalité

D'autres caractéristiques de l'agriculture sont parfois considérées comme faisant partie de la multifonctionnalité et ne relèvent pourtant ni des externalités, ni de la complémentarité, ni des économies de gamme. Ces caractéristiques incluent le nombre d'agriculteurs, la sécurité alimentaire, ou l'héritage culturel. Nous évoquons ci-dessous ces trois points, mais ils ne seront pas retenus dans les parties analytiques de la thèse.

4.1. Le nombre d'agriculteurs

Guyomard et Levert (2001) ou Gohin et al. (2004) identifient le nombre d'agriculteurs comme un élément de la multifonctionnalité. La multifonctionnalité est alors la résultante de l'utilisation d'un facteur de production: la main d'œuvre agricole. Gohin et al. (2004) mettent évidence les effets d'autres politiques, plus proches des politiques existantes, (paiements découplés sans ou avec obligation de produire, paiements couplés) sur les variables liées à la production de bien marchand (prix, profits, quantités produites et exportées, intensification). Ils montrent que les paiements avec obligation de produire ont un effet positif sur le nombre d'agriculteurs, ce qui tend à justifier un couplage partiel dès lors que l'on valide se fixe comme objectif de maintenir un nombre d'agriculteurs donné. En comparaison, une subvention de la terre ou une subvention de la production ont un effet théorique indéterminé sur le nombre d'agriculteurs.

Ils mettent également en évidence d'autres effets de ces paiements, comme un effet négatif sur les prix agricoles domestiques dans le cas le plus général ou un effet négatif sur la production par agriculteur et sur la surface par agriculteur.

Bien que menés dans une perspective analytique différente de celle des auteurs précédemment cités, ces travaux confirment que les objectifs de multifonctionnalité peuvent requérir des politiques (en l'occurrence des paiements avec obligation de produire) susceptibles d'engendrer des modifications de marché.

4.2. La sécurité alimentaire

La sécurité alimentaire a également été citée comme un élément de la multifonctionnalité de l'agriculture (voir par exemple Romstad et al., 2000). Cette proposition a aussi été vivement contestée pour deux motifs principaux. D'une part la sécurité alimentaire n'est pas une fonction distincte de la fonction alimentaire mais un

objectif dans lequel la fonction alimentaire de l'agriculture joue un rôle. D'autre part parce que l'idée de la sécurité alimentaire est souvent nationale, or une sécurité alimentaire nationale fondée sur la production nationale est probablement trop radicalement contraire aux fondements de l'accord agricole pour qu'elle ait un avenir à l'OMC. En revanche, l'idée d'une sécurité alimentaire qui ne serait pas fondée sur la production nationale aurait probablement un rôle à jouer à l'OMC, mais indépendant de la multifonctionnalité.

4.3. L'héritage culturel

Certains auteurs considèrent que l'agriculture transmet une culture et que cette culture a une valeur qui n'est pas prise en compte dans le marché (Barthélemy et Nieddu, 2003). Les auteurs considèrent que cette culture est mise à mal par le développement de l'échange marchand et qu'elle mérite d'être protégée. Le fait que les biens culturels puissent être considérés et modélisés comme des biens publics joints aux biens marchands n'est pas exclu a priori, mais l'exercice n'a, à notre connaissance, pas été mené.

Conclusion du second chapitre

Les technologies multifonctionnelles principalement étudiées reposent soit sur les externalités positives (de production ou de facteurs de production) soit sur des relations complémentaires entre deux outputs dont l'un est marchand et l'autre non marchand, soit sur des économies de gamme entre un bien marchand et un bien non marchand.

Selon la valeur sociale de l'externalité, elle peut nécessiter une subvention de la production ou des facteurs de productions responsables de l'externalité. Le montant de la subvention est proportionnel au volume de production marchande ou de facteur variable utilisé, et sa valeur unitaire est égale à la contribution environnementale marginale du produit ou du facteur responsable de l'externalité (mesurée à la dernière unité produite). Cette politique pose un problème en cas d'hétérogénéité des exploitations : comme la contribution marginale de chaque exploitation dépend du niveau de production (ou du niveau d'un facteur), cette contribution marginale diffère

d'une exploitation à l'autre (sauf en cas d'externalité linéaire), or elle est rémunérée au même taux pour toutes les exploitations. En particulier, si la contribution marginale à l'externalité décroît lorsque la production croît, on peut envisager que la contribution d'une exploitation soit nulle, et qu'elle perçoive la subvention. Ainsi, l'égalité du taux de subvention et de la valeur sociale de l'externalité peut être vérifiée en moyenne, mais non pour chaque exploitation.

La complémentarité entre un bien marchand et non marchand peut être expliquée par différentes propriétés technologiques mais nécessite toujours un paiement public unitaire égal à la valeur marginale de la demande sociale d'équilibre et égal au coût marginal de fourniture de ce bien non marchand à l'équilibre. Parce que les facteurs utilisés sont ajustés à la fois à la production du bien marchand et du bien non marchand, les coûts marginaux de ce bien non marchand entre exploitations de différente taille (de différent niveau de production marchande), sont égaux. L'hétérogénéité des exploitations n'est donc plus une contrainte à l'optimalité de la fourniture de services environnementaux avec ce type de paiement. Une question demeure : quel est l'équilibre de fourniture du bien non marchand lorsque la relation de complémentarité diminue avec le niveau de production du bien marchand jusqu'à devenir substitut ? C'est l'objet du chapitre 3.

Les économies de gamme entre une production marchande et une production non marchande s'expliquent soit par l'existence de coûts fixes partagés entre plusieurs productions (ce qui n'engendre pas nécessairement leur complémentarité), soit par l'existence d'une complémentarité.

Troisième chapitre: complémentarité décroissante et offre d'environnement

Introduction

Quelle que soit la modélisation de la multifonctionnalité retenue par les auteurs, l'impact de la politique optimale sur le bien marchand dépend de la relation entre le bien marchand et le bien non marchand. Pourtant, peu d'auteurs étudient ce qui fait varier cette relation, et donc ce qui fait varier la politique optimale. Tous les travaux sur la multifonctionnalité que nous avons cités au chapitre précédent considèrent que le niveau de bien public est donné directement par le niveau de l'output ou d'un input.

L'objectif de ce chapitre est de décrire les politiques optimales de production des biens non marchands (BNM) lorsque l'on tient compte de la variabilité de la relation de entre le BNM avec le bien marchand (BM). Pour donner une mesure de l'économie réalisée lorsque la production est jointe, nous comparons la production de BNM par l'activité agricole à une production du même BNM issue d'un mode non agricole (technologie non jointe). La différence entre les deux nous donne une idée de l'intérêt de conserver la jointure ou non.

L'originalité du travail est de comparer les politiques de production jointe d'un BNM et de production non jointe du BNM lorsque la nature de la jointure varie avec le niveau de production. Nous proposons finalement une correspondance entre l'analyse traditionnelle de l'externalité (le bien public est une fonction de la production) et l'analyse de la complémentarité (le bien public est une fonction des prix de la production agricole et de l'environnement).

1. Le modèle

Le bien non marchand z peut être produit par les agriculteurs, en quantité z_a , ou par une technologie non agricole en quantité z_f . Par exemple, l'entretien d'espace ouvert dans les zones de montagne sujettes à l'embroussaillage peut être réalisé grâce à une conduite aménagée du pâturage ovin, ou par un débroussaillage mécanique réalisé par des forestiers ou des cantonniers, ou éventuellement par une co-existence des deux technologies.

Les deux technologies appartiennent au même ensemble technologique, ce qui revient à considérer que la technologie des forestiers est une technologie agricole particulière où la production de bien marchand est réduite à zéro. La technologie est forestiers est celle qu'adopteraient les agriculteurs s'ils cessaient leur activité agricole. Inversement, la technologie des agriculteurs est celle qu'adopteraient les forestiers s'ils acquéraient un élevage. Bien que les métiers d'agriculteur et de forestier soient complètement distincts, il existe des indications passées et actuelles de leur appartenance au même ensemble technologique dès lors que l'on inclut l'entretien de l'espace dans les outputs des agriculteurs. Dans le passé, des cantonniers entretenaient les bords des chemins mais les journaliers agricoles menaient aussi les bêtes « à l'orée » – pâturer le long des chemins – apportant ainsi un service de débroussaillage. Les aides environnementales actuelles au maintien des paysages ouverts (PMAE de type 19) sont soumises à une obligation de résultat qui conduit certains éleveurs à débroussailler mécaniquement certaines parcelles lorsque le pâturage animal ne suffit pas. Autrement dit, certains agriculteurs, lorsqu'ils n'utilisent pas la complémentarité animal / débroussaillage, se comportent d'une manière assez proche de ce que feraient comme le feraient des cantonniers, ou des forestiers spécialisés dans le débroussaillage.

La fonction de bien-être à maximiser est la somme des consentements à payer totaux du consommateur et du contribuable qui bénéficie de l'aménité environnementale moins la somme des coûts de production de l'agriculteur et du forestier. Le consentement à payer représente la valeur pour le consommateur du bien marchand agricole y et du service environnemental non marchand $z = z_a + z_f$.

On suppose ici la séparabilité de la fonction d'utilité du consommateur et du contribuable, bien qu'il soit envisageable que les deux consommations soient également jointes, par exemple si les consommateurs désirent consommer de la viande issue de régions à forte valeur environnementale (voir Vermersch, 2004.)⁶

Le problème s'écrit

$$\text{Max}_{y, z_a, z_f} \left\{ \int_0^y p(u) du + \int_0^z p(v) dv - C(y, z_a, w, A) - C(0, z_f, w, F) \right\} \quad z = z_a + z_f \quad (3.1)$$

où la variable w représente le vecteur de prix des facteurs variables, A représente le vecteur des quantités de facteurs fixes agricoles et F représente le vecteur des quantités de facteurs fixes des forestiers.

$C(y, z_a, w, A)$ est le coût de production agricole défini par $C(y, z_a, w, A) = \text{Min}_x \{w.x; (y, z, x, A) \in T\}$

où x est le vecteur des facteurs variables, $p(z)$ est la demande sociale en bien z , et T est l'ensemble de production. Cette fonction de coût est monotone croissante et convexe en (y, z) .

$C(0, z_f, w, F)$ est le coût de production des forestiers défini par $C(0, z_f, w, F) = \text{Min}_x \{w.x; (0, z, x, F) \in T\}$

Les niveaux optimaux de bien agricole y^* et d'environnement z^* sont donnés par les conditions du premier ordre qui sont des égalités quand les deux fournisseurs produisent (et des inégalités quand les coûts marginaux pour y et z nuls sont tous deux supérieurs au prix).

⁶ Lorsque la production jointe de z est une nuisance, la fonction $p(z)$ peut être interprétée comme un consentement à recevoir un dédommagement.

$$p(y^*) = C_y(y^*, z_a^*, w, A) \quad (3.2)$$

$$p(z^*) = C_z(y^*, z_a^*, w, A) \quad (3.3)$$

$$p(z^*) = C_z(0, z_f^*, w, F) \quad (3.4)$$

$$z^* = z_a^* + z_f^* \quad (3.5)$$

Les coûts marginaux de production du service environnemental doivent être égaux chez les deux fournisseurs, agricole et forestier, et égaux au consentement marginal à payer pour ce niveau agrégé du service environnemental.

Cet optimum peut être soutenu par le marché qui fixe un prix agricole d'équilibre $p_y = p(y^*)$ et par une subvention publique $p_z = p(z^*)$ basée sur les services environnementaux supposés observables et mesurables (paiement environnemental proportionnel à la quantité de bien public fournie par chaque producteur).

Pour analyser les positionnements relatifs des coûts de production de l'environnement par les forestiers et les agriculteurs et les quantités d'équilibre nous devons faire des hypothèses supplémentaires sur la fonction de coût de la technologie agricole relativement à la jointure entre y et z_a .

On définit trois sous-domaines de l'ensemble de production T , selon que la relation entre l'output marchand et l'output non marchand est une complémentarité (3.6), une relation non jointe (3.7), ou une substitution (3.8).

$$C_{yz}(y, z, x, K) < 0; (x, y, z, K) \in T_1 \in T \quad (3.6)$$

$$C_{yz}(y, z, x, K) = 0; (x, y, z, K) \in T_2 \in T \quad (3.7)$$

$$C_{yz}(y, z, x, K) > 0; (x, y, z, K) \in T_3 \in T \quad (3.8)$$

$$K = (A, F) \quad (3.9)$$

On suppose pour simplifier la discussion que les facteurs fixes n'affectent pas le coût marginal $C_{zA} = C_{zF}$.⁷

⁷ En réalité, il est probable que les facteurs fixes des exploitations agricoles ne jouent pas de la même façon que les facteurs fixes des forestiers sur le coût marginal du BNM. C'est une limite de la comparaison entre la technologie agricole et la technologie des forestiers. En toute rigueur, la technologie non jointe de production de l'environnement qui serait réellement un sous ensemble technologique de la

Selon la conjecture de Romstad et al.(2000) et Gatto et Merlo (1999), la complémentarité tend à disparaître lorsque le niveau de production s'accroît. Pour étudier ce cas, nous devons considérer que l'équilibre se situe successivement dans T_1 , puis T_2 puis T_3 à mesure que la production s'accroît.

Avant d'étudier ce cas, nous abordons le cas où la jointure ne varie ni en fonction de la production agricole marchande (hypothèse H_0), ni de la production du BNM (hypothèse H_0').

2. Coût marginal du BNM dans le cas d'une jointure constante et à niveau donnée de production donné

Pour un niveau de production agricole donné, le coût marginal du BNM pour les agriculteurs, est donné par l'égalité (3.3).

L'hypothèse que la relation entre y et z est inchangée lorsque y varie se formalise ainsi

$$\frac{\partial C_{zy}(y, z, w, A)}{\partial y} = 0 \quad (H_0)^8.$$

L'hypothèse que la relation entre y et z est inchangée lorsque z varie se formalise ainsi

$$\frac{\partial C_{zy}(y, z, w, A)}{\partial z} = 0 \quad (H_0').$$

La première conséquence de ces deux hypothèses est que C_{yz} est constant (soit positif, soit négatif, soit nul). On se situe donc en permanence dans un seul domaine T_1 , T_2 ou T_3 .

L'hypothèse H_0' signifie aussi que $\frac{\partial C_{zy}(y, z, w, A)}{\partial y} = 0$ (théorème de Schwartz), donc

y n'affecte pas la pente de C_z ⁹. Cela signifie que les exploitations qui produisent des

technologie agricole $(0, z_0, w, A)$, serait le cas d'agriculteurs qui se spécialiseraient dans le débroussaillage mécanique et céderaient leur troupeau, plutôt que le cas de forestiers en tant que tels.

⁸ Cette hypothèse inclut notamment les fonctions quadratiques.

biens marchands ont un coût marginal de production du BNM de même pente que celles qui n'en produisent pas (les forestiers). Un accroissement de y a trois effets possibles : soit une diminution de C_z si $C_{yz} < 0$ (dans le domaine T_1), soit un accroissement de C_z si $C_{yz} > 0$ (T_3), soit aucun effet sur C_z , si $C_{yz} = 0$ (domaine T_2).

Le positionnement relatif des fonctions de coût (cf figure 3.1.) peut alors être déduit de la comparaison des équations (3.3) et (3.4).

Pour $y = 0$, et $A = F = 0$, les coûts marginaux des deux fournisseurs sont égaux :

$$C_z(0, z_a, w, 0) = C_z(0, z_f, w, 0) \text{ lorsque } z_a = z_f.$$

La différenciation de (3.3) et de (3.4) donne respectivement :

$$dC_z(y, z, w, A) = C_{yz}.dy + C_{zz}.dz + C_{zw}.dw + C_{zA}.dA$$

$$dC_z(0, z, w, F) = C_{zz}.dz + C_{zw}.dw + C_{zF}.dF$$

Comme C_{yz} , C_{zA} et C_{zF} sont négatifs, il suffit que chaque élément de A soit supérieur ou égal à chaque élément de F pour que $C_z(0, z, w, A) \leq C_z(0, z, w, F)$

Proposition 3.1.

La production jointe d'un bien non marchand complémentaire d'un bien marchand est plus efficace que sa production non jointe si la production jointe utilise au moins autant de chaque facteur fixe que la production non-jointe.

Pour $y > 0$, nous retrouvons les trois configurations exprimées ci-dessus :

$$C_z(y, z, w, A) < C_z(0, z, w, F) \text{ si } C_{zy}(y, z, w, A) < 0 \quad (T_1)$$

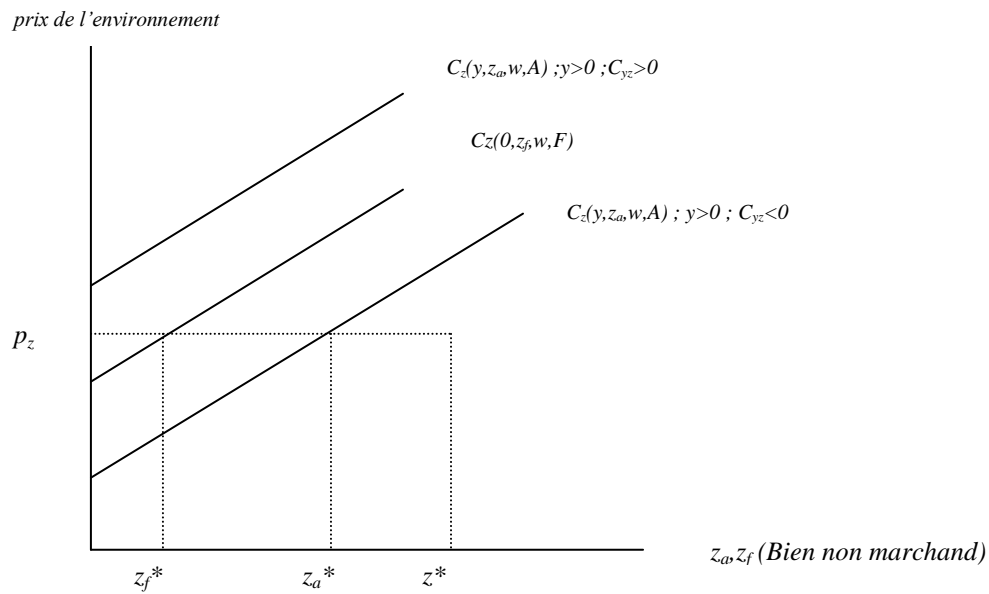
$$C_z(y, z, w, A) = C_z(0, z, w, F) \text{ si } C_{zy}(y, z, w, A) = 0 \quad (T_2)$$

$$C_z(y, z, w, A) > C_z(0, z, w, F) \text{ si } C_{zy}(y, z, w, A) > 0 \quad (T_3)$$

⁹ Cette équivalence entre les deux formulations de l'hypothèse (H_0) nous signale qu'il y a équivalence entre les deux propositions suivantes :

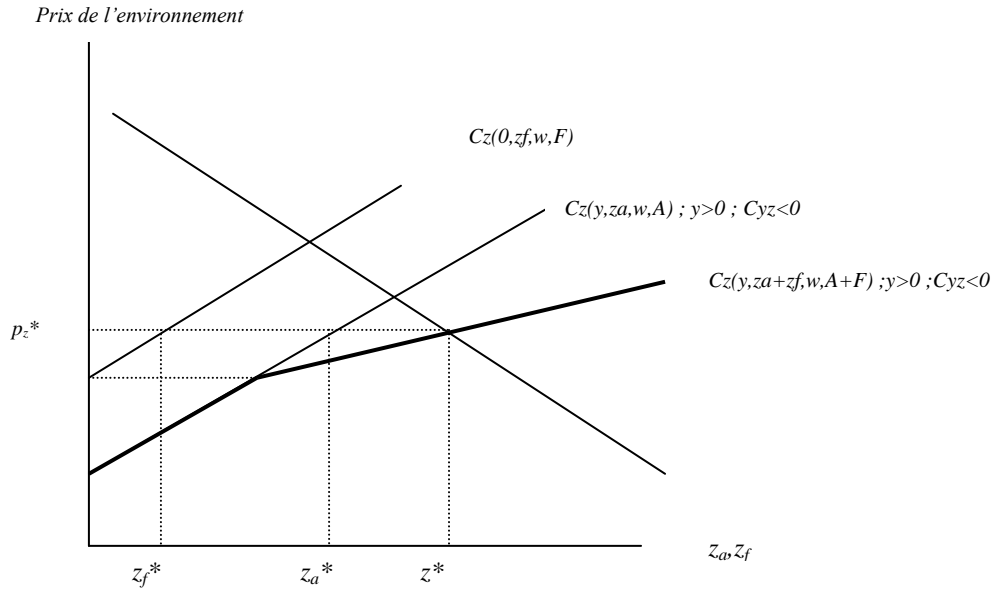
- (i) le niveau de production n'affecte pas la jointure
- (ii) le niveau de production du BNM n'affecte pas la pente du coût marginal de z .

Figure 3.1. Coût marginal d'environnement en fonction des prix en cas de jointure constante (complémentarité et substitution)



Dans le cas de la complémentarité le coût marginal de production agricole des BNM (à niveau de production marchande donné) est toujours inférieur au coût marginal du BNM pour les forestiers, en supposant que les facteurs fixes utilisés dans la production non jointe le soient en quantité inférieure ou égale. Dans le cas de la technologie non jointe, les deux courbes de coût marginal sont confondues si les facteurs fixes sont identiques, et dans le cas de la substitution constante, le coût marginal agricole de fourniture du BNM est supérieur au coût marginal de fourniture du BNM par les forestiers si les facteurs fixes sont identiques, indéterminé sinon.

Figure 3.2. Equilibre environnemental dans le cas d'une complémentarité constante



En cas de demande sociale suffisamment élevée, ie $p(z^*) > C(0, z=0, w, F)$, la subvention optimale p_z engendre une fourniture simultanée de BNM par les deux types de fournisseurs, $z^* > z_a^* > z_f^* > 0$. C'est le cas illustré ci-dessus.

En cas de demande sociale modérée, ie $C_z(y, z_a=0, w, A) < p(z^*) < C_z(0, z_f=0, w, F)$, la subvention optimale p_z engendre une production du BNM par les agriculteurs seulement, $z^* = z_a^* > 0$

En cas de demande sociale faible, ie $p(z^*) < C_z(y, z_a=0, w, A)$, la subvention optimale est insuffisante pour intéresser aucun des deux fournisseurs potentiels de BNM, $z^* = z_f^* = z_a^* = 0$.

De manière symétrique, en cas de substitution constante, la fourniture la plus efficace est toujours celle des forestiers. Néanmoins, pour des niveaux élevés de demande sociale de BNM les agriculteurs seront également fournisseurs.

En cas de non jointure, sous l'hypothèse de neutralité des facteurs fixes sur le coût marginal, les agriculteurs et les forestiers produisent à l'optimum la même quantité d'environnement $z^* = 2z_a^* = 2z_f^*$.

3. Coût marginal du BNM, dans le cas d'une jointure variable, à niveau de production agricole donné

3.1. Justification des hypothèses technologiques

Plusieurs apports théoriques et empiriques soutiennent l'hypothèse d'une tendance au changement de signe de la jointure en fonction de l'intensification.

Gatto et Merlo (1999) suggèrent que le taux marginal de transformation (TMT) entre un produit agricole et un bien public est positif pour certains niveaux de production, il est alors plus cher de produire le bien agricole sans le bien public qu'avec le bien public, et le TMT est négatif pour d'autres niveaux de production. Ainsi, dans le cas de la lutte contre l'érosion, ou dans le cas du paysage, le TMT serait positif lorsque le niveau de production agricole est moyen et que le niveau de production du bien public est faible. Dans le cas de l'agritourisme, ou de la conservation de la vie sauvage, le TMT serait positif lorsque le niveau de production agricole est très faible et que le niveau de bien public existant est moyen.

Pour Romstad et al. (2000), dans pratiquement tous les cas considérés, un bien agricole et un bien public complémentaires tendront à devenir substitués si la production agricole est élevée. Pour eux, le domaine de complémentarité est néanmoins important. Précisons que leur réflexion est fondée sur un contexte agricole (la Norvège) où l'accroissement de la production peut se faire par l'accroissement de la surface et non nécessairement par l'intensification. Le domaine de complémentarité est donc étendu puisque l'accroissement de la production ne se traduit pas nécessairement par un changement de technique, ce qui repousse l'apparition de la substitution.

Nous reprenons cette hypothèse et la formalisons dans l'esprit de la section précédente, afin de comparer la production jointe et la production non jointe du BNM. Une justification micro-économique de cette hypothèse est que l'accroissement de l'une ou l'autre des productions tend à accroître l'utilisation des facteurs allouables fixes, comme le temps de travail familial ou la surface agricole dans de nombreux cas (Moschini, 1989). La tendance à la substitution provient, dans le cas d'une technologie normale (Sakai, 1974), de l'obligation progressive qu'a l'agriculteur de choisir entre différents

usages concurrents d'un même facteur. Les effets de substitution tendent donc à dominer les effets de complémentarité (dus aux facteurs non allouables) lorsque la production s'accroît. Par conséquent, l'accroissement de la production de l'une ou de l'autre des productions se traduit d'abord par une baisse de la complémentarité jusqu'au seuil de substitution, puis par une substitution de plus en plus forte.

Dans le cas des élevages extensifs qui soutient notre modèle, l'accroissement de la production chez les éleveurs extensifs se traduit par une plus grande pression de pâturage dans les zones délaissées et contribue au maintien du paysage ouvert. Mais l'accroissement de la production chez les éleveurs intensifs se traduit généralement par une diminution du recours au pâturage et une augmentation du recours aux céréales et fourrages cultivés. Les éleveurs diminuent alors le recours au pâturage au profit d'une alimentation en bergerie. L'exploitation des terres éloignées n'est alors plus assurée et le débroussaillage devient substitut.

3.2. Description des hypothèses technologiques

Dans la technologie étudiée ici, le niveau de production marchande y joue un rôle dans la décroissance de la complémentarité entre y et z .

Hypothèse (H_0) : jointure indépendante du niveau de BNM¹⁰ : $\frac{\partial C_{zy}(y, z, w, A)}{\partial z} = 0$.

Hypothèse (H_1) : T_1 est non vide ; $\exists z_a^\circ, \exists y^\circ; C_{yz}(y^\circ, z_a^\circ, w, A) < 0$

Cette hypothèse garantit qu'il existe au moins un niveau de production du bien marchand y° , et un niveau de production du BNM z_a° tels que pour $z_a = z_a^\circ$, z_a et y sont complémentaires.

Hypothèse (H_2) : complémentarité décroissante : $C_{yzy} > 0$

¹⁰ Nous présentons en annexe (3.1) le cas où la jointure est variable à la fois en fonction de z et de y .

L'hypothèse $\frac{\partial C_{yz}(y, z_a, w, A)}{\partial y} > 0$ signifie que dans le domaine de complémentarité, (y, z_a tels que $C_{yz}(y, z_a, w, A) < 0$), la complémentarité diminue lorsque y augmente, et dans le domaine de substitution, la substitution s'accroît lorsque y augmente.

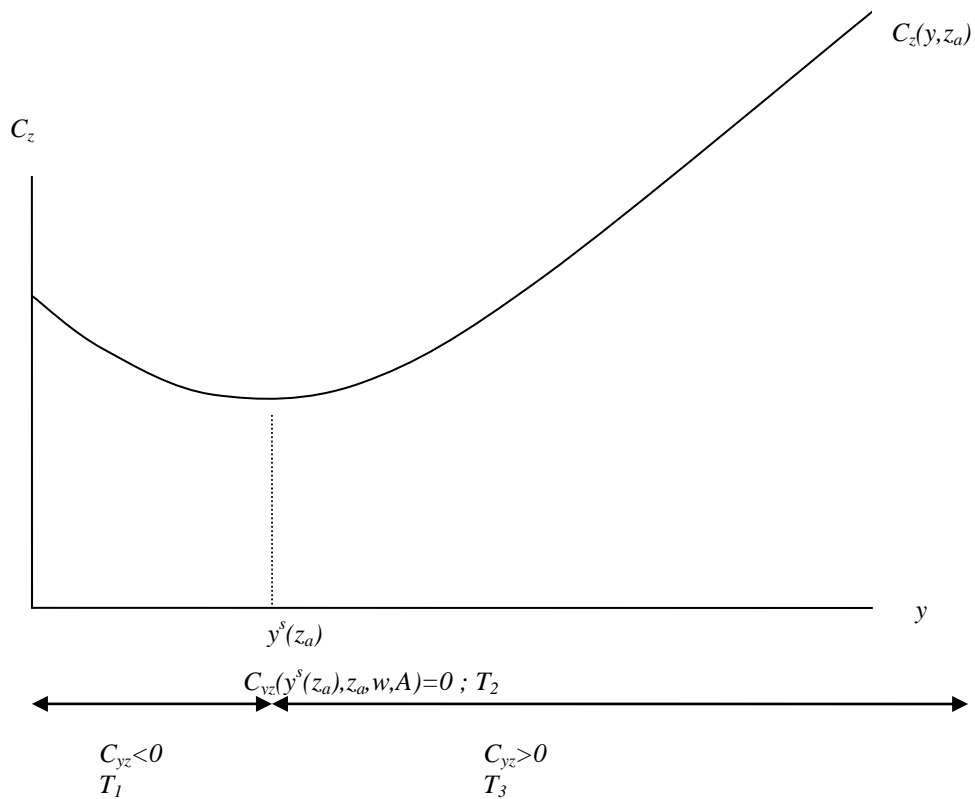
Combinée à (H_1), l'hypothèse (H_2) nous garantit que si $z_a < z_a^\circ$ et $y < y^\circ$, la relation est complémentaire ($C_{yz} < 0$). Lorsque y augmente, à z_a donné, la complémentarité diminue (C_{yz} augmente par valeurs négatives), puis, si y s'accroît encore, la jointure s'annule, $C_{yz} = 0$, puis devient substitut : $C_{yz} > 0$.

Ceci est illustré sur la figure (3.3.), dans laquelle la complémentarité correspond à la pente négative de C_z en fonction de y , et la substitution correspond à la pente positive de C_z en fonction de y .

Notons que la même hypothèse (H_2) peut également s'écrire $\frac{\partial C_z(y, z_a, w, A)}{\partial y \partial y} \geq 0$, signifiant que la fonction de coût marginal $C_z(y, z_a, w, A)$ est convexe en y , ce qui se voit également sur la figure (3.3).

Par hypothèse, la technologie complémentaire tend à devenir moins complémentaire à mesure que y augmente, puis elle tend à devenir substitut, et de plus en plus substitut à mesure que y augmente.

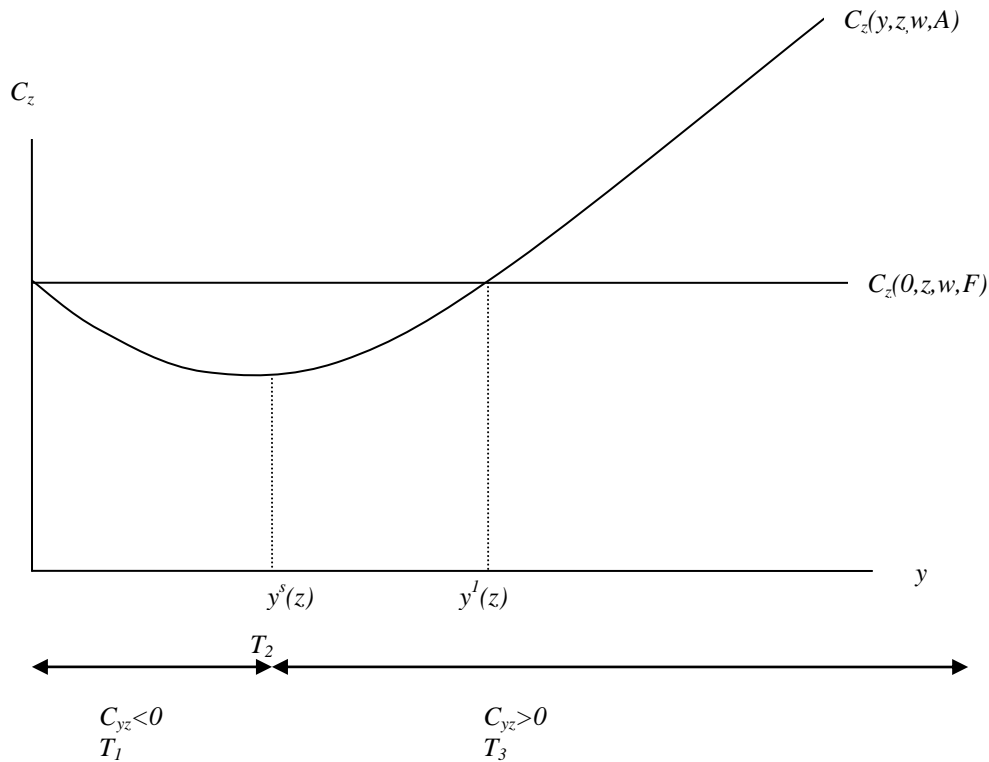
Figure 3.3. Evolution du coût marginal de l'environnement en fonction de la production agricole (pour un niveau d'environnement donné z_a)



La fonction $y^s(z_a)$ désigne la quantité de production agricole « seuil » en deçà de laquelle la technologie est complémentaire et au-delà de laquelle elle est substitut. Elle correspond au domaine T_2 .

Comme nous avons supposé que lorsque $y = 0$ les deux technologies ont le même coût marginal de production du BNM, nous avons, pour z donné, la configuration illustrée en figure 3.4.

Figure 3.4. Comparaison du coût marginal du BNM joint et non-joint en fonction du niveau de production agricole (pour un niveau d'environnement donné z)



Ainsi, en cas de complémentarité décroissante, le coût marginal joint du BNM est inférieur au coût marginal non-joint du BNM ssi

$$0 < y < y^l(z)$$

Où

$$y^l(z) = y \text{ tel que } y > 0 \text{ et } C_z(y^l(z), z, w, A) = C_z(0, z, w, F)$$

3.3. Application numérique

Pour illustrer le réalisme de la technologique proposée, nous proposons une application numérique d'une fonction de coût respectant les hypothèses ci-dessus. Pour se concentrer sur la jointure, on omet de la fonction de coût les prix et les facteurs fixes.

$$C(y, z) = a_0 + a.z + b.y + 0,5.c.z^2 + 0,5.d.y^2 + e.y.z + 0,5.f.y^2z + \frac{1}{12}g.y^4$$

Il s'agit d'une forme polynomiale de degré 4 tronquée. Le terme en y^4 n'a pour objectif que d'assurer la convexité de la fonction pour toute valeur de y . Cette forme inclut le cas de la forme quadratique et la forme linéaire (en donnant des valeurs nulles à certains paramètres).

Les hypothèses de convexité de la fonction de coût sont respectées par le choix des paramètres :

La condition $C_{zz} > 0$ est satisfaite en posant $c \geq 0$

La condition $C_{yy} > 0$, ie $d + fz + gy^2 \geq 0$, est satisfaite pour tout y en posant $d > 0, f > 0, g > 0$.

La condition $C_{yy}C_{zz} - C_{yz}^2 > 0$, soit $c(d + fz + gy^2) - (e + fy)^2 \geq 0$ est vérifiée dans le cas numérique que nous proposons ci-dessous (des simulations données en annexe montrent qu'elle serait vérifiée même en imposant $g=0$ sur un domaine de y et z).

$$a=10 ; b=10 ; c=10 ; d=10 ; e = -5 ; f=g = 1$$

$$C_{zz}(y,z) = c = 10 \geq 0$$

$$C_{yy}(y,z) = d + fz + 6gy = 10 + z + 6y^2 \geq 0$$

$$C_{yy}C_{zz} - C_{yz}^2 = c(d + fz + gy^2) - (e + fy)^2 = 10(10 + z + y^2) - (-5 + y)^2 =$$

$$100 + 10z + 10y^2 - (25 - 10y + y^2) = 75 + 10z + 10y + 9y^2 \geq 0$$

La convexité est alors assurée pour les paramètres proposés.

Les hypothèses liées à la complémentarité décroissante en y sont vérifiées :

La condition $H_2 : C_{yyz} > 0$ est obtenue par $f > 0$.

La condition $C_{yzz} = 0$ est vérifiée.

L'hypothèse H_1 (T_1 non vide) est obtenue par $e = -5$ (en effet $C_{yz}(y,z) = -5 + y$, donc pour $y = 0$, on a $C_{yz}(0,z) = -5$, et donc T_1 est non vide).

Le signe du terme $C_{yz} = e + fy$ nous indique la nature de la relation entre y et z .

L'espace est alors déterminé :

T_1 , la zone de complémentarité correspond à $C_{yz} < 0$, soit $e + f \cdot y < 0$, ou encore $y < -e/f$. Numériquement, $y < 5$. Dans le plan (y, z) , T_1 correspond à la zone à gauche de la droite $y = 5$ (voir la figure 3.5).

T_2 , la zone de non jointure ($C_{yz} = 0$), est donnée par la droite D , d'équation $y = -e/f$, soit ici $y = 5$.

T_3 , la zone de substitution est à droite de T_2 .

Lorsque y augmente pour un niveau de BNM donné, on passe successivement de T_1 à T_2 puis à T_3 (figure 3.5)

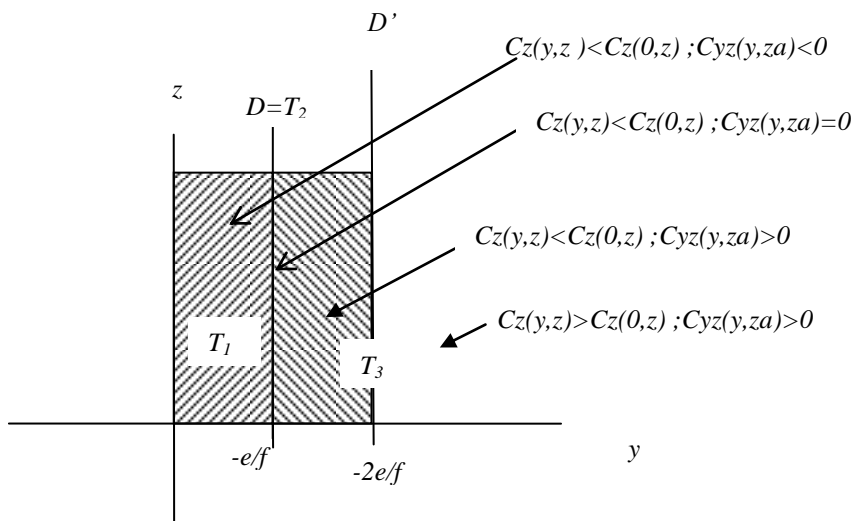
Pour les forestiers, le coût de production s'écrit $C(0, z) = a_0 + a \cdot z + 0,5 \cdot c \cdot z^2$

On peut représenter les domaines de positionnement relatif des coûts marginaux des BNM produits par l'agriculture et les forestiers. L'agriculture a un coût marginal du BNM inférieur au coût marginal du BNM pour la forestiers ssi $C_z(y, z) - C_z(0, z) < 0$.

$$C_z(y, z) - C_z(0, z) = c \cdot z + e y + 0,5 f y^2 - c \cdot z = y(e + 0,5 \cdot f y)$$

$C_z(y, z) - C_z(0, z) < 0$ ssi $e + 0,5 f y < 0$ ssi $y < -2e/f$, ce qui correspond à la zone située à gauche de la droite D' , définie par $y = -2e/f$

Figure 3.5. Domaine de complémentarité et domaine de supériorité de la technologie agricole ($e < 0$ par H_1 et $f > 0$ par H_2)



3.4. L'offre de BNM la moins coûteuse (cas de la jointure variable en fonction de y)

Pour une valeur de z donnée, lorsque y augmente, à partir de $y=0$, la courbe de coût marginal du BNM, $C_z(y, z_a, w, A)$ dans le plan (C_z, z) , commence par baisser (car $C_{yz} < 0$), puis atteint un minimum (pour $C_{yz}=0$), et enfin augmente.

Comme $C_{yzz}=0$, C_{zz} est indépendant de y , et donc la pente de C_z ne dépend pas de y . Donc, quel que soit le niveau de production agricole y , la pente du coût marginal de production du BNM est identique (et égale pour les agriculteurs et les forestiers).

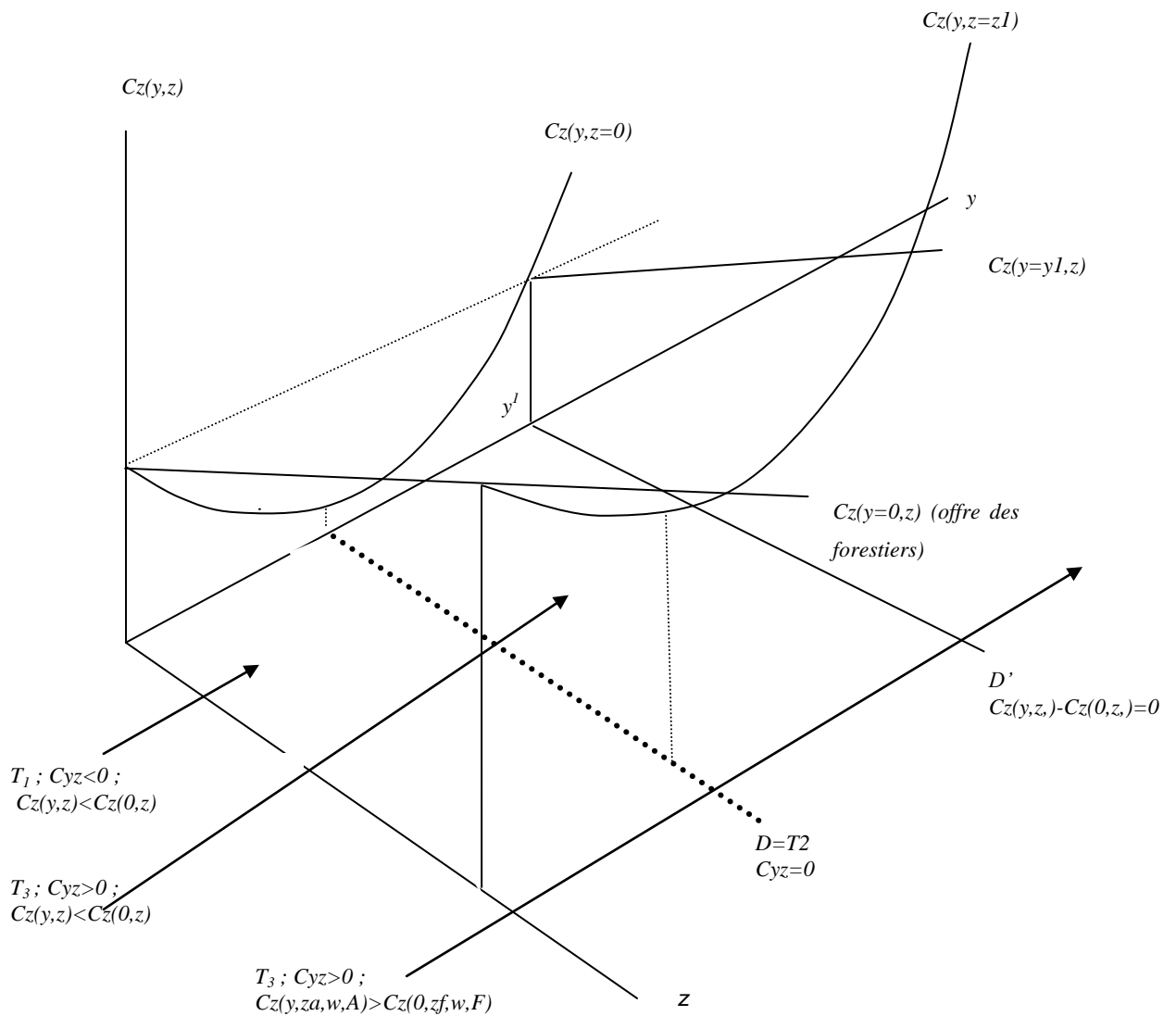
Par ailleurs, toujours en raison de $C_{yzz}=0$, on peut écrire $C_{yz} = h(y)$. Comme C_{yz} est monotone croissante en y , (par H_2), la solution en y de $C_{yz}=0$ est unique. La solution de $h(y)=0$ est de type $y=y^s$ (indépendantes de z). Le domaine de non-jointure T_2 défini par $C_{yz} = 0$ est donc une droite de type $y=y^s$. Dans l'espace à trois dimensions de la figure 3.6., le domaine T_2 est un plan vertical de type $y=y^s$.

