

revue d'économie politique

EXTRAIT

SIRIUS
EDITIONS

Salvador Barberà

Universitat Autònoma de Barcelona

Sur les fonctions de choix non manipulables

Notes on Strategy Proof Social Choice Functions

**Fonctions de choix social - Manipulation - Domaines restreints -
Préférences unimodales**

***Social Choice Functions - Strategy Proofness - Domain Restriction -
Single-Peakedness***

La version anglaise de ce travail a été préparée pour la réunion « The theory of Social Choice » organisée par l'International Economic Association à Hernstein, en Mai 1994. Elle sera publiée dans ARROW, K. ; SEN, A. and SUZUMURA, K. (eds), *Social Choice Reexamined* (London : Macmillan). Je suis reconnaissant aux participants de la conférence pour leurs utiles commentaires et corrections, ainsi qu'au DGICYT (Ministère Espagnol de l'Education) et au CIRIT (comissionat per Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya). Ce travail a aussi été discuté dans le cadre du projet « Enjeux et Procédures de la Décentralisation » commissionné par le Secrétariat Général au Plan. La version française est due à F. Rousseau.

Rev. écon. pol. 106 (1) janv.-févr. 1996

Résumé. — Je présente un tour d'horizon partiel de la littérature s'intéressant aux fonctions de choix non-manipulables. Je signale qu'il existe de nombreux résultats positifs sous des restrictions de domaine adéquates, et que ceci rend intéressante l'analyse de chaque problème de décision spécifique par lui-même. Je classe un échantillon d'articles représentatifs, et je présente avec plus de détail les résultats connus à propos d'un cas intéressant: celui où les alternatives sont des vecteurs k -dimensionnels et les préférences sont unimodales.

Summary. — I present a partial overview of the literature on strategy-proof social choice functions. I point out that many positive results are available/possible under appropriate domain restrictions, and that it is worth to analyze every specific problem on its own merits. A number of representative articles are classified. As an example, I review the results that are known for the case where alternatives are k -dimensional vectors and preferences are single-peaked.

La qualité d'une décision collective dépend des souhaits de ceux qui s'en voient affectés. En démocratie, le candidat majoritaire est le meilleur. Toute proposition raisonnable sur la mise en œuvre et le financement d'un projet public devrait passer le test minimal de l'efficacité. Les allocations d'élèves aux centres d'enseignement public devraient répondre aux intérêts des candidats pour les différentes matières. Tous les cas ci-dessus nous fournissent des exemples de situations où il faut connaître les préférences des agents pour déterminer ce qui est le mieux du point de vue collectif.

La détermination des choix collectifs qui correspondent le mieux aux valeurs individuelles est un problème central pour l'économie, la politique et l'éthique. Même si les préférences des agents étaient des données, les principes que j'ai évoqué — la volonté majoritaire, l'efficacité, le respect des demandes individuelles — admettent plusieurs formulations. Une des contributions fondamentales du Théorème Général d'impossibilité d'Arrow (Arrow [1963]) a été de remarquer l'ampleur des difficultés auxquelles se heurte tout essai de généraliser le principe de majorité, quand plus de deux alternatives sont disponibles. Les limitations du principe d'efficacité de Pareto comme guide à la décision collective sont bien connues. Le paradoxe du libéral Parétien (Sen [1970]) a inspiré un débat très vif sur les différentes formes de modéliser et de résoudre les tensions éventuelles entre le respect de sphères d'action individuelles, d'une part, et le principe d'unanimité, de l'autre. Une grande partie de la théorie des choix collectifs s'est dévouée soit à démontrer que ces difficultés sont très robustes et généralisées, soit à proposer des règles de décision spécifiques qui permettraient de les surmonter, seulement partiellement ou bien dans des contextes spécifiques.

Pour pouvoir tenir compte des préférences, il faut bien les connaître, directement ou indirectement. Certaines méthodes de décision collective partent de ce fait et demandent aux citoyens de voter (élections politiques) ou d'exprimer leurs préférences de façon explicite (processus d'admissions aux universités et grandes écoles). Dans d'autres cas, le rapport aux préférences des intéressés est plus indirect. Il n'est pas toujours clair dans quelle mesure les représentants politiques intègrent dans leurs décisions les préférences de leurs électeurs ; mais leurs actions ne devraient pas être tout à fait indépendantes de la volonté de ceux qu'elles affectent, au moins du point de vue normatif. Ainsi donc, nous devrions étudier dans quelle mesure le comportement des agents dans un système économique ou politique reflète leurs préférences et influence les décisions collectives.

