

# APPLICATION OF GAME THEORY TO GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS

## RÉSUMÉ

Cette thèse consiste en trois essais traitant de problèmes environnementaux à l'échelle internationale. La méthodologie utilisée consiste principalement en l'application de la théorie des jeux coopératifs, des jeux dynamiques et du contrôle optimal.

Le premier essai traite de l'un des principaux problèmes environnementaux à l'échelle mondiale, à savoir la destruction des forêts tropicales. Pour analyser et résoudre ce problème nous considérons deux joueurs ayant des utilités différentes pour la conservation des forêts qui est considéré comme une source de revenu pour l'un et un moyen de protéger l'environnement pour l'autre. Le premier joueur (le Nord) représente un ensemble de pays développés ayant pour objectif la maximisation de la taille de la forêt à la fin d'une horizon temporelle fixée. Le deuxième joueur (le *Sud*) essaye de maximiser ses revenus traduisant un arbitrage entre l'exploitation de la forêt et les revenus tirés des activités agricoles. Notre objectif consiste à étudier la possibilité d'une coopération entre les pays du *Sud* et les pays du *Nord*, où les pays du *Nord* offrent un transfert pour compenser la perte de revenus que les pays forestiers (du *Sud*) peuvent encourir suite à une réduction du taux de déforestation. Pour ce faire nous avons étudié deux scénarios. Dans le premier, on suppose une politique de *laisser-faire*, où le *Sud* résout un problème de contrôle optimal sur horizon fini sans aucune intervention (ou transfert) de la part du *Nord*. Le revenu et l'exploitation optimale de forêt

obtenus représentent un repère pour le second scénario, dans lequel le *Nord* offre des subventions au *Sud* pour l'encourager à réduire son taux de déforestation. Les deux scénarios sont alors analysés et comparés en termes de stratégies, de résultats et de conservation de la forêt. Les résultats montrent que l'amélioration du bien-être du *Sud* n'est pas toujours assurée avec l'introduction de la possibilité de transferts. De même, le stock de forêt n'est pas toujours plus grand dans le cas où le *Nord* fait face à une contrainte budgétaire serrée. Par conséquent l'applicabilité de ce mécanisme de transfert n'est pas toujours garantie comme le prédisent les études antérieures.

Le deuxième essai porte lui aussi sur le problème de déforestation dans les pays en voie de développement. Il vise à élaborer des stratégies incitatives qui pourraient être employées par les pays du *Nord* afin d'amener les pays forestiers (pays du *Sud*) à choisir une politique de déforestation qui soit soutenable dans le long terme (durable) même s'ils maximisent leur profit sur un horizon fini. Le mécanisme d'incitation consiste à offrir des transferts qui dépendent directement de la stratégie de déforestation déployée dans les pays du *Sud*. Ces stratégies sont calculées de manière intrinsèque pour que la solution optimale au problème de maximisation du bien-être du *Sud* coïncide avec la politique de déforestation désirée. Nos résultats montrent qu'une spécification de la fonction de transfert, linéaire dans le stock de forêt et quadratique dans le taux de déforestation, est une solution possible.

Finalement le troisième article traite d'un autre aspect des problèmes environnementaux se posant à l'échelle internationale, à savoir problème de Free-riding (ou resquillage) et la stabilité des coalitions dans le contexte de l'élaboration d'un accord environnemental international visant le contrôle de la pollution

(à travers la réduction des émissions des gaz à effet de serre). Notre objectif principal consiste à étudier la question de réconciliation entre deux approches différentes qui ont étudié cette question.

Dans la littérature existante, la pratique la plus courante consiste à considérer le nombre de pays participants dans l'accord comme une donnée exogène : elle part du principe que tous les pays forment une grande coalition et calcule le gain total émanant de cette coopération. Ce dernier représente la différence entre le coût total de la réduction des émissions des gaz à effet de serre en cas de coopération globale et en cas de non-coopération entre les différents pays. Ce gain est ensuite réparti entre tous les signataires de l'accord, et la difficulté principale consiste alors à trouver la méthode de partage qui garantisse la stabilité de cet accord au sens du 'Noyau'. Ainsi, la solution de partage doit garantir à chaque joueur une amélioration par rapport au cas où il jouerait seul ou ferait partie d'une sous-coalition de taille inférieure à la grande coalition initiale, et ce dans le but d'éviter qu'un ou plusieurs pays dévient de l'accord.

Dans d'autres travaux, par contre, les chercheurs ont considéré le nombre de pays comme une variable endogène, tenant ainsi compte de la possibilité de formation de petites coalitions. Pour être "stables", ces coalitions doivent alors satisfaire des conditions de stabilité interne et de stabilité externe telles que définies originellement par d'Asprement et Gabzewicz (1986) pour étudier les problèmes de cartel en organisation industrielle. Par la stabilité interne, on entend qu'aucun pays de la coalition formée n'a intérêt à la quitter; c'est le test de sortie. La stabilité externe quand à elle signifie qu'aucun des pays qui sont à l'extérieur de cette coalition n'a intérêt à la rejoindre; c'est le test d'entrée. Selon cette approche, le nombre de pays qui peuvent former une coalition stable, et par

conséquent signer un accord international, est très limité, même en introduisant des transferts monétaires latéraux.

La comparaison entre ces deux approches a été faite par Tulkens (1998), qui a laissé transparaître un espoir de réconciliation en utilisant la fonction caractéristique.

Notre but dans cet essai est d'étudier les propriétés devant être satisfaites par une telle fonction caractéristique et de vérifier son existence en utilisant la méthodologie des jeux coopératifs. Nous avons donc étudié le problème en utilisant les différents points de vue concernant le concept de stabilité, en analysant trois définitions possibles de la fonction caractéristique, à savoir l'équilibre de Nash, l'équilibre de Nash partiel et la solution de von Neumann Morgenstern. La confrontation des résultats que nous avons obtenus dans les deux scénarios indique qu'il est impossible de contourner le problème de resquillage pour avoir une grande coalition stable, même si les joueurs adoptent des stratégies non-coopératives. Réconcilier les deux approches reste alors impossible, contrairement à la conjecture de Tulkens (1998).

**Mots clés:** accords internationaux sur l'environnement, déforestation tropicale, exploitation durable, équilibre de Stackelberg, équilibre de Nash, fonction caractéristique, transferts monétaires, mécanisme incitatif, resquillage, solution von Neumann Morgenstern.