Dans le domaine de complémentarité T_1 , l'offre des agriculteurs sera plus efficace.

Dans le domaine de non jointure T_2 , l'offre des agriculteurs est aussi plus efficace. Cela s'explique par la complémentarité dont a bénéficié la production de BNM pour les premières unités de production agricole y . Cette complémentarité initiale a translaté vers le bas le coût marginal agricole de production des BNM.

Dans le domaine de substitution T_3 , l'offre des agriculteurs sera encore plus efficace jusqu'au point y^l tel que $C_z(y^l, z_a, w, A) = C_z(0, z_a, w, A)$. Au-delà de y^l , l'offre des forestiers sera plus efficace.

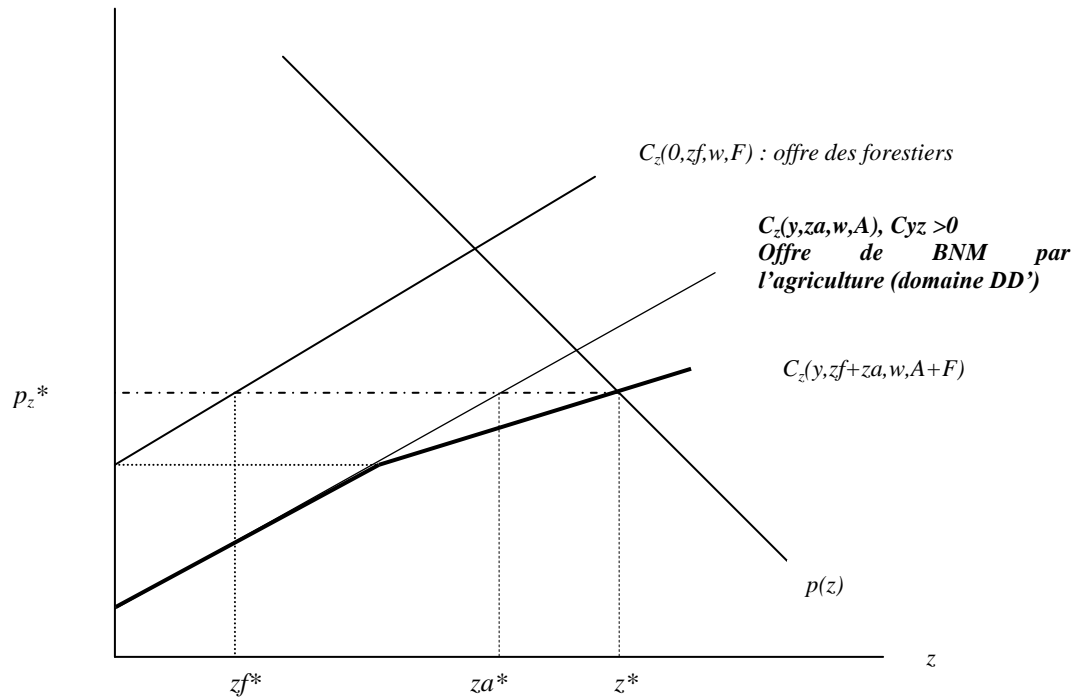
Figure 3.6. Coût marginal des BNM par l'agriculture et par les forestiers en fonction des domaines technologiques sous H_0' , H_1 , H_2



Il existe une zone dans la zone de substitution (la zone entre D et D'), où la production marchande et le BNM sont substitués, et où le coût marginal agricole du BNM est pourtant inférieur au coût marginal du BNM pour les forestiers (à niveau de production du BNM égal).

L'offre agrégée de BNM peut donc être constituée de l'offre agricole seule, ou de la somme de l'offre agricole et non agricole, selon le domaine de la technologie.

Figure 3.7. Coût marginal du BNM pour les agriculteurs (y donné, jointure variable en fonction de y) et les forestiers dans le sous domaine $[D, D']$ du domaine de substitution



Dans le cas où la jointure est variable, les conclusions de la section précédente restent donc valides dans le domaine de complémentarité.

Dans le domaine de substitution en revanche, l'offre jointe de BNM est moins coûteuse que l'offre non jointe dans une partie du domaine de substitution (correspondants aux plus faibles valeurs de y de ce domaine : entre D et D').

Dans le cas où la jointure est variable à la fois en fonction de z et de y , présenté en annexe (3.1), la caractérisation des sous-domaines est alors modifiée, mais la discussion repose sur les mêmes mécanismes. Le passage de la complémentarité à la substitution se produit à la fois pour les augmentations de y et les augmentations de z .

4. Statique comparative de l'offre d'environnement par l'agriculteur et par le forestier

Nous avons raisonné jusqu'à présent en étudiant le positionnement et les déplacements de l'offre du BNM à y constant. Nous abordons maintenant le cas de la résolution globale du problème de maximisation, les optimums des deux productions (y^* et z_a^*) étant déterminés simultanément par les prix p_y et p_z .

On étudie le déplacement de l'équilibre de l'agriculteur et du forestier quand le prix et le paiement environnemental varient de façon exogène. On considère la jointure variable comme dans l'exemple analytique précédent. L'offre de BNM par le forestier est déduite de (3.4) et celle de l'agriculteur, est dérivée du système (3.2) et (3.3).

Parce qu'on suppose que le BNM peut être rémunéré de manière proportionnelle à sa production, le comportement de l'agriculteur vis-à-vis de ce BNM est le même que celui qu'il aurait vis-à-vis d'un bien marchand. La statique comparative est alors classique. Par suite, cette section reprend les développements de Sakai (1974) et interprète le système d'offre agri-environnemental (SOAE) à leur lumière.

On note

Γ la matrice hessienne du coût de production des agriculteurs évaluée au point (y, z_a)

$$\Gamma = \begin{pmatrix} C_{yy} & C_{yz} \\ C_{zy} & C_{zz} \end{pmatrix}$$

Φ , la dérivée seconde du coût de production des forestiers z , évaluée au point $(0, z_f)$.

La différenciation des conditions nécessaires du premier ordre (3.2) à (3.4) donne en supposant w et K fixes et les prix des outputs variables :

$$C_{yy}dy + C_{yz}dz_a = dp_y \quad (3.10)$$

$$C_{zy}dy + C_{zz}dz_a = dp_z \quad (3.11)$$

$$\Phi dz_f = dp_z \quad (3.12)$$

Les deux premières équations se résolvent indépendamment de la troisième :

$$\Gamma \begin{pmatrix} dy \\ dz_a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} dp_y \\ dp_z \end{pmatrix} \quad \text{ou} \quad \begin{pmatrix} dy \\ dz_a \end{pmatrix} = \Gamma^{-1} \begin{pmatrix} dp_y \\ dp_z \end{pmatrix} \quad (3.13)$$

$$\text{où} \quad \Gamma^{-1} = |\Gamma|^{-1} \begin{pmatrix} C_{zz} & -C_{zy} \\ -C_{yz} & C_{yy} \end{pmatrix} \quad (3.14)$$

$$\text{avec} \quad |\Gamma|^{-1} = \frac{1}{C_{yy}C_{zz} - C_{yz}^2}$$

On obtient ainsi la décomposition totale des effets des deux prix.

$$dy = C_{zz} |\Gamma|^{-1} dp_y - C_{yz} |\Gamma|^{-1} dp_z \quad (3.15)$$

$$dz_a = -C_{yz} |\Gamma|^{-1} dp_y + C_{yy} |\Gamma|^{-1} dp_z \quad (3.16)$$

$$dz_f = \Phi^{-1} dp_z \quad (3.17)$$

4.1 Effet propre du paiement environnemental sur l'offre de BNM

L'offre de BNM par les agriculteurs est donnée par le second terme de l'égalité (3.16),

$$\text{qui peut aussi s'écrire: } dz_a/dp_z = \frac{1}{C_{zz}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{C_{yz}^2}{C_{zz}C_{yy}}}$$

Elle intègre l'effet direct positif de p_z sur z_a , à y constant : $1/C_{zz}(y, z_a, w, A)$ et le terme

multiplicateur (supérieur à 1) $\frac{1}{1 - \frac{C_{yz}^2}{C_{zz}C_{yy}}}$ dû à la jointure avec y (effet d'expansion).

L'offre de BNM par les forestiers est donnée par (3.17) qui peut s'écrire :

$$dz_f/dp_z = \frac{1}{C_{zz}(0, z_f, w, F)}$$

Afin de comparer les deux offres, nous nous rappelons que par (H_0'),

$$\frac{\partial C_{zz}(y, z_a, w, A)}{\partial y} = 0, \text{ ce qui, combinée à } C_{zA} = C_{zF}, \text{ impose } C_{zz}(y, z, w, A) \text{ et } C_{zz}(0, z, w, F).$$

L'effet direct de p_z sur z est le même dans le cas joint $I/C_{zz}(y,z,w,K)$ et dans le cas non joint $I/C_{zz}(0,z,w,K)$.

L'effet multiplicateur observé dans le cas de production jointe accroît l'élasticité de l'offre agri-environnementale puisqu'il est toujours supérieur à 1. Plus la jointure est forte en valeur absolue, plus ce terme multiplicateur est fort.

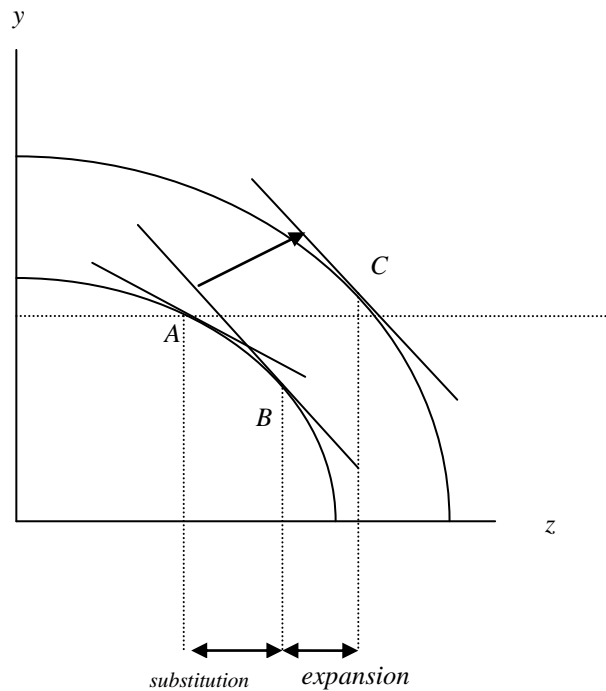
On obtient donc que $\frac{\partial z_a}{\partial p_z} \geq \frac{\partial z_f}{\partial p_z}$.

La réponse d'offre des agriculteurs est donc plus forte (offre plus élastique) que la réponse d'offre non jointe, que la jointure soit une complémentarité ou une substitution. Dans le cas de la complémentarité, l'effet multiplicateur s'explique par la croissance de y - en réponse à p_z - qui engendre une plus grande demande de facteurs non allouables, qui engendrent une croissance de z . Dans le cas de la substitution, la diminution de y - en réponse à p_z - engendre une plus grande disponibilité des facteurs allouables fixes (par rapport au cas y constant), ce qui accroît la réponse d'offre de z ¹¹ (figure 3.9.). Dans ce cas, l'accroissement de la production agricole engendre deux effets contraires, un déplacement de l'offre vers le haut (substitution) et un aplatissement de l'offre (expansion).

On retrouve donc un équivalent de l'effet le Chatelier (voir aussi Diewert, 1981 pour l'équivalent à partir d'une fonction de profit). Dans notre cas, l'accroissement de la réponse d'offre est dû aux interactions entre productions, et non plus à l'ajustement des facteurs quasi-fixes.

¹¹ On peut donner une autre interprétation de cet effet. La réponse d'offre des agriculteurs lorsque y est endogène est aussi plus forte que la réponse d'offre à y donné analysée précédemment. L'effet direct est ici un changement de frontière de production à y donné et l'effet multiplicateur est un nouveau changement de frontière de production avec accroissement de y . Ils aboutissent au même point que la somme de l'effet de substitution (déplacement sur la frontière de production à x donné) et de l'effet d'expansion (accroissement de x à partir de la frontière de substitution) tels que définis par Sakai (1974).

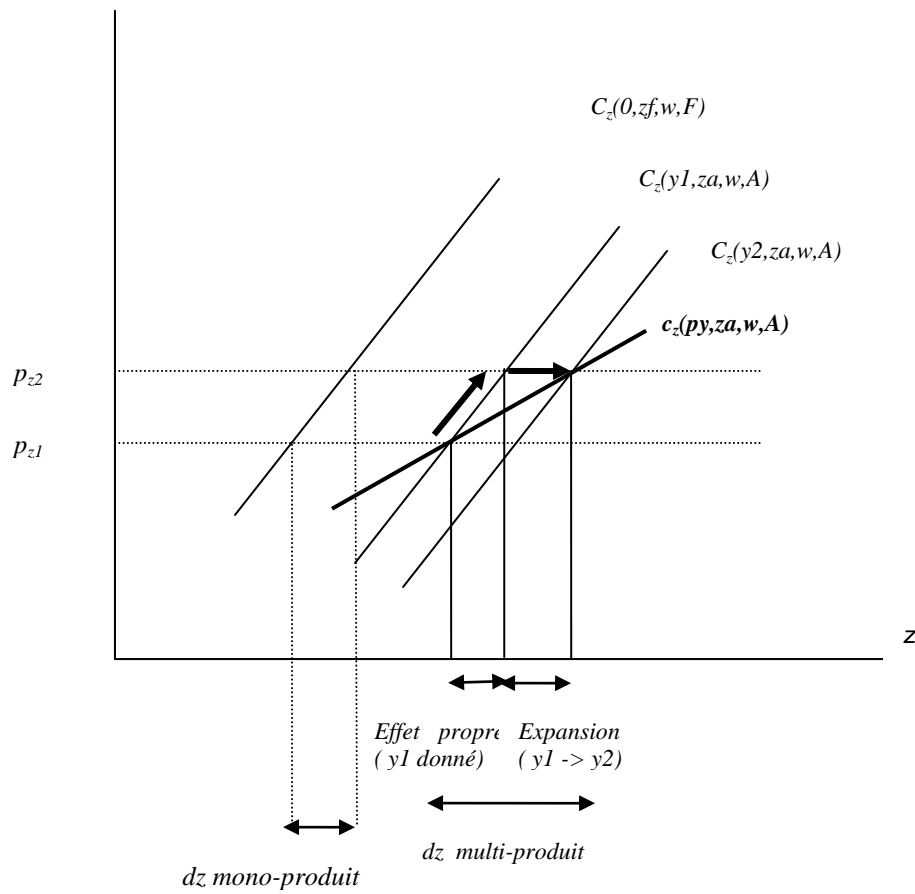
Figure 3.8. Interprétation de la complémentarité par l'effet d'expansion



L'offre réelle de BNM (avec y endogène) est donnée par le coût marginal de z , dans lequel y prendrait en permanence une valeur optimale en fonction de la valeur de z . En effet, la valeur optimale de y est donnée par la résolution de la condition du premier ordre (3.2) résultant de la maximisation par rapport à y . Cette résolution donne $y^*(p_y, z_a, w, A)$, que l'on introduit dans la condition du premier ordre (3.3) portant sur z . On obtient alors $p_z = C_z(y^*(p_y, z_a, w, A), z_a, w, A)$. On peut noter de manière plus condensée $p_z = c_z(p_y, z_a, w, A)$, où c est le coût de production de z à long terme, qui intègre l'ajustement de y au prix p_y et à la valeur de z_a . C'est la fonction inverse d'offre de z_a .

La figure (3.10) illustre les courbes d'offre jointe et non-jointe dans le cas de la complémentarité.

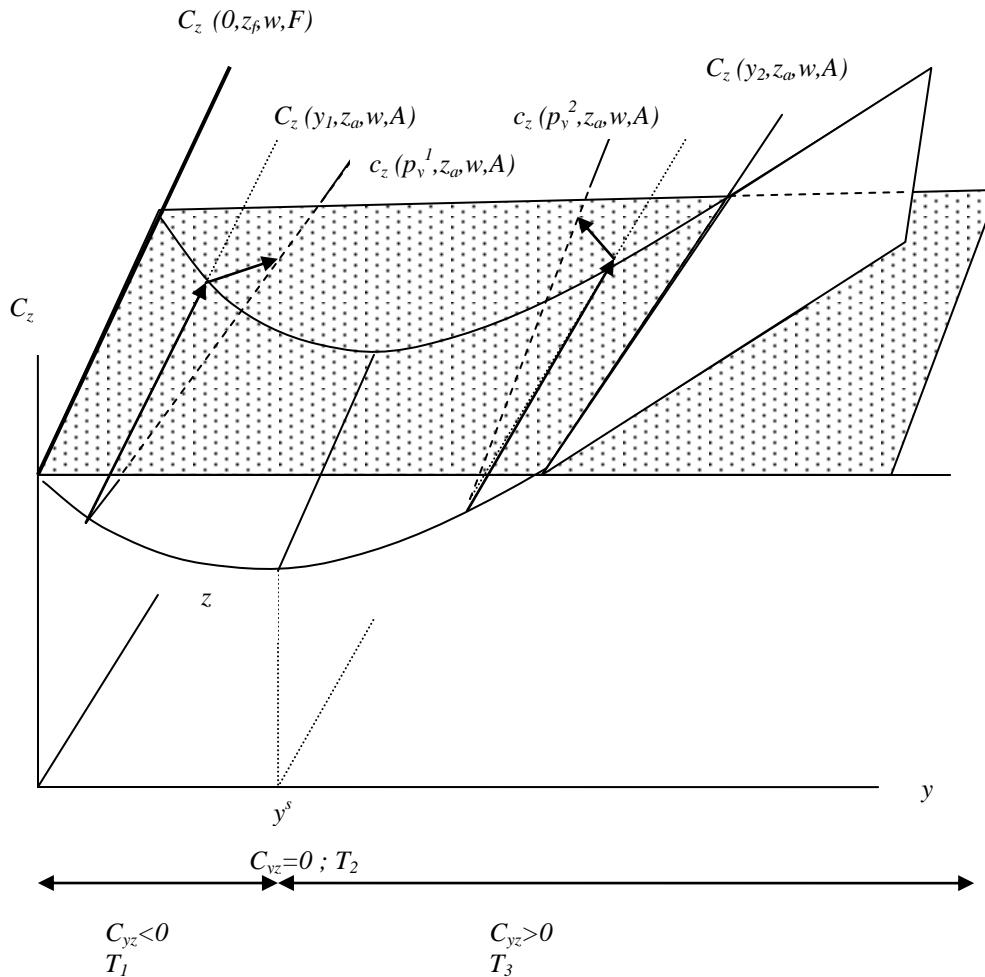
Figure 3.9. Comparaison du coût marginal agricole et du coût marginal forestier en domaine de complémentarité $C_{yz} < 0$, et sous H_0 .



Notons que l'effet multiplicateur reste positif (ou nul dans T_2) donc la pente de l'offre de BNM pour les agriculteurs est toujours plus faible que la pente de l'offre de BNM pour les forestiers (figure 3.10) y compris si l'offre des agriculteurs est au dessus de l'offre des forestiers.

Globalement, l'étude de la réaction complète des agriculteurs aux changements de prix p_z ne change pas les conclusions sur les politiques optimales des sections 2 et 3.

Figure 3.10. Offre globale dans les deux technologies (dpz/dz)



4.2 Effet croisé du paiement environnemental sur la production agricole

D'après l'égalité (3.15), la mise en place d'un paiement du bien non marchand a aussi un effet croisé sur la production du bien marchand, $dy/dp_z = -C_{yz} / [C_{zz} C_{yy} - C_{yz}^2]$

Comme attendu, l'effet croisé sur l'offre agricole est positif en cas de complémentarité et négatif en cas de substitution.

Dans le domaine de complémentarité, la mise en place d'un paiement environnemental ciblé sur les aménités et proportionnel aux aménités a donc un effet positif sur la

production agricole. La suppression de cet effet, par exemple par une politique de contrôle de la production serait une perte d'efficacité.

A l'inverse, dans de domaine de substitution, le paiement environnemental a donc tendance à réduire la production agricole (par réallocation des facteurs fixes allouables). Il a donc qualitativement le même effet sur le marché qu'une taxe à la production (et non d'une subvention).

4.3. Effet propre du prix agricole sur la production agricole

A partir de (3.15) nous tirons l'effet propre de la variation de prix agricole (ou de la subvention ou de la taxe à la production) sur la quantité produite :

$$dy/dp_y = \frac{1}{C_{yy}} \frac{1}{1 - \frac{C_{yz}^2}{C_{yy}C_{zz}}}$$

La réponse d'un agriculteur qui produit y et z à une variation du prix du bien marchand est toujours amplifiée par la complémentarité ou par la substitution, pour des raisons tout à fait semblables à celles détaillées en section 4.1. et illustrées sur la figure 3.9.

4.4. Effet croisé du prix agricole sur le bien non marchand

Le deuxième effet croisé, donné par l'équation (3.16), correspond à l'effet sur le bien non marchand z d'une variation de prix p_y : $dz_a/dp_y = -C_{yz}/[C_{yy}C_{zz} - C_{yz}^2]$

Lorsque ce bien public est rémunéré par un paiement environnemental, et que les deux produits sont complémentaires, une subvention agricole augmente la fourniture de BNM par les agriculteurs. Lorsque les deux produits sont substitués, une hausse du prix agricole diminue la production du BNM.

Il est donc possible, en cas de complémentarité, de remplacer une politique de paiement ciblé sur le BNM par une subvention à la production. La section 5 compare les effets environnementaux de ces deux options, (p_z et accroissement de p_y).

5. Paiement ciblé sur le BNM ou subvention à la production

Cette section traite le cas où un paiement environnemental proportionnel à la production de bien public tel que p_z n'est pas possible, ou l'est à un coût prohibitif. Il existe en effet des circonstances qui compliquent l'utilisation des politiques ciblées de premier rang : coûts d'administrations élevés (Vatn, 2002), grande quantité d'informations économiques nécessaires à l'efficacité de la politique, notamment lorsque le bien public n'est pas mesurable (Peterson et al., 2002). On cherche alors un instrument de second rang, en l'occurrence une subvention de la production agricole.

Afin de ne pas présupposer comme dans le cas de l'externalité positive que le bien public dépend uniquement de la production agricole $z=f(y(p_y))$, on suppose que le BNM est une production jointe à la production agricole dont le prix serait nul $p_z=0$. Dans l'optique de minimisation du coût adoptée dans ce chapitre, cela implique que l'agriculteur choisit le niveau de BNM auquel le coût marginal de z est nul, ie il choisit z_a^0 tel que $0 = C_z(y, z_a^0, w, A)$. Cette dernière condition est la contrainte qui doit être introduite dans le programme d'optimisation afin de remplacer l'optimum de premier rang écrit plus haut (qui aboutit notamment à $p_z=p(z)=C_z$), par l'optimum de second rang que nous cherchons. Cette contrainte joue un rôle analogue à la relation fonctionnelle habituellement introduite dans le cas de l'externalité $z=f(y)$.

La subvention à la production devra satisfaire les CPO de l'optimisation du bien être sous la contrainte de nullité de $C_z(y, z_a, w, K)$. On suppose que le prix agricole est exogène, comme c'est le cas du petit pays ouvert.

$$Max_{y, z_a} \left\{ \int_0^y p(u) du + \int_0^z p(v) dv - C(y, z_a, w, A) - \mu (C_z(y, z_a, w, A)) \right\} \quad (3.18)$$

$$p(y'') = C_y(y'', z'', w, A) + \mu \cdot C_{zy}(y'', z'', w, A) \quad (3.19)$$

$$p(z'') = C_z(y'', z'', w, A) + \mu \cdot C_{zz}(y'', z'', w, A) \quad (3.20)$$

$$C_z(y'', z'', w, A) = 0 \quad (3.21)$$

Où $p(y)$ et $p(z)$ sont les demandes de bien agricole et de BNM, et $(y''$ et $z'')$ est l'équilibre de second rang recherché.

La condition (3.21) définit une fonction $z''(y'', w, A)$ qui décrit les valeurs z'' en fonction des valeurs de y'' qui annulent C_z . Cette fonction $z''(y'', w, A)$ est donc définie de manière assez proche d'une externalité de production, à la différence qu'elle dépend aussi des prix et des facteurs fixes. Tout se passe comme si le producteur optimisait z de façon à annuler en permanence C_z . La condition (3.21) contraint l'équilibre à se situer dans un sous espace de l'ensemble T .

La condition (3.20) donne $\mu = \frac{p(z) - C_z(y'', z'')}{C_z(y'', z'')}$, qui se simplifie avec (3.21) en

$\mu = \frac{p(z)}{C_z(y'', z'')}$, d'où l'expression du prix optimal du bien agricole donné par (3.19) :

$$p(y'') = C_y(y'', z'', w, A) + C_{zy}(y'', z'', w, A) [C_{zz}(y'', z'', w, A)]^{-1} p(z'') \quad (3.22)$$

La politique agricole de second rang en cas de complémentarité est une subvention à la production de valeur égale à $-C_{yz}C_{zz}^{-1}p(z'')$.

En cas de substitution entre le produit marchand et le BNM la politique de second best est une taxe de même expression.

Proposition 3.2.

Il y a équivalence entre (i) la complémentarité d'un bien agricole y et d'un bien non marchand gratuit z (définie par $C_{yz} < 0$) et (ii) l'externalité positive z de production y , définie par $z = e(y)$. On a alors l'égalité $e'(y) = -C_{yz}C_{zz}^{-1}$. La subvention pigouvienne est $s = e'(y) \cdot p(z) = -C_{yz}C_{zz}^{-1} \cdot p(z)$, où $p(z)$ est le consentement à payer marginal de la société pour z .

On peut comparer cet optimum second à l'équilibre de l'agriculteur sans aide agricole ni environnementale :

$$p_y = C_y(y', z') \quad (3.23)$$

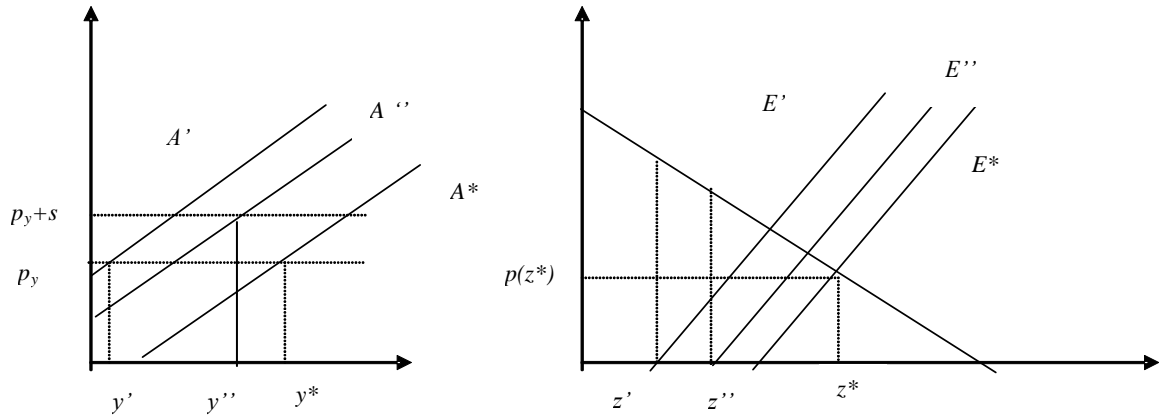
$$C_z(y', z') = 0 \quad (3.24)$$

Partant de l'optimum de premier rang (y^* et z^*), l'agriculteur non aidé va choisir la quantité de BNM vérifiant l'annulation de C_z . La baisse de z va alors entraîner (complémentarité) le déplacement de la courbe C_y vers le haut (en A'), ce qui déplace

aussi la courbe de C_z vers le haut (en E'). La quantité de BNM z' vérifiant $C_z(y, z', w, A) = 0$ diminue. Un équilibre très inefficace aura lieu en y' et z' .

Une subvention s calculée selon la condition (3.22), augmente le niveau de y et donc celui de z satisfaisant la CPO (3.20), qui se déplace vers le bas en E'' . Ceci déplace aussi C_y vers le bas en A'' . Un équilibre est possible en un point (y'', z''). La subvention accroît ainsi le surplus situé entre z' et z'' sous la courbe de consentement à payer $p(z)$.

Figure 3.11. Offres de BM et de BNM avec paiement optimal (A^*, E^*), sans politique (A', E'), et avec une subvention à la production (A'', E'') dans le domaine de complémentarité



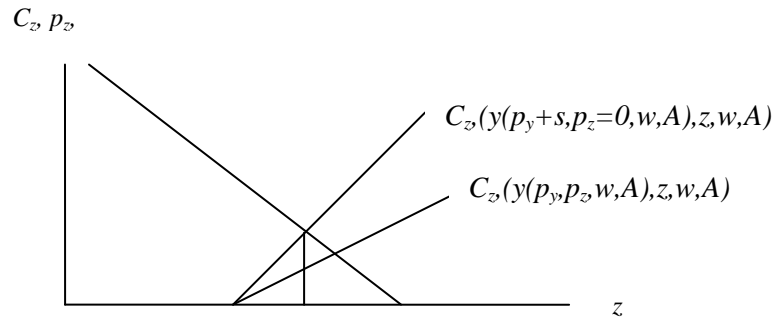
Pour comparer quantitativement l'efficacité de la politique de subvention couplée et la politique de paiement ciblé, nous nous appuyons sur la statique comparative précédente en faisant jouer à p_y le rôle de la subvention, en notant que $dp_y = ds$

$$dz_a/dp_z = 1 / \left[\frac{C_{zz}C_{yy} - C_{yz}^2}{C_{yy}} \right]$$

$$dz_a/ds = 1 / \left[\frac{C_{zz}C_{yy} - C_{yz}^2}{-C_{yz}} \right]$$

Comme $-C_{yz} < C_{yy}$, on peut conclure que $dz_a/dp_z > dz_a/dp_y = dz_a/ds$, comme illustré en figure (3.12)

Figure 3.12. Coût marginal du BNM obtenu par une subvention de la production ou un paiement du BNM



Le niveau d'environnement obtenu par une subvention pourrait donc être obtenu à moindre coût par un paiement environnemental ciblé.

Ainsi, en résumé, dans le cas d'une technologie comportant un domaine de complémentarité non vide et caractérisée par une complémentarité décroissante lorsque la production agricole augmente, la hiérarchie des politiques est la suivante :

- (i) dans le domaine de complémentarité, un paiement agri-environnemental est plus efficace qu'une subvention couplée, et plus efficace qu'une fourniture non jointe
- (ii) dans le sous-domaine de substitution faible, le paiement agri-environnemental est plus efficace qu'une fourniture non jointe du bien non marchand, et la subvention couplée est inefficace ;
- (iii) dans le sous-domaine de substitution forte, la fourniture non jointe du bien non marchand est plus efficace que le paiement agri-environnemental, et la subvention couplée est inefficace.

Conclusion du troisième chapitre

Il peut être plus intéressant de modéliser la multifonctionnalité comme une relation de complémentarité entre un bien agricole et un BNM que comme une externalité de production, qui contraint la relation entre les deux.

Dans le cas d'une complémentarité constante, l'offre de BNM complémentaire à la production agricole est toujours plus efficace que l'offre non jointe, à niveau de facteurs fixes égaux. La meilleure politique est un paiement environnemental ciblé, qui a pour effet d'accroître l'offre de produit marchand joint.

Dans le cas d'une substitution, l'offre de BNM substitut de la production agricole est toujours moins efficace que l'offre non jointe, à niveau de facteurs fixes égaux. Pour un niveau suffisamment élevé de demande sociale, les deux offres cohabitent et le paiement environnemental disponible pour les deux offreurs a alors un effet négatif sur la production marchande.

Dans le cas d'une complémentarité décroissante avec le niveau de production, l'offre agricole de BNM à niveau de production donné est plus efficace que l'offre non jointe dans le domaine de complémentarité et dans une partie du domaine de substitution (la substitution faible).

La réponse d'offre globale (après ajustement du BNM et de la production agricole) des deux types de biens au prix agricole ou au prix du BNM est amplifiée dans le cas de productions jointes quel que soit le signe de la jointure (complément ou substitut), en raison de l'effet d'expansion.

Enfin, nous montrons que le cas de l'externalité de production est un sous ensemble de la technologie complémentaire dans lequel il existe un niveau de BNM non nul pour un niveau de prix nul du BNM. Une subvention à la production agricole peut remplacer un paiement ciblé comme instrument de second best mais seulement dans la zone de complémentarité, c'est-à-dire pour des faibles niveaux d'intensification agricole.

Quatrième chapitre: estimation empirique de la jointure entre la production ovine et le paysage dans les Causses de Lozère

Introduction

Ce chapitre vise à évaluer empiriquement la relation entre la production ovine et l'entretien de paysage ouvert sur les grands Causses de Lozère, comme un cas d'étude d'activité agricole potentiellement multifonctionnelle. L'attention est portée sur la déformation éventuelle de la relation entre les deux types de production quand la production ovine augmente. Nous recherchons quelles sont les combinaisons productives pour lesquelles la relation est une complémentarité, et les combinaisons productives pour lesquelles la relation est une substitution. Nous testons la possibilité d'une évolution continue de la complémentarité vers la substitution. En pratique, nous testons donc l'hypothèse d'une décroissance de la complémentarité et d'une croissance de la substitution lorsque l'intensité de la production ovine augmente.

Dans le cas étudié, l'objectif public paysager est le maintien de l'ouverture du paysage des Causses, sujets à la fermeture suite à la déprise agricole sur une partie des terres. Ces terres correspondant à des landes, paysage emblématique des Causses, aujourd'hui

sujettes à l'embroussaillage, étape initiale de la fermeture du milieu (afforestation). Le département de la Lozère a mis en place essentiellement deux types de primes à l'herbe agri-environnementales qui encouragent un usage productif des prairies et des landes, en particulier par le pâturage, afin de freiner ou de stopper l'embroussaillage.

La mesure 19 garantit l'entretien des landes sujettes à l'embroussaillage par un engagement des agriculteurs soit à conduire le troupeau sur les terres moins exploitées, soit à effectuer eux-mêmes le débroussaillage lorsque les arbustes ligneux sont trop avancés pour constituer du fourrage. Elle concerne des terres étendues (121 ha par exploitation en moyenne en 2003) et constituent une part très significative des causes. Le bien environnemental associé à la mesure 19 est la surface de lande débroussaillée.

La mesure 20 garantit le maintien des prairies et requiert l'entretien de ces prairies par la fauche ou le pâturage. Elle concerne des surfaces plus réduites (23 hectares en moyenne). Le bien environnemental produit est la surface de prairie conservée. Une partie de ce bien environnemental était déjà produit gratuitement en l'absence de la mesure environnementale. Cette mesure contribue surtout à éviter qu'il ne se réduise.

Nous estimons une fonction de coût de production multiproduit du type de celle du chapitre 3, capable de mesurer les relations entre productions. Il apparaît que pour la plupart des exploitations, la production ovine et la production z_1 (paysage ouvert rémunéré par la mesure 19) sont substitués, ce qui signifie que l'utilisation des landes comme fourrage est en moyenne plus coûteuse que bénéfique pour un niveau de production donné. Le facteur travail familial étant statistiquement le seul facteur fixe dans l'estimation, il représente la contrainte majeure à l'origine de la substitution. Le niveau de production agricole n'a pas d'effet significatif sur la substitution pour les combinaisons productives observées dans notre échantillon.

En revanche, la production ovine et le service environnemental z_2 (maintien des prairies rémunéré par la mesure 20) sont en moyenne complémentaires. L'utilisation d'une fonction de coût d'ordre 3 nous permet de voir que la complémentarité décroît significativement lorsque la production ovine s'accroît, ce qui semble valider notre hypothèse technologique analysée au chapitre précédent. Cette décroissance de la complémentarité est probablement également liée à la saturation du travail familial pour

les valeurs élevées de la production ovine (puisque ni les terres ni le capital ne semblent se comporter comme des facteurs fixes).

1. Description de l'élevage ovin des grands Causses de Lozère

1.1. Les principales caractéristiques géographiques du territoire

La zone d'étude se situe en Lozère sur le Causse Méjan et le Causse du Sauveterre, deux plateaux calcaires à végétation traditionnelle pseudo steppique où la principale activité agricole est l'élevage ovin extensif. Les deux causses ayant de grandes similitudes agricoles et physiques, nous donnons ci-dessus la description du Causse Méjan, d'après les travaux de Lhuiller (2003).

Le Causse Méjan appartient à la zone de production du Roquefort, et fait partie du parc national des Cévennes. Bien qu'ayant vécu une relative déprise à la fin du vingtième siècle, l'agriculture représente aujourd'hui une part essentielle de l'économie du Causse. Plus de 50% des actifs travaillent dans une exploitation agricole, et sont répartis dans une soixantaine d'exploitations qui utilisent 80% du plateau du Méjan, soit environ 27 000 hectares. La surface agricole totale se répartit ainsi :

- (i) Environ 18 200 hectares de SAU (24 000 en 1970).
 - a. 3 200 hectares de cultures et prairies fauchées correspondant à la surface labourable (12% de la surface agricole totale) ;
 - b. 15 000 hectares de parcours et landes productives (56%). Ils représentaient 21 600 hectares en 1970.
- (ii) 7 000 hectares non exploités
 - a. 1 000 hectares de landes non productives (4%)
 - b. 6 000 hectares de taillis bois et forêts (22%)
- (iii) environ 2 000 hectares non exploitables

Le territoire pastoral, le « saltus », est composé des parcours, landes et forêts. C'est un territoire hétérogène, formé de pelouses régulièrement pâturées, de landes partiellement colonisées par une végétation arbustive et plus ou moins pâturée, et de forêts en partie parcourues par les troupeaux.

Les landes et parcours constituent le paysage emblématique des Causses et présentent les caractéristiques écologiques et paysagères propres aux milieux steppiques (Lepart, 2005 ; Lepart et al., 2007). Ces caractéristiques sont aujourd'hui menacées par la colonisation des landes et des parcours par des espèces arbustives comme le buis dans un premier temps, puis par des forêts de pin noir d'Autriche (Lepart et al., 2001 ; Curt et al., 2003). Cette évolution est typique de la baisse progressive de l'utilisation des terres éloignées pour l'élevage ovin (Caplat et al., 2006).

Outre les effets paysagers et biologiques de cette colonisation des landes et parcours, des incendies importants ont accru la perception locale négative de cet embroussalement progressif des parcours des Causses.

1.2. Les systèmes de production et l'environnement

L'agriculture du Causse Méjan est essentiellement constituée d'élevages ovins spécialisés soit dans la production de lait (28 exploitations laitières en 2003 sur le Causse Méjan) soit dans la production de viande et d'animaux sur pieds (21 exploitations viande en 2003, et 5 exploitations mixtes). Le lait est collecté par la filière Roquefort pour la fabrication de feta. Il est soumis à des restrictions de quantités écoulées. C'est une des raisons du maintien du nombre d'exploitations laitières sur le Causse, alors que le nombre d'exploitations spécialisées en viande connaissait une baisse comparable à l'évolution des élevages ovins-viande en France (40 exploitations viande en 1974 contre une vingtaine en 2003). Parallèlement, les restrictions quantitatives ont aussi contribué à la stabilisation de la taille des troupeaux laitiers alors que la taille des troupeaux à viande s'accroît, (notamment sous l'effet de la prime à la tête de bétail).

Une caractéristique importante de ces élevages est leur extensivité. Ainsi, sur une surface agricole totale moyenne (calculée en 2003 sur les Causses Méjan et Sauveterre) de 295 ha par exploitation, la surface de céréales est de 20 ha, la surface de fourrages (prairies temporaires et fourrages annuels) est de 44 ha, la surface de prairie permanente est de 5

ha, et la surface de landes et parcours est de 225 ha. Le cheptel moyen étant de 417 brebis, le chargement moyen par hectare de surface agricole totale est de 1,4 brebis (0,2 UGB) par hectare de surface agricole totale et de 6,4 brebis (0,96 UGB) par hectare de terre labourable.

La baisse de la pression de pâturage sur les landes a plusieurs explications liées à l'évolution des systèmes de production :

(i) la tendance est au raccourcissement de la période de pâturage et au rallongement de la période de bergerie, notamment en élevage laitier. Les parcours sont donc exploités moins longtemps, et sur une surface réduite alors que le recours aux fourrages annuels s'accroît. Cette évolution est due à la fois de la raréfaction des bergers (et de la main d'œuvre familiale en général) et aux progrès techniques importants réalisés dans la collecte et la distribution des fourrages.

(ii) Traditionnellement, les périodes de mises bas, marquant un fort besoin alimentaire, étaient programmées au printemps, lorsque les pâturages sont les plus riches. Du fait de l'amélioration des fourrages, la conduite des troupeaux tend à se désaisonnaliser, l'essentiel des mises bas intervient en hiver, moyennant éventuellement l'achat de compléments alimentaires comme la luzerne déshydratée. Le pâturage de printemps n'étant plus effectué par les lots d'animaux ayant de forts besoins alimentaires, la pression de pâturage diminue aux moments importants du développement des plantules et bourgeons des ligneux envahissants.

(iii) la vente d'agneaux légers pour l'exportation (agnelets) s'est développée à partir des années 1980 : les agnelets sont vendus avant d'être engraisés, ce qui réduit d'autant l'engraissement au pâturage. En outre l'engraissement des broutards (agneaux engraisés au pâturage) tendait à se faire de plus en plus en bergerie, jusqu'à la mise en place de politiques locales spécifiques dont les mesures agri-environnementales.

1.3. Les principaux éléments de la production agricole

Bien que le relief de plateau ait permis une mécanisation plus avancée que dans la plupart des zones de cette altitude, la productivité des élevages du causse reste assez faible, y compris par rapport à la productivité moyenne de Lozère. Les chiffres de la productivité laitière (168 litres par brebis contre 204 litres par brebis en moyenne pour

le département) doivent néanmoins s'interpréter avec prudence en raison de la politique locale de maîtrise des volumes collectés par la filière Roquefort. Le lait non utilisé par Roquefort est également transformé en fromage artisanal et vendu à la ferme.

Dans les élevages à viande, la productivité en nombre d'agneaux par brebis est également restée assez faible, en raison d'incitations économiques favorisant l'accroissement des troupeaux par le nombre de brebis plutôt que par le nombre d'agnelages par brebis (voir la section sur les politiques). Dans les années 1990, les broutards ont bénéficié de l'appellation « agneaux de parcours du parc national des Cévennes », et bénéficient éventuellement en plus du label Agriculture Biologique, ce qui a contribué à redynamiser l'orientation « pâturage » des élevages ovins viandes.

Les productions végétales (céréales et fourrages annuels) sont essentiellement autoconsommées.

Enfin, l'agritourisme est un sous-produit significatif de l'agriculture sur le Causse. Sur les soixante exploitations du Causse Méjan, 16 (25%) proposent un hébergement à caractère touristique dont 9 avec restauration. Cette proportion n'est que de 2% sur l'ensemble de la France et 6% en Lozère. Au total, 45% des exploitations du causse ont une activité de tourisme, de transformation ou de vente de produits fermiers.