La connaissance des préférences individuelles est un exemple d'information privée, qui est distribuée asymétriquement entre les membres d'une société. Dans une version extrême, on peut dire que chaque agent connaît ses préférences et que les autres n'ont aucune information à propos de celles-ci. Dans une autre version moins extrême, on peut accepter facilement que chacun connaisse ses préférences mieux que le restant des agents, et certainement à un coût inférieur. Il existe aussi une autre dimension liée au caractère privé de l'information. Dans beaucoup de cas, les agents ont le droit d'exprimer n'importe quelle préférence ou opinion, entre toutes celles qui sont admissibles, quelle que soit l'information des autres à ce propos, et ceci même si elle ne correspond pas à ses véritables priorités.

La révélation des préférences sera, en général, le résultat d'un calcul stratégique. Elle dépendra de ce que chaque agent pense du comportement des autres, et des règles spécifiques qui s'appliqueront pour tenir compte de leurs préférences. Dans un contexte de détermination du niveau d'approvisionnement d'un bien public, ces décisions stratégiques peuvent donner lieu au problème du « voyageur sans billet » (le « free-rider problem »). De manière analogue, des comportements stratégiques dans un contexte électoral peuvent mener au « vote utile » en faveur d'un candidat moins préféré mais mieux placé, plutôt qu'au vote sincère pour le candidat préféré. Ainsi donc, il existe une interaction entre les règles qui seront appliquées, une fois que les préférences seront connues, et la qualité des informations sur ces préférences que l'on peut espérer. Si les agents ne s'engageaient pas dans des comportements stratégiques, on pourrait comparer les méthodes alternatives de choix collectifs, seulement sur la base des rapports qu'elles établissent entre les préférences déclarées et les choix collectifs. Mais, en présence de comportements stratégiques, il faudra aussi tenir compte des rapports entre préférences véritables et préférences déclarées, rapports qui eux mêmes dépendent de la méthode d'agrégation choisie.

Je m'intéresserai aux incitations que les mécanismes de choix collectif fournissent aux agents pour révéler leurs préférences, dans des contextes où la connaissance de ces préférences est essentielle pour faire de bons choix collectifs. Plus spécifiquement, je vais étudier des situations et des règles sous lesquelles on pourrait s'attendre à ce que les agents décident de ne pas agir stratégiquement. Ou, plus précisément, des situations et des règles sous lesquelles il serait toujours rationnel pour tous les agents de révéler leurs vraies préférences, même après en avoir prévu toutes les implications stratégiques.

L'objet de l'analyse sont les fonctions de choix social, des règles qui choisissent une seule alternative pour chaque profil de préférences individuelles. Je chercherai des situations qui admettent des fonctions de choix social non-manipulables. C'est-à-dire, des environnements pour lesquels il existe des règles sous lesquelles chaque agent trouverait que l'un de ses meilleurs choix d'action consisterait à déclarer ses véritables préférences. Dans ce contexte, un environnement se caractérise par les traits spécifiques des alternatives de choix et par l'ensemble des préférences individuelles que l'on considère admissibles. Les alternatives peuvent être des candidats à un poste, des distributions de biens entre des consommateurs, des niveaux de production d'un bien public, etc. Elles peuvent se modéliser de façons différentes, et les ensembles d'alternatives peuvent se doter de structure. Réciproquement, l'interprétation des alternatives et leur structure peuvent suggérer quelles sont des restrictions de préférences raisonnables dans chaque cas, et donc quel est le domaine raisonnable des fonctions de choix auxquels s'intéresser, et quelles stratégies sont disponibles pour les agents.

On pourrait croire que notre intérêt pour les fonctions non-manipulables est très étroit dans la perspective générale de la littérature sur le choix collectif stratégique. Mais je veux offrir des arguments dans la direction contraire, en montrant que non seulement il est intéressant de connaître les possibilités de choix collectif non-manipulable, mais que ces possibilités sont bien plus larges que ce que l'on ne pourrait croire, que nous avons déjà des résultats d'intérêt, et qu'il en reste encore à découvrir.

1. Le théorème de Gibbard-Satterthwaite

Beaucoup de fonctions de choix social sont manipulables, et ceci a déjà été remarqué par différents auteurs dans de divers contextes. Mais ce n'est qu'au début des années soixante-dix que A. Gibbard a trouvé un cadre simple dans lequel il était possible de produire un résultat très général et précis sur ce sujet. Le cadre et le résultat (qui a été aussi démontré indépendamment par M.Satterthwaite) sont les suivants.

A est un ensemble d'alternatives.

$I = \{1, 2, \dots, n\}$ est un ensemble fini d'agents.

Les agents ont des préférences définies par des relations binaires complètes, réflexives et transitives sur A. U sera l'ensemble universel des préférences sur A. R_i, R'_i, R''_i seront des préférences spécifiques. Les préférences strictes associées sont définies de la forme habituelle, et notées par P_i, P'_i, P''_i .

D'autres propriétés additionnelles des préférences peuvent déterminer si une relation spécifique peut être considérée acceptable ou non dans des contextes particuliers. Ces propriétés, telles que l'unimodalité, la continuité, la convexité, etc., se rapportent à leur tour aux caractéristiques de l'espace

d'alternatives. Il faut les discuter par rapport à chaque cas particulier, quand le cadre général présenté ici est plus spécifique et rapproché à des interprétations précises. Soit T_i l'ensemble des préférences qui sont admissibles pour l'agent i dans un problème de choix social générique.

Pour R_i dans T_i et $B \subseteq A$, le choix de R_i dans B est donné par l'ensemble

$$C(R_i, B) = \{x \in B / \nexists y \in B \text{ t.q. } y P_i x\}$$

Le choix de R_i dans A s'appelle l'idéal ou le sommet de i dans A .

Soit $T = T_1 \times T_2 \times \dots \times T_n$. Les éléments de T seront les profils de préférence admissibles. Pour un profil de préférences $R = (R_1, \dots, R_i, \dots, R_n)$ et une préférence R'_i , R/R'_i sera le nouveau profil obtenu en partant de R et en changeant les préférences de i , qui passent de R_i à R'_i , tout en laissant les préférences des autres agents inchangées.

Une fonction $f : T \rightarrow A$ est une fonction de choix social sur T . L'ensemble des images de f est noté par r_f .

Une fonction de choix social f sur T est manipulable si et seulement s'il existe un profil de préférences admissible, un agent i et une préférence R'_i admissible pour i tels que

$$f(R/R'_i) P_i f(R)$$

avec P_i la préférence stricte correspondant à R_i .

Une fonction de choix social est dictatoriale s'il existe un agent i tel que, pour tout R_i , $f(R) = C(R_i, r_f)$.

Théorème (Gibbard [1973], Satterthwaite [1975]). Soit f une fonction de choix social sur un domaine universel de préférences. Si l'image de f contient plus de deux alternatives, f doit être soit dictatoriale, soit manipulable.

Ce résultat est remarquable pour plusieurs raisons.

Une première raison est qu'il contient un message profond, qui ouvre devant lui tout un programme de recherche. Sous toute règle de décision collective basée sur l'information privée des différents agents, il sera rationnel pour ces agents de conditionner l'information qu'ils décident de révéler aux actions espérées des autres membres de la société, et donc à ce qu'ils peuvent savoir sur les intérêts, l'information et la capacité de ces autres agents. Sommairement : il faut s'attendre à ce que les agents jouent un jeu, où les préférences seront les stratégies et les alternatives seront les résultats. Le message essentiel du théorème de Gibbard-Satterthwaite est que, sauf pour des fonctions de choix social triviales (dictatoriales ou avec seulement deux alternatives dans l'ensemble image), il ne faut pas espérer que la révélation des véritables préférences soit toujours une meilleure réponse des agents aux stratégies des autres. En conséquence, le théorème est une invitation à l'analyse détaillée des règles de choix social d'un point de vue stratégique. Puisque des comportements stratégiques sont inévitables pour des règles non-triviales, les incitations des agents doivent être incorporées comme des contraintes pertinentes dans la conception même de mécanismes de choix social. Les économistes ont reçu ce message dans une très

bonne disposition à employer la théorie des jeux comme outil, et à traiter les incitations comme sujet. L'ampleur de la littérature sur la concrétisation (implémentation), ainsi que les travaux que je vais réviser, témoignent de l'impact du théorème ci-dessus comme une invitation à la recherche (1).