2. Les politiques existantes

Les données utilisées pour l'estimation de la fonction de coût sont celles de 2003 et sont donc constituées des aides céréalières, des aides à la production ovine, des aides agri-environnementales, des aides compensatrices de handicaps naturels, des aides au financement de l'installation des jeunes agriculteurs, et des aides à la modernisation et à la diversification des exploitations. Le revenu des éleveurs laitiers du causse est constitué pour 30% d'aides publiques et pour 70% du produit marchand (agricole, tourisme, transformation). Le revenu des éleveurs viande est constitué pour 43% d'aides publiques et pour 57% de produit marchand.

2.1. Les aides céréalières

La prime à l'hectare pour les céréales est calculée sur la base d'un rendement départemental de 43,6 quintaux par hectare, soit une prime de 274 euros par hectare de terre cultivée. Le taux de prime est inférieur à la moyenne nationale mais comme les céréales sont pratiquement toutes auto-consommées, les éleveurs des Causses n'ont pas été affectés par la baisse des prix des céréales. L'introduction des aides en 1992 a donc créé pour eux un bénéfice net. Incidemment, il semble qu'elle ait aussi incité les éleveurs à maintenir ou à réintroduire la pratique du semis de culture fourragère sous couvert d'une céréale de printemps, au détriment des prairies temporaires (en sol nu) (Lhuillier, 2004).

2.2. Les primes ovines

La prime ovine en vigueur en 2003 est la prime fixe à la tête de bétail de 21 euros par brebis pour les troupeaux à viande et 16,8 euros pour les troupeaux laitiers, sans plafonnement. Cette prime instaurée en 2002 remplace la prime compensatrice ovine (PCO) fluctuante en fonction inverse de la variation des prix, selon le système des *deficiency payments*, instituée dans les années quatre-vingt. La PCO est complétée par la prime au monde rural, rebaptisée en 2002 prime supplémentaire, de 7 euros par brebis.

Ces primes partiellement découplées font suite à l'ouverture du marché ovin à la concurrence du Royaume Uni puis des productions extensives de l'hémisphère sud qui avaient engendré dans les années 1970-1980 une forte baisse des prix de la viande de mouton, et une forte baisse de la production nationale. Aujourd'hui moins de la moitié de la viande ovine consommée en France est élevée en France.

2.3. Les aides agri-environnementales

Les aides agri-environnementales actuelles sont des primes herbagères agri-environnementales (PHAE) de type 19 et 20. La PHAE de type 19 vise au maintien de l'exploitation des prairies. La PHAE de type 20 vise à promouvoir la lutte contre l'embroussaillage des parcours (ie la promotion de l'ouverture des espaces). Ces

PHAE sont héritées des mesures agri-environnementales des contrats territoriaux d'exploitations (CTE), qui proviennent elles-mêmes de la refonte de deux primes antérieures : la prime au maintien des systèmes d'élevages extensifs (PMSEE) et les opérations locales agri-environnementales des grands causses lozériens (OLAE).

a - La prime au maintien des systèmes d'élevages extensifs

La prime au maintien des systèmes d'élevage extensifs (PMSEE) a été une mesure agri-environnementale française accompagnant la réforme de la PAC de 1992 (cofinancée par le FEOGA à 50%). Le contrat prévoyait que l'agriculteur devait :

- poursuivre l'activité agricole ;
- ne pas réduire sa surface en herbe ;
- entretenir par la fauche et la pâture les espaces primés ;
- entretenir les haies, les fossés et les points d'eau ;
- limiter la fertilisation à un niveau compatible avec l'exploitation extensive de l'ensemble des prairies.

Ces deux derniers engagements n'ont pas été soumis à des contrôles.

Un système d'élevage extensif est défini ici par un chargement inférieur à 1,4 UGB et plus de 75% de la SAU en surface fourragère. Toutes les exploitations du causse Méjan en ont bénéficié et elle a contribué à un accroissement général des revenus.

b - L'opération locale agri-environnementale des grands causses lozériens

L'opération locale agri-environnementale des grands causses lozériens (OLAE) a été mise en place en 1995 pour :

- préserver les parcours steppiques qui sont l'image de référence du causse ;
- enrayer le phénomène d'embroussaillage de reforestation ;
- contribuer à la sauvegarde de la biodiversité ;
- inciter les agriculteurs à produire de façon plus autonome en exploitant toutes les ressources fourragères cultivées ou pastorales.

Trois types de mesures proposées contribuaient à la réalisation de ces objectifs :

- la gestion pastorale des pelouses et landes (avec moins de 30% du sol couvert par des ligneux bas) ;
- la gestion sylvopastorale des bois pâturés ;
- la protection des biotopes sensibles et en particulier celui de l'Outarde Canepetière (*Tetrax tetrax*), espèce emblématique des milieux ouverts.

Seule la première a rencontré une réelle adhésion sur le causse, et a été essentiellement le fait des élevages viande : 17 élevages viandes, 5 laitiers et 2 mixtes ont adhéré, pour une surface totale de 2949 hectares (dont 2574 pour les élevages à viande), ce qui représente 16% de la SAU et 20% des landes et parcours productifs.

Figure 4.1. Répartition des exploitations bénéficiaires de l'opération locale agri-environnementale

	Lait	Viande	Mixte	Total
Nombre d'élevages	5	17	2	24
Surface contractualisée	140	2574	234	2949
Surface moyenne	28	151	117	123

Cette MAE n'a pas entraîné de grandes modifications de la conduite de l'élevage, sauf la création de parcs de printemps de relativement petite taille pour contenir la repousse de la végétation.

c - Les CTE

Les CTE ont instauré en 1999 la PHAE (prime herbagère agroenvironnementale) qui remplace la prime à l'herbe d'origine (la PMSEE) depuis 2003. Elle ne peut inclure les

surfaces contractualisées sous l'OLAE, mais elle peut les remplacer moyennant une résiliation du contrat OLAE.

La définition départementale de la PHAE comporte les 5 actions alternatives suivantes (une seule mesure par parcelle) :

Action 19A :

Maintien de l'ouverture des espaces à vocation extensive contenant genêts, callunes ou églantiers (pelouses, landes, parcours, sous-bois, prairies naturelles jamais retournées, estives). Il s'agit des terres non fauchables en zones acides. Le recouvrement de la surface au sol par les ligneux bas doit être maintenu à un niveau inférieur à 50% s'il était supérieur à ce seuil, ou à 30% s'il était inférieur à 50%. La prime est de 113 euros par hectare et par an.

Action 19B

Maintien de l'ouverture des espaces à vocation extensive contenant buis, thym ou prunelliers (mêmes usages des terres mais en zone calcaires). Le recouvrement de la surface au sol par les ligneux bas doit être maintenu à un niveau inférieur à 40%, et la strate herbacée doit être maintenue.

Cet entretien peut se faire par un accroissement ou un aménagement du plan de pâturage seul si cela suffit à produire le résultat de recouvrement attendu, ou par un girobroyage de la végétation buissonnante si c'est nécessaire, ou encore par écobuage (brûlage dirigé) si le terrain n'est pas mécanisable. La prime est de 88 euros par hectare et par an.

Action 19C

Maintien des ressources herbacées par le pâturage extensif sur les parcours méditerranéens (landes et bois pâturés de la zone sèche). Le cahier des charges n'inclut pas d'objectif de résultat. La prime est de 36 euros par hectare et par an.

Action 20A

Gestion extensive de la prairie par la fauche (plus éventuellement le pâturage). Le montant de la prime est de 72 euros par hectare et par an.

Action 20B

Gestion extensive de la prairie par pâturage obligatoire. Le montant de la prime est de 84 euros par hectare et par an.

Toutes ces actions doivent en plus respecter le critère de spécialisation de la PHAE nationale (75% de la SAU en fourrages) et un chargement compris entre 0,05 et 1,4 UGB par hectare. Les engagements sont soumis à des contrôles administratifs annuels par la DDAF et des contrôles de terrain irréguliers par l'ONIC. La somme des PHAE, à l'origine plafonnée à 7500 euros par exploitant, est aujourd'hui plafonnée à 5000 euros (soit par exemple 208 hectares de la mesure 19C).

Aujourd'hui, pratiquement tous les éleveurs ont signé l'une ou l'autre de ces mesures, qui ont été très peu modifiées depuis leur définition d'origine ci-dessus. Sur l'ensemble des Causses Méjan et Sauveterre, les 111 exploitations échantillonnées ont en moyenne 23 hectares en mesure 20 et 121 hectares en mesure 19.

2.4. Les Indemnités compensatrices de handicap naturel

L'ISM, indemnité spéciale montagne, remplacée plus tard par l'ICHN, a été créée en France en 1974 pour compenser les surcoûts supportés par les élevages herbivores de montagne. Le sud du département de la Lozère a été classé zone de montagne sèche et bénéficie du montant maximum.

Depuis 2000, l'ICHN, étendue à l'ensemble des zones défavorisées de l'UE est calculée par hectare et plafonnée à 50 hectares, sauf pour les GAEC pour lesquels le plafond est généralement proportionnel au nombre d'associés. Toutes les exploitations du causse perçoivent le montant plafond.

2.5. Les aides au financement de l'installation des jeunes agriculteurs, à la modernisation et à la diversification des exploitations

Les programmes d'aides aux investissements ont permis notamment la modernisation des bergeries avec la mécanisation de la traite et de la distribution d'aliments, la création de parcs clôturés pour pallier la raréfaction du gardiennage, voire la remise en

culture de landes. Ils ont également participé au financement d'investissements agritouristiques et d'ateliers individuels de transformation ;

Le taux annuel d'installation des jeunes sur le Causse Méjan (3,9%) est deux fois supérieur au taux d'installation sur l'ensemble de la Lozère (1,8%). Le pourcentage des agriculteurs de moins de 40 ans est de 44%, alors que la moyenne nationale est de 26%.

3. Mesure de la relation entre production ovine et paysage sur les Causses

3.1. Hypothèse testée

Nous cherchons à mesurer les relations de complémentarité et de substitution entre les productions marchandes et la production de bien environnemental, c'est-à-dire la surface de pâturage préservé de l'embroussaillage sur les causses. En particulier, nous cherchons à vérifier si le niveau de la production ovine par exploitation joue un rôle ou non dans la nature de cette relation.

Comme nous l'avons vu au chapitre 2, l'existence d'un facteur de production non allouable variable entre deux productions est une source de complémentarité entre deux productions. Dans le cas de l'élevage ovin sur les causses, un facteur non allouable potentiel est la surface de prairies et parcours sujets à l'embroussaillage. En effet, l'utilisation de ces espaces pour le pâturage et son entretien peut être utilisée comme un facteur de production marchande (fourrage), et un facteur de production d'environnement (production ou entretien d'espace ouvert). Ces deux types de production utilisent le facteur concerné de manière non concurrente, puisque l'accroissement du recours au pâturage comme fourrage dans les zones sujettes à embroussaillage contribue en même temps la production d'environnement et la production ovine. Plus l'espace pâturé est étendu, plus les moutons s'alimentent, et plus l'espace débroussaillé est susceptible de s'agrandir. Comme le pâturage des landes sujettes à l'embroussaillage a un coût (l'éloignement, le temps de travail pour la pose des clôtures) et comme leur productivité est assez faible, les agriculteurs ne les utilisent pas entièrement s'ils ne sont pas rémunérés pour cela. Cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas de complémentarité, car une complémentarité potentielle peut ne pas être utilisée

par un agriculteur si la rémunération d'un des deux biens complémentaires est trop faible.

La production d'espace ouvert est aujourd'hui rémunérée par les mesures agri-environnementales et mesurée par la surface entretenue. En effet, le paiement est proportionnel au résultat de l'action agricole (une surface de pâturage non débroussaillée n'est pas subventionnée). Dans ce cas, on peut lever l'hypothèse de Peterson et al. (2002) selon laquelle seuls les facteurs et les produits marchands peuvent être rémunérés directement. C'est une propriété importante de la politique au regard de notre cadre d'analyse, car elle justifie la modélisation de la technologie par une fonction de production multi-produit dont l'un est non marchand, plutôt qu'une modélisation par les externalités comme le font Peterson et al. (2002), qui ne permet pas de considérer différents niveaux d'environnement possible pour chaque niveau de production ovine.

3.2. Description des variables retenues

Les variables utilisées pour l'estimation de la fonction de coût proviennent d'un croisement des données comptables du centre gestion de Lozère (Le CERL) et des données de politique agricole utilisées par le service statistique de la DDAF de Lozère. Ces dernières étant confidentielles, les régressions proposées pour estimer la fonction de coût ont été réalisées par l'intermédiaire du service statistique de la DDAF (grâce au statisticien Jean-Paul Labal). Elles portent sur 111 exploitations, c'est-à-dire la grande majorité des exploitations des Causses Méjan et Sauveterre, et portent uniquement sur l'année 2003.

La liste des variables retenues est donnée en figure 4.2.

Figure 4.2. Description des variables retenues

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
C	111	19290,00	168475,00	67326,23	29472,00360
y1	111	12481,00	203941,00	75329,12	35605,12545
y2	111	-1225,00	34101,00	3368,1982	5865,71326
z1	111	,00	434,00	121,1892	89,48596
z2	111	,00	118,00	23,8018	25,69925
wL	111	,00	277,39	95,1889	61,03513
wK	111	,10	1,06	,3238	,14584
UTHfam	111	1,00	4,00	1,8559	,81850
Valid N (listwise)	111				

La variable C est constituée des charges d'exploitation ; Le contenu du coût est limité aux facteurs variables et a donc été adapté aux différentes spécifications testées du modèle. Comme la surface exploitée se comporte comme un facteur variable, nous avons donc inclus les charges foncières dans le coût. De même, nous avons conservé les dépenses d'amortissement car le capital se comporte comme un facteur variable.

La variable y_1 est la somme des valeurs monétaires des productions ovines. Elles contiennent le lait et fromage de brebis, la viande et la vente d'animaux sur pieds;

La variable y_2 est la somme des valeurs monétaires des autres productions (céréales, prestations touristiques, et productions diverses des quelques exploitations atypiques (canard...)). Notons que la valeur minimale, négative, de y_2 est due au solde de production de céréales pour les exploitations qui ont obtenu de très faibles récoltes cette année de sécheresse (2003) et dont la consommation du stock 2002 a dépassé la production 2003.

La variable z_1 est la surface de landes et parcours débroussaillés grâce à un pâturage accru des terres éloignées ou peu productives et sujettes à l'embroussaillage. Elle est rémunérée par la PHAE 19. Pour les parcelles concernées dont le recouvrement du sol par les ligneux est trop avancé pour que le pâturage suffise à enrayer l'embroussaillage, l'agriculteur doit effectuer un broyage mécanique des arbustes. Le paiement est proportionnel à la surface sous contrat, elle-même limitée par la surface de prairie éligible.

La variable z_2 est la surface de prairie préservée au titre de la PHAE 20. Les agriculteurs s'engagent à maintenir l'exploitation des prairies, évitant la tendance à l'embroussaillage naturel qui survient lorsque leur exploitation diminue. Les conditionnalités de cette mesure sont parfois perçues comme faibles dans la mesure où les agriculteurs sont rémunérés pour entretenir un espace productif. Mais le bien public doit être mesuré par rapport à la situation d'équilibre observée en l'absence de cette rémunération. Dans le contexte en question, la prime rémunère l'effort des agriculteurs qui conservent les prairies et renoncent à recourir de plus en plus exclusivement aux fourrages concentrés et l'alimentation en bergerie.

La variable w_L est un indicateur du prix d'exploitation de la terre obtenu en divisant les charges foncières totales par la surface labourable. Les parcours non labourables ont été exclus car les charges foncières qui y sont associées sont faibles et leur valeur agricole actuelle est faible. Nous avons tenté de nombreuses spécifications dans lesquelles la terre était traitée comme facteur fixe, mais selon nos estimations, quelle que soit la notion de surface considérée, elle a un effet positif sur le coût variable hors charges foncières. Cela suggère que la surface est un facteur variable, ce qui correspond à la réalité d'une agriculture de déprise. Toutes les terres ne sont pas exploitées et la disponibilité en terre n'est pas une contrainte. C'est la main d'œuvre disponible qui limite le développement de l'activité.

La variable w_K est un indicateur du prix du capital obtenu, faute d'informations plus adéquates, en divisant les charges de mécanisation (dont amortissement), sans le petit matériel, par la valeur de la production totale. L'idéal aurait été de diviser les charges de mécanisation par la valeur du capital immobilisé, plutôt que par la valeur de la production. En faisant cette approximation, on considère que la valeur du capital est proportionnelle à la valeur de la production elle-même. Un problème théorique lié à cet indicateur est qu'il est corrélé à y_I . Nous avons néanmoins maintenu ce choix pour trois raisons : (i) les essais que nous avons fait en traitant le capital comme un facteur fixe ne donnent pas de bons résultats, car il a un effet positif sur le coût total une fois déduites les charges de mécanisation, (ii) les autres indicateurs du prix du capital testés en divisant les charges de mécanisation par des facteurs fixes ne donnent pas non plus de bons résultats car ils ont un effet négatif sur le coût de production, (iii) cette variable w_K joue un rôle secondaire dans la régression et son omission ne change pas le sens des

résultats. La variable w_K comprend le prix de location de machine, les amortissements et l'assurance mécanisation.

Les autres prix des facteurs ne sont pas connus et sont probablement à peu près les mêmes pour chaque agriculteur. Ils sont donc absents des régressions, ce qui ne devrait pas avoir trop d'inconvénient car ils ne jouent en principe aucun rôle dans la régression du coût en coupe transversale.

La variable $UTHfam$ est le nombre d'UTH familiale disponibles, non rémunérées. La régression nous indique qu'il s'agit bien d'un facteur fixe, qui a une grande part explicative dans le coût.

3.3. Spécification du modèle

a- La forme générale de la fonction de coût

Nous estimons une fonction de coût par une forme fonctionnelle quadratique modifiée dont la forme générale est donnée par le polynôme suivant des variables ci-dessus, d'ordre 3 tronqué.

$$\begin{aligned}
C(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = & a_0 + b_1 y_1 + b_2 y_2 + b_3 z_1 + b_4 z_2 + c_1 w_L + c_2 w_K + d UTHfam \\
& + 0,5 b_{11} y_1^2 + b_{12} y_1 y_2 + b_{13} y_1 z_1 + b_{14} y_1 z_2 + b_{15} y_1 w_L + b_{16} y_1 w_K + b_{17} y_1 UTHfam \\
& + 0,5 b_{22} y_2^2 + b_{23} y_2 z_1 + b_{24} y_2 z_2 + b_{25} y_2 w_L + b_{26} y_2 w_K + b_{27} y_2 UTHfam \\
& + 0,5 b_{33} z_1^2 + b_{34} z_1 z_2 + b_{35} z_1 w_L + b_{36} z_1 w_K + b_{37} z_1 UTHfam \\
& + 0,5 b_{44} z_2^2 + b_{45} z_2 w_L + b_{46} z_2 w_K + b_{47} z_2 UTHfam \\
& + 0,5 c_{11} w_L^2 + c_{12} w_L w_K + c_{17} w_L UTHfam \\
& + 0,5 c_{22} w_K^2 + c_{27} w_K UTHfam \\
& + 0,5 d_{11} UTHfam^2 \\
& + 0,5 e_1 y_1^2 z_1 + 0,5 e_2 y_1^2 z_2
\end{aligned}$$

Contrairement à une forme quadratique simple, qui suppose que les relations entre les produits sont constantes, cette forme quadratique modifiée ne suppose plus que les relations entre y_1 et z_1 et entre y_1 et z_2 soient constantes. En d'autres termes, nous permettons ici le cas où $C_{y_1 z_1} \neq 0$.

L'étude de l'ordre 3 a comme conséquence d'aboutir à des termes du hessien qui ne sont pas des paramètres mais des fonctions. La vérification des conditions de convexité est alors plus lourde.

Les conditions du premier ordre prévues d'après la théorie sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
 C_{y_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\geq 0 \\
 C_{y_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\geq 0 \\
 C_{z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\geq 0 \\
 C_{z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\geq 0 \\
 C_{w_L}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\geq 0 \\
 C_{w_K}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\geq 0 \\
 C_{UTHfam}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) &\leq 0
 \end{aligned}$$

Les conditions du second ordre attendues sont les suivantes.

$$D^2C(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = \begin{pmatrix} + & . & . & . & + & + & - \\ . & + & . & . & + & + & - \\ . & . & + & . & + & + & - \\ . & . & . & + & + & + & - \\ + & + & + & + & - & . & - \\ + & + & + & + & . & - & - \\ - & - & - & - & - & - & + \end{pmatrix}$$

Les termes $C_{y_i y_i}$ et $C_{z_j z_j} > 0$ sont une condition nécessaire de la convexité de la fonction de coût par rapport aux outputs

Les termes correspondant aux dérivées $C_{y_i y_j}$ et $C_{y_i z_j}$, n'ont pas de signes imposés. Ceux-ci dépendent de la jointure entre productions et ne sont pas des conditions nécessaires de la fonction de coût.

Les termes $C_{y_i w_h}$ reflètent l'effet positif des prix des facteurs sur le coût marginal de chaque output.

Les termes $C_{y_i UTHfam} < 0$ et $C_{z_j UTHfam} < 0$ reflètent l'effet négatif (ie bénéfique à l'agriculteur) qu'a le relâchement de la contrainte en facteur fixe sur le coût marginal des outputs.

Les termes $C_{w_h w_h} < 0$ reflètent la concavité du coût par rapport aux prix des facteurs.

Les termes $C_{w_h w_k}$ n'ont pas de signe imposé, celui-ci dépend de la substituabilité des facteurs variables.

Les termes $C_{wh,UTHfam} < 0$ reflètent le fait que le relâchement de la contrainte en facteur fixe diminue l'effet du prix des facteurs variables sur le coût variable.

Le terme $C_{UTHfam,UTHfam} > 0$ reflète le fait que l'effet négatif de l'accroissement du facteur fixe sur le coût diminue lorsque la disponibilité du facteur fixe s'accroît.

La convexité globale du coût par rapport aux outputs requiert en outre :

$$Det(\Gamma) = \det \begin{pmatrix} C_{y_1y_1} & C_{y_1y_2} & C_{y_1z_1} & C_{y_1z_2} \\ C_{y_2y_1} & C_{y_2y_2} & C_{y_2z_1} & C_{y_2z_2} \\ C_{z_1y_1} & C_{z_1y_2} & C_{z_1z_1} & C_{z_1z_2} \\ C_{z_2y_1} & C_{z_2y_2} & C_{z_2z_1} & C_{z_2z_2} \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} b_{11} + e_1z_1 + e_2z_2 & b_{12} & b_{13} + e_1y_1 & b_{14} + e_2y_1 \\ b_{12} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{13} + e_1y_1 & b_{23} & b_{33} & b_{34} \\ b_{14} + e_2y_1 & b_{24} & b_{34} & b_{44} \end{pmatrix} \geq 0$$

Ces conditions sont vérifiées après estimation.

b- Modèle quadratique modifié d'ordre 2

Avant d'étudier globalement le comportement de cette fonction de coût complète, nous proposons une étude préalable de la spécification ordinaire d'ordre 2 afin de vérifier les bonnes propriétés de la fonction de coût à l'ordre 2.

(i) Restrictions de la spécification proposée

Nous imposons dans un premier temps les conditions

$b_{15}=0$; $b_{16}=0$; $b_{25}=0$; $b_{26}=0$; $b_{35}=0$; $b_{36}=0$; $b_{45}=0$; $b_{46}=0$; $c_{12}=0$; $c_{17}=0$; $c_{22}=0$; $c_{27}=0$ correspondant à des effets non significatifs d'interaction entre un prix d'input et une production, un prix d'input et un autre prix d'input, ou un prix d'input et un facteur fixe. Tous ces effets sont indiqués sur le résultat de la régression brute globale (annexe 4.1.).

Nous imposons ensuite

$b_{17}=0$; $b_{27}=0$ correspondants aux interactions peu significatives des productions et du facteur fixe.

Nous imposons également,

$b_2 = 0$, car l'effet de y_2 en général sur le coût est non significatif. Cela vient probablement de la sécheresse de 2003 qui a anéanti la production de céréales aboutissant à des valeurs nulles de la production de céréales, d'où l'existence de deux

nuages de points, dont l'un correspondant à $y = 0$. L'apparente non convexité de C en y_2 dans la régression globale (annexe 4.1.) est donc probablement un artéfact qui est résolu en posant $b_2=0$.

On pose ensuite

$b_4=0$, parce que l'effet au premier ordre de la variable z_2 correspondant à l'entretien des prairies est inexistant (et l'effet au second ordre est très significatif). Cela peut s'expliquer par le fait que le maintien d'une faible surface de prairies a un coût très faible car l'apport fourrager qu'elles constituent au printemps est utile. En revanche, le maintien d'une surface importante de prairie est coûteux car il empêche la substitution des prairies en fourrages annuels plus productifs par exemple.

On impose également,

$d=0$, car d est non significatif, ce qui signifie que l'effet direct du facteur fixe $UTHfam$ sur le coût variable est peu significatif dans cette spécification. En revanche les effets croisés de ce facteur fixe sont significatifs (notamment $C_{z1UTHfam}$ et $C_{z2UTHfam}$) ce qui signifie que c'est sur ces deux productions environnementales que la contrainte $UTHfam$ joue le plus. Comme on peut le vérifier sur la régression linéaire par exemple (cf annexe 4.1.), la suppression des effets croisés rend visible l'effet global de $UTHfam$ sur le coût variable C .

On impose enfin

$e_1=0$; $e_2=0$; afin d'éliminer les effets d'ordre 3.

La forme quadratique retenue est finalement :

$$\begin{aligned}
 C(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = & a_0 + b_1 y_1 + b_3 z_1 + c_1 w_L + c_2 w_K \\
 & + 0,5 b_{11} y_1^2 + b_{12} \cdot y_1 y_2 + b_{13} y_1 z_1 + b_{14} y_1 z_2 \\
 & + 0,5 b_{22} y_2^2 + b_{23} y_2 z_1 + b_{24} y_2 z_2 \\
 & + 0,5 b_{33} z_1^2 + b_{34} z_1 z_2 + b_{37} z_1 UTHfam \\
 & + 0,5 b_{44} z_2^2 + b_{47} z_2 UTHfam \\
 & + 0,5 c_{11} w_L^2 \\
 & + 0,5 c_{22} w_K^2 \\
 & + 0,5 d_{11} UTHfam^2
 \end{aligned}$$

(ii) résultats d'estimation

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,924(a)	,854	,825	12312,57353

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2630,597	10034,923		,262	,794
	y1	,406	,166	,490	2,450	,016
	z1	120,069	44,281	,365	2,712	,008
	wL	89,840	70,476	,186	1,275	,206
	wK	14071,868	10170,895	,070	1,384	,170
	0,5y1 ²	2,15E-006	,000	,255	1,457	,149
	0,5y2 ²	6,43E-006	,000	,018	,131	,896
	0,5z1 ²	,545	,432	,311	1,261	,210
	0,5z2 ²	18,528	6,257	,641	2,961	,004
	y1_z1	,001	,000	,251	1,765	,081
	y1_z2	-,001	,002	-,086	-,506	,614
	y1_y2	2,16E-005	,000	,331	2,693	,008
	y2_z1	,000	,003	-,024	-,151	,880
	y2_z2	-,015	,011	-,169	-,1436	,154
	z1_z2	3,226	1,125	,367	2,867	,005
	z1_UTHfam	-142,711	39,041	-1,436	-3,655	,000
	z2_UTHfam	-375,185	121,634	-,939	-3,085	,003
	0,5wL ²	-,754	,557	-,196	-1,354	,179
	0,5UTHfam ²	12208,386	3721,381	,740	3,281	,001

a. Dependent Variable: C

(iii) - Vérification des conditions nécessaires de la fonction de coût

$$C_{y1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_1 + b_{11}y_1 + b_{12}y_2 + b_{13}z_1 + b_{14}z_2$$

$$C_{y1} = 0,406 + 2,15 \cdot 10^{-6} y_1 + 0,001z_1 - 0,001z_2 + 2,16 \cdot 10^{-5} y_2$$

Ce coût marginal est positif pour toutes les exploitations de l'échantillon et prend la valeur 0,75 au point moyen de l'échantillon. Comme y_1 est exprimée en valeur monétaire, on s'attend à une valeur de C_{y1} proche de 1. Le fait que le coût marginal soit inférieur au prix peut être dû aux restrictions quantitatives imposées sur la production de lait par l'acheteur majoritaire (la filière Roquefort).

$$C_{y_1 y_1} = b_{112} = 2,15 \text{ E-}06$$

$$C_{y_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_2 + b_{12} \cdot y_1 + b_{22} + b_{23} z_1 + b_{24} z_2$$

$$C_{y_2} = 2,16 \cdot 10^{-5} \cdot y_1 + 6,43 \cdot 10^{-6} y_2 - 0,0004 z_1 - 0,015 z_2$$

Ce coût marginal est positif pour toutes les exploitations sur l'ensemble de l'échantillon et prend la valeur 1,25 au point moyen.

Le fait que le coût marginal des productions non ovines soit légèrement supérieur à 1 peut venir en partie du fait de la sécheresse de 2003 qui conduit les agriculteurs à engager des coûts sans obtenir la production attendue. Cela peut aussi être dû aux diverses aides aux productions.

$$C_{y_2 y_2} = b_{22} = 6,43 \cdot 10^{-6}$$

$$C_{z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_3 + b_{13} y_1 + b_{23} y_2 + b_{33} z_1 + b_{34} z_2 + b_{37} z UTHfam$$

$$C_{z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = 120 + 0,001 y_1 - 0,0004 y_2 + 0,545 z_1 + 3,226 z_2 - 1427 UTHfam$$

Au point moyen de l'échantillon, ce coût marginal est de 70 euros par hectare (z_1 est en effet exprimée en hectares), ce qui est légèrement supérieur à la prime moyenne de l'action 19 correspondant à z_1 (52 euros par hectare sur l'échantillon).

$$C_{z_1 z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_{33} = 0,545$$

$$C_{z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_4 + b_{14} y_1 + b_{24} y_2 + b_{34} z_1 + b_{44} z_2 + b_{47} UTHfam$$

$$C_{z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = 0 - 0,001 y_1 - 0,015 y_2 + 3,226 z_1 + 18,5 z_2 - 37518 UTHfam = -3,7 \text{ euros au point moyen.}$$

Le coût marginal de z_2 est donc pratiquement nul (comparativement au paiement unitaire de 74 euros par hectare en moyenne sur notre échantillon). Cela signifie que contrairement à la mesure 19 qui semble légèrement plus coûteuse qu'elle ne rapporte aux agriculteurs, la mesure 20 semble sans coût pour les agriculteurs. Rappelons que cette production environnementale sous mesure 20 nécessite très peu de réaménagement du système d'exploitation à court terme puisqu'il s'agit du maintien de la prairie et non du débroussaillage d'une lande comme dans le cas de la mesure 19. Puisque p_{z_2} n'est pas nul, le coût marginal $C_{z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam)$ devrait être positif. Mais comme la surface éligible en mesure 20 est limitée par la surface de prairie, il n'est pas

possible aux agriculteurs d'étendre leur service environnemental z_2 au-delà de cette surface. A court terme, tout se passe comme si la rémunération de la mesure 20 était une rémunération d'une production non coûteuse, en tout cas pour les exploitations moyennes. Au-delà de 24 hectares de mesure 20 contractualisée, (en maintenant les valeurs moyennes des autres variables), le coût marginal de z_2 devient positif, ce qui concerne pratiquement la moitié de l'échantillon.

$$C_{z_2 z_2} = b_{44} = 18,5$$

$$C_{w_L}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = c_1 + c_{11} w_L = 89,8 - 0,75 w_L = 18,55$$

$$C_{w_L.w_L} = c_{11} = -0,75$$

$$C_{w_K}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = c_2 = 14072$$

$$C_{w_K.w_K} = C_{w_K.w_L} = 0$$

$$C_{UTH}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = d. + b_{37} z_1 + b_{47} z_2 + .d_{11} UTHfam$$

$$C_{UTH}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = -142z_1 - 375z_2 + 12208UTHfam = -3222 \text{ euros}$$

Cette valeur qui correspond théoriquement au *shadow price* de la main d'œuvre familiale (ie l'économie de coût permise par une unité de main d'œuvre familiale à niveau de production égal serait de l'ordre de 3222 euros) sous-estime probablement la réalité. Notons toutefois que cette main d'œuvre familiale inclut des anciens éleveurs retraités qui gardent les moutons pour éviter aux exploitants d'investir dans des clôtures, et n'ont pas d'activité productive mesurée le reste de l'année.

$$C_{UTH.UTH}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = .d_{11} = 12208$$

Par hypothèses les jointures entre outputs sont constantes dans cette spécification.

$$C_{y_1 z_1} = b_{13} \approx 0,01 \quad (t = 1,76)$$

Contre nos attentes, la production d'espace ouvert z_1 et la production ovine y_1 semblent substitués. Sous contrainte de travail familial, il semble donc que l'entretien des landes et parcours, même réalisé par le pâturage, accroisse le coût marginal de la production ovine. Cela s'explique probablement par le fait que ces landes et parcours sont moins productives que les prairies et fourrages annuels, et que le temps passé à pâturer ces espaces se fait au détriment de la production marchande ovine.

$$C_{y_1z_2} = b_{14} \approx -0,01 \quad (t = -0,50)$$

En revanche, dans cette spécification, la complémentarité attendue entre la production ovine et le maintien des prairies z_2 ne semble pas significative pour l'ensemble de l'échantillon. Cela peut provenir du fait que cette jointure est sensible au niveau de production, auquel cas cette jointure est très différente chez les grandes et les petites exploitations, et l'effet moyen peut être non significatif. Dans ce cas, la spécification à l'ordre 3 devrait améliorer l'analyse.

$$C_{y_2z_1} = b_{23} \approx 0$$

$$C_{y_2z_2} = b_{24} \leq 0 \quad (t = -1,43)$$

$$C_{y_1y_2} = b_{12} \geq 0 \quad (t = 2,69)$$

$$C_{z_1z_2} = b_{34} \geq 0 \quad (t = 2,87)$$

Test de la convexité

$$\Gamma = \begin{pmatrix} C_{y_1y_1} & C_{y_1y_2} & C_{y_1z_1} & C_{y_1z_2} \\ C_{y_2y_1} & C_{y_2y_2} & C_{y_2z_1} & C_{y_2z_2} \\ C_{z_1y_1} & C_{z_1y_2} & C_{z_1z_1} & C_{z_1z_2} \\ C_{z_2y_1} & C_{z_2y_2} & C_{z_2z_1} & C_{z_2z_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{12} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{13} & b_{23} & b_{33} & b_{34} \\ b_{14} & b_{24} & b_{34} & b_{44} \end{pmatrix}$$

$$Det(\Gamma) = 3,01791E 09$$

$$D^2C(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = \begin{pmatrix} + & + & + & - & 0 & 0 & 0 \\ + & + & - & - & 0 & 0 & 0 \\ + & - & + & + & 0 & 0 & - \\ - & - & + & 0 & 0 & 0 & - \\ 0 & 0 & 0 & 0 & - & - & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & - & - & 0 \\ 0 & 0 & - & - & 0 & 0 & + \end{pmatrix}$$

Cette spécification quadratique modifiée à l'ordre 2 vérifie donc l'ensemble des conditions du second ordre.

c- Modèle quadratique modifié à l'ordre 3

Les résultats ci-dessous sont obtenus sur la base du modèle précédent, où nous levons simplement l'hypothèse qui posait $e_1=0$ et $e_2 = 0$.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,928 ^a	,861	,830	12151,88564

a. Predictors: (Constant), 0,5y1²z2, 0,5y2², 0,5y1²z1, 0,5wL², wK, z1_z2, y2_z2, z1, 0,5UTHfam², y1, y1_y2, 0,5z2², 0,5z1², wL, y2_z1, 0,5y1², z2_UTHfam, z1_UTHfam, y1_z2, y1_z1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1516,944	13050,428		,116	,908
	y1	,664	,353	,803	1,882	,063
	z1	56,557	85,444	,172	,662	,510
	wL	101,380	70,093	,210	1,446	,152
	wK	13346,869	10673,095	,066	1,251	,214
	0,5y1 ²	-9,9E-007	,000	-,117	-,297	,767
	0,5y2 ²	2,03E-005	,000	,056	,413	,680
	0,5z1 ²	,645	,431	,368	1,496	,138
	0,5z2 ²	24,980	6,977	,864	3,580	,001
	y1_z1	,001	,002	,203	,297	,767
	y1_z2	-,009	,005	-,963	-1,803	,075
	y1_y2	2,67E-005	,000	,410	3,227	,002
	y2_z1	-,003	,003	-,144	-,850	,397
	y2_z2	-,024	,011	-,270	-2,122	,037
	z1_z2	3,625	1,175	,412	3,085	,003
	z1_UTHfam	-118,877	40,946	-1,196	-2,903	,005
	z2_UTHfam	-325,252	125,355	-,814	-2,595	,011
	0,5wL ²	-,817	,554	-,212	-1,476	,144
	0,5UTHfam ²	9708,711	4000,468	,588	2,427	,017
	0,5y1 ² z1	8,67E-010	,000	,019	,042	,966
	0,5y1 ² z2	8,77E-008	,000	,673	1,805	,074

a. Dependent Variable: C

Sans reprendre les interprétations redondantes avec la section précédente, nous testons les conditions de la convexité aux valeurs moyennes de l'échantillon repérables dans le tableau de présentation des variables (figure 4.21.)

$$C_{y_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_1 + b_{11}y_1 + b_{12}y_2 + b_{13}z_1 + b_{14}z_2 + b_{15}w_L + b_{16}w_K + b_{17}UTHfam + e_1 \cdot y_1 z_1 + e_2 \cdot y_1 z_2 = 0,75319856$$

$$C_{y_1 y_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_{11} + e_1 \cdot z_1 + e_2 \cdot z_2 = 1,13E-06$$

$$C_{y_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_2 + b_{12} \cdot y_1 + b_{22} + b_{23}z_1 + b_{24}z_2 = 2,3573046$$

$$C_{y_2 y_2} = b_{22} = 2,03 \cdot 10^{-6}$$

$$C_{z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_3 + b_{13}y_1 + b_{23}y_2 + b_{33}z_1 + b_{34}z_2 + b_{37}z UTHfam + 0,5 \cdot e_1 \cdot y_1^2 = 86$$

aux valeurs moyennes de l'échantillon, le coût marginal de production de z_1 est de 86 euros par hectare $C_{z_1}(\overline{y_1}, \overline{y_2}, \overline{z_1}, \overline{z_2}, \overline{w_K}, \overline{w_L}, \overline{UTHfam}) = 86 \quad \text{Euros}$.

Cela confirme que le coût marginal de la mesure 19 semble supérieur à son paiement unitaire (52 euros).

Le coût marginal de la mesure 19 est croissant :

$$C_{z_1 z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_{33} = 0,624$$

De ce fait, le débroussaillage du premier hectare de lande coûte moins cher (calculé à 11 euros ci-dessous) à l'agriculteur que le dernier hectare.

$$C_{z_1}(\overline{y_1}, \overline{y_2}, 0, \overline{z_2}, \overline{w_K}, \overline{w_L}, \overline{UTHfam}) = 11 \quad \text{Euros}$$

Le coût marginal de la mesure 20 est négatif au point moyen (-80 Euros), qui se situe avant la limite du domaine de complémentarité. Contrairement à la mesure 19, le coût marginal de la mesure 20 commence par diminuer lorsque la production ovine augmente, puis augmente au-delà du seuil du domaine de complémentarité. Par exemple, il serait calculé à 348 euros par hectare pour une exploitation dont la production ovine serait nulle et toutes les autres caractéristiques seraient les caractéristiques moyennes de l'échantillon.

$$C_{z_2}(0, \overline{y_2}, \overline{z_1}, \overline{z_2}, \overline{w_K}, \overline{w_L}, \overline{UTHfam}) = 348 \quad \text{Euros}$$

Les autres conditions de régularité sont observées :

$$C_{z_2 z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_{44} = 24,98$$

$$C_{w_L}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = c_1 + c_{11} w_L = 23,765$$

$$C_{w_L.w_L} = 0,817$$

$$C_{w_K}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = c_2 = 13346$$

$$C_{w_K.w_K} = C_{w_K.w_L} = 0$$

$$C_{UTH}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = d. + b_{37} z_1 + b_{47} z_2 + .d_{11} UTHfam = -6186,325$$

$$C_{UTH.UTH}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = .d_{11} = 9708,7$$

Etude des productions jointes

$$C_{y_1 z_1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_{13} + e_1 \cdot y_1 = 0,001 + 8,67 \cdot 10^{-10} \cdot y_1$$

La substitution entre y_1 et z_1 reste vraie quelle que soit le niveau de production ovine. L'effet de y_1 sur cette jointure est non significatif, l'élasticité de substitution est pratiquement invariable en fonction de y_1 sur tout l'échantillon.

$$C_{y_1 z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_{14} + e_2 \cdot y_1 = -0,009 + 8,77 \cdot 10^{-8} \cdot y_1$$

Aux valeurs faibles et moyennes de production ovine ($y_1 < 103\ 000$ euros), les deux variables y_1 et z_2 sont complémentaires. En moyenne de l'échantillon, $C_{y_1 z_2} = -0,0024$. L'effet d'ordre 3 est positif, avec la même significativité ($t=1,8$) que l'effet d'ordre 2. Cela signifie que y_1 et z_2 vérifient l'hypothèse (H_1) du chapitre 3, selon laquelle $C_{y_1 z_1 y_1} > 0$. Cela suggère que l'accroissement de y_1 diminue la complémentarité de y_1 et z_1 . Aux valeurs élevées de y_1 , (au-delà de 103 000 euros) les productions y_1 et z_1 deviennent substitut. Le seuil calculé de passage à la substitution est $y_1 = 102622$ euros, que dépassent 22 exploitations sur les 111 de l'échantillon.

Nous avons vérifié la robustesse de ce dernier résultat en faisant la même régression sans le terme d'ordre 3 séparément sur les 22 exploitations les plus intensives (la substitution est très significative) et sur les 83 exploitations les plus extensives sans le terme d'ordre 3 (la complémentarité est très significative).

Il semble donc la mesure 20 soit complémentaire de la production ovine (et donc bénéfique au coût de production ovine) pour les exploitations de taille moyenne et petite, et plutôt coûteuse pour la production ovine dans les exploitations de grande taille.

Calcul du déterminant du hessien

$$\Gamma = \begin{pmatrix} C_{y_1y_1} & C_{y_1y_2} & C_{y_1z_1} & C_{y_1z_2} \\ C_{y_2y_1} & C_{y_2y_2} & C_{y_2z_1} & C_{y_2z_2} \\ C_{z_1y_1} & C_{z_1y_2} & C_{z_1z_1} & C_{z_1z_2} \\ C_{z_2y_1} & C_{z_2y_2} & C_{z_2z_1} & C_{z_2z_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} + e_1z_1 + e_2z_2 & b_{12} & b_{13} + e_1y_1 & b_{14} + e_2y_1 \\ b_{12} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{13} + e_1y_1 & b_{23} & b_{33} & b_{34} \\ b_{14} + e_2y_1 & b_{24} & b_{34} & b_{44} \end{pmatrix}$$

$$Det(\Gamma) = \det \begin{pmatrix} 1,13.10^{-6} & 0,0000267 & 0,00107 & -0,0024 \\ 2,67.10^{-5} & 0,0000203 & 0,004 & -0,006 \\ 0,00107 & 0,004 & 0,624 & 3,625 \\ -0,0024 & -0,006 & 3,625 & 24,98 \end{pmatrix} = 4,95106E-09$$

Si l'on accepte le fait que $C_{z_2z_2} = -17 \approx 0$, alors cette spécification d'ordre 3 vérifie aussi les conditions nécessaires sur la fonction de coût.