Le théorème de Gibbard-Satterthwaite est aussi remarquable parce que ses conclusions sont très nettes. Ceci découle du choix de cadre, et justifie beaucoup de son succès, mais aussi plusieurs lectures abusives dont il a été l'objet. En fait, plusieurs aspects de ce cadre même affaiblissent considérablement la portée du théorème. D'abord, le résultat ne s'applique qu'aux fonctions de choix social, qui sont un cas particulier des correspondances de choix social. Ceci permet d'avoir une notion très précise de la manipulabilité, mais nous force à n'accepter que des règles très décisives, or, beaucoup de règles classiques mènent souvent à des choix multiples. De toutes façons, ce premier choix de modélisation ne me semble pas trop mauvais, et je vais le suivre : je ne parlerai que de fonctions de choix au long de cet article. Une deuxième hypothèse fondamentale pour la validité du théorème de Gibbard-Satterthwaite est celle qui demande que la fonction soit bien définie pour tous les profils de préférences concevables ; que toute préférence possible soit admissible. Cette hypothèse, très forte, est acceptable comme point de départ, surtout parce qu'elle conduit à un résultat très net. Mais elle laisse aussi une autre question très ouverte : sous quelles conditions existe-t-il des fonctions de choix non triviales et non-manipulables ? Y a-t-il des environnements dans lesquels la structure des alternatives suggère des restrictions naturelles sur le domaine des préférences qui permettraient d'y trouver des fonctions de choix intéressantes et non manipulables ?

La clarté du Théorème de Gibbard-Satterthwaite était importante pour la popularisation immédiate d'un de ses messages : la théorie des jeux devrait jouer un rôle essentiel dans l'analyse des mécanismes d'allocation de ressources. Mais, le théorème et les travaux qui suivirent, ont aussi été sujet à des interprétations incorrectes. Aujourd'hui, après vingt ans de théorie de la concrétisation (2) (implémentation), beaucoup d'économistes pensent que « presque toutes les règles de choix social peuvent être concrétisées », tandis que « presque aucune n'est non-manipulable ». Les deux déclarations sont fausses à moins de les interpréter prudemment. Quelques correspondances de choix social peuvent être concrétisées par un mécanisme approprié, et ceci pour quelques concepts d'équilibre et sous certaines hypothèses. Beaucoup de possibilités ont été étudiées qui ont mis en évidence les tensions existantes entre les différents types de mécanismes, de concepts d'équilibre et les caractéristiques des environnements sous lesquels les différentes règles de choix social peuvent être concrétisées. Mais la même chose est vraie pour la non-manipulabilité. En général, les règles dictatoriales ne sont pas les seules non-manipulables. Certains environnements admettent des fonctions de choix social non-manipulables mais non triviales, tandis que d'autres non. Dans cet article, je veux décrire ce que nous avons

(1) Le travail de HURWICZ a également exercé une influence importante dans la même direction.

(2) L'article de B. DUTTA [1996] contient une revue lucide de la théorie de la concrétisation.

appris dans cette direction, et je veux soutenir aussi le fait qu'il reste d'autres questions intéressantes à traiter au sujet de la non-manipulabilité.

Avant de développer l'objet de l'article, faisons une digression en mentionnant certains faits que nous avons appris des preuves du théorème de Gibbard-Satterthwaite. Actuellement, nous avons plusieurs approches de la preuve du théorème et chacune d'elles nous enseigne quelque chose de différent.

— La preuve originelle de Gibbard, plus tard stylisée par Schmeidler et Sonnenschein [1978], exploitait le fait que, de chaque fonction de choix social non-manipulable, nous pouvons définir une fonction de bien être social satisfaisant le principe de Pareto et l'indépendance des états non-pertinents sur l'ensemble image de la première. Ainsi, si cet ensemble image consiste en plus de deux alternatives, la fonction de bien être social sera dictatoriale (par le théorème d'Arrow), ainsi que la fonction de choix social de laquelle elle dérive. Cette preuve fait ressortir une proche connexion entre les fonctions de choix social non-manipulables et les fonctions de bien être social d'Arrow sous l'hypothèse de domaine universel. De similaires connexions peuvent être établies dans d'autres contextes (voir, par exemple, Barberà, Gul et Stacchetti [1993]). Cependant il existe des domaines admettant des fonctions de choix social non-dictatoriales et non-manipulables, pour lesquelles toutes les fonctions de bien être social satisfaisant le principe de Pareto et l'indépendance des états non pertinents sont dictatoriales. Inversement, il existe des domaines admettant des fonctions de bien être social d'Arrow non-dictatoriales mais pour lesquelles toutes les fonctions de choix social non-manipulables sont non-dictatoriales. Donc, il n'existe pas d'équivalence générale entre la non-manipulabilité des fonctions de choix social et les conditions d'Arrow sur les fonctions de bien être social.

— Satterthwaite, mais aussi Schmeidler et Sonnenschein [1978] ont fourni des preuves du théorème de Gibbard-Satterthwaite par récurrence sur le nombre d'agents et d'alternatives. L'inconvénient majeur de telles preuves est qu'elles ne couvrent pas le cas d'alternatives infinies. En contrepartie, les arguments de récurrence sur le nombre d'agents se sont avérés fort utiles pour élargir d'autres approches.

— Une autre ligne de preuve (voir Muller et Satterthwaite [1977] ; Moulin [1988]) dérive le résultat de Gibbard-Satterthwaite comme étant la conséquence du fait que la non-manipulabilité requiert la monotonie forte, une propriété qui est aussi nécessaire pour que les correspondances de choix social soient concrétisables en équilibre de Nash.

— Une quatrième approche, introduite par Barberà [1983] et développée plus tard par Barberà-Peleg [1990], se concentre sur le rôle des agents pivots et sur la structure générale des fonctions de choix social non-manipulables. L'ensemble des options pour un agent est l'ensemble des alternatives qui peuvent être éventuellement choisies, étant données les préférences déclarées des autres, selon quelles soient les déclarations de l'agent considéré. Quelques faits sont très généraux pour les fonctions de choix social non-manipulables, sans tenir compte des domaines. Pour chaque agent, une fonction de choix social non-manipulable peut être décrite comme le résultat

du meilleur choix de cet agent sur l'ensemble de ses options, cet ensemble étant déterminé par les préférences déclarées des autres. Considérons la fonction qui détermine l'ensemble des options d'un agent pour chaque déclaration des préférences des autres agents. Les images de cette fonction ne peuvent dépendre que des éléments qui sont les meilleurs pour chaque votant et doivent aussi les contenir (ceci est strictement vrai pour le cas le plus simple quand les agents ne sont jamais indifférents entre deux alternatives et quand les fonctions sont surjectives ; autrement nous avons besoin d'autres conditions). D'autres hypothèses, comme celle de domaine universel, produisent le classique résultat de Gibbard-Satterthwaite. Mais la structure basique révélée par cette stratégie de preuve s'avère être très utile pour l'analyse de fonctions à domaine restreint.

2. Non-manipulabilité et domaines restreints

Un des principaux buts de la théorie du choix social est l'étude des tensions entre divers desiderata. Une propriété désirable pour les fonctions de choix social est qu'elles soient non-manipulables, et ceci tout particulièrement quand elle est compatible avec d'autres propriétés intéressantes. Nous voulons étudier quelles autres propriétés sont compatibles avec la non-manipulabilité, et savoir quand elles le sont.