3.4. Interprétation

Les deux estimations réalisées montrent que la production ovine est en moyenne complémentaire de l'entretien des pâtures par la mesure 20 et en moyenne substitut de l'entretien des pâturages par la mesure 19. La spécification d'ordre trois confirme que la complémentarité entre la production ovine et la production d'espace ouvert est décroissante avec le niveau de production ovine. Elle est donc surtout valable pour les exploitations de petite et moyenne taille. Le passage de la complémentarité à la substitution lorsque la production ovine augmente semble confirmé. Cela peut s'expliquer par les tensions sur le temps de travail familial occasionnées par les exigences liées aux mesures 19, qui diminuent le temps disponible, à certaines périodes, pour les autres productions. D'autre part, les élevages à orientation viande (extensifs) ont plus tendance à utiliser la mesure 19, et ont une production annuelle plus faible que les élevages à orientation lait (plus intensifs) qui ont un recours relativement plus faible au pâturage des landes plus éloignées et souvent moins productives. C'est une autre

explication de la substituabilité, en moyenne, entre l'entretien de l'espace et la production ovine.

L'entretien de l'espace par la mesure 19 semble par ailleurs légèrement plus coûteux que le paiement versé aux agriculteurs, à niveau de production donné, alors que l'entretien des pâtures par la mesure 20 semble pratiquement sans coût.

Les deux productions environnementales semblent substitués entre elles, ce qui peut s'expliquer simplement : à niveau de production donnée, plus la contribution des prairies (sans broussailles) au fourrage est importante, moins la contribution des parcours éloignés est importante.

La jointure entre les productions non ovines et l'entretien des pâtures par la mesure 20 n'était pas attendue et elle est pourtant significative. Elle s'explique très vraisemblablement par la part de céréales dans les productions non ovines. Les éleveurs qui recourent à la mesure 20 sont surtout ceux qui ont des prairies fauchables, et qui ont donc la possibilité de recourir aisément à un engraissement en bergerie. L'utilisation de céréales pour compléter la ration se justifie alors davantage que pour les élevages qui ont une conduite essentiellement fondée sur le pâturage.

Afin de déterminer s'il est plus efficace de rémunérer les agriculteurs pour entretenir l'espace ou des « forestiers » (ou des agents d'entretien de l'espace), nous utilisons la fonction de coût dans le cadre théorique développé au chapitre 3.

La fonction calculée $C(y_1=0, y_2=0, w_L, w_K, UTHfam)$ représente la fonction de coût théorique non jointe de l'environnement, c'est-à-dire le coût de production de z_1 et z_2 par des agriculteurs qui auraient cessé la production marchande et se seraient spécialisés dans l'environnement en conservant leurs facteurs fixes (en l'occurrence, leur travail familial).

Ce coût s'écrit pour z_2 (mesure 20)

$$C_{z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = b_4 + b_{34}z_1 + b_{44}z_2 + b_{47}UTHfam + 0,5.e_2.y_1^2$$

La comparaison du coût marginal agri-environnemental et du coût marginal spécialisé s'écrit alors :

$$C_{z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_K, w_L, UTHfam) - C_{z_2}(0, 0, z_1, z_2, w_K, w_L, UTHfam)$$

$$=b_4 y_1 + b_{24} y_2 + 0,5 \cdot e_2 \cdot y_1^2, \text{ soit en valeur numérique, et à la valeur moyenne de } y_2, \\ -0,009 \cdot y_1 + 4,38 \cdot 10^{-8} \cdot y_1^2 - 20,2$$

la résolution donne

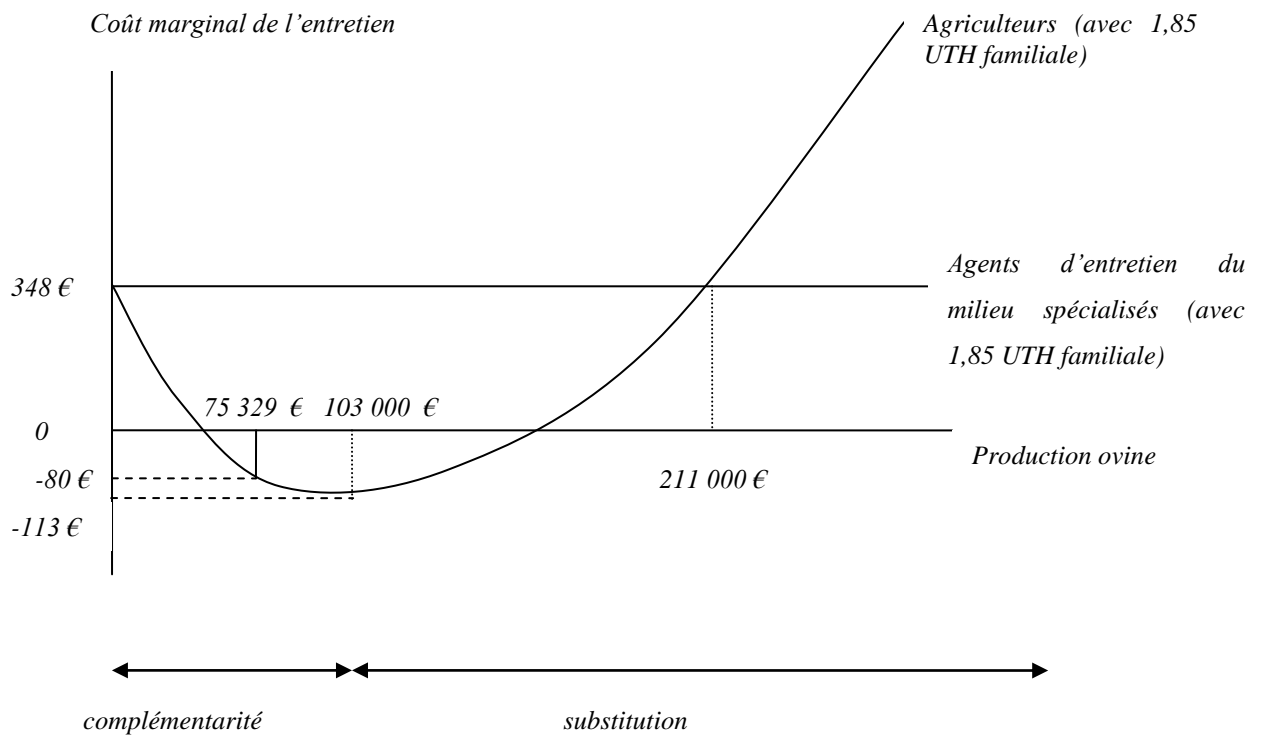
$$C_{z2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_K, w_L, UTH_{fam}) - C_{z2}(0, 0, z_1, z_2, w_K, w_L, UTH_{fam}) < 0 \text{ ssi } y_1 < 211523$$

le coût marginal de production jointe est donc inférieur au coût marginal de production spécialisée, sauf pour les exploitations dont la production ovine dépasserait 211523 euros, ce qui ne concerne aucune exploitation actuelle (le maximum étant à 203941 euros).

En particulier, ce niveau de production se situe bien au dessus du seuil de substitution calculé précédemment à $y_1 = 102622$ euros, en posant $C_{y_1 z_2}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTH_{fam}) = b_4 + e_2 \cdot y_1 = 0$ (voir figure 4.3).

Ainsi, même en supposant que les agents spécialisés dans l'entretien de l'espace avaient la même main d'œuvre familiale que les agriculteurs, leur coût marginal d'entretien du territoire serait supérieur à celui des agriculteurs.

Figure 4.3. Coût marginal d'entretien des milieux faiblement embroussaillés (mesure 20)



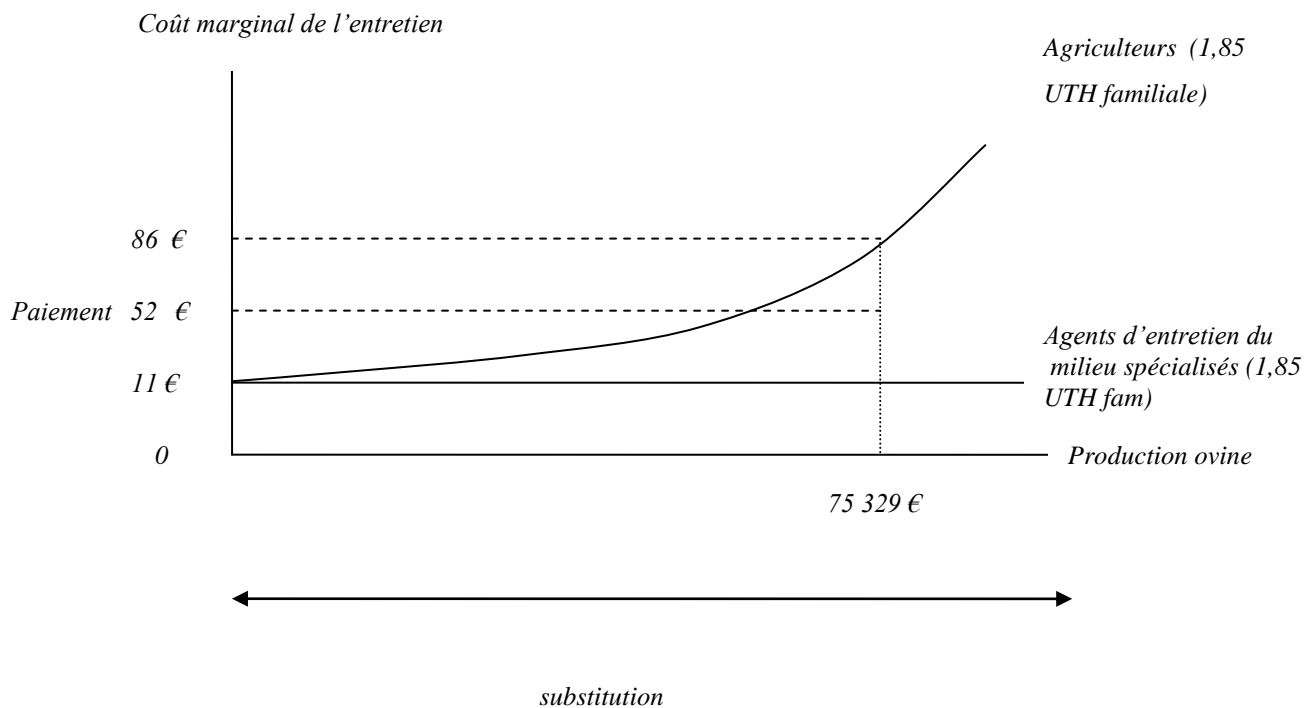
La variable z_I étant substitut avec y_I dès $y_I = 0$, il n'existe pas de domaine de complémentarité, et on vérifie alors aisément qu'il n'existe pas de sous domaine du domaine de substitution dans lequel $C_{z1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_K, w_L, UTHfam) - C_{z1}(0, 0, z_1, z_2, w_K, w_L, UTHfam) \leq 0$.

En effet, $C_{z1}(y_1, y_2, z_1, z_2, w_K, w_L, UTHfam) - C_{z1}(0, 0, z_1, z_2, w_K, w_L, UTHfam) =$

$$b_{13}y_1 + b_{23}y_2 + 0,5 \cdot e_1 \cdot y_1^2 = 0,001y_1 + 0,004y_2 + 4,33 \cdot y_1^2$$

Ainsi, si des forestiers (ou des agents d'entretien du paysage) étaient rémunérés pour faire le même travail que les agriculteurs, et avec la même main d'œuvre familiale que les agriculteurs, leur coût marginal de l'entretien des zones de parcours serait calculé à 11 Euros par hectare (inférieur au coût d'entretien pour les agriculteurs).

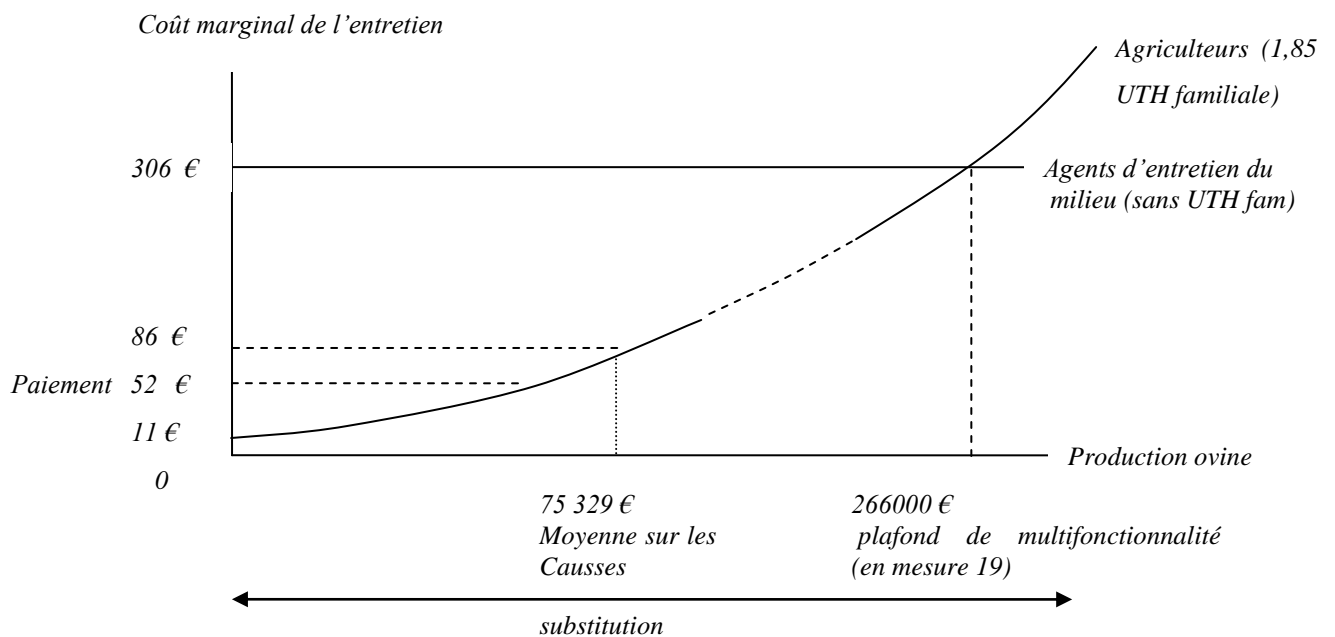
Figure 4.4. Coût marginal d'entretien des milieux faiblement embroussaillés (mesure 19) par l'agriculture ou par des agents spécialisés qui auraient la même main d'œuvre familiale.



En revanche, si les agents d'entretien étaient rémunérés entièrement pour le travail effectué (sans main d'œuvre familiale), leur coût marginal d'entretien serait bien

supérieur aux agriculteurs sur l'ensemble de l'échantillon (calculé à 306 euros en moyenne), comme illustré en figure 3.5.

Figure 4.5. Coût marginal d'entretien des milieux faiblement embroussaillés (mesure 19) par l'agriculture ou par les agents spécialisés (sans main d'œuvre familiale)



Conclusion du quatrième chapitre

L'élevage ovin des Causses Mejan et Sauveterre peut être qualifié de multifonctionnel à la fois au regard de l'entretien des prairies (au sens de la mesure 20) et au regard de l'entretien des zones de parcours (au sens de la mesure 19). Dans les deux cas, tous les élevages de notre échantillon ont une caractéristique : leur coût marginal de l'entretien de paysage est inférieur au coût marginal d'entretien calculé pour des agents spécialisés sans main d'œuvre familiale. Pour la mesure 20, le coût marginal agricole est même inférieur au coût marginal des agents spécialisés avec main d'œuvre familiale équivalent à celle des agriculteurs. Ce coût calculé pour des agents spécialisés est défini

comme ce que coûteraient aux agriculteurs présents de continuer à fournir le même niveau d'entretien du paysage, s'ils n'avaient pas d'élevage ovin.

La signification pour la politique publique est que pour atteindre un certain niveau d'ouverture du paysage sur les Causses, mieux vaut (du point de vue du contribuable) subventionner les agriculteurs que des agents spécialisés.

La raison est double : la complémentarité entre l'élevage et l'ouverture et l'entretien du paysage (mesure 20) d'une part, et l'utilisation « gratuite » de la main d'œuvre familiale (mesure 19 et mesure 20) d'autre part. La nature de la multifonctionnalité n'est pas la même dans les deux cas :

(i) Dans le cas de la mesure 19, la production ovine et la production d'espace entretenu sont substitués. Cette substitution est due à la contrainte d'allocation du facteur fixe (travail familial). Cela signifie que lorsque la production ovine augmente, toute chose égale par ailleurs, cela se traduit plutôt par un accroissement du coût d'entretien du paysage. Néanmoins, si l'on tient compte du fait qu'une technologie non jointe (agents spécialisés dans l'entretien du paysage) n'ont pas de main d'œuvre familiale gratuite, les agriculteurs des Causses, même avec un niveau élevé de production, restent plus compétitifs que les agents spécialisés. Par ailleurs, la substitution signifie que le paiement environnemental peut s'accroître sans aucune distorsion de concurrence puisque l'accroissement de travail lié à la mesure 19 fait que la production ovine ne devrait pas s'accroître du fait de la mesure 19. Le paiement environnemental actuel semble, d'après nos calculs, légèrement inférieur au coût marginal de l'entretien du paysage.

(ii) Dans le cas de la mesure 20 (entretien des prairies), la production ovine et la production d'espace entretenu sont complémentaires (sauf pour les exploitations les plus productives). Parce qu'une certaine surface de prairie est de toute façon nécessaire à l'élevage ovin, et qu'une surface plus importante devient moins utile pour les élevages importants qui tendent à préférer le foin annuel au foin herbager, la relation entre la production ovine et l'entretien des prairies semble complémentaire pour les niveaux de production ovine faibles et moyens, et substitut pour les niveaux de production plus élevés (pour les 22 exploitations les plus productives d'après nos calculs). Pour pratiquement toutes, la production d'espace entretenu par l'agriculture est

plus efficace que la production non jointe (par des agents spécialisés), y compris dans le domaine de substitution. La politique la plus efficace pour assurer le maintien des prairies est donc la politique agri-environnementale. Mais, contrairement à la mesure 19, la mesure 20 semble avoir un effet positif sur la production ovine. Cet effet n'est pas une distorsion de concurrence mais il fait partie de l'efficacité globale de l'utilisation des facteurs de production agricoles pour l'objectif public. Contrairement au montant de la mesure 19, celui de la mesure 20 semble plus que suffisant pour compenser le coût marginal du travail qu'elle demande.

Du point de vue méthodologique, notre estimation montre l'utilité d'intégrer des spécifications d'ordre 3 pour étudier la déformation des relations entre les productions en fonction du niveau de l'une ou l'autre des variables. Un effet à l'ordre 2 ne donne qu'une moyenne des relations de complémentarité et substitution, cette moyenne pouvant masquer des effets contraires, comme le passage de la complémentarité à la substitution observé dans le cas de la mesure 20.

Conclusion de la première partie

La compréhension de la relation de jointure entre les productions agricoles marchandes et les biens non marchands est importante dans l'analyse des politiques de promotion des biens non marchands et dans l'analyse des effets de ces politiques sur les productions marchandes.

Lorsque ces biens non marchands ne peuvent être rémunérés en tant que tels, ils sont modélisés comme des externalités de production. Leur niveau dépend alors soit de la quantité de la production marchande soit de la quantité des facteurs de production, et la politique type est alors une subvention de la production ou des facteurs responsables de l'externalité (Lankoski et Ollikainen, 2003 ; Paarlberg *et al.*, 2002 ; Peterson *et al.*, 2002 ; Randall, 2002 ; Romstad *et al.*, 2000 ; Vatn, 2002 ; Vermersch, 2001 ; Havlik *et al.*, 2005). Ces politiques accroissent la production agricole d'équilibre. En général, les modèles correspondants analysent l'effet moyen de la production agricole sur bien non marchand. Ils déduisent un taux de subvention fixe, qui rémunère de la même façon, et encouragent de la même façon à l'accroissement de la production les productions ayant des contributions fortes au bien non marchand, celles ayant des contributions faibles, et celles ayant des contributions négatives aux biens non marchands. De ce fait, même si la subvention théorique est optimale, une partie des versements peuvent être inefficaces ou contre-productifs.

Lorsque les biens non marchands peuvent être rémunérés en tant que tels par un paiement proportionnel à leur niveau de production par exploitation, la jointure est alors analysée par la complémentarité entre la production marchande et la production non marchande. La plupart des modèles correspondants analysent la relation moyenne entre les deux types de productions, via des élasticités de substitution constante. Que la relation sont complémentaire ou substitut, le paiement environnemental a toujours pour effet d'accroître la production de bien environnemental. C'est en revanche sa répercussion sur la production agricole qui peut être positive (complémentarité) ou

négative (substitution). Toute chose égale par ailleurs (coût d'administration notamment), le paiement environnemental est donc plus efficace que la subvention à la production. Dans le cas de l'externalité positive rémunérée par une subvention à la production ou d'un bien non marchand constamment complémentaire d'un bien marchand, il est moins coûteux pour atteindre un objectif de BNM de rémunérer l'agriculture que toute autre technologie non-agricole (du même ensemble technologique). Dans le cas où la relation est constamment substitut, le rôle joué par les facteurs fixes est déterminant. A facteurs fixes identiques, la fourniture non jointe du bien non marchand est plus efficace que la technologie agri-environnementale. Lorsque l'on tient compte des facteurs fixes, notamment la main d'œuvre familiale, la rémunération de l'agriculteur peut s'avérer plus efficace qu'une autre technologie (c'est le cas dans notre étude sur les Causses de Lozère).

Mais en général, la nature et l'intensité de la relation entre les productions marchandes et non marchandes dépendent du niveau de production agricole. Nous étudions cet effet en étudiant le cas où l'accroissement de la production agricole a un effet négatif sur la complémentarité. On considère donc une technologie où les deux types de productions sont d'abord complémentaires, puis deviennent substitués à mesure que la production marchande s'accroît. La technologie comporte trois sous-domaines (plus ou moins étendus selon le rôle joué par les facteurs fixes) :

- (i) le domaine de complémentarité dans lequel le paiement agri-environnemental est plus efficace que la subvention, elle-même plus efficace que la fourniture non jointe du bien non marchand ;
- (ii) le sous-domaine de substitution faible, dans lequel le paiement agri-environnemental reste plus efficace que la production non jointe du BNM (la subvention étant inefficace) ;
- (iii) le sous-domaine de substitution forte, dans lequel la fourniture non jointe du bien non marchand est plus efficace que le paiement agri-environnemental (la subvention restant inefficace).

Le cas de l'élevage ovin extensif sur les grands Causses de Lozère comporte un BNM relevant du cadre ci-dessus (la mesure 20) et un BNM relevant d'une substitution constante (la mesure 19). Dans les deux cas, dans pratiquement 100% des exploitations,

le coût marginal agri-environnemental du BNM reste inférieur au coût marginal de fourniture du BNM sans la production agricole.

Dans le cas le plus général où le paiement environnemental est accessible à tous, l'équilibre peut être constitué d'une production de BNM à la fois de la part des agriculteurs et des non agriculteurs.

Dans les différents cas de multifonctionnalité, la politique optimale n'est donc que rarement celle qui modifie le moins le niveau de production agricole. Elle est la plus efficace notamment lorsque la production agricole et le bien non marchand sont constamment substitués, et que les facteurs fixes de l'agriculture ne sont pas un avantage dans la production du BNM.

Ainsi, les critères de neutralité des politiques agricoles définis par l'OMC et présentés au premier chapitre, ou le cadre analytique de l'OCDE (2000 a,b,c,d) visant à réduire les effets de la promotion des les BNM sur la production de biens marchands ne semblent pas justifiés par le point de vue d'un pays qui chercherait à maximiser son bien-être économique.

**Seconde Partie : La coordination multilatérale des politiques
de multifonctionnalité**

Introduction de la seconde partie

L'objectif général du volet sur les soutiens internes de l'accord agricole de l'OMC est de réduire les effets des politiques agricoles sur les prix mondiaux. En présence d'externalités de production ou de biens non marchands joints à la production marchande, les politiques publiques qui maximisent le bien-être national ne sont pas nécessairement sans effet sur les prix mondiaux. L'effet sur les prix mondiaux des politiques efficaces dépend de la taille du pays, mais aussi de l'effet sur la production agricole des politiques de correction des externalités.

Dès lors, la réduction des effets des politiques agricoles sur la production marchande peut-elle être justifiée par la maximisation du bien-être global ? Et dans ce cas, quelles sont les variations de bien-être des pays qui réduisent ces effets, et les variations de bien-être des autres pays ?

Les principes économiques qui justifient la coopération commerciale sur les droits de douane et les subventions en absence d'externalité et de biens non marchands sont connus. Lorsque deux grands pays réduisent les effets de leurs politiques sur les prix mondiaux, l'équilibre qui en résulte résout un dilemme du prisonnier et améliore le bien-être de chaque pays (Johnson, 1953 ; Bagwell et Staiger, 1999). Mais en présence d'externalités ou de biens non marchands joints à la production marchande, les effets globaux de l'accord agricole sont peu décrits.

Plusieurs auteurs ont contribué à analyser les effets des politiques agricoles de prise en compte des externalités et des biens non marchands sur les prix mondiaux, mais sans évaluer les effets de bien-être lié d'un accord international fondé sur la suppression des effets des politiques sur les prix mondiaux (Krutilla, 1991 ; Anderson et Blackhurst, 1992 ; Ederington 2001, Peterson et al., 2002). D'autres économistes ont étudié les effets de bien-être d'un accord international dans d'autres circonstances (Baret, 1996 dans le cas d'un accord d'harmonisation des normes techniques; Bagwell et Staiger, 1999 dans le cas d'un accord capable de préserver les préférences politiques ; Siroën, 1999 dans le cas des accords d'autolimitations volontaires).

Afin d'analyser les effets de bien-être d'un accord commercial sur les politiques agricoles, nous proposons un jeu de commerce international en équilibre partiel entre deux grands pays qui s'échangent une production agricole susceptible de produire des biens environnementaux, comme le bœuf ou le mouton. Afin de refléter la réalité de la négociation agricole à l'OMC, nous intégrons dans le modèle deux politiques : l'une tarifaire, l'autre intérieure. Afin de décrire les équilibres et les politiques associées aux différents modes de coordination envisagés, nous la fonction de bien-être social utilisée est une somme de surplus inspirée de celle utilisée par Krutilla (1991) dans un contexte unilatéral. L'environnement est modélisé dans un premier temps comme une externalité de production, et dans un second temps comme un bien non marchand joint à la production marchande par une relation de complémentarité ou de substitution.

En l'absence de coordination, chaque pays fixe ses politiques de façon optimale de son point de vue (politiques unilatérales), c'est-à-dire en considérant les politiques de l'autre pays comme exogènes. La comparaison de ces politiques avec les politiques globalement optimales dérivées de la maximisation du bien-être joint des deux pays révèle que ces politiques unilatérales ne sont pas optimales. Les tarifs unilatéraux sont trop élevés, alors que les politiques environnementales sont optimales. L'équilibre global en l'absence de coordination est un dilemme du prisonnier, dans lequel le volume d'échange est inférieur à l'optimum (l'importateur produit trop et l'exportateur produit trop peu). Une coordination partielle sur les tarifs seuls est inefficace car elle conduit les pays à modifier leurs politiques environnementales, qui deviennent alors inefficaces (dans le cas d'une subvention, l'importateur subventionne alors trop sa production, et l'exportateur la subventionne trop peu ; dans le cas d'un paiement ciblé, pour l'importateur, ce paiement est trop élevé en cas de complémentarité et trop faible en cas de substitution ; pour l'exportateur, ce paiement est trop faible en cas de complémentarité et trop élevé en cas de substitution). L'optimum de Pareto requiert une coordination sur les deux politiques, aboutissant à des droits de douane nuls, et à des politiques environnementales correspondant à celles des petits pays.

Un découplage des politiques au sens de la suppression des effets commerciaux de ces politiques serait inefficace dans pratiquement tous les cas, sauf dans les cas de substitution forte entre les deux productions selon les conditions définies dans le

chapitre 3. Un tel critère conduit à une redistribution de bien-être des importateurs vers les exportateurs.

Bien qu'il s'agisse d'un modèle simple, qui suppose souvent la linéarité pour faciliter l'analyse, la principale contribution de cette partie est d'analyser les équilibres mondiaux au regard de leur efficacité, et de leurs impacts environnementaux, en statique comparative. Le modèle permet aussi d'interpréter le fait que les grands pays importateurs ont plus recours au soutien interne que les grands exportateurs par leurs intérêts stratégique et non par des différences de préférences politiques ou par des différences de demande sociale pour l'environnement.

Nous présentons le modèle et analysons les stratégies unilatérales des deux pays en l'absence de traité et l'équilibre de Nash produit par ce jeu (chapitre 5). On dérive ensuite l'équilibre Pareto supérieur pour les deux instruments qui détermine la solution coopérative où le bien-être est maximal pour les deux pays (chapitre 6) et on considère ensuite les effets d'une coordination partielle sur l'un et l'autre des deux instruments et nous montrons les déplacements des équilibres mondiaux. On réalise le même travail avec des biens publics complémentaires ou substituts en remplacement des externalités. On propose ensuite une lecture des effets de la baisse des subvention (ou de leur découplage) dans plusieurs cas proches de la réalité et nous en déduisons les transferts de bien-être induits par l'accord agricole (chapitre 7).

Cinquième chapitre: Présentation du modèle et description des stratégies

Introduction

Ce chapitre vise à analyser les stratégies de deux pays échangeant un même bien générateur d'une externalité environnementale différente dans les deux pays.

Nous représentons en équilibre partiel l'interaction commerciale de deux pays cherchant à maximiser la somme de leurs surplus nationaux, en fonction de deux instruments: une taxe ou subvention à l'importation, et une subvention ou taxe du produit agricole générateur d'une externalité publique (positive ou négative). A l'interaction entre deux instruments d'un même pays, traitée par Krutilla (1991) s'ajoutent donc ici les interactions entre pays.

1. Présentation du modèle

On considère deux pays, le pays domestique (l'UE) et le pays étranger (l'Argentine), échangeant un bien agricole (la viande de bœuf). Le pays domestique est importateur et le pays étranger est exportateur¹². Les deux produisent, consomment, et échangent de la viande bovine. Le niveau de production est noté y en Europe et Y en Argentine¹³. Les niveaux de consommation sont notés respectivement q et Q . L'UE importe $m = q - y \geq 0$ et l'Argentine exporte $X = Y - Q \geq 0$. Les externalités de production sont notées $e(y)$ en Europe et $E(Y)$ en Argentine. Elles ne dépendent que du niveau de production, comme le propose par exemple Krutilla (1991). Le raffinement de cette technologie aux cas de biens environnementaux complémentaires ou substitués à la production pour mieux prendre en compte la multifonctionnalité fait l'objet d'une section spécifique. Ces externalités sont différentes dans les deux pays, en raison de caractéristiques de la production qui varient d'un pays à l'autre ou de demandes sociales différentes¹⁴. Pour la clarté de la présentation, on ne considère ici que les externalités positives, mais les résultats obtenus sont parfaitement symétriques dans le cas d'externalités négatives. On considère en outre qu'elles sont croissantes avec la production $e(y) \geq 0, e_y \geq 0$ et $E(Y) \geq 0, E_Y \geq 0$, ce qui correspond à la plupart des

¹² D'après Chatellier et al., (2003), l'Argentine n'est pas le principal exportateur de viande bovine (Australie, Brésil en particulier exportent plus) et l'UE est aujourd'hui proche de l'autosuffisance en viande bovine. Mais la comparaison des coûts de production internationaux plaide pour l'illustration de notre modèle par le choix de ces pays. L'UE est à l'équilibre grâce à un fort soutien et à un fort protectionnisme tarifaire, ce qui fait d'elle un important importateur potentiel. L'Argentine est le pays présentant les coûts de production les plus bas. A titre d'illustration, en 1999, les coûts variables en Argentine étaient de 36 euros pour 100 kilos de poids vif, contre 96 euros en Australie, et 114 euros en France. Cela laisse penser que dans l'hypothèse d'une libéralisation des échanges, les gains de part de marché seront principalement capturés par l'Argentine.

¹³ Les lettres minuscules sont relatives au pays domestique et les majuscules sont relatives au pays étranger.

¹⁴ L'Argentine dispose de vastes étendues de pampa peu peuplées où l'élevage crée par conséquent moins d'aménités à effet local, alors qu'en Europe, les régions d'élevage sont plus densément habitées, et elle accorde potentiellement une plus grande valeur sociale aux externalités de l'élevage

technologies multifonctionnelles telles que développées dans le chapitre 2. On considère également que les externalités augmentent à un taux décroissant, ce qui signifie que la contribution de l'agriculture à l'environnement est de plus en plus faible à mesure que la production s'accroît (voir Romstad et al., 2000 par exemple).

$$\begin{aligned} e_{yy} &\leq 0 \\ E_{yy} &\leq 0 \end{aligned} \quad (5.1)$$

Chaque pays dispose de deux instruments, un tarif et une subvention à la production. L'UE utilise un tarif à l'importation $t \geq 0$ et l'Argentine un tarif à l'exportation $T \geq 0$. Les subventions environnementales unitaires sont respectivement s et S .

Le prix mondial P est endogène à chaque pays et est déterminé par l'équilibre commercial. Les fonctions d'offre et de demande sont déterminées par le prix mondial ajusté par les politiques nationales. La demande d'importation européenne, l'offre d'exportation argentine et le prix mondial, exprimés en fonction des variables de décision, qui sont les instruments de politique nationale, sont donnés par :

$$m(P, t, s) = q(P+t) - y(P+t+s) \quad (5.2)$$

$$X(P, T, S) = Q(P-T+S) - Y(P-T) \quad (5.3)$$

$$P(t,s,T,S)=[P : m(P,t,s)-X(P,T,S)=0] \quad (5.4)$$

Comme tous les arguments de l'offre d'exportation et de la demande d'importation apparaissent de manière additive, les dérivées partielles en fonction de chacun de ces termes seront les mêmes, au signe près. Nous avons donc les relations simples suivantes (où le signe ' signifie la dérivée par rapport au prix) :

$$m' \equiv m_p = m_t = q' - y'; \quad m_s = -y_s = -y' \quad (5.5)$$

$$X' \equiv X_p = -X_T = Y' - Q'; \quad X_s = Y_s = Y' \quad (5.6)$$

Les effets partiels des politiques sur le prix mondial (P_t, P_s, P_T, P_S) peuvent être tirés de la différenciation totale de l'équilibre du marché mondial (5.4) :

$$dP = P_t dt + P_s ds + P_T dT + P_S dS$$

$$= \frac{m'}{X'-m'} dt - \frac{y'}{X'-m'} ds + \frac{X'}{X'-m'} dT - \frac{Y'}{X'-m'} dS \quad (5.7)$$

Preuve :

L'équation (5.4) dans laquelle on introduit (5.2.) et (5.3), peut s'écrire :

$$q(P+t)-y(P+t+s)-(Y(P-T+S) - Q(P-T))=0, \text{ dont la différenciation donne :}$$

$$q'dP + q'dt - y'dP - y'dt - y'ds - (Y'dP - Y'dT + Y'dS - Q'dP + Q'dT) = 0$$

soit

$$(q'-y'+Q'-Y')dP + (q'-y')dt - y'ds + (Y'-Q')dT - Y'dS = 0$$

soit

$$(m'-X')dP + m'dt - y'ds + X'dT - Y'dS = 0$$

d'où (5.7).

On obtient donc les effets partiels des politiques sur le prix mondial :

$$P_t = \frac{m'}{X'-m'} \leq 0 \quad ; \quad P_s = -\frac{y'}{X'-m'} \leq 0$$

$$P_T = \frac{X'}{X'-m'} \geq 0 \quad ; \quad P_S = -\frac{Y'}{X'-m'} \leq 0 \quad (5.8.)$$

Les signes ci-dessus se fondent sur le fait que $m' \leq 0$, car la demande d'importation décroît avec le prix mondial ; $X' \geq 0$, car l'offre d'exportation croît avec le prix mondial ; $Y' \geq 0$ car la production chez l'exportateur croît avec le prix mondial (ou le prix intérieur) et $y' \geq 0$ pour les mêmes raisons chez l'importateur.

Une amélioration des termes de l'échange correspond ici à $dP > 0$ pour l'exportateur et $dP < 0$ pour l'importateur. D'après (5.8), un accroissement du tarif à l'importation $dt > 0$, et un accroissement de la subvention $ds > 0$ chez l'importateur engendrent une baisse du prix mondial et améliore pour lui les termes de l'échange. Un accroissement du tarif à l'exportation $dT > 0$ ou une baisse de subvention $dS < 0$ chez l'exportateur

entraînent une hausse du prix mondial, ie une amélioration pour lui des termes de l'échange.

Les gouvernements de chaque pays maximisent une fonction de bien-être sociale composée du profit du producteur, du surplus du consommateur, du surplus du contribuable, composé de la recette douanière, du coût de la subvention à l'agriculture, et du bénéfice environnemental lié à l'externalité de production. Pour alléger l'écriture, nous évitons d'écrire les arguments du prix mondial dans la fonction, mais le prix mondial dépend de t, s, T et S , c'est pourquoi finalement, on peut écrire la fonction de bien-être social en fonction de ces quatre variables plutôt qu'en fonction de t, s et P .

Cette fonction de bien-être sociale s'écrit pour l'UE:

$$\begin{aligned}
 w(t, s, T, S) = & \pi(P + t + s) + \int_{P+t}^{\infty} q(p^c) dp^c \\
 & - s \cdot y(P + t + s) + e[y(P + t + s)] \\
 & + t[q(P + t) - y(P + t + s)]
 \end{aligned} \tag{5.9}$$

L'expression $\pi(P + t + s)$ est le profit du producteur, qui ne dépend que du prix perçu par le producteur. Le terme $\int_{P+t}^{\infty} q(p^c) dp^c$ est le surplus du consommateur, correspondant à sa demande de consommation du produit marchand moins le prix ; le terme p^c représente le prix au consommateur mais n'est qu'une variable d'intégration. Le terme $s \cdot y(P + t + s)$ est le coût pour le contribuable de la subvention, proportionnelle à la production, et $e(y(P(\cdot) + t + s))$ est le bénéfice social lié à l'externalité de production, que nous reprenons de Krutilla (1991), mais qui dépend ici du prix mondial, donc des politiques de l'autre pays ; et $t \cdot [q(P + t) - y(P + t + s)]$ est la recette douanière.

De manière analogue la fonction de bien-être social en Argentine s'écrit:

$$\begin{aligned}
 W(T, S, t, s) = & \pi(P - T + S) + \int_{P-T}^{\infty} Q(P^c) dP^c \\
 & - SY(P - T + S) + E[Y(P - T + S)] \\
 & + T[Y(P - T + S) - Q(P - T)]
 \end{aligned} \tag{5.10}$$

2. Description des politiques unilatérales

2.1. Les politiques unilatérales du pays domestique

En l'absence d'une quelconque coordination, le problème du pays domestique se pose ainsi: quelles sont les meilleures politiques européennes \tilde{t} et \tilde{s} étant donné les politiques de l'Argentine, qui contribuent à fixer le prix mondial ?

$$\{\tilde{t}(T, S), \tilde{s}(T, S)\} = \text{Arg max}_{t, s} \{w(t, s, T, S) : m(P, t, s) = X(P, T, S)\} \quad (5.11)$$

Dans ce programme, les variables T et S s'interprètent comme les conjectures que fait le pays domestique sur les politiques du pays étranger. Et $\{\tilde{t}(T, S), \tilde{s}(T, S)\}$ sont les fonctions de réaction de l'UE aux politiques établies par l'Argentine. L'équilibre obtenu par la résolution simultanée de ce programme et de celui du pays étranger, s'il existe, est un équilibre de Cournot-Nash.

a - Conditions du premier ordre et fonctions de réaction

Les conditions du premier ordre de ce système sont données par les deux dérivées partielles :

$$\begin{aligned} \forall T, S, s \quad w_t(T, S, t, s) &= 0 \\ \forall T, S, t \quad w_s(T, S, t, s) &= 0 \end{aligned} \quad (5.12)$$

La dérivation donne :

$$w_t = -m.P_t + t[m'P_t + m'] + (e_y - s).y'(P_t + 1) = 0 \quad (5.13)$$

$$w_s = -m.P_s + t[m'P_s - y'] + (e_y - s)y'(P_s + 1) = 0 \quad (5.14)$$

Preuve :

$$\frac{\partial \pi(P+t+s)}{\partial t} = y(P_t+1)$$

$$\frac{\partial \int_{P_t}^{\infty} q(p^c) dp^c}{\partial t} = -q(P_t+1)$$

$$\frac{\partial \{-s.y(P+t+s)\}}{\partial t} = -s.y'(P_t+1)$$

$$\frac{\partial e[y(P+t+s)]}{\partial t} = e_y.y'.(Pt+1)$$

$$\begin{aligned} t[q(P+t) - y(P+t+s)] &= q - y + t(q'(Pt+1) - y'(Pt+1)) \\ &= m + tm'(P_t+1) \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} w_t &= y(P_t+1) - q(P_t+1) - s.y'(P_t+1) + e_y.y'.(Pt+1) + m + tm'(P_t+1) \\ &= -m(P_t+1) - s.y'(P_t+1) + e_y.y'.(Pt+1) + m + tm'(P_t+1) \\ &= -mP_t + tm'(P_t+1) + (e_y - s).y'.(Pt+1) \end{aligned}$$

La même démarche aboutit à (5.14)

Nous pouvons réécrire le système (5.13); (5.14) plus simplement, en utilisant les résultats de (5.8)

$$P_t = \frac{m'}{X'-m'}, \text{ et } P_t+1 = \frac{X'}{X'-m'}$$

$$P_s = -\frac{y'}{X'-m'}, \text{ et } P_s+1 = \frac{X'-q'}{X'-m'}$$

En utilisant ces expressions dans w_t et en remplaçant m par X , on obtient :

$$\forall T, S, s \quad t = \frac{X}{X'} - (e_y - s) \frac{y}{m'} \quad (5.15)$$

$$\forall T, S, t \quad s = e_y + \frac{X}{X'-q'} - t \frac{X'}{X'-q'} \quad (5.16)$$

L'optimisation des deux politiques requiert la résolution simultanée du système (5.15) et (5.16), qui aboutit à :

$$\forall T, S \quad \tilde{t} = \frac{X}{X'} \quad (5.17)$$

$$\forall T, S \quad \tilde{s} = e_y \quad (5.18)$$

La condition (5.17) est la définition familière du droit de douane optimal d'un grand pays, qui s'écrit plus souvent $\frac{\tilde{t}}{P} = \frac{1}{\varepsilon_x}$ où $\varepsilon_x = X' \frac{P}{X}$ est l'élasticité de l'offre d'exportation de l'Argentine (Graaf, 1949-1950). Quelle que soit la politique de l'exportateur, et quelle que soit la valeur attribuée aux biens non marchands, l'importateur a intérêt à adopter un droit de douane modéré (qui n'aboutit jamais à la fermeture du marché). Pour pouvoir fixer sa politique, le pays doit connaître le prix d'équilibre après mise en place de sa politique et éventuellement réaction de l'autre pays. Au delà du tarif optimum, le coût lié à la diminution du volume échangé dépasse le bénéfice tiré de la modification des prix mondiaux.

La condition (5.18) est la subvention pigouvienne ordinaire du petit pays, abondamment développée dans la première partie de la thèse.

L'expression du tarif optimal ne dépend pas de l'environnement. Par ailleurs la subvention optimale ne contient pas de termes de l'échange. Cela confirme que la meilleure façon pour un Etat d'user de son pouvoir de marché pour modifier les termes de l'échange est de recourir uniquement à la politique douanière et non pas à la politique environnementale, et la meilleure façon de prendre en compte son environnement est de recourir uniquement à la politique environnementale domestique, et non sa politique douanière.

Cependant, ces deux expressions dépendent du prix mondial, lui-même affecté par ces deux politiques, comme on le voit avec les expressions complètes :

$$\tilde{t}(T, S) = \frac{X(P(\tilde{t}, \tilde{s}, T, S), T, S)}{X'}$$

$$\tilde{s}(T, S) = e_y(y(P(\tilde{t}, \tilde{s}, T, S) + t + s))$$

Indirectement, la subvention affecte donc la valeur du tarif optimal et le tarif optimal affecte la valeur de la subvention.

En outre, la politique de l'Argentine modifie la politique pigouvienne à travers les prix mondiaux, donc le niveau de production d'équilibre de la production marchande, donc la valeur marginale de l'externalité (sauf si elle est linéaire en y auquel cas e_y , comme y , sont insensibles aux prix). A travers les prix mondiaux, la politique environnementale dépend aussi des politiques de l'autre pays.

Une première conclusion peut être tirée : s'il n'existait pas de régulation internationale des tarifs douaniers, les pays n'auraient aucun intérêt à subventionner leur production agricole en dessous ou au dessus de la valeur sociale de la production.

b - Les conditions du second ordre sur w

Dans le cas le plus général où l'on ne fait aucune hypothèse sur les élasticités de l'offre d'exportation et de la demande d'importation, la concavité de la fonction de bien-être social n'est pas assurée en t et s sur $[0, +\infty[$.

Nous la démontrons localement et pour des fonctions d'offre et de demandes linéaires autour du maximum $y''=q''=m''=0$.

On pose $w(t, s) = v(t, s) + e(t, s)$

Avec

$$v(t, s) = \pi(P + t + s) + \int_{P+t}^{\infty} q(p^c) dp^c - s \cdot y(P + t + s) + t[q(P + t) - y(P + t + s)]$$

et

$$e(t, s) = e[y(P(t, s) + t + s)]$$

une condition suffisante pour que w soit concave et que v et e soient concaves

(i) démonstration de la concavité de v

$$v_t = -mP_t + tm'(P_t + 1)$$

$$v_{tt} = P_t[y'(P_t + 1) - q'(P_t + 1)] + (q' - y')(P_t + 1)$$

$$v_{tt} = -m'(Pt^2 - 1) \leq 0 \quad \text{car } P_t < 1 \text{ et } m' < 0$$

$$v_{ss} = P_s[y'(P_s + 1) - q'P_s] - y'(P_s + 1)$$

$$v_{ss} = -m'P_s^2 - y' = -m'(P_s^2 - \frac{y'}{y'-q'}) = -m'[\frac{y'^2}{(X'+y'-q')^2} - \frac{y'}{y'-q'}]$$

et comme $y'-q' < X'+y'-q'$

$$\text{on a } \frac{1}{X'+y'-q'} < \frac{1}{y'-q'}, \text{ d'où } 0 < \frac{y'}{X'+\underbrace{y'-q'}_{=-m'}} < \frac{y'}{y'-q'} < 1$$

$$\text{et donc } (\frac{y'}{X'+y'-q'})^2 < \frac{y'}{y'-q'}$$

d'où $v_{ss} \leq 0$

$$\text{Enfin, } v_{tt}v_{ss} - v_{ts}^2 = -\frac{(y'q'X')(X'-2m')}{(X'-m')^2} \geq 0 \quad \text{car } q' < 0 ; m' < 0 ; y' > 0 ; X' > 0$$

La fonction v est donc concave

(ii) démonstration de la concavité de e

$$e_t = (e_y - s) \cdot y' \cdot (Pt + 1)$$

$$e_{tt} = e_{yy} y'^2 \cdot (P_t + 1) \leq 0$$

$$e_{ss} = e_{yy} y'^2 \cdot (P_s + 1) \leq 0$$

$$e_{tt}e_{ss} - e_{ts}^2 = 0$$

La fonction e est donc concave, donc w est concave.

2.2. Les politiques unilatérales du pays étranger

Par symétrie, les stratégies optimales unilatérales de l'Argentine se déroulent de la même façon

$$\{\tilde{T}(t, s), \tilde{S}(t, s)\} = \text{Arg max}_{T, S} \{W(t, s, T, S) : m(P, t, s) = X(P, T, S)\} \quad (5.19)$$

La dérivation de $W(T, S, t, s)$ par rapport à T et S aboutissent de la même façon que pour l'Europe aux conditions du premier ordre suivantes :

$$\forall s, t, S \quad T = -\frac{m'}{m} - (E_Y - S) \frac{Y'}{X'} \quad (5.20)$$

$$\forall s, t, T \quad S = E_Y + \frac{X}{m' + Q'} + T \frac{m'}{m' + Q'} \quad (5.21)$$

Lorsque l'Argentine optimise ses deux politiques, leurs expressions sont données par la résolution de (5.20) et (5.21)

D'où les solutions

$$\tilde{T} = -\frac{m'}{m} = \frac{-P}{\varepsilon_m} \quad (5.22)$$

$$\tilde{S} = E_Y \quad (5.23)$$

3. Etude des fonctions de réaction totales et équilibre de Nash

Les fonctions de réaction totales sont celles adoptées par les pays lorsque toutes les politiques sont endogènes et non contraintes, c'est-à-dire qu'elles ne sont soumises à aucun accord multilatéral. A chaque conjecture que fait l'Europe sur les politiques de l'Argentine, elle envisage simultanément sa meilleure réponse tarifaire $\tilde{t}(T, S)$ définie par l'équation (5.17) et sa meilleure réponse concernant sa politique environnementale $\tilde{s}(T, S)$ définie par (5.18). L'Argentine faisant de même, à l'équilibre complet, après ajustement des quatre variables endogènes, et en l'absence de toute coordination, on trouve les conditions nécessaires de l'équilibre de Nash

$$t^e = \frac{X[P(t^e, s^e, T^e, S^e) - T^e, S^e]}{X'[P(t^e, s^e, T^e, S^e) - T^e, S^e]} \quad (5.24)$$

$$s^e = e_y (y(P(T^e, S^e, s^e, t^e) + s^e + t^e)) \quad (5.25)$$

$$T^e = -\frac{m[P(t^e, s^e, T^e, S^e) + t^e, s^e]}{m'[P(t^e, s^e, T^e, S^e) + t^e, s^e]} \quad (5.26)$$

$$S^e = E_Y (Y(P(T^e, S^e, s^e, t^e) - T^e + S^e)) \quad (5.27)$$

Nous avons jusqu'à présent seulement caractérisé la situation d'équilibre s'il existe. Afin de montrer son existence et sa stabilité, on étudie le sens de variation de chaque politique.

Pour simplifier l'analyse, on démontre cette existence et cette stabilité dans le cas d'une externalité linéaire dans la zone concernée par les déplacements d'équilibre. Cela réduit la portée des résultats, mais ça éclaire les déplacements d'équilibres.

En effet, s et S ne dépendent alors plus du prix mondial, et l'équilibre stratégique ne porte plus que sur t et T . L'équilibre de Nash ainsi défini s'écrit :

$$t^e = \frac{X[P(t^e, \bar{s}, T^e, \bar{S}) - T^e, \bar{S}]}{X'[P(t^e, \bar{s}, T^e, \bar{S}) - T^e, \bar{S}]} \quad (5.28)$$

$$\bar{s} = e_y \quad (5.29)$$

$$T^e = -\frac{m[P(t^e, \bar{s}, T^e, \bar{S}) + t^e, \bar{s}]}{m'[P(t^e, \bar{s}, T^e, \bar{S}) + t^e, \bar{s}]} \quad (5.30)$$

$$\bar{S} = E_Y \quad (5.31)$$

La différenciation totale des tarifs donne les pentes des fonctions de réaction tarifaire, qui s'écrivent, en supposant les offres et demandes également linéaires (preuves données en *annexe 5.1.*):

$$d\tilde{t}^e = \frac{m'}{\underbrace{X' - 2m'}_{\leq 0}} dT^e \quad (5.32)$$

$$d\tilde{T}^e = \frac{-X'}{\underbrace{2X'-m'}_{\leq 0}} dt^e \quad (5.33)$$

En réécrivant ces expressions sous la forme

$$d\tilde{t}^e(T^e) = \frac{m'}{\underbrace{X'-2m'}_{\leq 0}} dT^e$$

$$dt^e = \frac{m'-2X'}{X'} d\tilde{T}^e(t^e)$$

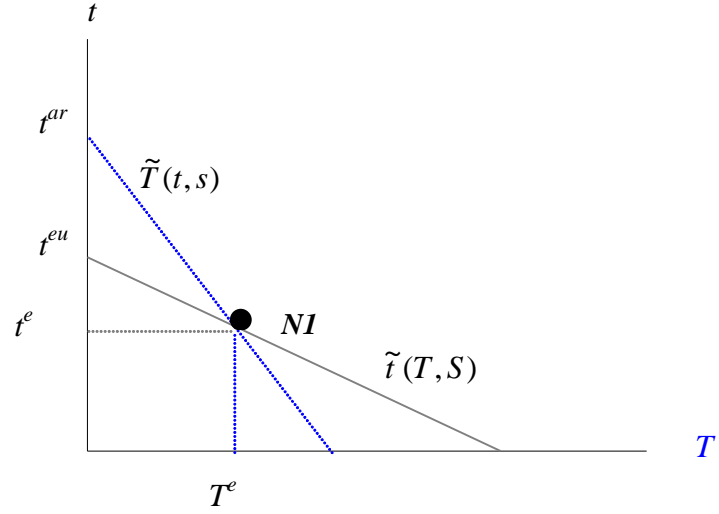
on vérifie que les pentes sont négatives, et que dans le repère (T,t) la fonction de réaction en Europe est plus pentue $m'/(X'-2m')$ que la fonction de réaction argentine $(m'-2X')/X'$.

Cela se comprend économiquement. Soit t^{eu} le tarif optimal en Europe lorsque l'Argentine est au libre échange $T=0$, donc $t^{eu}=\tilde{t}(0)$ et t^{ar} le tarif en Europe auquel l'Argentine choisirait $T=0$, donc $\tilde{T}(t^{ar})=0$. Le point t^{eu} est donc le point de la fonction de réaction européenne pour $T=0$ et t^{ar} est le point de la fonction de réaction argentine tel que $T=0$. Se peut-il que t^{eu} soit supérieur à t^{ar} ? Si $\tilde{T}(t^{ar})=0$, c'est que $m(t^{ar}, \tilde{T}(t^{ar}))=0$. Le tarif t^{ar} est donc le tarif qui empêche à l'Argentine d'exporter. Ce tarif ne peut être choisit par l'Europe puisque si $m=0$, il est immédiat que son tarif optimal est zéro $t^{eu}=\tilde{t}(0)=0$, ce qui ne correspond jamais à t^{ar} . Il est donc impossible que l'Europe choisisse un tarif supérieur ou égal à tar. D'où $t^{eu} < t^{ar}$ (cf figure 5.1.).

Cela correspond au fait que le tarif qui supprimerait le commerce n'est jamais la meilleure réponse. L'Europe préfère toujours un peu de commerce à pas de commerce, ce qui conduit à la convergence de l'équilibre de Nash.

Etant donné les pentes calculées et les points à l'origine, cela garantit l'existence et l'unicité de l'équilibre de Nash.

Figure 5.1. Equilibre de Nash sur les tarifs (cas linéaire)



On cherche désormais à étudier les déplacements de cet équilibre en fonction des variations des externalités. Si les valeurs des externalités environnementales se modifient sous l'effet de changements technologiques ou d'un accroissement de revenu, un nouvel équilibre de Nash se définit. On le détermine, dans le cas où les offres et demandes sont linéaires, par la différenciation totale de (5.28) et (5.29), qui s'écrivent alors :

$$t^e = \frac{X[P(t^e, \bar{s}, T^e, \bar{S}) - T^e, \bar{S}]}{X'}$$

$$T^e = -\frac{m[P(t^e, \bar{s}, T^e, \bar{S}) + t^e, \bar{s}]}{m'}$$

La décomposition des effets partiels et la résolution en fonction de $d\bar{s}$ et $d\bar{S}$ aboutit aux équations suivantes (preuves en annexe 5.2):

$$dt^e = \underbrace{\frac{-y'}{2(X'-m')}}_{\leq 0} d\bar{s} + \underbrace{\frac{-m'Y'}{2X'(X'-m')}}_{\geq 0} d\bar{S} \quad (5.34)$$

$$dT^e = \underbrace{\frac{y'X'}{2m'(X'-m')}}_{\leq 0} d\bar{s} + \underbrace{\frac{Y'}{2(X'-m')}}_{\geq 0} d\bar{S} \quad (5.35)$$

L'ensemble des effets partiels des politiques environnementales est donc celui-ci :

$$dt^e / d\bar{s} = \frac{-y'}{2(X'-m')} \leq 0 \quad (5.36)$$

$$dT^e / d\bar{s} = \frac{y'X'}{2m'(X'-m')} \leq 0 \quad (5.37)$$

$$dt^e / d\bar{S} = \frac{-m'Y'}{2X'(X'-m')} \geq 0 \quad (5.38)$$

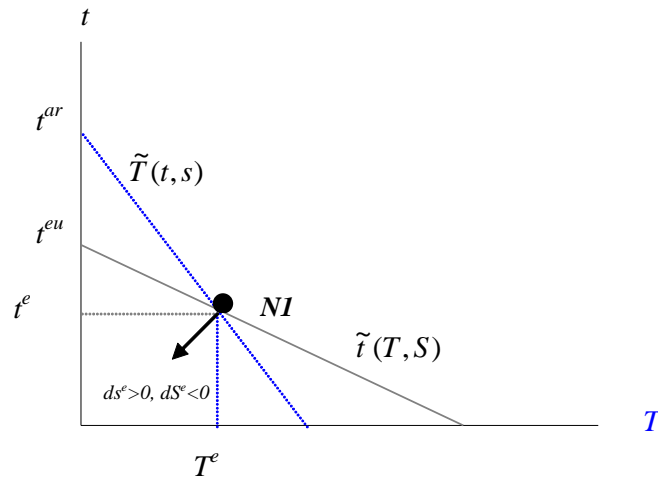
$$dT^e / d\bar{S} = \frac{Y'}{2(X'-m')} \geq 0 \quad (5.39)$$

Figure 5.2. Décomposition de la statique comparative des politiques à l'équilibre de Nash

Source	Effet	$d t^e$	$d T^e$
$d s^e$		-	-
$d S^e$		+	+

On a donc les déplacements d'équilibre suivants :

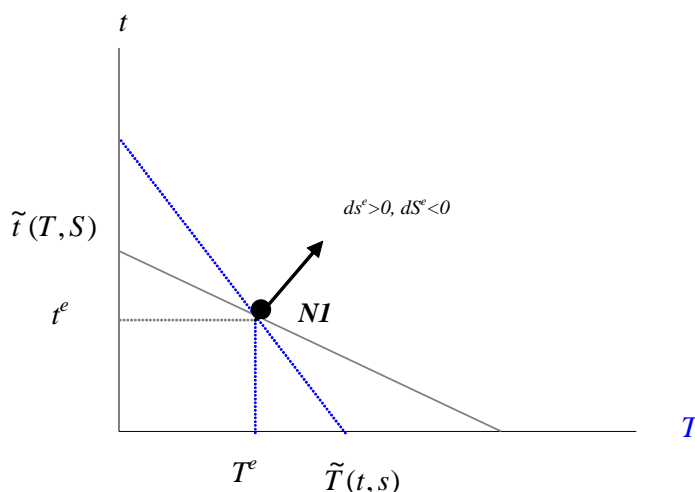
Figure 5.3. Déplacement de l'équilibre de Nash tarifaire en cas d'amélioration de l'environnement en Europe ou de détérioration en Argentine



L'accroissement de la contribution environnementale de la production en Europe ou l'accroissement de la demande sociale en Europe engendre un accroissement de la subvention pigouvienne, qui engendre elle-même une baisse de la demande d'importation, donc du prix mondial. Ceci a deux effets : (i) la fonction de réaction tarifaire européenne est alors déplacée vers le bas car la subvention joue déjà le rôle recherché par le tarif (d'abaissement du prix mondial) ; (ii) le niveau d'échange est alors trop faible du point de vue de l'Argentine, qui réagit en diminuant elle aussi son tarif.

L'équivalent se produit si la contribution agricole marginale à l'environnement se dégrade en Argentine, l'Argentine subventionne moins sa production, ce qui diminue l'offre, accroît le prix mondial, et (i) autorise l'Argentine à diminuer son tarif d'exportation ; (ii) force l'Europe à baisser son tarif.

Figure 5.4. Déplacement de l'équilibre de Nash tarifaire en cas de détérioration de l'environnement en Europe ou d'amélioration en Argentine



De manière réciproque, si l'externalité marginale diminue en Europe, la subvention baisse, la demande d'importation s'accroît, et le prix mondial diminue, ce qui a deux effets : (i) l'Argentine élève son tarif à l'exportation (ii) et l'Europe élève son tarif pour rétablir un prix mondial plus faible.

Si l'externalité marginale s'accroît en Argentine, elle augmente la subvention, exporte plus, ce qui fait baisser le prix mondial et (ii) l'incite à rehausser son tarif à l'export ; (ii) permet à l'Europe de rehausser son droit de douane.

Conclusion du cinquième chapitre

Ce chapitre analyse les politiques tarifaires et intérieures unilatérales des grands pays dans le cas d'une externalité de production. Lorsque les deux politiques sont fixées librement, la subvention environnementale reste égale à la valeur marginale de la contribution de l'agriculture à l'environnement. Les deux politiques sont reliées entre elles. Le tarif réagit à la valeur de la subvention car celle-ci modifie les termes de l'échange, et la subvention réagit au tarif car celui-ci modifie le prix intérieur, donc la production agricole et la production d'externalités.

Il existe une symétrie entre l'intérêt pour un exportateur de taxer ses exportations et pour un importateur de taxer ses importations. Dans la pratique les pays ont plus tendance à taxer leurs importations que leurs exportations, même si certains grands exportateurs disposant d'un réel pouvoir de marché ont recours aux taxes à l'export, comme l'Argentine sur le bœuf ou le soja. Cela s'explique probablement en partie par des raisons de préférences politiques non incluses dans le modèle.

Sixième Chapitre. Optimum de Pareto global et coordination internationale

1. Calcul de l'optimum de Pareto

Nous avons caractérisé les politiques commerciales et environnementales à l'équilibre de Nash, que les Etats les choisiraient s'ils cherchaient à maximiser leur fonction de bien-être sociale de manière non coopérative, ie avant de négocier. L'équilibre de Nash représente donc l'équilibre économique théorique en l'absence de tout accord commercial. Jusqu'à présent, nous n'avons pas cherché à porter de jugement sur ces politiques qui répondent à une conception restreinte de l'optimalité : l'optimum unilatéral. Nous voulons désormais savoir si ces politiques sont globalement optimales, c'est-à-dire si il n'existe pas d'autres équilibres de ces politiques qui soient meilleurs pour les deux pays à la fois. L'existence d'un tel équilibre, Pareto supérieur à l'équilibre de Nash, justifie une coordination internationale mutuellement bénéfique, et donc compatible avec le fonctionnement par consensus (Bawgell et Staiger, 1999).

1.1. Optimum de premier rang

Pour ce faire, nous calculons les combinaisons de politiques globalement efficaces, correspondant à l'optimum de Pareto global, en modélisant ce que ferait un régulateur supranational cherchant à maximiser le bien-être du pays domestique sous contrainte

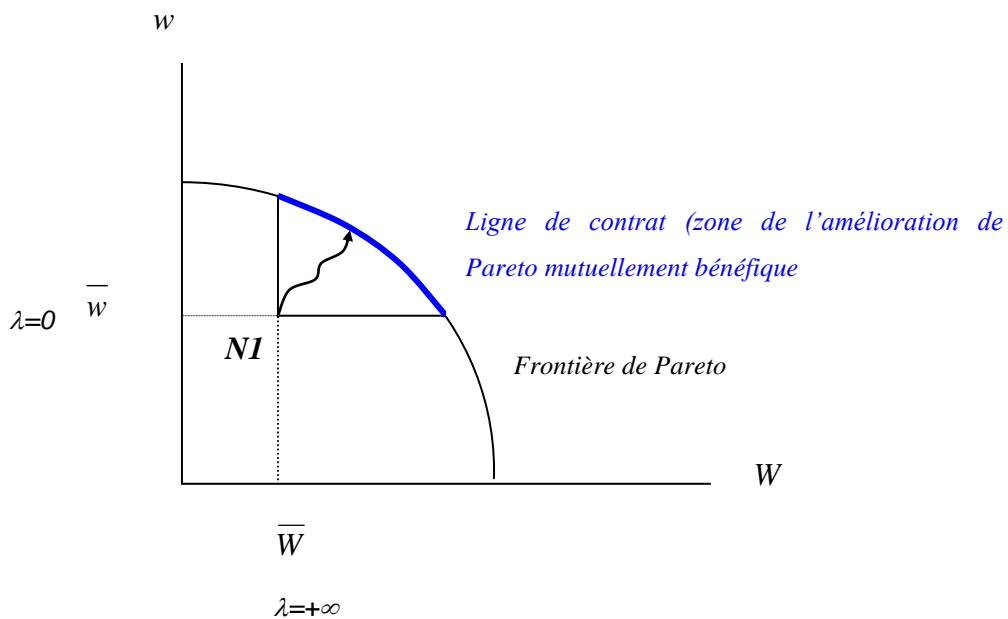
d'un maintien du bien-être du pays étranger à un niveau au moins égal au niveau de bien-être obtenu à l'équilibre de Nash \bar{W} . Cette façon de procéder nous donne toutes les combinaisons de politiques pour lesquelles le bien-être du pays domestique est maximale alors que le bien-être du pays étranger est au moins égal à ce qu'il était à l'équilibre de Nash. L'ensemble des équilibres recherchés correspond donc à l'ensemble des améliorations mutuelles possibles.

$$\text{Max}_{t,s,T,S,\lambda} \left\{ L(t,s,T,S,\lambda) = w(t,s,T,S) + \lambda.(W(T,S,t,s) - \bar{W}) \right\} \quad (6.40)$$

$$\lambda \in \Re + *$$

où le multiplicateur de Lagrange λ représente le poids donné au bien-être du pays tiers. En faisant varier λ , le régulateur peut a priori choisir différents optimums de Pareto correspondant à différentes distributions du bien-être entre les deux Etats. La valeur $\lambda=0$ revient à ne maximiser que le bien-être du pays domestique (et donc à retrouver sa valeur de l'équilibre de Nash). La valeur $\lambda=1$ correspond à maximiser la somme du bien-être des deux pays, ce qui correspond à une amélioration égale pour les deux. Il s'agit alors de l'optimum utilitariste, pour lequel le surplus de chacun a la même valeur. Le fait d'optimiser le programme par rapport à λ revient à chercher toutes les valeurs de λ pour lesquelles un optimum est possible.

Figure 6.1. Chemin d'une coordination pareto optimale



Les conditions du premier ordre du programme (6.40) sont données par la contrainte $W(T, S, t, s) - \bar{W} \geq 0$ et les équations suivantes:

$$L_t(t, s, T, S, \lambda) = w_t + \lambda W_t = 0 \quad (6.41a)$$

$$L_s(t, s, T, S, \lambda) = w_s + \lambda W_s = 0 \quad (6.41b)$$

$$L_T(t, s, T, S, \lambda) = w_T + \lambda W_T = 0 \quad (6.41c)$$

$$L_S(t, s, T, S, \lambda) = w_S + \lambda W_S = 0 \quad (6.41d)$$

Ces conditions du premier ordre aboutissent aux conditions de tangence des surfaces d'indifférence des deux pays dans l'espace $[t, s, T, S]$:

$$-\lambda = \frac{w_t}{W_t} = \frac{w_s}{W_s} = \frac{w_T}{W_T} = \frac{w_S}{W_S} \quad (6.42)$$

Nous résolvons d'abord séparément le sous-système (6.41a),(6.41b) correspondant aux politiques du pays domestique et le sous-système (6.41c),(6.41d) correspondant aux politiques du pays étranger.

Calculons d'abord la valeur de λ ¹⁵ :

$$^{15} w_t = -m.P_t + tm'(P_t + 1) + (e_y - s).y'(P_t + 1)$$

$$W_t = X.P_t + TX'P_t + (E_Y - S).Y'P_t$$

$$w_s = -m.P_s + t[m'P_s - y'] + (e_y - s)y'(P_s + 1)$$

$$W_s = X.P_s + TX'P_s + (E_Y - S).Y'P_s$$

$$w_T = -m.P_T + tm'P_T + (e_y - s).y'P_T$$

$$W_T = X.P_T + TX'(P_T - 1) + (E_Y - S).Y'(P_T - 1)$$

$$w_S = -m.P_S + tm'P_S + (e_y - s).y'P_S$$

$$W_S = X.P_S + T(X'P_S + Y') + (E_Y - S).Y'(P_S + 1)$$

$$\begin{aligned}
-\lambda &= \frac{w_t}{W_t} = \frac{-m.P_t + tm'(P_t + 1) + (e_y - s).y'(P_t + 1)}{X.P_t + TX'P_t + (E_Y - S).Y'P_t} \\
&= \frac{-m.P_t + tm'P_T + (e_y - s).y'P_T}{X.P_t + TX'P_t + (E_Y - S).Y'P_t}, \text{ en se souvenant que } P_T = P_t + 1
\end{aligned}$$

de même,

$$\begin{aligned}
-\lambda &= \frac{w_T}{W_T} = \frac{-m.P_T + tm'P_T + (e_y - s).y'P_T}{X.P_T + TX'(P_T - 1) + (E_Y - S).Y'(P_T - 1)} \\
&= \frac{-m.P_T + tm'P_T + (e_y - s).y'P_T}{X.P_T + TX'P_t + (E_Y - S).Y'P_t}
\end{aligned}$$

En remarquant que $-\lambda = \frac{wt}{Wt} = \frac{w_T}{W_T} = \frac{wt - w_T}{Wt - W_T}$, on obtient

$$-\lambda = \frac{wt - w_T}{Wt - W_T} = \frac{-m.(P_T - P_t)}{X.(P_T - P_t)} = -1 \quad \text{car } P_T = P_t + 1$$

Finalement,

$$\lambda = 1 \tag{6.43}$$

On résout alors le système (6.41) avec $\lambda=1$ qui donne les politiques globalement optimales (t^*, s^*, T^*, S^*) :

$$tm'(P_t + 1) + (e_y - s).y'(P_t + 1) + TX'P_t + (E_Y - S).Y'P_t = 0$$

$$t[m'P_s - y'] + (e_y - s).y'(P_s + 1) + TX'P_s + (E_Y - S).Y'P_s = 0$$

$$tm'P_T + (e_y - s).y'P_T + TX'(P_T - 1) + (E_Y - S).Y'(P_T - 1) = 0$$

$$tm'P_S + (e_y - s).y'P_S + T(X'P_S + Y') + (E_Y - S).Y'(P_S + 1) = 0$$

La résolution de ce système, par exemple en travaillant d'abord sur les deux premières équations puis sur les autres, aboutit à

$S^*=e_y$, $S^*=E_Y$ et $T^*+t^*=0$. Comme les tarifs sont définis de manière positive, on obtient l'unique optimum de Pareto :

$$\begin{pmatrix} s^* \\ t^* \\ S^* \\ T^* \\ \lambda^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_y \\ 0 \\ E_Y \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6.44)$$

L'équilibre de Nash constitué par les politiques tarifaires et environnementales de grands pays est un dilemme du prisonnier composé de politiques tarifaires inefficaces du point de vue multilatéral et de politiques environnementales efficaces du point de vue multilatéral (subventions pigouviennes dans le cas d'externalités de production positives).

Cela suggère qu'avant toute négociation commerciale, les pays n'ont pas intérêt à dévier leurs politiques intérieures de l'optimum, c'est-à-dire de la contribution marginale de leur production à l'environnement. Cela ne remet pas en cause la discussion de la première partie sur la possibilité d'améliorer cette rémunération des externalités environnementales à travers des paiements publics ciblés sur les biens non marchands lorsque cela est possible.

1.2. Optimum de second rang sur les subventions

Lorsque les tarifs sont considérés comme fixes, la recherche de l'optimum de second rang porte uniquement sur les politiques environnementales. Le niveau des politiques environnementales est alors donné par la résolution de (6.41b) et (6.41d), qui donne avec $\lambda=1$:

$$t[m'P_s - y'] + (e_y - s)y'(P_s + 1) + TX'P_s + (E_Y - S)Y'P_s = 0$$

$$tm'P_s + (e_y - s)y'P_s + T(X'P_s + Y') + (E_Y - S)Y'(P_s + 1) = 0$$

d'où l'on obtient :

$$s^{sb} = e_y + \frac{m'P_s - y'(P_s + 1)}{y'(P_s + P_s + 1)}t - \frac{Q'P_s}{y'(P_s + P_s + 1)}T$$

$$S^{sb} = E_Y + \frac{X'P_s + Y'(P_s + 1)}{Y'(P_s + P_s + 1)}T + \frac{q'P_s}{Y'(P_s + P_s + 1)}t$$

En remplaçant les termes P_s et P_s par leurs valeurs en termes d'élasticités (expression (5.8)), on obtient finalement,

$$s^{sb} = e_y - \frac{Q'}{Q'+q'}t - \frac{Q'}{Q'+q'}T$$

$$S^{sb} = E_Y + \frac{q'}{Q'+q'}T + \frac{q'}{Q'+q'}t$$

Lorsque les tarifs sont fixés, la subvention de second rang en Europe est inférieure à e_y et la subvention de second rang en Argentine est supérieure à E_Y . Plus les tarifs sont fixés à un niveau faible (par exemple en cas de renégociation successive des tarifs), plus la subvention de second rang en Europe s'accroît (tout en restant inférieure à e_y) et plus la subvention de second rang en Argentine diminue, tout en restant supérieure à E_Y .

2. Coordination multilatérale

2.1. Coordination partielle des politiques commerciales

La comparaison de l'équilibre de Nash NI et de l'optimum de Pareto faire apparaît une sous optimalité des politiques commerciales seules. Mais si les tarifs sont soumis à un accord multilatéral visant à les réduire, ils ne vérifient plus les conditions du premier ordre, et l'optimisation ne porte plus que sur les subventions, qui prennent alors des expressions analytiques différentes (5.16) et (5.21). Dans ce cas, les fonctions de réaction partielles portant sur les subventions sont modifiées.

Soient T^s et t^s les valeurs des tarifs exogènes tels que définis dans le cadre d'un accord multilatéral. Les fonctions de réaction partielles des subventions sont notées :

$$\tilde{s}(T^g, S, t^g)$$

$$\tilde{S}(t^g, s, T^g)$$

Leur valeur analytique est obtenue par maximisation des fonctions de bien-être social w et W par rapport aux subventions seulement. Elles vérifient donc les conditions du premier ordre de (5.9) ; et (5.10), données par les expressions (5.16) et (5.21) en remplaçant t par t^g et T par T^g .

$$\tilde{s} = e_y + \left(\frac{X}{X'} - t^g \right) \frac{X'}{X' - q'} \quad (6.45)$$

$$\tilde{S} = E_y + \left(\frac{m}{m'} + T^g \right) \frac{m'}{m' + Q'} \quad (6.46)$$

La subvention unilatérale européenne est accrue par l'accord alors que la subvention unilatérale argentine est diminuée par cet accord. En effet, comme la coordination tarifaire vise à réduire les deux tarifs, $t^g < t^e = X/X'$, et $T^g < T^e = -m/m'$.

$$\tilde{s}(T^g, S, t^g) \geq s^* = s^e(T^e, S^e) = e_y$$

$$\tilde{S}(t^g, s, T^g) \leq S^* = S^e(t^e, s^e) = E_y$$

Un accord de libéralisation des politiques commerciales entraîne donc un accroissement de la subvention environnementale chez l'importateur et une baisse de la subvention environnementale chez l'exportateur. Cela donne une rationalité aux comportements asymétriques des grands exportateurs et des grands importateurs vis-à-vis du recours au soutien interne. Un grand pays exportateur peut même avoir intérêt à taxer une production génératrice d'externalités positives s'il ne peut utiliser une politique tarifaire pour les termes de l'échange. L'équilibre serait alors dans le quadrant de gauche. Un grand pays importateur peut avoir tendance à subventionner une production polluante, pour les mêmes raisons (quadrant inférieur de la figure 6.2).

Proposition 6.1.

En cas d'externalité de production positive, un accord de réduction tarifaire entre deux pays conduit à une subvention supérieure à l'optimum chez l'importateur et à une subvention inférieure à l'optimum chez l'exportateur.

Proposition 6.2.

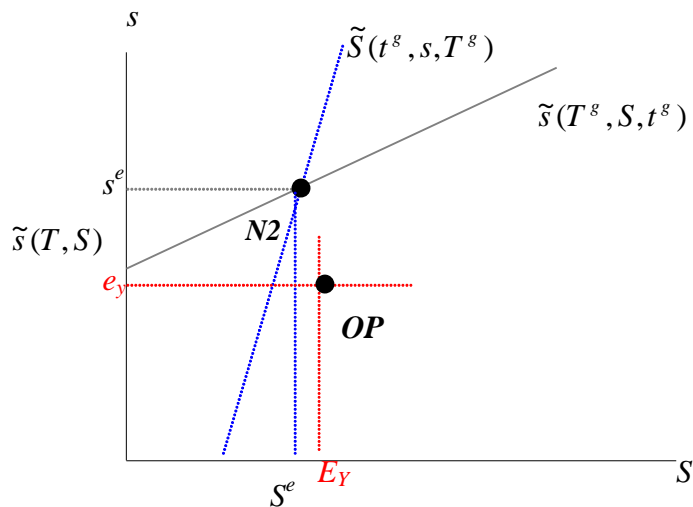
Lorsque les politiques tarifaires de deux pays sont soumises à un accord bilatéral, un accord de réduction mutuelle des subventions n'est contraignant que pour les importateurs.

Pour étudier l'équilibre de Nash sur les subventions (lorsque les tarifs sont fixés), il nous suffit de réaliser la statique comparative des expressions de s et S , qui aboutit aux expressions (Preuves en annexe 6.2):

$$d\tilde{s} = \frac{-m'Y'}{(X'-q')(X'-m') + X'y'} dS \quad (6.47)$$

$$d\tilde{S} = -\frac{y'X'}{(m'+Q')(X'-m') + m'Y'} ds \quad (6.48)$$

Figure 6.2. Equilibre de Nash sur les politiques environnementales en cas de coordination partielle sur les politiques douanières



La figure 6.2 montre que la coordination partielle sur les tarifs déplace l'équilibre, la subvention européenne devenant plus forte qu'à l'optimum et la subvention argentine devenant plus faible qu'à l'optimum. Il en résulte une réduction du commerce mondial.

Le dilemme du prisonnier mis en évidence sur les politiques commerciales se reporte alors sur les politiques environnementales lorsque les politiques commerciales sont contraintes. Une illustration graphique du dilemme de ce prisonnier dû aux politiques environnementales en l'absence de tout effet externe est proposée par la méthode des surplus en annexe (6.1.).

L'existence d'un accord multilatéral sur la réduction tarifaire rend donc la coordination sur les soutiens internes nécessaire. Une coordination sur les tarifs seuls est donc insuffisante puisqu'elle conduirait les Etats vers l'équilibre de Nash $N2$ ci-dessus. L'accord complémentaire sur les politiques intérieures doit consister à réduire la subvention de l'importateur et accroître la subvention de l'exportateur par rapport à $N2$, jusqu'aux niveaux de subvention donnés par $N1$.

Figure 6.3. Politiques commerciales et environnementales en cas de coordination partielle

Equilibre de Nash complet $N1$ 2 instruments endogènes	Coordination sur les tarifs $t = t^g < t^e$ $T = T^g < T^e$	Coordination sur les subventions $s = s^g < s^e$ $S = S^g > S^e$	Optimum de pareto
$t^e = \frac{X}{X'}$ $s^e = e_y$ $T^e = -\frac{m}{m'}$ $S^e = E_Y$ $y^e > y^* ; Y^e < Y^*$	$t = t^g$ $\tilde{s} = e_y + \left(\frac{X}{X'} - t^g\right) \frac{X'}{X' - q'} > e_y$ $T = T^g$ $\tilde{S} = E_Y + \left(\frac{m}{m'} + T^g\right) \frac{m'}{m' + Q'} < E_Y$ $y(t^g) > y^* ; Y(T^g) < Y^*$	$\tilde{t} = \frac{X}{X'} - (e_y - s^g) \frac{y'}{m'} > t^e$ $s = s^g$ $\tilde{T} = -\frac{m}{m'} - (E_y - S^g) \frac{Y'}{X'} < T^e$ $S = S^g$ $y(s^g) ; Y = Y(S^g)$	$t^* = 0$ $s^* = e_y$ $T^* = 0$ $S^* = E_Y$ $y^* ; Y^*$

En résumé, l'équilibre de Nash sur les subventions dépend des contraintes posées sur les tarifs. La libéralisation tarifaire dans le cadre d'un accord multilatéral entraîne les effets suivants : un pays exportateur ayant une externalité positive a alors intérêt à trop peu subventionner sa production multifonctionnelle. Un pays importateur a au contraire intérêt à trop subventionner sa production multifonctionnelle. Toutes choses égales par ailleurs, les pays agro-exportateurs ont donc intérêt à réduire leur soutien interne et les agro-importateurs ont intérêt à accroître leur soutien interne en cas de coordination partielle sur les politiques commerciales. Dans les deux cas, ce nouvel équilibre $(t^s, T^s, \tilde{s} > e_y, \tilde{S} < E_y)$ conduit à une réduction des volumes échangés par rapport à un niveau de subvention inchangé $(t^s, T^s, s^* = e_y, S^* = E_y)$, puisque $m_s = -y'$, aboutissant à un dilemme du prisonnier (chacun y perd).

2.2. La coordination globale

La section précédente indique que lorsque les tarifs font déjà l'objet d'un accord international, une réforme multilatérale des politiques environnementales couplées à la production se justifie, et que cette réforme devrait aboutir à un niveau de subvention inférieur chez les importateurs et supérieure chez les exportateurs.

Nous étudions ici les formes de cette coopération sur les subventions lorsque les tarifs font l'objet d'un accord.

La figure 6.4 reprend la figure 6.2. qui positionne l'équilibre de Nash (avant négociation sur les subventions) et l'optimum de second best (après négociation sur les subventions). A chaque niveau envisagé de la politique du pays étranger, le pays domestique choisit sa politique qui maximise son utilité étant donné un niveau des tarifs. A chaque valeur de S correspond donc une seule valeur unilatérale de s . L'ensemble de ces points définit la fonction de réaction du pays domestique $\tilde{s}(S)$, dont les propriétés ont été étudiées précédemment.

Le début de la négociation se situe en $N2$, l'équilibre de Nash des politiques intérieures lorsque les tarifs sont fixés. L'objectif de la négociation est l'optimum de second best. La négociation est composée de l'ensemble des baisses de subvention pour

l'importateur et de hausse des subventions pour les exportateurs qui ont pour effet d'améliorer le bien-être des deux pays.

Pour assurer que la négociation bénéficie à chacun à chaque étape de la négociation, il faut imposer la condition suivante :

$$dw(s, S) \geq 0 \quad \text{c'est-à-dire} \quad w_s ds + w_S dS \geq 0$$

$$dW(s, S) \geq 0 \quad \text{c'est-à-dire} \quad W_s ds + W_S dS \geq 0$$

$$w_s ds + w_S dS = -m.(P_s ds + P_S dS) + tm'(P_s ds + P_S dS) - y't.ds + (e_y - s)y'[P_s ds + P_S dS + ds] \geq 0$$

$$W_s ds + W_S dS = X.(P_S dS + P_s ds) + TX'(P_S dS + P_s ds) + Y'TdS + (E_Y - S).Y'(P_S dS + P_s ds + dS) \geq 0$$

Un cas particulier de négociation intéressant à étudier est celui où le prix mondial reste inchangé à chaque étape de réforme. On a alors,

$$dP = P_S dS + P_s ds = 0, \quad \text{ce qui impose que} \quad \frac{ds}{dS} = -\frac{Y'}{y'} \text{ }^{16}$$

Si la négociation respecte ce chemin, la condition nécessaire pour que la négociation profite aux deux pays à chaque étape est donc :

$$w_s ds + w_S dS = (e_y - s - t)y' ds \geq 0,$$

$$W_s ds + W_S dS = (E_Y - S + T)Y' dS \geq 0$$

ce qui revient à (en notant que $ds < 0$ et $dS > 0$) :

$$s^l \geq e_y - t$$

$$S^l \leq E_Y + T$$

¹⁶ Les élasticités de production étant a priori différentes dans les deux pays, il n'y a pas de raison que la réduction des subventions soit égale dans les deux pays. Plus la production intérieure réagit au prix mondial, et plus l'effort de réduction de la politique intérieure sera faible.

Ce point (s^l, S^l) définit la limite de la négociation qui peut être atteinte selon le principe du maintien du prix mondial constant. Cette limite est en général différente de l'optimum de second rang

On montre que si $\frac{t}{Q'} < \frac{T}{q'}$, alors $s^{sb} < s^l$ et $S^{sb} < S^l$

Preuve¹⁷

$$s^{sb} - s^l = -\frac{Q'}{Q'+q'}t - \frac{Q'}{Q'+q'}T + t = \frac{tq' - TQ'}{Q'+q'} < 0$$

$$S^{sb} - S^l = \frac{q'}{Q'+q'}T + \frac{q'}{Q'+q'}t - T = \frac{q't - Q'T}{Q'+q'} < 0$$

Cela signifie que pour l'Europe, l'objectif de la négociation s^{sb} se situe à un niveau de subvention inférieur à la limite s^l . Une négociation à prix mondial constant ne peut donc atteindre l'optimum de second rang si $\frac{t}{Q'} < \frac{T}{q'}$. La poursuite de la négociation

doit alors se faire d'une manière qui modifie le prix mondial. On montre que le prix mondial doit en fait diminuer. En effet, $dP < 0$ implique $P_s ds + P_S dS < 0$,

Et donc

$$w_s ds + w_S dS = -m \cdot \underbrace{(P_s ds + P_S dS)}_{<0} + \underbrace{tm'}_{<0} \underbrace{(P_s ds + P_S dS)}_{<0} - \underbrace{y't \cdot ds}_{<0} + \underbrace{(e_y - s)}_{<0} y' \underbrace{[P_s ds + P_S dS + ds]}_{<0} \geq 0$$

La réduction du prix mondial implique également $dP = -\frac{Y'}{X'-m'} dS - \frac{y'}{X'-m'} ds \leq 0$,

d'où $-Y' dS - y' ds \leq 0$, soit encore $-y' ds \leq Y' dS$.

¹⁷ $s^{sb} = e_y - \frac{Q'}{Q'+q'}t - \frac{Q'}{Q'+q'}T$

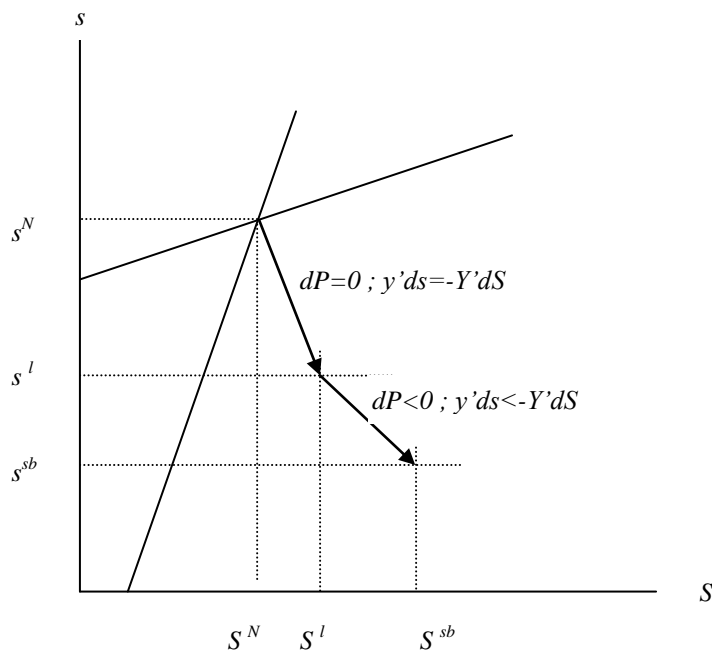
$S^{sb} = E_y + \frac{q'}{Q'+q'}T + \frac{q'}{Q'+q'}t$

En résumé, si $\frac{t}{Q'} \neq \frac{T}{q'}$, au début de la négociation sur les subventions, l'optimum de second rang ne peut être atteint par une négociation à prix mondial constant.