Je mentionnerai d'autres conditions requises ayant un certain intérêt. L'ampleur des domaines en est une : les règles sont intéressantes seulement à la condition qu'elles opèrent sur des domaines de préférence suffisamment riches. Non-dictatorialité en est une autre : bien qu'elles rentrent dans le cadre des mécanismes envisageables, les procédures dictatoriales sont formellement triviales et normativement inattractives. Une troisième condition est l'efficacité. Nous n'avons pas besoin d'insister sur son importance mais cela vaut la peine de mentionner deux conditions reliées entre elles qui sont utiles pour comprendre pourquoi de nombreuses fonctions non-manipulables ne peuvent pas être efficaces. Les ensembles images des fonctions de choix social peuvent ou ne peuvent pas couvrir l'ensemble entier d'alternatives considéré. Quelques fonctions peuvent devenir non-manipulables, ceci dépend du fait de ne jamais choisir certaines alternatives qui sont *a priori* possibles, sans tenir compte des préférences individuelles. La flexibilité d'une règle de choix social, mesurée par l'étendue de son ensemble image, sera une propriété importante à vérifier. Une autre préoccupation est la possibilité pratique des choix. Certaines règles peuvent concentrer leur attention sur des décisions partielles, et nous devrions alors

nous inquiéter de la compatibilité entre de telles décisions et l'ensemble des ressources sociales. Par exemple, le problème traditionnel de choisir un niveau optimal pour une décision publique, avec des transferts d'un bien privé, n'exige pas que les transferts soient compensés. Donc, le fait que les choix soient toujours globalement réalisables peut ne pas être une condition requise directement sur les fonctions de choix, mais reste néanmoins une condition désirable qui devrait être partiellement ou complètement satisfaite.

En exigeant que les fonctions de choix social soient définies sur un ensemble universel de préférences, la formulation du théorème de Gibbard-Satterthwaite devient très simplifiée. En fait, il n'y a pas de conflit nécessaire entre efficacité et non-manipulabilité, dans ce cas ou dans tout autre, puisque les règles dictatoriales sont (trivialement) efficaces ! Mais le reste des règles non-manipulables existantes dans ce contexte sont celles avec seulement deux alternatives dans leur ensemble image, qui seront typiquement inefficaces quand l'ensemble des alternatives possibles aura plus de deux éléments.

Si nous relaxons la condition d'ampleur du domaine et que nous concentrons notre attention sur des fonctions définies sur des ensembles restreints de profils de préférences, nous pouvons alors trouver des fonctions de choix social non-dictatoriales et non-manipulables. Dans le but de comprendre les effets s'opposant entre non-manipulabilité, étendue du domaine, non-dictatorialité, efficacité, dimension de l'ensemble image et l'exigence que les choix soient réalisables, nous devons examiner différents modèles ayant un intérêt et obtenir des conclusions spécifiques pour chaque cas.

Une ligne de recherche consisterait à caractériser pour des domaines donnés, l'ensemble de toutes les fonctions de choix social non-manipulables possibles. Alternativement, nous pourrions exiger d'autres propriétés, comme l'efficacité combinée avec la non-manipulabilité. Mais cette dernière ligne est rarement informative, parce qu'elle conduit très rapidement à des résultats impossibles. Il est préférable de comprendre en premier lieu la structure de toutes les règles non-manipulables, et ensuite de voir si quelques unes d'entre elles peuvent être efficaces (complètement ou partiellement), non-dictatoriales, etc. En particulier, les résultats de caractérisation concernant les règles non-manipulables permettent de comprendre pourquoi celles-ci sont inefficaces dans la plupart des modèles (pas tous !). Dans certains cas, ceci est clairement dû au fait que l'ensemble image des fonctions de choix social devrait être « petit » comparé à l'ensemble des alternatives. Dans d'autres cas, les règles peuvent être non-manipulables mais ne recommandent pas toujours des résultats réalisables.

Je ne décrirai pas tout le travail déjà effectué concernant la caractérisation des fonctions de choix social non-manipulables sur des domaines restreints. Je ferai simplement quelques remarques générales sur la base d'un sous-ensemble particulier de résultats. Mais avant d'accomplir cette tâche dans la section suivante, je mentionnerai certains travaux les plus significatifs dans cette littérature de caractérisation. Le tableau suivant met l'accent sur la riche variété de situations qui ont été couvertes, en classant les différents articles selon la structure de l'ensemble des alternatives et les familles de préférences admissibles qu'ils considèrent.

UNE GALERIE DE MODÈLES

	Alternatives et Interprétation Principale	Préférences	Auteurs
Préférences Communes (Public)	Non-structurée	Toutes	Gibbard (1973) Satterthwaite (1975)
	R	Unimodales	Bossert-Weymark (1993)
	Niveau de n bien public		Kim-Roush (1980) Moulin (1980)
	R ^l	Continues	Barberà-Peleg (1990)
	Niveaux de n biens publics; caractéristiques d'un candidat	Saturées. Contours Supérieurs Convexes	Border-Jordan (1983) Chichilnisky-Heal (1980) Laffond (1980)
		Saturées. Convexes. Unimodales selon L ₁ , distance	Peters-van der Stel-Storken (1991)
	Sous-ensemble de boîtes entières (axes d'hypercubes)	Unimodales généralisées ou additivement separables	Barberà-Gul- Stachetti (1993) Barberà-Massó- Neme (1993) Barberà- Sonnenschein- Zhou (1991)
	Niveaux de n biens publics ; caractéristiques d'un candidat.		Le Breton-Sen (1992) Serizawa (1992) Shimomura (1992)
Eléments du simplexe de lotteries	Von Neuman- Morgenstern	Barberà (1979) Gibbard (1977) (1978) Hylland (1980)	
Ensembles d'éléments. Base pour une lotterie non spécifiée sur des alternatives	Classement d'ensemble (possiblement incomplets)	Barberà (1977) Duggan-Schwartz (1992) Kelly (1977)	

Préférences Personnalisées (Privé)	R^{n+1} Niveau pour un bien public et n transferts individuels pour un bien privé.	Quasilinéaires	Clarke (1971) Green-Laffont (1979) Groves-Loeb (1975) Roberts (1979) Serizawa (1993)
	Simplexe Distribution d'un bien privé	Egoïstes Uni- modales	Ching (1992) Sprumont (1991)
	R^{lm}	Allocations	Barberà-Jackson (1994) Bevià-Corchón (1995) Hurwicz (1986) (1972) Hurwicz-Walker (1990) Jackson (1992) Moreno (1990) Satterthwaite- Sonnenschein (1981) Shenker (1992) Zhou (1991)
	Appariements	Egoïstes	Alcalde-Barberà (1994) Roth (1982)

Nous rappelons une autre fois au lecteur que la précédente liste est seulement indicative de la variété des modèles et résultats concernant les fonctions de choix social non-manipulables. Nous rappelons aussi que cette liste n'est pas exhaustive (3).

Pour terminer, notez que les modèles sont classifiés en deux groupes, respectivement libellés « préférences communes » et « préférences personnalisées ». Les modèles du premier groupe considèrent que tous les agents partagent le même ensemble de préférences admissibles sur les alternatives et que les profils de préférences appartiennent au produit cartésien n -fois de cet ensemble commun. Dans le deuxième groupe de modèles, chaque agent a un ensemble de préférences admissibles qui lui est propre et différent des ensembles admissibles des autres. Techniquement, la façon de traiter les deux types de modèles est tout à fait différente. Les profils unanimes peuvent être utilisés pour les preuves dans le premier type de modèles mais pas dans le second. Conceptuellement, les cas de préférences communes sont

(3) Pour des revues d'une partie de la littérature, voir MULLER & SATTERTHWAITE [1985] et SPRUMONT [1995].

habituellement associés avec des choix impliquant des biens publics, tandis que les préférences personnalisées résultent de préférences égoïstes quand les biens privés sont présents. Mais je préfère la classification présente, pour appuyer sur le fait que les décisions de bien public quand il y a des transferts compensatoires, par exemple, appartiennent au second type.

3. Qu'avons nous appris à propos des fonctions de choix social non-manipulables ?

Je vais essayer de résumer, en utilisant certaines propositions générales, ce qui est connu au sujet des fonctions de choix social non-manipulables. Ces propositions sont trop générales et trop spéculatives pour prendre la forme de théorèmes, mais elles sont basées sur des faits et régularités présents dans de différents modèles. Dans le but de combiner mes affirmations les plus spéculatives avec d'autres basées sur des fondements solides, je développerai explicitement l'analyse d'un modèle spécifique : le cas où les alternatives sont des K-uples de nombres entiers et où les préférences sont unimodales généralisées. Des faits particuliers qui peuvent être vus comme théorèmes pour ce cas-là ou d'autres cas, seront mis en lumière et pris comme base pour des propositions à caractère général ou des conjectures.