Si $\frac{t}{Q'} < \frac{T}{q'}$, la négociation doit conduire à une diminution du prix mondial, et l'effort à réaliser par l'UE en termes de réduction de la subvention $-y'ds$ est moins grand que celui à réaliser l'Argentine $Y'dS$.

Si $\frac{t}{Q'} > \frac{T}{q'}$, la négociation doit conduire à un accroissement du prix mondial, et l'effort à réaliser par l'UE est proportionnellement plus grand que celui à réaliser par l'Argentine.

Figure 6.4. Convergence vers l'optimum de second best lorsque $t/q' < T/Q'$



Une coordination multilatérale efficace sur les subventions accroît le volume des échanges (i) sans modifier le prix mondial si les tarifs initiaux sont symétriques ($t/Q'=T/q'$) (ii) en diminuant le prix mondial si le tarif de l'importateur est proportionnellement supérieur à celui de l'exportateur ($t/Q'>T/q'$) (iii) en accroissant

les prix mondiaux si le tarif de l'importateur est inférieur au tarif de l'exportateur ($t/Q' < T/q'$).

Si les négociations sur les tarifs contribuent à diminuer ces tarifs, l'optimum de second best se rapproche de l'optimum de Pareto, et les négociations sur les subventions peuvent reprendre pour atteindre ce nouvel optimum de second best. A la fin des négociations, les tarifs sont nuls et les subventions sont revenues au niveau pigouvien.

3. Coordination internationale des paiements ciblés sur les biens non marchands

Nous avons considéré jusqu'à présent dans cette partie que les subventions à la production étaient les seules politiques agricoles possibles pour intégrer les externalités. Mais nous avons vu dans la première partie qu'un paiement public proportionnel au bien non marchand, lorsqu'une telle politique est possible, est en général plus efficace et a également un impact inférieur sur les prix mondiaux par rapport à une subvention à la production. Il est donc légitime d'envisager que la négociation internationale conduise les pays à remplacer leurs politiques de subvention à la production par ce type de paiement agri-environnemental. Comme nous l'avons vu également, selon le type de jointure entre le bien marchand et les biens non marchands, l'impact du paiement agri-environnemental a un impact sur la production marchande plus ou moins important.

De la même façon que nous l'avons fait précédemment, nous envisageons dans cette section les politiques unilatérales des grands pays et les modalités d'une coordination commerciale visant à corriger les inefficacités éventuelles dues à ces politiques unilatérales.

3.1. Le modèle

Nous appelons p_z , le paiement agri-environnemental proportionnel à la fourniture du bien non marchand (BNM).

La complémentarité s'écrit $C_{yz} < 0$ où $C(y,z)$ est la fonction du chapitre 3 (en omettant les prix des facteurs variables et les facteurs fixes). Le paiement agri-

environnemental a alors un effet positif sur la production marchande $\frac{\partial y}{\partial p_z} > 0$,

puisque'on rappelle que $\frac{\partial y}{\partial p_z} = -\frac{C_{yz}}{C_{zz}C_{yy} - C_{yz}^2}$.

Dans le cas de l'importateur le paiement ciblé diminue la demande mondiale, et dans le cas de l'exportateur, il accroît l'offre mondiale. Dans les deux cas, cela aboutit à une réduction du prix mondial. On a donc en cas de complémentarité

$$C_{yz} < 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial P}{\partial p_z} < 0$$

En cas de substitution, le paiement p_z va au contraire jouer dans le sens d'un accroissement du prix mondial

$$C_{yz} > 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial P}{\partial p_z} > 0$$

La principale différence technique avec le cas de la subvention à la production est que les deux politiques (t et p_z) ne sont pas additives. La production agricole s'écrit alors $y(P+t, p_z)$ et la production de bien non marchand dépend du prix agricole et du paiement ciblé, $z(P+t, p_z)$. Ces expressions sont tirées de la résolution des conditions du premier ordre du chapitre 3.

La demande d'importation du pays domestique s'écrit

$$m(P, t, p_z) = q(P+t) - y(P+t, p_z) \quad (6.53)$$

L'offre d'exportation du pays étranger s'écrit

$$X(P, T, P_z) = Y(P-T, P_z) - Q(P-T) \quad (6.54)$$

La condition d'équilibre du marché s'écrit

$$X(P, T, P_z) = m(P, t, p_z) \quad (6.55)$$

Cette condition définit un prix mondial d'équilibre comme une fonction des quatre variables de décision $P(t, s, T, p_z)$.

La différenciation de (6.55) nous donne les effets partiels des différentes politiques sur le prix mondial

$$dP = \frac{X_T}{X_P - m_P} dT - \frac{Y_S}{X_P - m_P} dP_Z + \frac{m_P}{X_P - m_P} dt - \frac{y_{pz}}{X_P - m_P} dpz \quad (6.56)$$

Preuve :

La différentiation de (6.55) utilisant (6.53) et (6.54) donne

$$\frac{\partial Y}{\partial P} dP - \frac{\partial Y}{\partial T} dT + \frac{\partial Y}{\partial S} dP_Z - \frac{\partial Q}{\partial P} dP + \frac{\partial Q}{\partial T} dT = \frac{\partial q}{\partial P} dP + \frac{\partial q}{\partial t} dt - \frac{\partial y}{\partial P} dP - \frac{\partial y}{\partial t} dt - \frac{\partial y}{\partial pz} dpz$$

ou encore

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial P} - \frac{\partial Q}{\partial P} \right) dP = \left(\frac{\partial X}{\partial T} \right) dT - \frac{\partial Y}{\partial S} dP_Z + \left(\frac{\partial m}{\partial P} \right) dP + \left(\frac{m}{\partial t} \right) dt - \frac{\partial y}{\partial pz} dpz$$

$$dP = \frac{\frac{\partial X}{\partial T}}{\frac{\partial X}{\partial P} - \frac{\partial m}{\partial P}} dT - \frac{\frac{\partial Y}{\partial S}}{\frac{\partial X}{\partial P} - \frac{\partial m}{\partial P}} dP_Z + \frac{\frac{m}{\partial t}}{\frac{\partial X}{\partial P} - \frac{\partial m}{\partial P}} dt - \frac{\frac{\partial y}{\partial pz}}{\frac{\partial X}{\partial P} - \frac{\partial m}{\partial P}} dpz$$

avec $m_t = m_P$

La nouvelle fonction de bien-être du pays domestique s'écrit

$$w(T, P_Z, t, p_z) = \int_{P(.)+t}^{\infty} q(p) dp + \int_{p_z}^{\infty} z(p_z) dp_z + \pi(P+t, p_z) + t.[q(P+t) - y(P+t, p_z)]$$

où $\pi(P+t, p_z) = (P+t).y(P+t, p_z) + p_z.z(p_z, P+t) - C(y(P+t, p_z), z(p_z, P+t))$

La dérivation par rapport à t et p_z donne

$$w_t = -m. \frac{m_P}{X_P - m_P} + tm_P \frac{X_P}{X_P - m_P} \quad (6.57)$$

$$w_{p_z} = m \frac{y_{pz}}{X_P - m_P} - ty_{pz} \frac{X_P}{X_P - m_P} \quad (6.57)$$

D'où finalement les conditions du premier ordre de l'optimum unilatéral (preuve ci-dessous)

$$t = \frac{m}{X_P} \quad (6.58)$$

$$y_{pz}(m - tX_P) = 0 \quad (6.59)$$

Preuve :

Dérivation par rapport à p_z

$$w_{p_z} = -qPp_z - z + P_{p_z} \cdot y + (P+t)(y_{p_z} + y_P P_{p_z}) + z(p_z, P+t) + p_z \cdot z_{p_z} + p_z z_P P_{p_z} - C_y(y_P P_{p_z} + y_{p_z}) - C_z(z_{p_z} + z_P P_{p_z}) + t(q_P P_{p_z} - y_P P_{p_z} - y_{p_z})$$

$$w_{p_z} = -mP_{p_z} + t(m_P P_{p_z} - y_{p_z})$$

d'où en posant $w_{p_z}=0$ et en notant que $P_{p_z}=-y_{p_z}/(X_P-m_P)$:

$$m \cdot y_{p_z} - t y_{p_z} X_P = 0$$

La dérivation par rapport à t donne

$$w_t = (P_t + 1) \cdot y + (P+t)(y_P (P_t + 1)) + p_z \cdot z_P (Pt+1) - C_y(y_P (Pt+1)) - C_z \cdot z_P (Pt+1) - q(Pt+1) + t m_p (Pt+1) + m$$

$$w_t = -mP_t + t m_p (Pt+1)$$

d'où en posant $w_t=0$ et en notant que $P_t=m_p/(X_P-m_p)$ et $P_t+1 = X_p/(X_p-m_p)$:

$$-m + t X_p = 0$$

3.2. Interprétation

L'équation (6.58) donne l'expression du droit de douane optimal du grand pays. Si t vérifie 6.58, l'équation 6.59 est également vérifiée.

L'équation (6.59) nécessite que soit $y_{p_z}=0$ (les deux productions sont non jointes), soit $t=m/X_p$. Cette équation nous donne la valeur que doit prendre p_z pour que l'une de ces deux conditions soit respectée sachant que y_{p_z} dépend de p_z et m dépend de p_z .

Si t est fixé à une valeur différente de m/X_p , il nous faut distinguer plus sieurs cas selon les propriétés de y_{p_z} , qui traduit la complémentarité de y et z .

En cas de complémentarité constante ($y_{pz} > 0$), si t diminue de manière exogène, la condition (6.59) impose que m diminue, ce qui impose que p_z augmente (car $m_{p_z} < 0$ en cas de complémentarité), jusqu'à ce que $m = tX_P$. L'équation (6.59) est alors vérifiée. En cas de complémentarité constante, une baisse exogène du tarif de l'importateur a pour effet d'accroître le paiement agri-environnemental.

En cas de complémentarité décroissante (y_{pz} diminue par valeurs positives), dans le domaine de complémentarité, si t diminue de manière exogène, $t = m/X_P$ impose que m diminue, ce qui impose que p_z augmente. Si p_z augmente, y_{pz} diminue et m diminue jusqu'à ce que $t = m/X_P$ ou que $y_{pz} = 0$. Dans le cas de la complémentarité décroissante, p_z augmente jusqu'à la limite du domaine de complémentarité, ou jusqu'à la restauration de l'optimalité du tarif du grand pays.

En cas de substitution constante ($y_{pz} < 0$), si t diminue, le maintien de $t = m/X_P$ nécessite que m diminue, ce qui impose que p_z diminue jusqu'à ce que $t = m/X_P$.

En cas de complémentarité décroissante, dans le domaine de substitution, (y_{pz} augmente par valeur négative) si t diminue, le maintien de $t = m/X_P$ requiert que m diminue, ce qui impose que p_z diminue, jusqu'à ce que $t = m/X_P$ ou jusqu'à ce que $y_{pz} = 0$. Donc en cas de complémentarité décroissante dans le domaine de substitution, p_z diminue jusqu'à la limite du domaine de substitution ou jusqu'à la restauration de l'optimalité du droit de douane du grand pays.

Au libre-échange, $t = 0$, l'équation (6.59) devient $m \cdot y_{pz} = 0$. Si la jointure est constante, p_z évolue jusqu'à $m = 0$. Tant qu'il existe des échanges, p_z évolue jusqu'à la non jointure.

Proposition 6.3.

Lorsqu'un bien marchand et un bien non marchand sont complémentaires, un accord de réduction tarifaire entre deux pays conduit à un paiement environnemental supérieur à l'optimum chez l'importateur et inférieur à l'optimum chez l'exportateur. La réduction des échanges qui en résulte est égale à celle obtenue par le tarif optimal.

Proposition 6.4.

Lorsqu'un bien marchand et un bien non marchand sont liés par une complémentarité avec le niveau de production agricole, un accord de réduction tarifaire entre deux pays conduit les pays à modifier leur paiement environnemental dans le sens d'une réduction des échanges jusqu'au niveau d'échange obtenu par le tarif optimal ou jusqu'à ce que la complémentarité ait disparue.

On observe donc une conservation de l'effet de substitution entre la politique environnementale et la politique tarifaire.

La problématique d'un paiement ciblé a donc des points communs avec celle d'une subvention à la production, la principale différence étant qu'elle modifie le coût marginal de la production du bien marchand.

Alors que la baisse exogène du droit de douane conduit toujours l'importateur à accroître sa subvention, elle le conduit à accroître son paiement agri-environnemental seulement dans le cas de la complémentarité (et à le diminuer dans le cas de la substitution). Enfin, l'hypothèse de la jointure décroissante peut conduire les grands pays à cesser de modifier leur paiement agri-environnemental pour des raisons de termes de l'échange lorsque la limite de la complémentarité est atteinte.

Le fait de remplacer les subventions par des paiements agri-environnementaux ne suffit pas en général à éliminer les utilisations stratégiques des politiques sauf lorsque la limite de complémentarité est atteinte.

Conclusion du sixième chapitre

La comparaison des politiques fixées unilatéralement par les grands pays et des politiques globalement optimales montre la nécessité d'une coordination de ces politiques. Dans le cas où les politiques agricoles sont des subventions à la production, une coordination des politiques douanières seule ne suffit pas car elle aboutit à une déviation des subventions. Lorsque les politiques tarifaires sont fixées, l'optimum de second rang des subventions est composé de subventions inférieures aux subventions pigouviennes chez les importateurs, et supérieures chez les exportateurs. Cet optimum de second rang peut être atteint par une négociation à prix mondial constant si les tarifs sont symétriques ($t/Q' = T/q'$). S'ils ne le sont pas, cet optimum de second rang nécessite une variation différenciée chez les importateurs et les exportateurs, conduisant à une variation du prix mondial.

Dans le cas des paiements agri-environnementaux, la jointure entre la production marchande et la production non marchande détermine les variations des paiements agri-

environnementaux en réponse aux variations des droits de douane. En cas de complémentarité, pour un importateur, le paiement agri-environnemental s'accroît jusqu'à rendre optimal le tarif négocié ou jusqu'à ce que la complémentarité disparaisse. En cas de substitution, il diminue dans les mêmes conditions.

Septième chapitre : Les modalités d'un accord multilatéral sur les politiques de multifonctionnalité

Introduction

Ce chapitre vise à interroger au regard de l'analyse précédente les fondements économiques de l'accord agricole de l'OMC. En particulier, on étudie dans quels cas le processus de réformes fondé sur la baisse des subventions peut conduire à l'optimum de Pareto (si les tarifs sont nuls), et à l'optimum de second rang si les tarifs restent non nuls. On analyse si ces optima peuvent être atteints d'une manière qui accroît le bien-être de chaque pays à partir de la situation existante au début de la négociation.

Le modèle présenté dans la partie deux montre que lorsque les politiques tarifaires sont contraintes et que les subventions sont à l'équilibre de Nash (appelé $N2$), il est théoriquement possible d'obtenir un optimum de second rang Pareto supérieur à l'équilibre de Nash. Sous certaines conditions, cet optimum de second rang peut être atteint d'une manière qui accroisse le bien-être des deux pays. Cette négociation conduit à une baisse des subventions des importateurs et à une hausse des subventions des exportateurs. On s'attend donc à ce qu'une baisse réciproque des subventions dans les deux pays n'aboutisse pas à l'optimum, ce que l'on montre dans la première section de ce chapitre. L'obligation de réduction des subventions chez les exportateurs a même pour effet d'éloigner l'équilibre de l'optimum de second best (et de restreindre les échanges) par rapport au cas de disciplines sur les subventions des importateurs seulement.

Dans la réalité, on constate que certains exportateurs subventionnent aussi leur agriculture, éventuellement au-delà de ce que requiert la prise en compte de l'environnement. Ce type de subvention ne peut pas être expliqué par notre fonction de bien-être¹⁸, mais on peut en revanche étudier les effets de bien-être engendrés par les disciplines existantes dans ce cas. C'est l'objet de la deuxième section de ce chapitre. Au début de la négociation, l'équilibre est un équilibre quelconque (et non plus de Nash). Il est alors possible d'atteindre l'optimum de Pareto grâce à des disciplines de baisse des subventions mais ces disciplines, bien qu'accroissant le bien-être global, diminuent le bien-être de l'importateur qui les applique.

Bien que plus conforme à l'apparence des négociations, ce type de rationalité est très différent de la négociation mutuellement bénéfique que nous avons envisagée jusqu'ici, car elle demande aux importateurs d'accepter une perte de bien-être au nom de l'optimum. Il s'agit d'une réforme redistributive et non mutuellement bénéfique.

1. L'analyse des effets des disciplines de l'accord agricole sur les subventions dans le cas d'une situation initiale symétrique

1.1. Approche graphique du problème

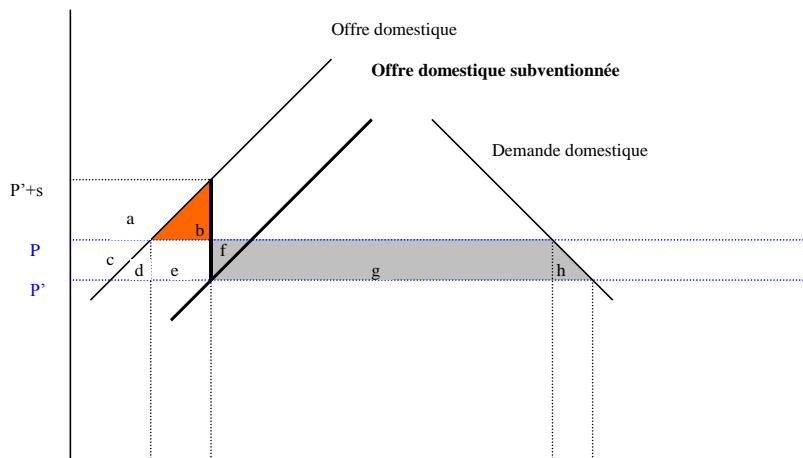
Pour simplifier l'analyse graphique, nous considérons ici les effets des disciplines en l'absence d'externalité et de bien non marchand. Dans ce cas, l'exportateur à l'équilibre de Nash n'a pas de subvention mais une taxe à la production, et les disciplines n'ont aucun effet sur sa politique. Les disciplines ont donc seulement pour effet de réduire les

¹⁸ Par exemple, l'accord agricole de l'OMC a été négocié dans une période de surproduction mondiale entretenue par les restrictions aux importations. Dans une période de sous-production mondiale, il est possible que les restrictions aux exportations deviennent également l'objet de disciplines dans l'accord agricole. D'autre part les préférences politiques des pays jouent un rôle important. Alors que les restrictions aux importations confortent les lobbies agricoles nationaux, les restrictions aux exportations jouent en leur défaveur.

subventions des importateurs. Nous illustrons simplement le cas le plus simple où les tarifs négociés sont nuls, et où la négociation irait à son terme, c'est-à-dire l'annulation des subventions des importateurs.

La suppression de la subvention de l'importateur a deux effets : elle accroît le commerce mondial, ce qui bénéficie aux deux pays, mais elle contribue à accroître le prix mondial, ce qui bénéficie à l'exportateur et nuit à l'importateur. Comme on le constate ci-dessous, le bilan global est positif, le bilan pour l'exportateur est négatif (si sa subvention initiale est effectivement celle de Nash ($\tilde{s} = e_y + (\frac{X}{X'} - t^g) \frac{X'}{X' - q'}$), ie dans notre cas simple $\tilde{s} = \frac{X}{X' - q'}$). Le terme $p'+s$ est le prix intérieur de l'importateur avant la suppression de la subvention et p est le prix intérieur après la suppression de la subvention.

Figure 7.1. Effet domestique de la suppression de la subvention de l'importateur



bilan de surplus national de l'importateur en cas de suppression de la subvention

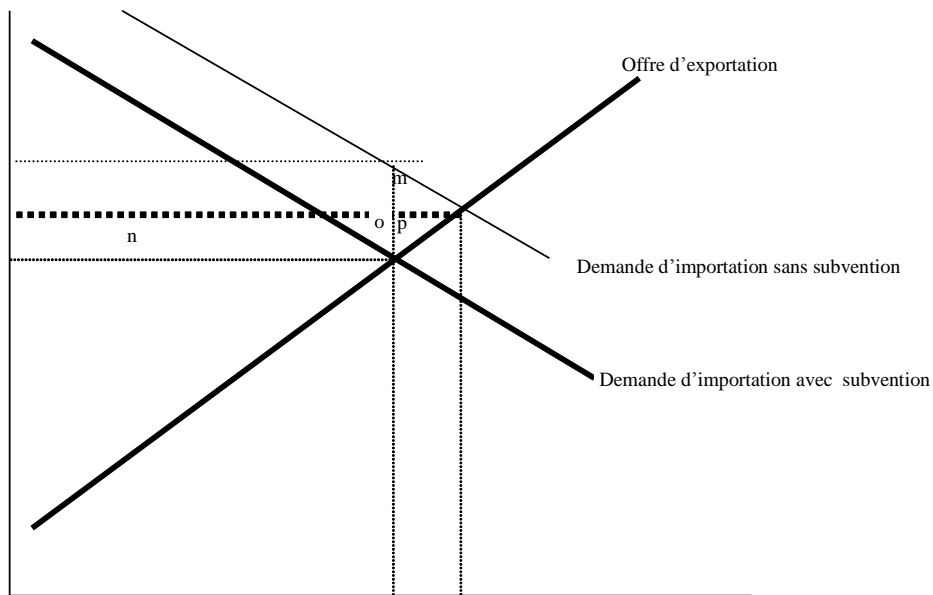
Variation de surplus du producteur : -a

Variation de surplus du consommateur : -(c+d+e+f+g+h)

Variation de surplus du contribuable : (a+b+c+d+e)

Bilan : b-f-g-h

Figure 7.2. Effet global de la fin des subventions de l'importateur



bilan du surplus de la fin des subvention de l'importateur

importateur : $m-n-o$

exportateur : $n+o+p$

total $m+p$

En résumé, lorsque le point de départ est l'équilibre de Nash avec des droits de douane nuls, la baisse de subventions aboutit à un équilibre Pareto supérieur à l'équilibre de Nash, mais elle diminue le bien-être de l'importateur.

La négociation de telles disciplines ne semble donc pas servir l'intérêt des grands importateurs. Une des explications est que ces grands importateurs sont parfois également de grands exportateurs d'autres produits agricoles ou d'autres produits industriels, et peuvent alors à ce titre bénéficier de ces disciplines dans une perspective multi-sectorielle.

1.2. Approche analytique du problème

Dans le cas le plus simple illustré ci-dessus où les tarifs seraient nuls et les externalités environnementales seraient nulles également, l'inefficacité des disciplines est montrée par le tableau ci-dessous, tiré du chapitre 6.

Figure 7.3. Baisse des subventions à partir d'un équilibre de Nash sans environnement et sans tarif

Equilibre de Nash initial <i>NI</i>	Disciplines pour l'importateur	Optimum de pareto
$t=0$ $\tilde{s} = \frac{X}{X'-q'}$ $T=0$ $\tilde{S} = \frac{m}{m'+Q'} < 0$	$t = 0$ $s=0$ $T = 0$ $\tilde{S} = \frac{m}{m'+Q'} < 0$	$t = 0$ $s^{sb} = 0$ $T = 0$ $S^{sb} = 0t$

Les disciplines de l'importateur, sans environnement et sans tarifs, ne conduisent donc pas à l'optimum dès lors que l'exportateur a une taxe à la production initiale, ce qui est théoriquement sa stratégie unilatérale optimale.

Dans le cas où il existe des externalités et des tarifs fixes non nuls, les disciplines ne permettent pas non plus d'atteindre l'optimum de second rang sur les subventions. Le tableau 7.4. ci-dessous illustre ce cas général. Même si les disciplines permettaient de réduire les subventions de l'importateur au niveau de la subvention de second rang (donc à un niveau inférieur à e_y), la subvention de l'exportateur restant inférieure à E_Y (et donc inférieure à sa subvention de second rang), l'optimum de second rang ne pourrait pas être atteint.

Figure 7.4. Baisse des subventions à partir d'un équilibre de Nash avec tarifs fixes et externalités

Equilibre de Nash initial N2	Disciplines $ds < 0 ; dS < 0$	Optimum de second rang
$t = t^g$ $\tilde{s} = e_y + \left(\frac{X}{X'} - t^g\right) \frac{X'}{X' - q'} > e_y$ $T = T^g$ $\tilde{S} = E_Y + \left(\frac{m}{m'} + T^g\right) \frac{m'}{m' + Q'} < E_Y$	$t = t^g$ $s^{sb} = e_y - \frac{Q'}{Q' + q'} t - \frac{Q'}{Q' + q'} T < e_y$ $T = T^g$ $\tilde{S} = E_Y + \left(\frac{m}{m'} + T^g\right) \frac{m'}{m' + Q'} < E_Y$	$t = t^g$ $s^{sb} = e_y - \frac{Q'}{Q' + q'} t - \frac{Q'}{Q' + q'} T$ $T = T^g$ $S^{sb} = E_Y + \frac{q'}{Q' + q'} T + \frac{q'}{Q' + q'} t > E_Y$

Comme dans ce cas les disciplines n'ont aucun effet pour l'exportateur et comme la subvention de départ de l'importateur $\tilde{s} = e_y + \left(\frac{X}{X'} - t^g\right) \frac{X'}{X' - q'}$ est par définition celle qui maximise son bien-être (étant fixées les autres politiques), toute évolution de s à partir de ce point engendre une baisse de bien-être de l'importateur.

En revanche, le bien-être de l'exportateur s'accroît :

$$dW = W_s ds = X \cdot (P_S dS + P_s ds) + TX' (P_S dS + P_s ds) + Y' T dS + (E_Y - S) \cdot Y' (P_S dS + P_s ds + dS)$$

avec $dS = 0$

$$dW = W_s ds = X \cdot P_s ds + TX' P_s ds + (E_Y - S) \cdot Y' P_s ds$$

Comme $S < E_Y$, il est clair que $dW > 0$ si $ds < 0$

Et tant que la subvention s est supérieure à e_y , le bien-être agrégé augmente avec la diminution de s :

$$dw + dW = \left\{ [m' P_s - y'] + (e_y - s) y' (P_s + 1) + TX' P_s + (E_Y - S) \cdot Y' P_s \right\} ds$$

$$= \left\{ -t \left[\frac{X'}{X' - m'} \right] y' + (e_y - s) y' (P_s + 1) + TX' P_s + (E_Y - S) \cdot Y' P_s \right\} ds \geq 0$$

La baisse des subventions négociée à partir de l'équilibre de Nash ne permet donc jamais de conduire à l'optimum de Pareto ou de second rang. En outre, elle accroît le bien-être des exportateurs, diminue celui des importateurs et accroît le bien-être global.

Proposition 7.1.

A partir d'une situation initiale de deux pays composée de tarifs fixés (en particulier nuls) et de politiques environnementales à l'équilibre de Nash, une réduction des subventions ne peut conduire à l'optimum (en particulier de Pareto).

2. L'analyse des effets des disciplines de l'accord agricole sur les subventions dans le cas d'une situation initiale quelconque

On considère dans cette section la possibilité que les grands pays exportateurs comme les importateurs puissent adopter un niveau de subvention quelconque au départ des négociations, et en particulier supérieur à l'optimum de second rang. Bien que la politique initiale des exportateurs ne puisse pas être expliquée par la maximisation d'une fonction de bien-être telle que celle que nous avons adoptée, les effets de bien-être du processus de réduction de ces subventions suivant les disciplines de l'OMC peuvent néanmoins être étudiés grâce à notre cadre analytique.

2.1. Approche graphique

Nous faisons abstraction dans cette section de l'environnement.

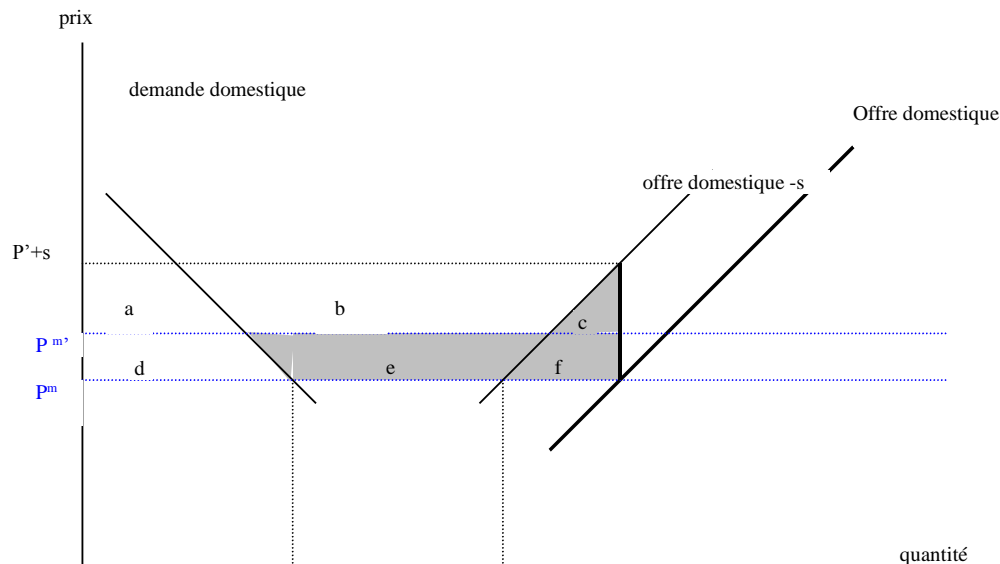
a. Les effets de la baisse des subventions d'un grand exportateur

(i) Effets domestiques de la suppression de la subvention du soutien interne d'un grand pays exportateur

L'exportateur réalise un gain net lorsqu'il supprime une subvention, correspondant à la zone grisée (e,c,f), sur la figure (7.5). La variable P_m est le prix mondial de marché libre, P_m' est le prix mondial avec subvention à la production nationale, et $P'+s$ est le prix domestique avec une subvention unitaire s de la production. Le gain est du à deux phénomènes cumulatifs : la hausse du prix mondial (de P_m' à P_m) correspondant au

trapèze e , due à la baisse de l'offre, et la disparition de la charge morte $c + f$ engendrée par la subvention.

Figure 7.5. Effet du soutien interne chez un grand exportateur



Bilan de surplus national de la suppression de la subvention de l'exportateur :

Variation de surplus du producteur : $-(a+b)$

Variation de surplus du consommateur : $-d$

Variation de surplus du contribuable : $(a+b+c+d+e+f)$

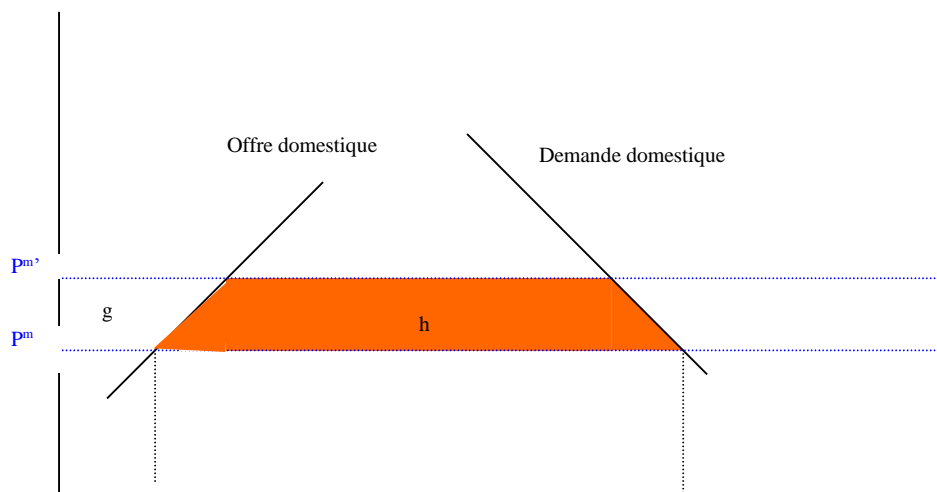
Bilan : $c+e+f$

L'exportateur accroît donc son bien-être en supprimant sa subvention

(ii)- Effets externes de la baisse de la subvention d'un grand exportateur

L'importateur enregistre une perte lorsque l'exportateur diminue son soutien interne (figure 7.6.). Cela correspond à une détérioration des termes de l'échange pour l'importateur, correspondant au trapèze h , due à la hausse du prix de ses importations, de P_m à P_m' .

Figure 7.6. Effet du soutien interne de l'exportateur sur le bien-être de l'importateur



Bilan de l'importateur lorsque l'exportateur supprime sa subvention

Variation de surplus du producteur : g

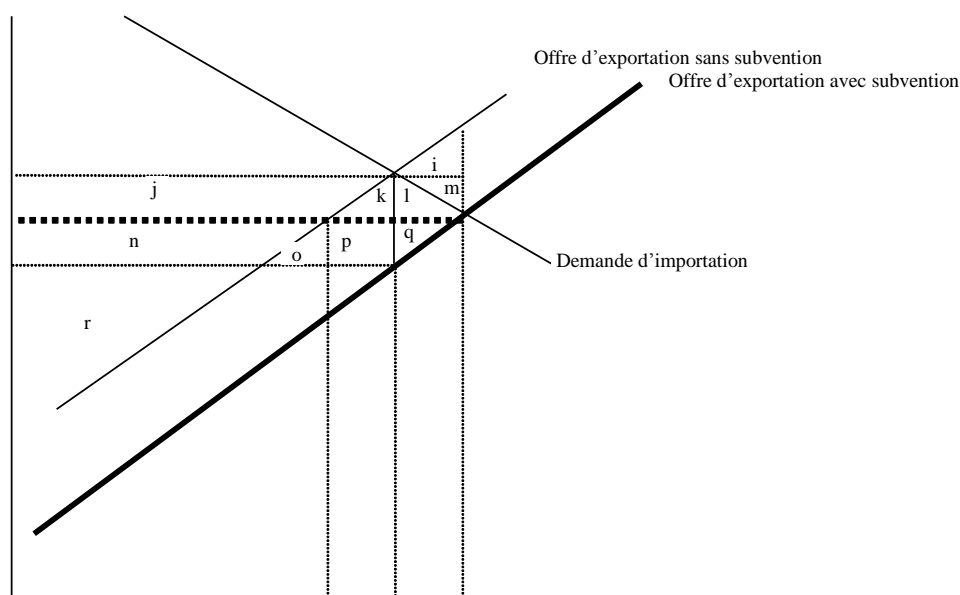
Variation de surplus du consommateur : $-(g+h)$

Bilan : $-h$

(iii)- Effet global de la suppression de la subvention d'un grand exportateur

Lorsqu'un grand exportateur supprime sa subvention, le bilan économique net est positif, $i+m$.

Figure 7.7. Effet de la suppression des subventions de l'exportateur sur le marché mondial



Bilan de surplus global lorsqu'un grand exportateur supprime son soutien interne

importateur : $-j-k-l$

exportateur : $(r+n+j) - (r+n-i-k-l-m) = i+j+k+l+m$

total : $i+m$

La suppression des subventions des grands exportateurs engendre donc un gain pour les exportateurs, une perte pour les importateurs¹⁹, et un gain global.

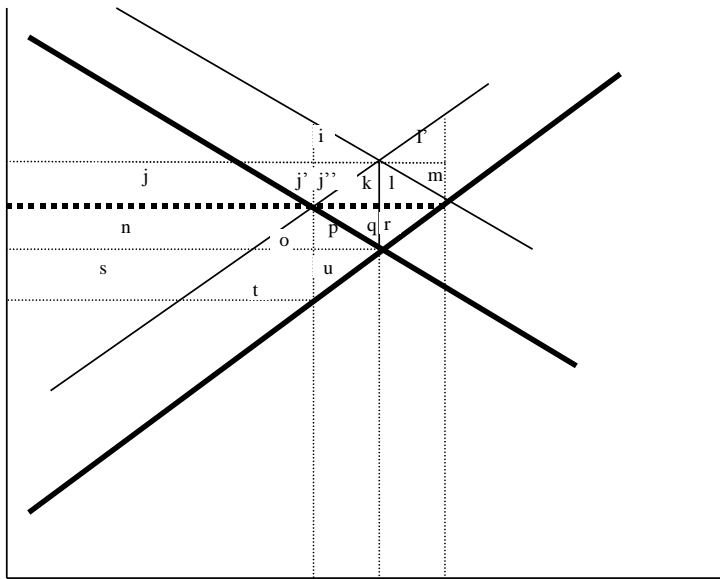
b. Effets globaux de la baisse des subventions de l'importateur et de l'exportateur

La suppression des subventions de l'exportateur diminue la quantité d'équilibre échangée et diminue le prix mondial. A partir de cet équilibre la suppression de la

¹⁹ C'est la raison de la décision ministérielle de Marrakech en faveur des pays en développement importateurs nets de produits alimentaires (PEDINPA). En effet, la réduction du soutien interne couplé à la production (ainsi que des subventions aux exportations) des pays exportateurs décidée lors de l'Uruguay round allait engendrer une baisse de l'offre et donc une croissance des cours mondiaux des produits de base. La décision ministérielle de Marrakech engage les pays exportateurs à compenser les pertes subies par les PEDINPA.

subvention de l'importateur diminue encore le prix mondial, et accroît la quantité échangée. On représente ci-dessous le cas le plus simple où la quantité échangée revient à son niveau initial.

Figure 7.8. Effet du soutien interne de l'exportateur et de l'importateur sur le marché mondial



Bilan de la suppression de la subvention de l'exportateur (demande en trait fin, offre en gras)

Variation de surplus de l'importateur : $-(n+o+p)$

Variation de surplus de l'exportateur : $+(n+o+p+q+k)$

Bilan $-(q+k)$

Bilan de la suppression de la subvention de l'importateur (demande en gras, offre en trait fin)

Variation de surplus de l'importateur : $i-j-j'$

Variation de surplus de l'exportateur : $(j+j'+j'')$

Bilan : $i+j''$

Bilan de la suppression des deux subventions (demande en gras, offre en gras)

Variation du surplus de l'importateur: $-(n+o+p+j+j')+i$

Variation de surplus de l'exportateur: $n+o+p+q+k+j+j'+j''$

Bilan total : $q+k+i+j''$

La suppression des deux subventions accroît le bien-être de l'exportateur, et le bien-être agrégé. Le bilan pour l'importateur est a priori indéterminé.

Figure 7.9. Bilan de la baisse des subventions de l'importateur et de l'exportateur

Exportateur	Marché libre	subvention
Importateur		
Marché libre	(0,0)	(n+o+p , -n-o-p-q-k)
subvention	(-i+j+j' , -j-j-j'')	(n+o+p+j+j'-i ; -j-j'-j''-n-o-p-q-k)

Plusieurs conclusions peuvent être tirées:

En l'absence d'externalité, le fait de considérer que les exportateurs peuvent avoir des subventions avant le début de la négociation donne une justification aux baisses réciproques des subventions.

Néanmoins, ces disciplines induisent des transferts de bien-être entre pays. Alors que les exportateurs bénéficient nécessairement de la baisse des subventions (que cette baisse ait lieu dans leur pays comme chez les importateurs), les importateurs perdent en cas de baisse des subventions des exportateurs et peuvent gagner ou perdre à baisser les subventions dans leur pays (selon le niveau initial de ces subventions).

La baisse réciproque des subventions peut conduire à une amélioration mutuelle dans un cas : lorsque l'importateur avait une subvention très élevée et que l'exportateur avait une subvention très faible au départ. Alors la réduction du soutien chez l'importateur profite aux deux pays : à l'importateur parce qu'elle réduit sa charge morte i ce qui compense la dégradation des termes de l'échange $-n-o-p-j-j'$, et à l'exportateur parce qu'elle améliore ses termes de l'échange $j+j'+j''+n+o+p+q+k$.

2.2. Approche analytique

La négociation est représentée par $ds < 0$ et $dS < 0$. Pour simplifier, on considère le cas de tarifs nuls, ce qui change les valeurs des subventions d'équilibre mais pas les transferts de bien-être dus à leur variation.

La variation du bien-être de l'importateur est

$$w_s ds + w_S dS = -m.(P_s ds + P_S dS) + (e_y - s)y'[P_s ds + P_S dS + ds]$$

et celle de l'exportateur est

$$W_s ds + W_S dS = X.(P_S dS + P_s ds) + TX'(P_S dS + P_s ds) + Y'TdS + (E_Y - S).Y'(P_S dS + P_s ds + dS)$$

Plusieurs cas sont à distinguer suivant la vitesse de réduction relative des deux pays.

$$(i) \frac{Y'}{X'-q'} < ds/dS < -\frac{Q'+m'}{y'}$$

variation du bien-être domestique :

$ds/dS > Y'/(X'-q')$ implique que $P_s ds + P_S dS + ds > 0$ (on rappelle que $P_s = -y'/(X'-m')$ et $P_S = -Y'(X'-m')$.)

$s > e_y$ implique $e_y - s < 0$, qui implique $y'[P_s ds + P_S dS + ds](e_y - s) < 0$

d'où $y'[P_s ds + P_S dS + ds](e_y - s) - m.(P_s ds + P_S dS) < 0$

ie $dw < 0$

variation du bien-être étranger :

$ds/dS < -\frac{Q'+m'}{y'}$ implique que $P_s ds + P_S dS + dS < 0$

$s > E_Y$ implique que $(E_Y - S) < 0$, d'où $(E_Y - S)Y'(P_S dS + P_s ds + dS) > 0$

d'où $X(P_s ds + P_S dS) + (E_Y - S)Y'(P_S dS + P_s ds + dS) > 0$

ie $dW > 0$

$$(ii) ds/dS < \inf \left\{ \frac{Y'}{X'-q'}; -\frac{Q'+m'}{y'} \right\} \quad \text{cela correspond à un effort de réduction}$$

modéré de l'exportateur par rapport à l'effort de l'importateur

variation du bien-être de l'importateur

$ds/dS < Y'/(X'-q')$ implique que $P_s ds + P_S dS + ds < 0$

On trouve que $dw > 0 \Leftrightarrow s > e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$ ($> e_y$).

variation du bien-être de l'exportateur

$dW > 0$ (cas précédent)

(iii) Si $-\frac{Q'+m'}{y'} < ds/dS < \frac{Y'}{X'-q'}$

importateur

$dw > 0 \Leftrightarrow s > e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$ ($> e_y$)

exportateur

$dW > 0 \Leftrightarrow S < E_Y + \frac{X.(P_S dS + P_s ds)}{Y'(P_S dS + P_s ds + dS)}$ ($> E_Y$)

(iv) si $\sup\left\{-\frac{Q'+m'}{y'}; \frac{Y'}{X'-q'}\right\} < ds/dS$ effort modéré de l'importateur

importateur

$dw < 0$

exportateur

$dW > 0 \Leftrightarrow S < E_Y + \frac{X.(P_S dS + P_s ds)}{Y'(P_S dS + P_s ds + dS)}$ ($> E_Y$)

En résumé,

si $S < E_Y + \frac{X.(P_S dS + P_s ds)}{Y'(P_S dS + P_s ds + dS)}$, alors $dW > 0$ dans tous les cas

si $S > E_Y + \frac{X.(P_S dS + P_s ds)}{Y'(P_S dS + P_s ds + dS)}$, alors $dW > 0$ si $ds/dS < -(Q'+m')/y'$

si $s < e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$, alors $dw < 0$ dans tous les cas

si $s > e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$, alors $dw > 0$ si $ds/dS < Y'/(X'-m')$.

Il y a donc 3 cas dans la négociation :

$$1^\circ) s \geq e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]} \text{ et } S \geq E_Y + \frac{X.(P_S dS + P_s ds)}{Y'(P_S dS + P_s ds + dS)}$$

il y a alors une amélioration mutuelle possible si $ds/dS < \inf\left\{\frac{Y'}{X'-q'}; -\frac{Q'+m'}{y'}\right\}$ (effort modéré de l'exportateur)

$$2^\circ) s \geq e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]} \text{ et } S \leq E_Y + \frac{X.(P_S dS + P_s ds)}{Y'(P_S dS + P_s ds + dS)}$$

il y a alors amélioration mutuelle possible si $ds/dS < Y'/(X'-m')$

$$3^\circ) s \leq e_y - \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$$

pas d'amélioration mutuelle possible.

L'optimum ne peut être atteint sans perte de bien-être chez l'importateur.

Il y a donc deux phases dans la négociation, tant que $s > e_y + \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$, la

baisse réciproque des subventions profite à tous, et quand

$e_y < s < e_y + \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$, la baisse réciproque profite aux exportateurs et

nuit aux importateurs (et accroît le bien-être agrégé).

Figure 7.10. baisse des subventions à partir d'un niveau quelconque et variation de bien-être

<i>Equilibre initial</i>	<i>Disciplines</i>		<i>Optimum de Pareto</i>
$t=0$ $s > ey$ $T=0$ $S > E_Y$	$t=0$ $ds < 0$ pour $s > ey + \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$ $T=0$ $dS < 0$ jusqu'à $S = E_Y$ $dw > 0$ $dW > 0$	$t=0$ $ds < 0$ pour $ey < s < ey + \frac{m.(P_s ds + P_S dS)}{y'[P_s ds + P_S dS + ds]}$ $T=0$ $dS < 0$ jusqu'à $S = E_Y$ $dw < 0$ $dW > 0$	$t=0$ $s = ey$ $T=0$ $S = E_Y$

Proposition 7.2

A partir d'une situation initiale entre deux pays composée de tarifs fixés (en particulier nuls) et de subventions supérieures à l'optimum (en particulier, de Pareto) dans les deux pays, une réduction des subventions peut conduire à l'optimum (en particulier de Pareto).

Proposition 7.3

Un accord de réduction réciproque des subventions agricoles entre deux pays ne peut aboutir à l'optimum global par gains réciproques.

Même lorsque les disciplines autorisent un certain niveau de subvention compatible avec la protection optimale de l'environnement, cet optimum de Pareto peut donc conduire à une réduction du bien-être de l'importateur. Il ne suffit donc pas que les pays sachent définir les politiques de l'optimum de Pareto pour que tous aient intérêt à adopter ces politiques.

Il faut noter que la situation de départ envisagée dans cette section 2. n'est pas une situation de protectionnisme réciproque, mais une situation dans laquelle l'importateur restreint les échanges (par sa subvention) et l'exportateur accroît les échanges (par sa subvention). Le transfert de bien-être peut donc être vu comme une restauration de la

distribution non interventionniste. Il n'empêche qu'il suppose que le pays importateur accepte une baisse de bien-être.

Conclusion du septième chapitre

L'accord agricole traite de la même façon les subventions des exportateurs (qui accroissent les échanges) et les subventions des importateurs (qui réduisent les échanges). Or, les exportateurs n'ont pas le même intérêt que les importateurs à subventionner leurs productions : de ce fait, deux problèmes peuvent survenir :

- (i) Soit les politiques des exportateurs étaient celles de l'équilibre de Nash avant la négociation et l'accord agricole ne peut alors aboutir à l'optimum. Le fait que les exportateurs doivent réduire leurs subventions est un facteur d'inefficacité supplémentaire ;
- (ii) Soit les politiques des exportateurs étaient, avant la négociation, supérieures ou égales à celles de l'optimum et alors une baisse des subventions dans les deux pays peut conduire à l'optimum de Pareto. Au dessous d'un certain niveau de subvention de l'importateur (supérieur à l'optimum), la baisse des subventions diminue le bien-être de l'importateur et accroît le bien-être global ;

Le fait que les règles de l'accord agricole permettent ou non de produire des biens publics à moindre coût (l'optimum de Pareto) n'est donc pas le seul problème car les grands importateurs n'ont pas nécessairement intérêt à réformer leurs politiques jusqu'à cet optimum. Le problème revient alors à trouver les incitations pour que les grands pays réduisent leurs subventions lorsque cela diminue leur bien-être pour des raisons liées aux termes de l'échange.

Etant donné une situation de départ où tous les pays sont à l'équilibre de Nash avec des droits de douane fixes et des subventions libres, une réforme fondée sur la baisse des subventions ne peut conduire à l'optimum de second rang.

Etant donné une situation de départ où tous les pays ont des subventions supérieures à l'optimum de Pareto, la baisse des subventions peut conduire à l'optimum de Pareto mais cet optimum ne peut être obtenu par consensus.

Conclusion de la deuxième partie

Lorsque les grands pays fixent librement leurs politiques tarifaires et leurs politiques agricoles en maximisant une fonction de bien-être social sans préférence politique, ils fixent leur politique tarifaire de façon à réduire le volume des échanges (droit de douane optimal du grand pays) et leur politique agricole de manière à prendre en compte les externalités et biens non marchands.

Cet équilibre ne correspond pas à l'optimum de Pareto, qui nécessiterait des valeurs nulles des politiques douanières (et un volume des échanges accru). En revanche, les politiques agricoles sont a priori efficaces. A l'optimum de Pareto, l'effet des politiques agricoles sur les prix mondiaux n'est donc pas nul, ni dans le cas d'une externalité de production, ni dans le cas d'un bien non marchand joint à la production par une relation de complémentarité ou de substitution.

Lorsque les pays s'engagent dans une négociation de baisse des tarifs seulement, ils ont théoriquement intérêt à dévier leurs politiques agricoles de l'optimum, aboutissant à un équilibre de Nash secondaire. Cet équilibre de Nash secondaire ne correspond pas à l'optimum de second rang qui maximise le bien-être global étant donné des tarifs donnés. Une négociation globale est alors requise pour négocier à la fois des réductions tarifaires et des disciplines sur les politiques agricoles. Les modalités de réforme nécessaires pour conduire les politiques agricoles vers l'optimum de second rang sont une réduction des subventions des importateurs et un accroissement des subventions pour les exportateurs. Dans le cas de paiements agri-environnemental des biens non marchands, les modalités sont les mêmes que pour les subventions en cas de complémentarité, et inverses en cas de substitution.

En résumant l'accord agricole à la baisse des subventions des exportateurs et des importateurs, dans le cas étudié où les pays initient la négociation à l'équilibre de Nash, l'accord agricole ne peut conduire à l'optimum de second rang (faute de disciplines adéquates pour les exportateurs).

En imaginant une situation de découplage complet des politiques agricoles (ie disparition des subventions et neutralité des paiements des biens non marchands sur la production marchande), l'accord agricole ne permet pas non plus l'optimum de second rang d'une part à cause du manque de disciplines pour les exportateurs, d'autre part parce qu'il ne permet pas la prise en compte des externalités environnementales et des biens non marchands joints à la production.

Lorsque la situation initiale avant la négociation n'est pas l'équilibre de Nash prévu par notre modèle mais un niveau de subvention supérieur à l'optimum de second rang pour chaque pays, la baisse des subventions peut alors conduire à l'optimum de second rang. La négociation comporte alors deux phases : l'une où la baisse des subventions bénéficie à chaque pays (et est alors pleinement compatible avec une négociation par consensus) l'autre où la baisse des subventions bénéficie à l'exportateur et nuit à l'importateur.

Dans cette deuxième phase, ce qui empêche l'optimalité est le manque d'incitation des importateurs à atteindre ce niveau de politique.

Conclusion générale

La thèse définit les principes d'un accord multilatéral sur les politiques agricoles qui serait bénéfique à chaque Etat en présence de biens non marchands joints à la production agricole.

Elle définit dans une première partie quelles sont les politiques optimales de prise en compte des biens non marchands d'un point de vue national, en fonction de la technologie reliant le bien marchand et les biens non marchands. Dans la seconde partie, elle compare l'équilibre international donné par ces politiques et l'équilibre international Pareto optimal. La différence entre les deux équilibres détermine la coopération internationale qui conduirait à une amélioration globale du bien-être des Etats.

Les résultats obtenus dans la première partie sont les suivants :

Lorsque les biens non marchands sont joints aux productions agricoles et que les Etats peuvent les rémunérer en tant que tels, la meilleure politique de prise en compte de la multifonctionnalité est un paiement public proportionnel à la quantité de bien non marchand produit. L'effet de cette politique sur la production intérieure dépend de la jointure entre les deux lorsque la production augmente. Lorsque le produit marchand et le produit non marchand sont constamment complémentaires, la politique optimale accroît alors la production marchande. Lorsqu'ils sont constamment substitués, le paiement optimal a alors un effet négatif ou nul sur la production agricole, selon que le paiement public est saisi par les agriculteurs ou non. Lorsque la complémentarité décroît lorsque le niveau de production augmente, le paiement optimal a un effet positif sur la production d'une partie des agriculteurs et un effet négatif sur la production d'une autre

partie d'entre eux. Nous proposons une méthode capable de déterminer le seuil de production correspondant au passage de la complémentarité à la substitution.

Nous mettons en évidence l'existence d'une complémentarité décroissante entre la production de mouton et la production d'espace ouvert, sur les grands causses de Lozère en estimant une fonction de coût de production multi-output dans laquelle la quantité de bien non marchand est la surface sur laquelle les agriculteurs s'engagent à lutter contre l'embroussaillage grâce à une ré-orientation de leur plan de pâturage. Le passage de la complémentarité à la substitution est observé au sein de notre échantillon. Les exploitations du domaine de substitution ont également un coût marginal du BNM inférieur au coût non joint, et produisent donc de l'environnement à meilleur coût que des agents spécialisés.

Dans la plupart des cas, la politique optimale de prise en compte de la multifonctionnalité, même ciblée sur le bien non marchand, et même sans supposer la complémentarité constante entre la production et le bien non marchand, n'est pas neutre sur le niveau de production agricole. La neutralité de la politique agri-environnementale sur la production marchande ne permet l'optimalité des politiques environnementales que si les deux conditions suivantes sont réunies : (i) le produit agricole et le BNM sont substitués, et (ii) le coût marginal agricole du BNM à la première unité du BNM est supérieur au coût marginal non joint d'équilibre du BNM.

Nous en concluons que la règle de la boîte verte de l'accord agricole de l'OMC, selon laquelle l'effet de la politique doit être nul ou au plus minime sur la production, ne se justifie pas par le point de vue domestique des pays qui souhaiteraient adopter une politique optimale en cas de biens non marchands joints aux biens marchands. En théorie, cette règle de neutralité n'est pas compatible avec l'optimum national de premier rang de ces pays (l'optimum théorique en l'absence des distorsions causées par d'autres politiques).

Les résultats obtenus dans la seconde partie sont les suivants :

Lorsque les grands pays maximisent leur bien-être national individuellement, l'équilibre naturel constitué par les politiques tarifaires et intérieures optimales de grands pays est inefficace (politiques tarifaires stratégiques et politiques agricoles efficaces).

Une libéralisation réciproque des politiques tarifaires incite les Etats à reporter l'inefficacité globale sur les politiques agricoles (équilibre de Nash secondaire). Une négociation sur les droits de douane seuls conduit les importateurs à accroître leurs subventions et les exportateurs à baisser les subventions. Que la politique agricole soit une subvention de la production ou un paiement agri-environnemental proportionnel au bien marchand, la sous-optimalité de l'équilibre de Nash secondaire demeure.

A partir de cet équilibre de Nash secondaire, ni le découplage total des politiques agricoles ni la baisse des subventions ne conduit à l'optimum de Pareto, même en l'absence d'environnement. De telles disciplines identiques pour les exportateurs et pour les importateurs ne peuvent conduire à l'optimum, et s'accompagnent d'un transfert de bien-être des importateurs vers les exportateurs. Il est donc attendu que le besoin de politiques multifonctionnelles pour freiner ce transfert se fasse ressentir seulement dans les pays importateurs.

L'accord multilatéral permettant d'atteindre l'optimum à partir de cet équilibre de Nash secondaire serait constitué de disciplines exigeant une baisse de la valeur des subventions seulement sur les produits importés, et une hausse des subventions des produits exportés générateurs de BNM. Du point de vue du bien-être global, il n'y a pas moins de raison que les pays exigent la mise en place de subventions chez les exportateurs au nom de la multifonctionnalité qu'il y a de raisons qu'ils exigent la réduction des subventions dans les pays importateurs au nom de la multifonctionnalité.

Aujourd'hui, les subventions ayant le plus d'effet sur la production et qui n'avaient rien à voir avec la multifonctionnalité sont soumises à des disciplines qui semblent avoir des effets positifs au niveau global. Nous pensons qu'il est temps d'introduire dans les disciplines négociées à l'avenir une place pour la dissymétrie entre les disciplines portant sur le soutien interne des exportateurs et celles portant sur le soutien interne des importateurs. Que les subventions des importateurs soient justifiées ou non, leur réduction crée un transfert de bien-être vers les exportateurs, qui est peu compatible avec une négociation par consensus.

Bibliographie

- Abler David G. et James S. Shortle, 1992. "Environmental and Farm Commodity Policy Linkages in the US and EC." *European Review of Agricultural Economics* 19, 197-217.
- Anderson K. and R. Blackhurst (eds), 1992. The Greening of World Trade Issues. London, UK, Harvester Wheatsheaf. Traduction française par Economica. Commerce mondial et environnement, 338 p.
- Anderson K., 1994. Multilateral trade negotiations, European integration, and farm policy reform. p. 13-52.
- Anderson K. , 1998. Domestic agricultural policies objectives and trade liberalisation : synergies and trade-offs. OCDE, workshop on Emerging Trade Issues in Agriculture, 26-27 octobre 1998. 17 p.
- Anderson K. 2002. Peculiarities of retaliation in WTO dispute settlement, CEPR Discussion Paper Series n° 3578.
- Anderson K. , 2004. Agricultural trade reform and poverty alleviation in developing countries. World Bank Policy Research working paper #3396. 24p.
- Bagwell K. and R. W. Staiger, 1999. An economic theory of GATT. *American Review of Economics*, 89(1), 215-48.
- Bailey E.E. and A. F. Friedlaender: Market structures and Multiproduct Industries. *Journal of Economic Literature*. Vol XX: 1024-1048.
- Barrett S., 1996. "Strategic Environmental Policy and international trade". *Journal of Public Economics* 54 (1994) 325-338.
- Barthélemy, D., Nieddu, M., 2003. Multifonctionnalité agricole : biens non marchands ou biens identitaires ? *Economie Rurale* n° 273-274.
- Batie S., 1996. "Avantages écologiques de l'agriculture : Pays non européens de l'OCDE", Séminaire sur les avantages écologiques de l'agriculture durable : enjeux et stratégies, Helsinki, Finlande du 10 au 13 septembre 1996.
- Bätler M., Hauser H. (2000), The WTO Dispute Settlement System : A First Assessment from an Economic Perspective, DEEP Université de Lausanne, Universität St Gallen, mimeo, <http://econpapers.hhs.se>.
- Baumol J. W., 1982. Contestable Markets: an uprising in the theory of industry structure, *American Economic Review*, mars 1982, p1-15.
- Baumol W. J., J.C. Panzar and R. D. Willig, 1988. Contestable Markets and the theory of Industry Structure. Harcourt Brace Jovanich publishers. 1982 Revised edition. 538 p.
- Bhagwati J. and V.K. Ramaswani, 1963. Domestic distortions, tariffs and the Theory of Optimum Subsidy, *Journal of Political Economy*, 71 (1963): 44-50.
- Bhagwati J., 1988. Protectionnisme. Dunod et MIT, traduction française en 1990, 160 p.
- Bhagwati J., 2001. After Seattle : free trade and the WTO, *International Affairs* 77(1), 15-29.
- Bohman, M., J. Cooper, D. Mullarkey, MA Normile, D. Skully, S. Vogel, and E. Young. 1999. "The Use and Abuse of Multifunctionality." USDA/Economic Research Society, Washington DC.
- Bonnieux F., M. Pech, P. Rainelli, J.J. Chitrit et J.C. Poupa, 2000. La multifonctionnalité de l'agriculture : prise en compte des aspects non marchands de l'agriculture. Ministère de l'agriculture et de la pêche, DPEI, 100p.
- Blandford D., R.N. Boisvert, and L. Fulponi, 2003. Non Trade Concerns: Reconciling Domestic Policy Objectives with Freer Trade in Agricultural products. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(3), 668-673.

- Bromley D.W., 1997. "Environmental effects of agriculture : Concepts ", in *Environmental Benefits from Agriculture : Issues and Policies*, The Helsinki Seminar, OECD, Paris. University of Wisconsin Madison.
- Cahill, S. A., 1997. "Calculating the rate of decoupling for crops under CAP/oilseed reform", *Journal of Agricultural Economics* 48:349-378.
- Caplat P., Lepart J., Marty P. (2006). Landscape patterns and agriculture: modelling the long-term effects of human practices on *Pinus sylvestris* spatial dynamics (Causse Mejean, France). *Landscape Ecology* 21: 657-670.
- Chambers R.G., 1988. *Applied production analysis, a dual approach*. Cambridge University Press, 331 p.
- Chambers R. G. and R. E. Just., 1989. Estimating Multi-output Technologies, *American Journal of Agricultural Economics*, p 918-995.
- Chassany J.-P., Miclet G. et Chapon C., 2003. Politiques publiques et paysages en Lozère et sur le Sauveterre : quelles coordinations, quels effets sur l'espace rural ? Une rétrospective sur la période 1960-2000, in : *Politiques publiques et dynamiques des paysages au sud du Massif central*, Lifran R. (dir.), Rapport final de l'équipe INRA-CEMAGREF-CIRAD à l'appel d'offre « Politiques publiques et paysages » du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, pp. 70-99.
- Chassany, J.P., B. Rulleau and J.M. Salles, 2004. Evolution of biodiversity policies on the territory of the Cevennes National Park (France) : Consequences for the management of the forests, Proceedings of the Conference on Policy Instruments for Safeguarding Forest Biodiversity - Legal and Economic Viewpoints, the Fifth International Bioecon Conference (ISL), METLA Finish Forest Institute, Horne P., Tønnes S. and Koskela T. (edit.), 2004.
- Chatellier V., Guyomard H., Le Bris K., 2003. La production et les échanges de viande bovine dans le monde et dans l'Union européenne. *INRA Productions Animales*, 16(5), 365-380.
- Coase R., 1960. The problem of social cost, *Journal of Law and Economics*, N°3, p1-44.
- Connally M., 1970. Public goods, externalities, and international relations, *Journal of Political Economy* 78-279-290.
- Connally M., 1973. Trade in public goods: a diagrammatic analysis, *Quarterly Journal of Economics* 342, 61-78.
- Copeland and Taylor, 2004. Trade, Growth, and the Environment. *Journal of Economic Literature*. Vol XLII: 7-71.
- Corden W. M., 1997. *Trade Policy and Economic Welfare* Second Edition, The Johns Hopkins University. Oxford University press, 301 p.
- Curt T., Prévosto B., Kleszczewski M., Lepart J. (2003). Post-grazing Scots pine colonization of mid-elevation heathlands: population structure, impact on vegetation composition and diversity. *Annals of Forest Science* 60: 711-724.
- Dasgupta, P., 1990. "The Environment as a commodity", *Oxford Review of Economic Policy*; 6:51-67.
- Datta M et L.J. Mirman, 2000. "Dynamic Externalities and Policy Coordination," *Review of International Economics*, 8, 44-59, 2000.
- Davis, O.A., and A.B. Whinston, 1965. Welfare Economics and the theory of the second best, *Review of Economic Studies* 32, 1-14.
- Diewert W.E., 1981. The Elasticity of Derived Net Supply and a Generalized Le Chatelier Principle, *The Review of Economic Studies*, Vol. 48, No. 1.: 63-80.
- Diewert, Walter E. and Terrance J. Wales., 1987. Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions. *Econometrica*, 55 (1987): 43-68.
- Dixit A. K. and V.Norman. *Theory of international Trade* . Cambridge economic handbooks. 339 p.
- Dupraz P., 1996. La gestion des inputs quasi-publics en agriculture : le cas des exploitations porcines et céréalières. Thèse pour le doctorat en sciences économiques, EHESS, juin 1996. 325 p.

- Dupraz P., 1997. La spécialisation des exploitations agricoles: changements techniques et prix des facteurs. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, N°45, 93-118.
- Ederington, J., 2001. International Coordination of trade and domestic policies, *The American Economic Review*, vol 91, N°5: 1580-1593.
- Ervin, D., 1997. Agriculture, échanges et environnement. Prévoir les enjeux fondamentaux. Document de l'OCDE. OCDE/GD(97)171.
- Finlayson J.A., Zacher M.W. (1983). The Gatt and the Regulation of Trade Barriers, in Krasner S.D. (ed.), *International Regimes*, Cornell University Press, Ithaca and London, 273-314.
- Gardner B.L. and G.C. Rausser, 2002. *Handbook of Agricultural Economics*. Volume 2A. Agriculture and its external linkages. Elsevier, North Holland, 1214-1686.
- Gatto P. and M. Merlo, 1999. The economic nature of stewardship : complementarity and trade-offs with food and fibre production. In Van Huylbroeck G. and M. Whitby, (eds), 1999. *Countryside stewardship : farmers, policies and markets*, Pergamon Press, pp. 21-46.
- Gatt, 1947. Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce. 72 p. http://docsonline.wto.org/DDFDocuments/u/JCR/LEGTEX/Gatt47_new.doc
- Gohin A., O. Gorin, H. Guyomard and C. Le Mouël, 1999. Interprétation économique, avantages et limites du principe de découplage des instruments de soutien des revenus agricoles. *Notes et études économiques* - n° 10, octobre 1999, p 9-37.
- Gohin A., H. Guyomard et C. Le Mouël, 2001. Instruments de soutien des revenus agricoles, effets de distorsion sur les échanges et multifonctionnalité de l'agriculture. Colloque SFER-CEPII-INRA-CNRS-INAPG "Agriculture et commerce international", Paris, 6-7 février 2001, 18 p.
- Gohin A., H. Guyomard, 2003. Une Politique Agricole Commune au service de l'emploi ? Une analyse économique du modèle de l'agriculture paysanne de la Confédération paysanne. WP 03-07, 18 p.
- Gorman I.E., 1985. Conditions for economies of scope in the presence of fixed costs. *The Rand Journal of Economics*, vol 16, N°3, Autumn 1985, 431-436.
- Granger C. et JM Siroën, 2004. Core Labor Standards in Trade agreements. From Multilateralism to bilateralism. IDDRI and Science Po Conference, Science Po Paris, 20 & 21 October 2005: « WTO's contribution to sustainable development governance: balancing opportunities and threats », 25 p. <http://www.iddri.org/iddri/telecharge/CATE/LaborStandarddef.pdf>
- Guyomard H. et F. Levert, 2001. Multifunctionality, trade distortion effects and agricultural income support : a conceptual framework with free entry and land price endogeneity, Preliminary draft, Bergen Seminar, 14 January 2001, 12 p.
- Guyomard H., Le Mouël C., Gohin A., 2004. Impacts of alternative agricultural income support schemes on multiple policy goals. *European Review of Agricultural Economics*, 31(2), 125-148.
- Graaf J. van de, 1949. On optimal tariff structures, *Review of the Economic Studies* 17, 47-59.
- Hall R.E., 1973. The Specification of Technology with Several Kinds of Output, *The Journal of Political Economy*, Vol. 81(4): 878-892.
- Hanley N and Oglethorpe D, Emerging policies on externalities from agriculture: an analysis for the European Union. *American Journal of Agricultural Economics*. 81 (5), 1222-1227.
- Havlik P., P. Veysset, J-M. Boisson, M. Lherm, and F. Jacquet, 2005. Joint production under uncertainty and multifunctionality of agriculture: policy considerations and applied analysis. *European Review of Agricultural Economics*, 32: 489-515.
- Hayek F.A., 1960. La constitution de la liberté. *Liberalia*. Economie et liberté. Chapitre 23. « Agriculture et ressources naturelles ». Editions Litec, traduit en 1994. 530p.
- Holmstrom, B. and P. Milgrom, 1991. Multitask Principal-Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design. *The Journal of Law, Economics and Organizations*, 7:24-52.

- Huylenbroeck G. van and M. Whitby, 1999. Countryside Stewardship: farmers, Policies and Markets. Pergamon, Elsevier Science LTD, 232 p.
- Josling T.E., S. Tangerman and T.K. Warley, 1996. Agriculture in the GATT. Macmillan Press LTD. 298p.
- Johnson H.G. 1953-1954. Optimum Tariffs and Retaliation. *The Review of Economic Studies*, vol 21^o, 142-153.
- Johnson M., L. P. Mahé and T. Roe, 1993. Trade Compromises between the European Community and the United States: An interest Group-Game Theory Approach. *Journal of Policy Modelling*, 15(2):199-222.
- Kemp M.C. and Negishi, 1969, Domestic distortions, tariffs and the theory of the optimum subsidy, *Journal of Political Economy* 77, 1011-1013.
- Kohli U.R., 1981. Nonjointness and Factor Intensity in U.S. Production, *International Economic Review*, 22(1): 3-18.
- Krugman, Paul R., "What should Trade Negotiators Negotiate About?," *Journal of Economic Literature* 35, March 1997, pp. 113-120.
- Krutilla, K., "Environmental Regulation in an Open Economy", *Journal of Environmental Economics and Management*, 20, 127-142, 1991.
- Kwon O.S. and W.C.Yun, 2003. Measuring economies of scope for cogeneration systems in Korea: a non parametric approach. *Energy Economics* 25: 331-338.
- Lamy P, "Result of the WTO Ministerial Conference in Cancun," speech, Plenary Session on the Ministerial Conference of the WTO in Cancun, Strasbourg, 24 September 2003.
- Lankoski J. (ed.), 2000. Multifunctional Character of agriculture. Lankoski J., Maatalouden, Taloudellinen, tutkimuslaitos. Research Reports. Agricultural Economics Research Institute, Finland. 241.2000, 81 p.
- Lankoski J. and M. Ollikainen, 2003. Agri-environmental externalities: a framework for designing targeted policies. *European Review of Agricultural Economics*, vol 30(1), 51-57.
- Lau L. J., 1972. Profit functions of technologies with multiple inputs and outputs. *Review of Economics and Statistics*. 54: 281-289.
- Lau L. J. , 1976. "A characterization of the Normalized Restricted Profit function." *Journal of Economic Theory* 12 (1976):131-63.
- Leathers H.D., 1991. Allocatable fixed inputs as a cause of joint production : a cost function approach. *American Journal of Agricultural Economics*, vol 73 : 1083-1090.
- Le Goffe P. et L.-P. Mahé, 1999. Incitations à la multifonctionnalité de l'agriculture : les défis des CTE. *Pour*, 164, 99-112.
- Lee H. et D. Roland-Holst, 1993. "International Trade and the Transfer of Environmental Costs and Benefits." Paris: OECD Development Centre Technical Paper No. 91, décembre 1993. 56 pp.
- Lepart J., Martin A., Marty P., Debain S. (2001). La progression des pins sur les Causses : un phénomène difficilement contrôlable ? L'exemple du Causse Méjean. *Forêt Méditerranéenne* XXII: 23-28.
- Lepart J., Marty P., Kleszczewski M. (2007). Faut-il prendre au sérieux les effets des changements du paysage sur la biodiversité ? In: *De la connaissance des paysages à l'action paysagère* (Terrasson D., Berlan M. & Luginbuhl Y., eds.), p.sous presse. Editions QUAE, Paris.
- Lepart J. (2005). Diversité et fonctionnement des écosystèmes et des paysages. In: *Les biodiversités : objets, théories, pratiques* (Marty P., Vivien F.-D., Lepart J. & Larrère R., eds.), pp.83-96. CNRS Editions, Paris.
- Lhuillier C., non daté. Rapport de synthèse sur les tendances évolutives de l'agriculture sur le Causse Méjean. Rapport pour le CNRS-CEFE, 42 p.

- Lhuillier C., 2004. Les 2000 chiffres de l'agriculture lozérienne en 2002. Centre d'économie rurale de Lozère, service Etudes et Références, 40 p.
- Lipsey R.G. and K. Lancaster, 1957. The general theory of the second best, *Review of Economic Studies*, 24 (1956-57):11-32.
- Lipson C., 1983. The Transformation of Trade : The Sources and Effects of Regime Change, in Krasner S.D. (ed.), *International Regimes*, Cornell University Press, Ithaca and London, 233-272.
- Lueck D. et S. Haley, "Trade Implication of the EU Nitrate Directive: An Emerging Research Priority." in *Agriculture, Trade and the Environment: Discovering and Measuring the Critical Linkages* (M. Bredahl, N. Ballenger, J. Dunmore, and T.Roe, dir. pub..) Boulder: Westview Press (forthcoming).
- Mahé L.-P. et P. Rainelli, 1987. Impact des pratiques et des politiques agricoles sur l'environnement. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales*, 4, 9-31.
- Mahé L.-P. and T.L. Roe, 1996. The Political Economy of Reforming the 1993 CAP Reform. *American Journal of Agricultural Economics*, 78, 1314-1323.
- Mahé L.-P., 1997. Environment and quality standards in the WTO : new protectionism in agricultural trade ? A european perspective. *European Review of Agricultural Economics*, , vol 24, 480-503.
- Mahé, L.P. and F. Ortalo-Magné, 1999. Five proposals for a European model of the countryside *Economic Policy*, 4, 89-131.
- Mahé L.P. (éd.), Daucé P., Le Goffe Ph., Léon Y., Quinqu M. et Surry Y., 2000. L'avenir de l'agriculture bretonne : continuité ou changement ? Rennes, Editions Apogée, 149 p.
- Mahé L.-P. et C. Laroche-Dupraz, 2000. La politique agricole dans les négociations internationales. *Économie Rurale*. 255-256 (135-153).
- Mahé L.P., 2001. Multifonctionnalité : du concept à la valorisation. *Agriculteurs de France*, 163, pp. 13-15
- Mahé L.P. 2001. La multifonctionnalité en quête de légitimité. *Problèmes économiques*, 2719, pp. 1-3
- Mahé L.P. et Ortalo-Magné F. 2001. Politique agricole : un modèle européen. Presses de Sciences Po. 240 p.
- Mahé L.P. et S. Marette, 2002. L'Ethique et les échanges agro-alimentaires : principes et réalités, *Economie Rurale*, 73-83.
- Markusen J., 1975. International externalities and optimal tax structures, 1974. *Journal of International Economics*, 5: 15-29.
- Markusen J. R., J.R. Melvin, W.H. Kaempfer and K.E. Maskus, 1995. International Trade, theory and evidence, 471 p.
- Mayer W., 1984. Endogenous Tariff Formation. *The American Economic Review*, vol 74. N°5, 970-985.
- Ministère de l'agriculture et de la pêche, non daté. Notice départementale d'information, prime herbagère agroenvironnementale (PHAE), Préfecture de Lozère, Direction départementale de l'agriculture et de la forêt, 7 p + complément 2001, 6p.
- Ministère de l'agriculture et de la pêche, 2001. Recensement agricole 2000. L'essentiel, Lozère, 136 p.
- Ministère de l'agriculture et de la pêche, 2002. Agreste Lozère, Les Causses, 4p.
- Mollard, A.; Chatellier, V.; Codron, J. M.; Dupraz, P.; Jacquet, F., 2003, Vers une gestion intégrée agriculture-environnement ? Diagnostic, solutions, perspectives. Les Dossier de l'environnement de l'INRA n° 23, pp. 129-152
- Moschini G., 1988. A model of production with supply management for the canadian agricultural sector, *American Journal of Agricultural Agriculture*, mai 1988, 318-329.
- Moschini G., 1988. The cost structure of Ontario Dairy Farms: a microeconomic analysis, *Canadian journal of agricultural economics*, 1988, N°36, p187-206.

- Moschini G., 1989. Normal inputs and joint production with allocatable fixed factors, *American Journal of Agricultural Agriculture*, novembre 1989. 1021-1024.
- Moschini G. et P. Sckokai, 1994. Efficiency of decoupled farm programmes Under Distortionary taxation". *American Journal of Agricultural Economics*, 76, 362-370.
- OECD, 1998. The Environmental Effects of Reforming Agricultural Policies, 130 pages.
- OCDE, 2000a. Incidences de la libéralisation des échanges agricoles sur l'environnement au plan national et international. Réf. COM/AGR/ENV(2000)75/FINAL. 46 p.
- OECD 2000b. *Découplage: une vue d'ensemble du concept*. [COM/AGR/APM/TD/WP(2000)14/Final], 34 p.
- OECD 2000c, *Multifunctionality: Towards an analytical framework*, [COM/AGR/APM/TD/WP(2000)3/REV2].
- OCDE, 2000d. The Production Relationships Underlying Multifunctionality. 17 février 2000. 40p. réf. [COM/AGR/APM/TD/WP(2000)3/PART2].
- OCDE, 2000e. Externality and public good aspects of multifunctionality. 09 février 2000, 45p. réf. [COM/AGR/APM/TD/WP(2000)3/PART3].
- OCDE, 2000f. Multifonctionnalité sous ses aspects de production, d'externalité et de bien public : résumé et conclusions. Mars 2000. 17 p. réf.[COM/AGR/APM/TD/WP(2000)3/PART4].
- OCDE, 2000g. Production, externality and public good aspects of multifunctionality: annexes. 25 février 2000. 36 p. réf. [COM/AGR/APM/TD/WP(2000)3/PART5].
- OECD, 2001. A synthesis of country reports on jointness between commodity and non-commodity outputs in OECD agriculture, Proceedings of the Workshop on multifunctionality, Paris 2-3 July 2001, Oecd, Paris.
- OECD, 2003. Multifonctionnalité, conséquences pour l'action publique. 122p.
- Oladi R., 2005. Stable tariffs and Retaliation. *Review of International Economics*, 13(2):205-215.
- Olsson, G.A. and K. Ronningen, 1999. Environmental values in Norwegian Agricultural Landscape, Report N° 10/99, Centre for Rural Resaerch, Norwegian University of Science and Technology, CAB International, Oxon, UK.
- Paarlberg P L., M. Bredhal and J.L. Lee, 2002. Multifunctionality and Agricultural Trade Negotiations. *Review of Agricultural Economics*, Vol 24, Number 2 - p 322-335.
- PanzarJ. C. and Willig R.D., 1981. Economies of scope, AEA Papers and proceedings, vol 71, N°2: 268-272.
- Peerlings J. and N. Polman, 2004. Wildlife and landscape services production in Dutch dairy farming , jointness and transaction costs. *European Review of Agricultural Economics*. Vol 31(4) : 427-449 .
- Peterson J. M., R.N. Boisvert et H. De Gorter, 2002. Environmental policies for a multifunctional agriculture sector in open economies, *European Review of Agricultural Economics*, vol 29 (4) 423-443.
- Plantureux S., 1996. Biodiversité, type de sol et intensité de l'exploitation des prairies permanentes du plateau lorrain. *Acta Botanica Gallica*, 143 (4/5):403-410.
- Plantureux S., Bonishot R. et A. Guckert, 1987. Effet des techniques d'exploitation sur la végétation de prairies permanentes lorraines. *Acta oecologica*. Oecol. Applic., 8(3):229-246
- Pingault N., 2001. La multifonctionnalité : caractéristique ou objectif ? Séminaire CERI "Nouvelles questions sur l'avenir de la PAC et rôle de la multifonctionnalité" 17 et 18 mai 2001. Paris : CERI, 15 p.
- Randall A., 2002. Valuing the outputs of multifunctional agriculture. *European Review of Agricultural Economics*, vol 29(3), 289-307.

- Rodrik, D. 1986. "Tariffs, Subsidies, and Welfare with Endogenous Policy," *Journal of International Economics* 21(3/4), December 1986.
- Rodrik, D. 1996. Understanding Economic Policy Reform. *Journal of Economic Literature*, March 1996.
- Rodrik D, and A. Alesina, 1994. Distributive Politics and Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, May 1994.
- Roger C., 2001. Agriculture raisonnée, multifonctionnelle, biologique,... : Quelles voies vers une "agriculture durable "? Comprendre l'actualité.
[http://www.inra.fr/Internet/Departements/ESR//comprendre/js/agri_raison.php?PHPSESSID=6f714c
ba24f637b23fd7e4957d8cebdd](http://www.inra.fr/Internet/Departements/ESR//comprendre/js/agri_raison.php?PHPSESSID=6f714cba24f637b23fd7e4957d8cebdd)
- Romstad E., A Vatn, PK Rorstad et V. Soyland 2000. Multifunctional agriculture, implications for policy design. Report N° 21, Department of economics and social sciences, Agricultural University of Norway.
- Sakai, Y. 1974. Substitution and expansion effects in production theory: the case of joint production. *Journal of Economic Theory* 9 (1974):255-74.
- Salles J. M., E. Motte and L. Thomas, 1998. "Incentives to farmers for *in situ* biodiversity conservation in buffer areas: a principal agent approach", International Conference of ESEE on Ecological Economics and Development, University of Geneva, 4-7th March 1998, 12 p.
- Sandmo A., 1971. On the Theory of Competitive Firm under Price Uncertainty. *American Economic Review*, vol. 61, 65-73.
- Shumway C. R., R.D. Pope and E K. Nash, 1984. Allocatable fixed inputs and jointness in agricultural production: implications for economic modelling, *American Journal of Agricultural Economics*, 66(1984):72-78.
- Sinner, J., I. Cairns, M. Storey and B. Warmington, 1995. Agri-Environmental Programmes in New Zealand: A Report to OECD. Wellington: MAF Agriculture Policy Technical Paper 95/3, juillet 1995.
- Siroën JM, et S. Javelot, 1994. Les nouveaux instruments de politique commerciale, *Revue Economique*, volume 45, n°3, mai, pages 487-500.
- Siroën JM, 1995. Le multilatéralisme, l'Organisation Mondiale du Commerce et l'Union Européenne, *Economie rurale*, n°226, mars-avril, 11-17.
- Siroën JM, 1998. Monopoles naturels, ouverture commerciale et gains de l'échange, *Economie Internationale*, n°75, 3^e trimestre, pages 55-80.
- Siroën JM, 1999. Oligopoles et choix de politique commerciale, *Economie Internationale*, n°79, 3^e trimestre, 39-62
- SOLAGRAL, 1999. "La multifonctionnalité de l'agriculture dans les futures négociations de l'OMC". Paris : SOLAGRAL, rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche, 124 p.
- Sourie J.C., G. Millet, L. Guindé et A-S. Wepierre, 2003. La révision à mi-parcours de la PAC (juin 2003) et les exploitations céréalières des régions intermédiaires. La réforme de la politique agricole commune de juin 2003. Simulations des effets micro-économiques et macro-économiques
<http://www.inra.fr/Internet/Departements/ESR//publications/iss/pdf/iss03-4b.pdf>
- Syropoulos, C., 2002. Optimum tariffs and retaliation revisited: How Country Size Matters. *Review of Economic Studies*, 69:707-727.
- Swinbank A., 2001. Multifunctionality : A European Euphemism for Protection ? FWAG Conference, Multifunctionality of Agriculture, A European Model. National Agricultural Center, Stoneleigh, 29 November 2001, 17 p.
- Tangermann S., 2001. L'accord sur l'agriculture de l'Uruguay Round fonctionne-t-il ? *Economie internationale*, 87 :15-44.

- Thoyer S., 1998. L'économie politique des soutiens à l'agriculture dans les pays développés : le renouveau des politiques agricoles américaines et européennes révèle-t-il un nouvel équilibre des pouvoirs?, p. 267-302. In Miclet, Sirieix et Thoyer, 1998 : « Agriculture et alimentation en quête de nouvelles légitimités. - Montpellier : Economica, 371 p.
- Tubiana L., 1998. Négociations commerciales internationales et politiques nationales, Agricultures, territoires, politiques, DATAR, Paris, pp. 277-279, 1998.
- Tubiana L., P. Jacquet et L. Messerlin, 1999. Le cycle du Millénaire, Rapport au Conseil d'Analyse Economique n°20, Paris, La Documentation Française, 1999.
- Tubiana L., 2000. Global environment and global governance in Actes du Colloque ABCDE/CAE. P.A. Muet et J. Stiglitz editeurs. Mars 2000 Oxford University Press.
- Tubiana L., 2000. Environnement et développement. L'enjeu pour la France. Rapport au premier Ministre. La documentation française, Paris, avril 2000.
- Van Long N.; Soubeyran A., 2001. Cost Manipulation Games in Oligopoly, With Costs of Manipulating. *International Economic Review*, May 2001, vol. 42, no. 2, pp. 505-533(29) .
- Vandendorpe A.L., 1972. Optimal tax structure in a model with traded and non-traded goods, *Journal of International Economics* 2, 235-256.
- Vanzetti, 1996. The next round : game theory and public choices perspectives. *Food Policy* 4/5. 461-477.
- Vatn 2002. Multifunctional agriculture: some consequences for international trade regimes. *European Review of Agricultural Economics*. vol 29 N°3, pp 309-327.
- Vermersch D., 2001. Multifunctionality: applying the OECD framework. A review of literature in France. 25p.
- Vermersch D, 2004. Modelling multifunctional agriculture as a demand driven agriculture: joint production versus joint consumption. 90th EAAE Seminar, Rennes, October 28-29, 2004.
- Voituriez T. et F. Gérard, 2001. Les arguments contre le libre-échange des capitaux sont-ils transposables aux marchés agricoles? Les leçons d'une controverse. Colloque SFER, 6-7 février 2001, Paris. 15 p.

Annexes

Annexe au chapitre 3

Annexe 3.1. Cas de la complémentarité décroissante en z

Hypothèse H_3 : $C_{zzy} > 0$

Le coût de production d'environnement est de plus en plus convexe lorsque la production agricole augmente. Cela signifie aussi que $C_{yzz} > 0$, et donc la complémentarité est décroissante.

Lorsque z augmente, la courbe de coût marginal de l'environnement dans le plan (C_z, y) – en U – se déplace vers le haut en se déformant : la complémentarité disparaît (pour les fortes valeurs de z , le domaine où $C_{yz} < 0$ disparaît, et C_z devient croissant en z et en y).

Application numérique

Pour poursuivre l'analyse, nous choisissons une forme fonctionnelle particulière permettant d'envisager simplement les hypothèses technologiques.

$$C(y, z) = a_0 + az + by + 0,5cz^2 + 0,5dy^2 + eyz + fy^2z + gyz^2 + hz^3 + jy^3$$

Nous devons imposer certaines conditions à cette fonction de coût :

$$C_{zz} > 0, \text{ soit } c + 2gy + 6hz \geq 0$$

$$C_{yy} > 0, \text{ soit } d + 2fz + 6jy \geq 0$$

$$C_{yy}C_{zz} - C_{yz}^2 > 0, \text{ soit } (d + 2fz + 6jy)(c + 2gy + 6hz) - (e + 2fy + 2gz)^2 \geq 0$$

$$C_{yyz} > 0 \text{ se traduit par } f > 0.$$

$$C_{yzz} > 0 \text{ se traduit par } g > 0.$$

La jointure est donnée par le signe de $C_{yz} = e + 2fy + 2gz$. On peut alors dessiner la zone de complémentarité T_1 : $C_{yz} = e + 2fy + 2gz < 0$ qui correspond à $z < -e/2g - (f/g)y$. Cela correspond à la zone à gauche de la droite T_2 . La zone de substitution T_3 est à droite de T_2 .

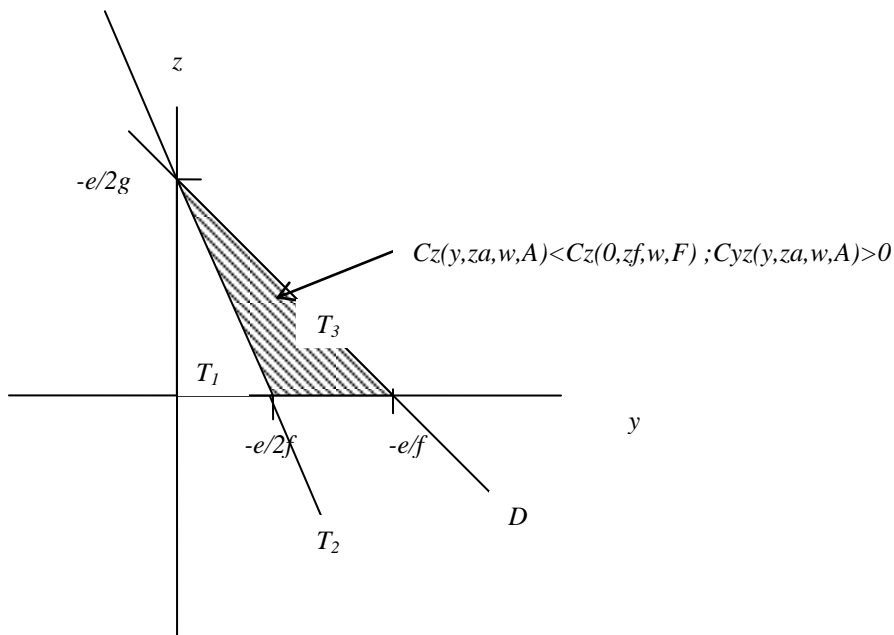
Pour les forestiers, le coût de production s'écrit

$$C(0, z) = a1 + az + 0,5cz^2 + hz^3$$

$$C_z(y, z_a) - C_z(0, z_f) = ey + fy^2 + 2gyz = y(e + fy + 2gz)$$

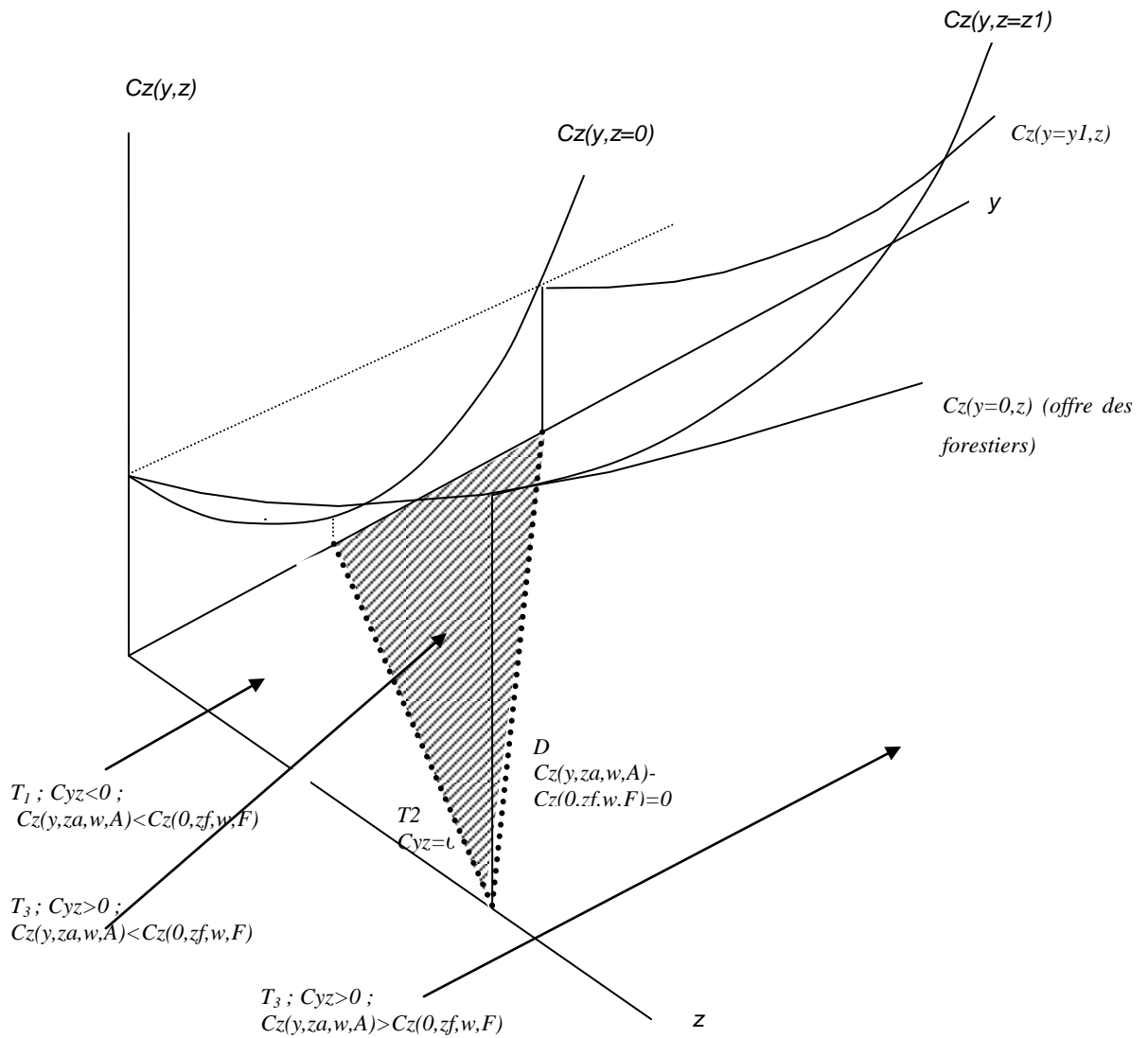
$C_z(y, z_a) < C_z(0, z_f)$ ssi $e + fy + 2gz < 0$ ssi $z < -e/2g - (f/2g)y$, ce qui correspond à la zone situé à gauche de la droite D.

Figure annexe 3.13. Domaine de complémentarité et domaine de supériorité de la technologie agricole ($e < 0$)



Il y a donc trois domaines valides. Lorsque z , et y sont à gauche de T_2 , les deux productions sont complémentaires et le coût de production agricole est inférieur au coût de production forestier. Lorsque z et y sont dans la zone hachurée, les deux productions sont substitués et mais coût marginal agricole reste inférieur au coût marginal des forestiers. Et si z et y sont à droite de D , les deux productions sont substitués et le coût marginal agricole devient supérieur au coût marginal des forestiers.

Figure annexe 3.14. Schéma général et positionnement des domaines technologiques



On vérifie sur un cas numérique les bonnes propriétés de la fonction de coût.

$$a=10 ; b=10 ; c=10 ; d=10 ; e= -5 ; f=g=h=j=1$$

$$C_{zz}(y,z,w,A) = c + 2gy + 6hz = 10 + 2y + 6z \geq 0$$

$$C_{yy}(y,z,w,A) = d + 2fz + 6jy = 10 + 2z + 6y \geq 0$$

$$C_{yy}C_{zz} - C_{yz}^2 =$$

$$(d + 2fz + 6jy)(c + 2gy + 6hz) - (e + 2fy + 2gz)^2 = (10 + 2z + 6y)(10 + 2y + 6z) - (-5 + 2y + 2z)^2$$

$$100 + 20y + 60z + 20z + 4yz + 12z^2 + 60y + 12y^2 + 36yz - (25 - 10y - 10z - 10y + 4y^2 + 4yz - 10z + 4yz + 4z^2)$$

$$100 + 80y + 80z + 40yz + 12z^2 + 12y^2 - (25 - 20y - 20z + 4y^2 + 8yz + 4z^2)$$

$$75 + 100y + 100z + 32yz + 8z^2 + 8y^2 \geq 0$$

la convexité est alors assurée sur $[0, +\infty[$.

Dans la zone de substitution, il existe donc des points (y_1, z_1) tels que $C_z(y_1, z_1, w, A) \leq C_z(0, z_1, w, F)$ et des points (y_2, z_2) tels que $C_z(y_2, z_2, w, A) \geq C_z(0, z_2, w, F)$.

Figure annexe 3.15. Coûts marginaux joint et non joint sous H_3 et H_1

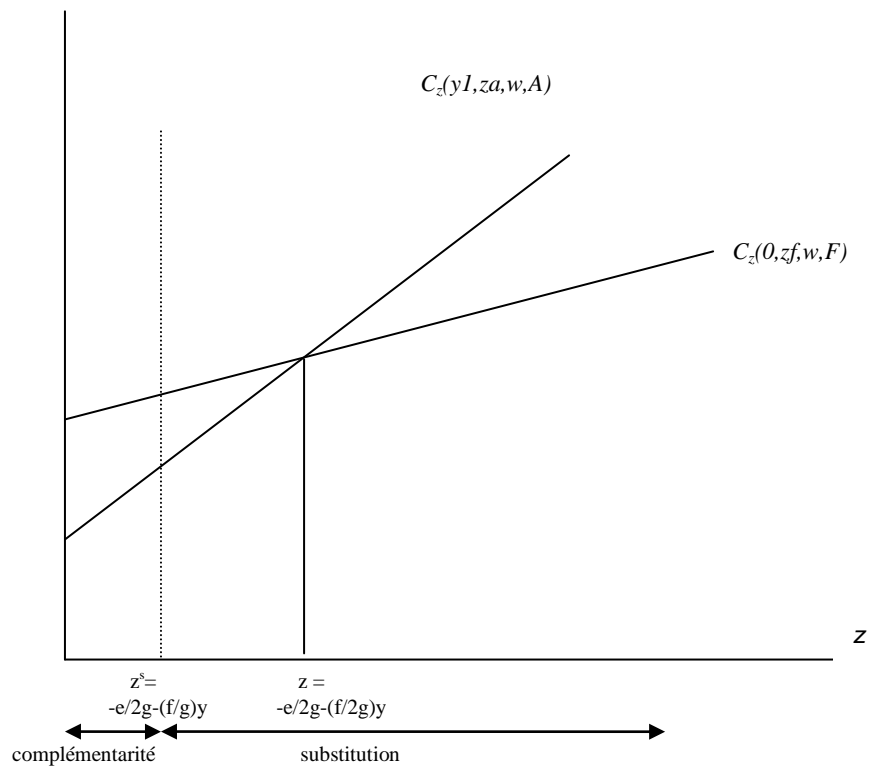
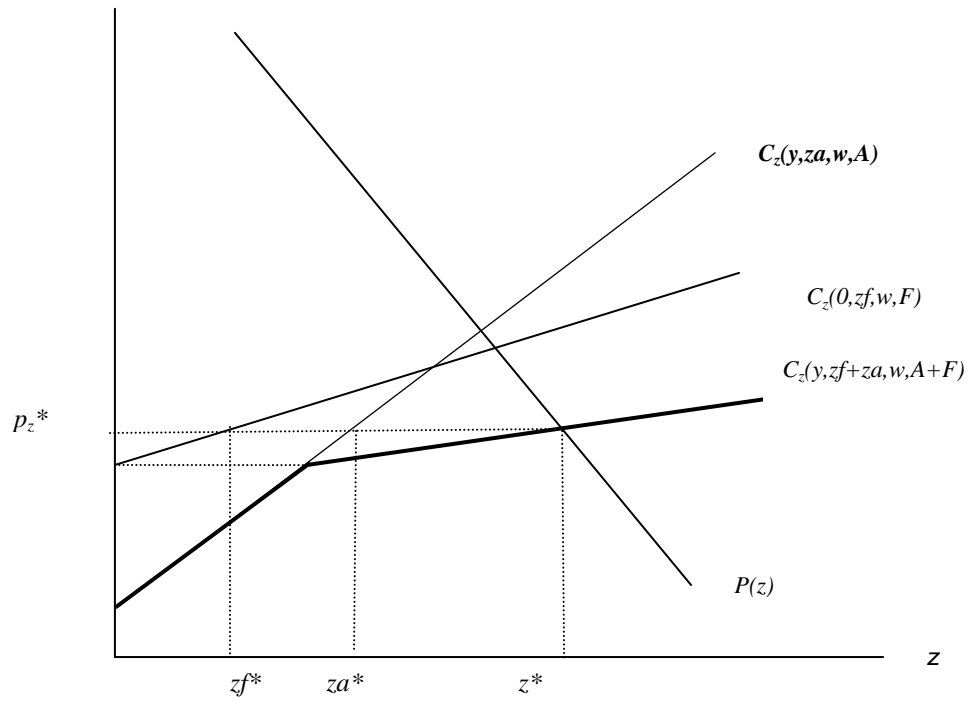


Figure annexe 3.16. Coûts marginaux et offre globale sous H_1 et H_3



L'effet global est ambigu. Le coût marginal agricole de long terme peut donc rester sous le coût marginal des forestiers comme il peut lui devenir supérieur pour les valeurs élevées de z , selon le bilan de ces deux effets contraires.

Annexe 3.2. Illustration de l'effet Le Chatelier par la jointure

Figure annexe 3.17. Effet le Châtelier résultant de la jointure (Chambers, 1988)

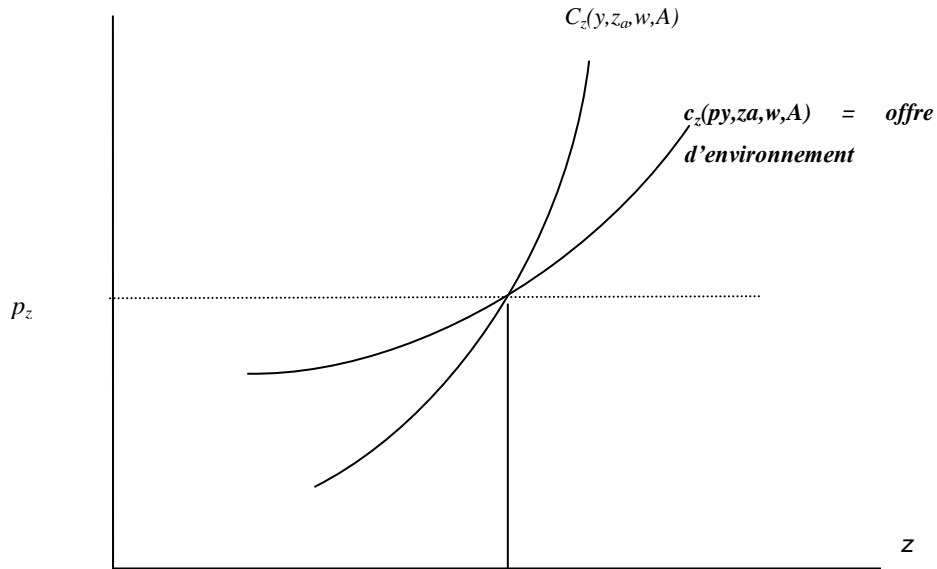
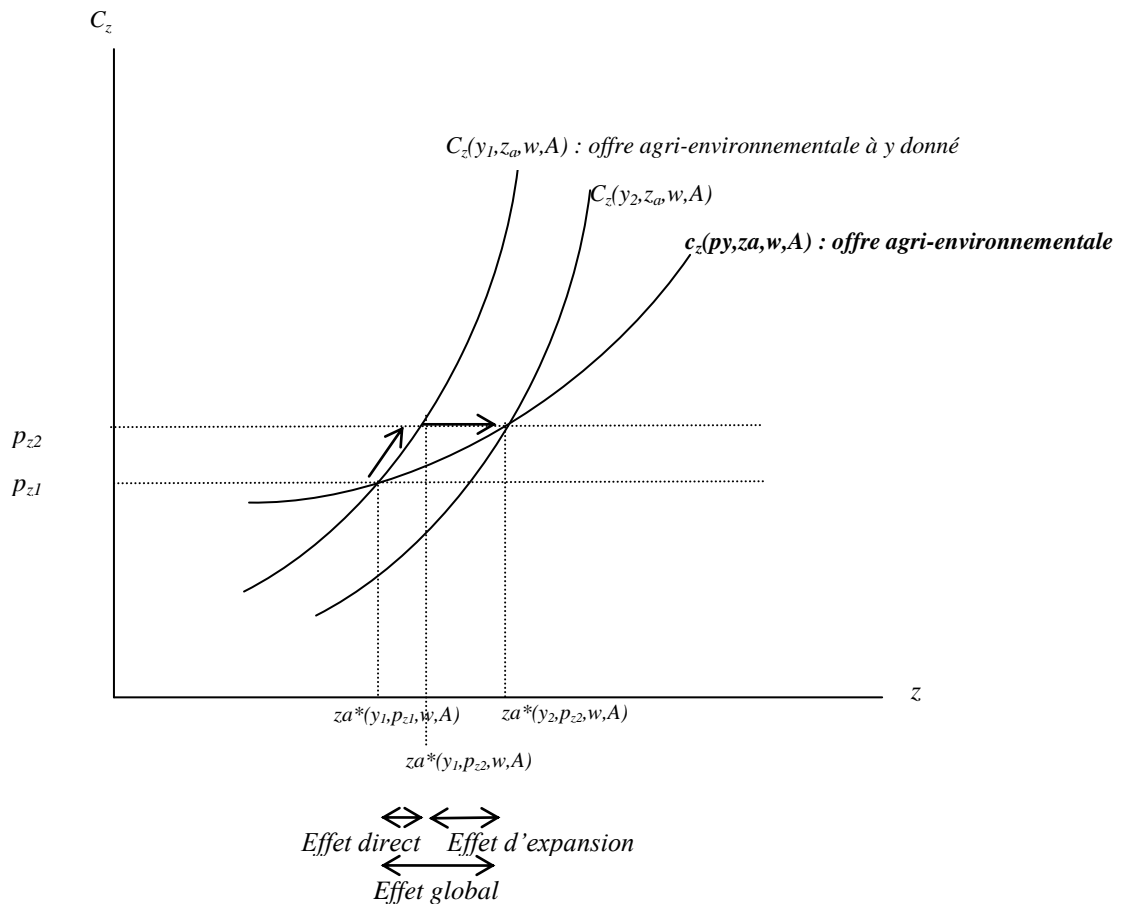


Figure annexe 3.18. Offre agri-environnementale (dz_a/dp_z) en cas de jointure positive ou négative entre y et z



A mesure que p_z s'accroît (entre p_{z1} et p_{z2}), le coût marginal change de courbes de coût marginal (y change). La courbe qui relie tous les points d'intersection entre p_{z1} et p_{z2} est la courbe d'offre d'environnement par les agriculteurs $C(y(p_y, z_a, w, A), z_a, w, A)$.

Annexe 3.3. Généralisation de la complémentarité au cas de l'externalité

Cas où $z''(y, w, A) > 0$ et $p_z = 0$ avec $C_{zy} > 0$

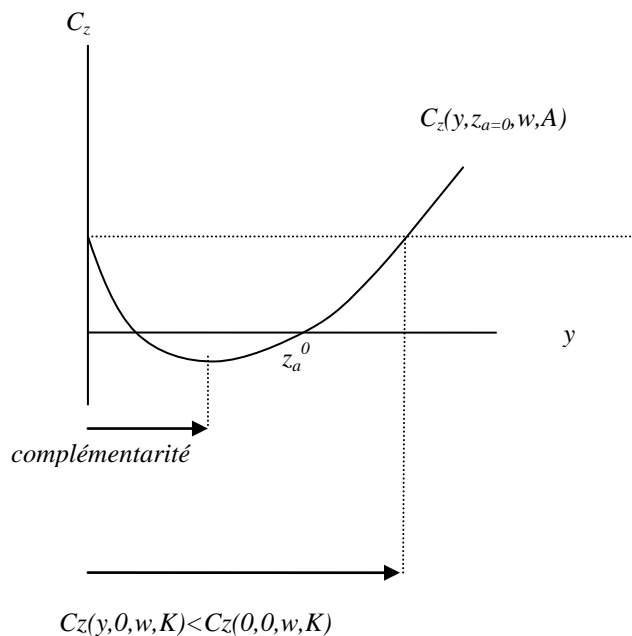
$$C_{zy}(0, 0, w, A) < 0$$

$$C_{zyy} > 0$$

$$C_z(0, 0, w, A) > 0$$

Il existe y tel que $C_z(y, 0, w, A) < 0$

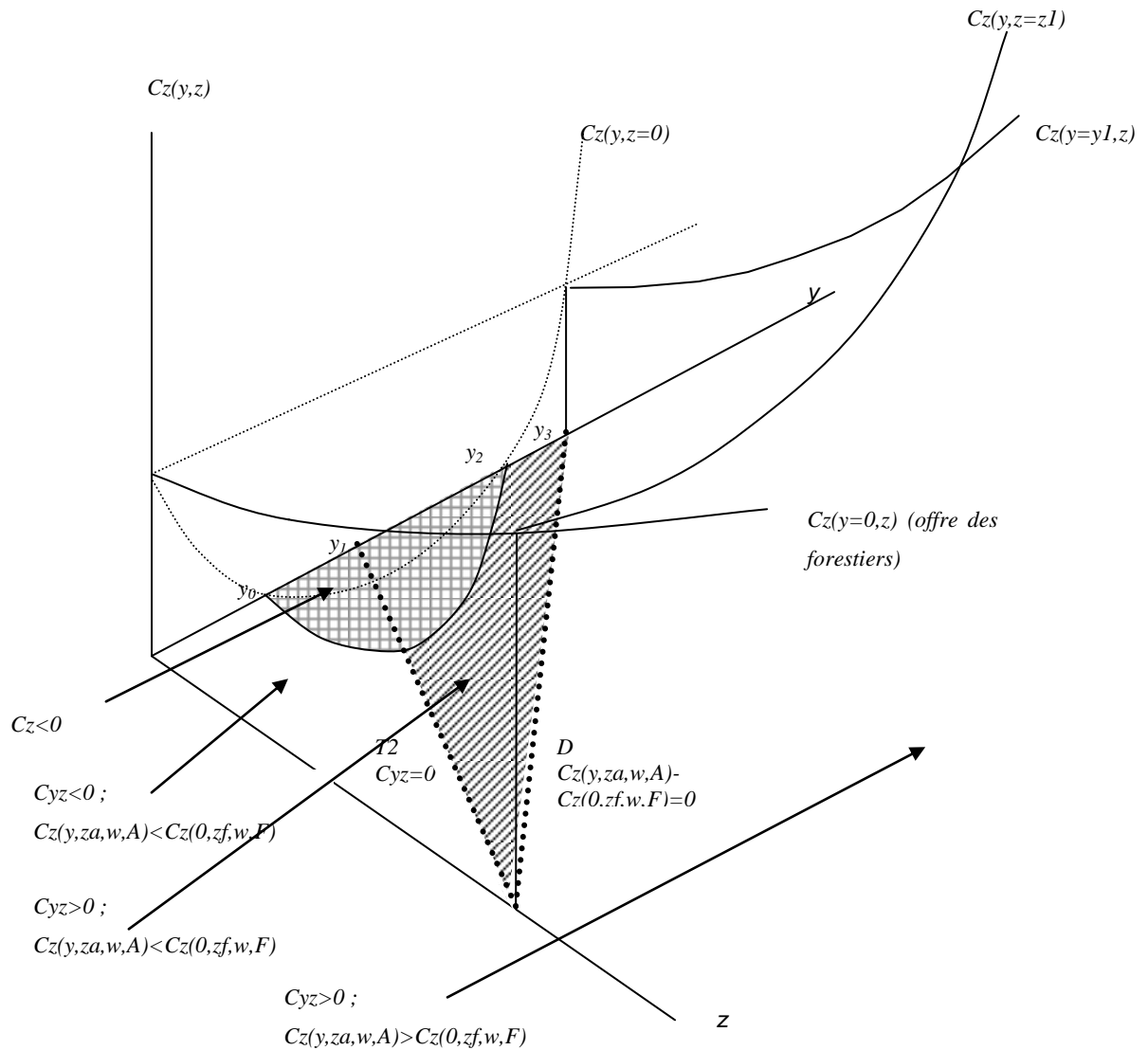
Figure annexe 3.19. Représentation de la technologie à jointure décroissante et zone de production de bien public gratuit



A noter que l'on peut avoir substitution et pourtant $C_z < 0$.

Nous avons donc une zone supplémentaire dans le diagramme général de C_z (ci-dessous), qui est la zone de négativité du coût marginal.

Figure annexe 3.20. Complémentarité décroissante avec une zone où C_z est négatif pour certaines valeurs de y



Si $y < y_0$, le $C_z(y,0,w,K) > 0 = p_z$ et le bien public ne sera pas produit. Si l'Etat subventionne y , il n'y aura toujours pas de production d'environnement tant que $y < y_0$.

Si $y_0 < y < y_1$, $C_z(y,0,w,K) < 0 = p_z$. Le bien public sera produit jusqu'à ce que $C_z(y,z,w,K) = p_z = 0$. Le nouvel équilibre se situe sur la frontière de la zone quadrillée,

dans la zone de complémentarité. Toute subvention de y aura pour effet d'accroître y et z selon cette frontière quadrillée, jusqu'à la ligne D1.

Si $y_1 < y < y_2$, $C_z(y, 0, w, K) < 0 = p_z$. Le bien public sera également produit jusqu'à ce que $C_z(y, z, w, K) = p_z = 0$, mais le nouvel équilibre se situe sur la frontière de la zone quadrillée dans la zone de substitution. Toute subvention de y aura pour effet d'accroître y et de diminuer z selon cette frontière jusqu'à y_2 .

Si $y_2 < y$, $C_z(y, 0, w, K) < 0 = p_z$, il n'y a pas de bien public produit.

Par conséquent, dans toute la zone de complémentarité, une subvention aura un effet positif sur l'environnement, et le coût de production de l'environnement sera inférieur à une fourniture non agricole.

La politique $(p_y + s, p_z = 0)$ est toujours moins bonne que la politique $(p_y, p_z = s)$.

A p_z donné, dans toute la zone de complémentarité, la politique $p_y + s, p_z$ est meilleure que la politique p_y, p_z .

Annexe au chapitre 4

Annexe 4.1. Estimation de la forme brute du modèle (sans restriction)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,940 ^a	,884	,825	12316,91357

a. Predictors: (Constant), $0,5y_1^2z_2$, wL_wK , $y_1_z_1$, y_2_wK , $0,5wK^2$, $z_1_z_2$, y_2_wL , $UTHfam$, y_1_wK , z_2_wL , z_1_wL , $y_2_z_2$, y_1_wL , $y_2_z_1$, z_2_wK , z_1_wK , $0,5wL^2$, wL_UTHfam , $0,5z_1^2$, $y_1_y_2$, $0,5z_2^2$, $0,5y_2^2$, wK_UTHfam , $0,5y_1^2z_2$, z_2_UTHfam , wK , y_2_UTHfam , $0,5y_1^2z_1$, $wL_0,5UTHfam^2$, y_2 , z_1 , z_1_UTHfam , y_1_UTHfam , y_1 , $y_1_z_2$

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-30513,6	37972,467		-,804	,424
	y1	1,100	,650	1,329	1,694	,095
	y2	2,993	2,419	,596	1,237	,220
	z1	148,519	197,509	,451	,752	,454
	z2	5,403	598,034	,005	,009	,993
	UTHfam	-306,354	20133,086	-,009	-,015	,988
	wL	112,745	209,449	,233	,538	,592
	wK	59809,434	87780,619	,296	,681	,498
	$0,5y_1^2$	-2,1E-006	,000	-,246	-,415	,680
	$0,5y_2^2$	-4,7E-005	,000	-,129	-,509	,612
	$0,5z_1^2$,294	,497	,168	,591	,556
	$0,5z_2^2$	18,144	7,915	,627	2,292	,025
	$y_1_z_1$,001	,003	,265	,264	,792
	$y_1_z_2$	-,011	,009	-,193	-1,214	,229
	$y_1_y_2$	1,41E-005	,000	,217	,682	,497
	y_1_UTHfam	-,115	,128	-,530	-,905	,368
	y_1_wK	-,628	,746	-,208	-,842	,403
	y_1_wL	,000	,001	-,047	-,151	,881
	$y_2_z_1$,004	,006	,193	,609	,545
	$y_2_z_2$	-,004	,017	-,050	-,257	,798
	y_2_UTHfam	-,956	,715	-,537	-1,337	,185
	y_2_wK	-1,770	4,030	-,127	-,439	,662
	y_2_wL	-,004	,010	-,067	-,445	,658
	$z_1_z_2$	1,681	1,498	,191	1,122	,266
	z_1_wK	-101,588	208,251	-,144	-,488	,627
	z_1_wL	-,317	,449	-,107	-,706	,483
	z_1_UTHfam	-101,171	51,876	-1,018	-1,950	,055
	z_2_UTHfam	-278,348	157,587	-,697	-1,766	,082
	z_2_wL	,203	1,435	,023	,141	,888
	z_2_wK	1066,980	683,474	,319	1,561	,123
	$0,5UTHfam^2$	13776,615	9351,909	,835	1,473	,145
	$0,5wL^2$	-,757	,758	-,197	-,998	,321
	$0,5wK^2$	-29430,9	112478,1	-,071	-,262	,794
	wL_wK	33,083	311,041	,023	,106	,916
	wL_UTHfam	22,863	42,647	,094	,536	,594
	wK_UTHfam	132,450	30396,973	,001	,004	,997
	$0,5y_1^2z_1$	1,34E-009	,000	,030	,046	,963
	$0,5y_1^2z_2$	1,29E-007	,000	,987	1,561	,123

a. Dependent Variable: C

Annexe 4.2. Modèle linéaire

$$C(y_1, y_2, z_1, z_2, w_L, w_K, UTHfam) = a_0 + b_1 y_1 + b_2 y_2 + b_3 z_1 + b_4 z_2 + c_1 w_L + c_2 w_K + d UTHfam$$

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,897 ^a	,804	,791	13476,37702

a. Predictors: (Constant), wK, y2, z2, wL, UTHfam, z1, y1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1003,304	6395,083		-,157	,876
	y1	,770	,052	,931	14,917	,000
	y2	1,192	,236	,237	5,050	,000
	z1	29,032	19,927	,088	1,457	,148
	z2	46,594	66,220	,041	,704	,483
	UTHfam	-3398,983	2360,898	-,094	-1,440	,153
	wL	10,360	23,539	,021	,440	,661
	wK	21524,589	10273,173	,107	2,095	,039

a. Dependent Variable: C

Annexe au chapitre 5

annexe 5.1 Preuves de (5.32) et (5.33)

Preuve de (5.32):

$$dt^e = P_t dt^e + P_T dT^e - dT^e, \text{ en notant que } X' \text{ est constant}$$

d'où

$$dt^e = \frac{P_T - 1}{1 - P_t} dT^e$$

$$\text{avec } \frac{P_T - 1}{1 - P_t} = \frac{\frac{m'}{X' - m'}}{\frac{X' - 2m'}{X' - m'}} = \frac{m'}{X' - 2m'}$$

Preuve de (5.33)

$$dT^e = -(P_t dt^e + P_T dT^e + dt^e)$$

$$dT^e = -\frac{P_t + 1}{P_T + 1} dt^e$$

$$\text{avec } -\frac{P_t + 1}{P_T + 1} = -\frac{X'}{2X' - m'}$$

En réécrivant les effets partiels sous la forme

$$d\tilde{t}^e(T^e) = \underbrace{\frac{m'}{X' - 2m'}}_{\leq 0} dT^e \quad (5.32)$$

$$dt^e = \frac{m' - 2X'}{X'} d\tilde{T}^e(t^e) \quad (5.33)$$

Annexe 5.2. Preuves de (5.34) et (5.35) :

La différenciation de (15.28) donne, dans le cas linéaire où X' est constant :

$$dt^e = \frac{X'[P_t dt^e + P_s d\bar{s} + P_T dT^e + P_S d\bar{S} - dT^e] + X_{S^e} d\bar{S}}{X'}$$

d'où

$$dt^e = \frac{P_s}{1-P_t} d\bar{s} + \frac{P_T-1}{1-P_t} dT^e + \frac{P_s + \frac{Y'}{X'}}{(1-P_t)} d\bar{S}$$

La différenciation de (15.29) donne,

$$dT^e = -\frac{m'[P_t dt^e + P_s d\bar{s} + P_T dT^e + P_s d\bar{S} + dt^e + m_s d\bar{s}]}{m'}$$

d'où

$$dT^e = -\frac{P_t+1}{P_T+1} dt^e - \frac{P_s}{P_T+1} d\bar{s} + \frac{\frac{y'}{m'} - P_s}{P_T+1} d\bar{s}$$

Le système à résoudre en dt^e et dT^e est donc le suivant :

$$dt^e = \frac{P_s}{1-P_t} d\bar{s} + \frac{P_T-1}{1-P_t} dT^e + \frac{P_s + \frac{Y'}{X'}}{(1-P_t)} d\bar{S}$$

$$dT^e = -\frac{P_t+1}{P_T+1} dt^e - \frac{P_s}{P_T+1} d\bar{s} + \frac{\frac{y'}{m'} - P_s}{P_T+1} d\bar{s}$$

On peut également l'écrire sous la forme :

$$dt^e - \frac{P_T-1}{1-P_t} dT^e = \frac{P_s}{1-P_t} d\bar{s} + \frac{P_s + \frac{Y'}{X'}}{(1-P_t)} d\bar{S}$$

$$dt^e + \frac{P_T+1}{P_t+1} dT^e = \frac{\frac{y'}{m'} - P_s}{(P_T+1)(P_t+1)} d\bar{s} - \frac{P_s}{(P_T+1)(P_t+1)} d\bar{S}$$

La soustraction de ces deux équations donne la résolution en dT^e

$$\left(\frac{P_T+1}{P_t+1} + \frac{P_T-1}{1-P_t} \right) dT^e = \left(\frac{\frac{y'}{m'} - P_s}{(P_T+1)(P_t+1)} - \frac{P_s}{1-P_t} \right) d\bar{s} - \left(\frac{P_s}{(P_T+1)(P_t+1)} + \frac{P_s + \frac{Y'}{X'}}{(1-P_t)} \right) d\bar{S}$$

Avec les remplacements suivants :

$$\frac{P_T - 1}{1 - P_t} = \frac{\frac{m'}{X' - m'}}{\frac{X' - 2m'}{X' - m'}} = \frac{m'}{X' - 2m'}$$

$$\frac{P_s}{1 - P_t} = \frac{\frac{-y'}{X' - m'}}{\frac{X' - 2m'}{X' - m'}} = \frac{-y'}{X' - 2m'}$$

$$\frac{P_s + Y'/X'}{(1 - P_t)} = \frac{\frac{-Y'}{X' - m'} + \frac{Y'}{X'}}{\frac{X' - 2m'}{X' - m'}} = \frac{-Y'X' + Y'(X' - m')}{X'(X' - 2m')} = \frac{Y'(-X' + X' - m')}{X'(X' - 2m')} = \frac{-m'Y'}{X'(X' - 2m')}$$

et

$$\frac{P_t + 1}{P_T + 1} = \frac{X'}{2X' - m'}$$

$$\frac{P_s}{P_T + 1} = \frac{-Y'}{2X' - m'}$$

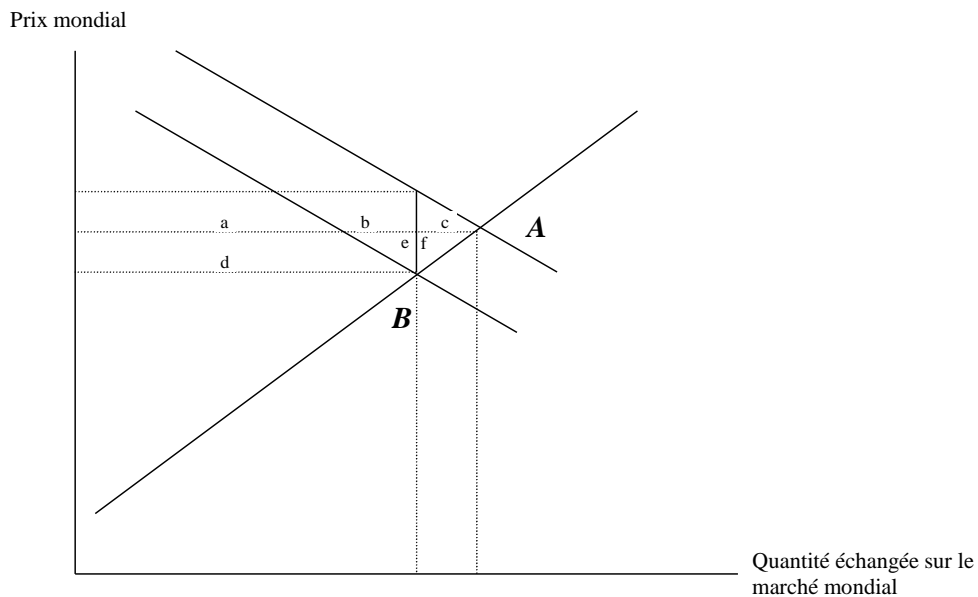
$$\frac{\frac{y'}{m'} - P_s}{P_T + 1} = \frac{\frac{y'}{m'} - \frac{-y'}{X' - m'}}{\frac{2X' - m'}{X' - m'}} = \frac{y'X'}{m'(2X' - m')}$$

Annexe au chapitre 6

Annexe 6.1. Politiques environnementales et dilemme du prisonnier

On donne à titre d'illustration la représentation graphique du dilemme du prisonnier lié aux politiques environnementales seules et de l'effet de la coordination en faisant abstraction de la multifonctionnalité.

Figure annexe 6.5. Bilan de bien-être international de la subvention dans le pays domestique



La subvention à la production dans le pays importateur a pour effet de réduire la demande d'importation, et d'abaisser le prix mondial (l'équilibre passe de **A** à **B**).

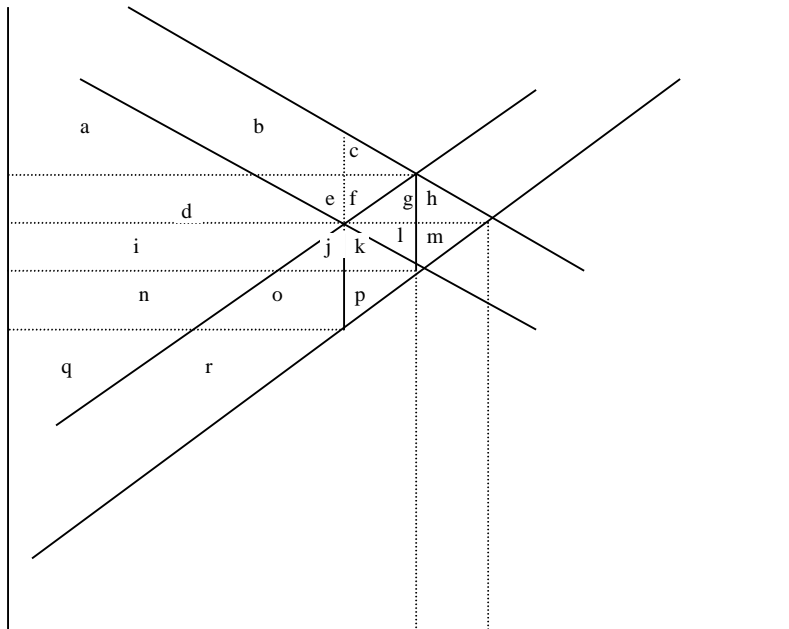
Bilan de bien-être international lié à la mise en place d'une subvention dans le pays domestique :

Variation de surplus de l'importateur : $d+e-c$

Variation de surplus de l'exportateur : $-d-e-f$

Bilan total : $-c-f$

Figure annexe 6.6. Bilan de bien-être international de politique intérieure dans les deux pays (subvention chez l'importateur et taxe chez l'exportateur) à prix mondial inchangé



Bilan de bien-être international de la mise en place de politique intérieure optimale dans les deux pays :

Effet de la subvention domestique

Bilan pour l'importateur : $i+j+k+l-h$

Bilan pour l'exportateur : $-i-j-k-l-m$

total : $-h-m$

Effet de la taxe de l'exportateur

Bilan pour l'importateur : $i+j+k+l-h$ $-i-j-k-l-g-f-c = -h-g-f-c$

Bilan pour l'exportateur : $-i-j-k-l-m$ $+ i+j-p = -k-l-m-p$

total : $-c-f-g-h-k-l-m-p$

Figure annexe 6.7. Illustration du dilemme du prisonnier

	Exportateur	Libre-échange	Taxe
Importateur			
Libre-échange		(0,0)	(-d-e-f-g-h ; d+e+f+g-m)
Subvention		(i+j+k+l-h, -i-j-k-l-m)	(-h-g-f-c; -k-l-m-p)

annexe 6.2. preuves de (6.47) et (6.48)

$$d\tilde{s} = \frac{-m'Y'}{(X'-q')(X'-m') + X'y'} dS \quad (6.47)$$

$$d\tilde{S} = -\frac{y'X'}{(m'+Q')(X'-m') + m'Y'} ds \quad (6.48)$$

$$d\tilde{s} = \frac{X_s P_s ds + Y'(P_s + 1)dS - Q' P_s dS}{X'-q'} = \frac{X_s P_s ds + (Y' + X' P_s) dS}{X'-q'}$$

$$ds \left(1 - \frac{X' P_s}{X'-q'}\right) = \frac{Y' + X' P_s}{X'-q'} dS = ds \left(1 + \frac{X'y'}{(X'-q')(X'-m')}\right) = \frac{Y' - \frac{X'Y'}{X'-m'}}{X'-q'} dS$$

$$d\tilde{s} = \frac{-m'Y'}{(X'-q')(X'-m') + X'y'} dS$$

et

$$d\tilde{S} = \frac{m' P_s dS + [q' P_s - y'(P_s + 1)] ds}{m'+Q'} = \frac{m' P_s dS + [m' P_s - y'] ds}{m'+Q'}$$

$$dS \left(m'+Q' + \frac{m'Y'}{X'-m'}\right) = \left(-\frac{m'y'}{X'-m'} - y'\right) ds = dS(m'+Q')(X'-m') + m'Y' = -y'X' ds$$

$$d\tilde{S} = -\frac{y'X'}{(m'+Q')(X'-m') + m'Y'} ds$$

Résumé

La thèse définit les propriétés économiques d'un accord multilatéral sur les politiques agricoles, en présence d'un bien non marchand joint à une production agricole. Nous définissons le point de vue national de la prise en compte de ce bien marchand en fonction de différentes hypothèses de jointure, puis le point de vue multilatéral dans le cas le plus simple de la jointure. Du point de vue national, quelles que soient les hypothèses de jointure entre le bien non marchand et la production agricole, la meilleure politique est rarement celle qui a le moins d'effet sur la production agricole. Nous le démontrons notamment dans le cas où la relation de complémentarité diminue de manière continue lorsque s'accroît la production agricole jusqu'à devenir une relation de substitution. L'étude de l'élevage ovin sur les Causses de Lozère présente cette caractéristique de complémentarité décroissante entre la production ovine et l'entretien de l'espace sujet à l'embroussaillage. Nous définissons des conditions suffisantes (portant sur la complémentarité et les facteurs fixes) auxquelles la production jointe d'un bien non marchand est plus efficace que la production non jointe. Du point de vue multilatéral, les effets internationaux des politiques des grands pays doivent être pris en compte, et les règles de coopération commerciales recherchées sont celles susceptibles de conduire d'une situation de départ globalement sous-optimale à un optimum global. Nous montrons qu'à l'optimum global les politiques environnementales ne sont pas celles qui minimisent l'effet des politiques sur la production agricole. Nous montrons également qu'un accord de réduction réciproque des subventions ne peut conduire à l'optimum global tout en assurant des gains pour les deux pays. L'optimum requiert dans certains cas des réductions réciproques de subventions mais il engendre alors des pertes chez l'importateur, et il requiert dans d'autres cas des accroissements de subventions chez les exportateurs.

Mots clés : OMC, accord agricole, multifonctionnalité, commerce international, bien public joint, soutien interne