J'introduis en tout premier lieu le modèle dans sa forme la plus simple.

Cas 1.

(a.1) Les alternatives sont des nombres entiers appartenant à un intervalle $[a, b] = [a, a + 1, \dots, b]$.

(a.2) Les préférences sont unimodales (4) sur $[a, b]$.

Pour motiver notre résultat de caractérisation, nous considérons en premier lieu la règle de l'agent médian quand nous avons un nombre impair d'agents (disons cinq). Dans ce cas, le résultat est une alternative x tel que (a) l'idéal d'au moins trois agents est plus petit ou égal à x , et (b) au plus deux agents ont leur idéaux au-dessous de x . La règle de l'agent médian assigne des coalitions, avec trois agents ou plus à chaque alternative possible, et choisit l'alternative minimale pour laquelle l'ensemble des agents désirant cette alternative ou une plus petite, contient trois agents ou plus. Les mécanismes de l'agent médian généralisés élargissent le même prin-

(4) Dans cette section, j'ai fait l'hypothèse de préférences strictes (aucune alternative n'est indifférente à tout autre). Une préférence P sur $[a, b]$ est unimodale si (1) P a un unique point de saturation $\tau(P)$, et (2) chaque fois que $\beta \neq \gamma$ et $\beta \in [\gamma, \tau(P)]$, alors $\alpha P \gamma$. Les préférences unimodales dans une dimension furent introduites par Black [1948] qui avait déjà discuté leur rôle par rapports au vote stratégique. Différentes extensions aux espaces multidimensionnels ont été considérées dans la littérature.

cipe, mais ne requièrent pas nécessairement que les mêmes coalitions soient attachées à de différentes alternatives, et non plus qu'elles soient identifiées par leur taille seulement. La notion de système de coalitions tient compte de cette extension. Elle peut être aussi vue comme une généralisation des jeux simples monotones à des cas où les résultats prennent plus de deux valeurs.

Un système de coalitions sur $B = [a, b]$ est une correspondance \mathfrak{C} qui assigne à tout $\alpha \in B$ une collection de coalitions non vides $\mathfrak{C}(\alpha)$ satisfaisant

- (1) Si $C \in \mathfrak{C}(\alpha)$ et $C \subset C'$, alors $C' \in \mathfrak{C}(\alpha)$.
- (2) Si $\beta > \alpha$ et $C \in \mathfrak{C}(\alpha)$, alors $C \in \mathfrak{C}(\beta)$, et
- (3) $\mathfrak{C}(b) = 2^N - \phi$.

Pour des préférences P_i sur $[a, b]$, soit $\tau(P_i)$ l'élément maximal de P_i sur $[a, b]$.

Le mécanisme de l'agent médian généralisé sur $[a, b]$ défini par un système de coalitions, est donné par la règle suivante :

$$F(P_1, \dots, P_n) = \beta \text{ ssi } \{i \mid \tau(P_i) \leq \beta\} \in \mathfrak{C}(\beta) \\ \text{et } \{i \mid \tau(P_i) \leq \beta - 1\} \notin \mathfrak{C}(\beta - 1)$$

Résultat 1 (Moulin [1980] ; Barberà-Jackson [1994] ; Barberà-Gul-Stacchetti [1993]).

Une fonction de choix social sur un intervalle de nombres entiers $[a, b]$ est non-manipulable (pour des préférences unimodales) si et seulement si c'est un mécanisme de l'agent médian généralisé.

Avant de dériver des conclusions, nous considérons un second cas.

Cas 2.

(a.2) Les alternatives sont des K-uples de nombres entiers. Chaque K-uple dans une « boîte de nombres entiers » obtenue comme le produit cartésien de K intervalles de nombres entiers sera considéré comme étant admissible.

(b.2) Les préférences seront supposées comme étant unimodales généralisées.

Pour élargir la notion d'unimodalité, dotons B de la norme L_1 : pour chaque B, $\|a\| = \sum_{k=1}^K |a_k|$.

Étant donné $\alpha, \beta \in B$, la « boîte » minimale contenant α et β est

$$MB(\alpha, \beta) = \{\gamma \in B \mid \|\alpha - \beta\| = \|\alpha - \gamma\| + \|\gamma - \beta\|\}$$

Une préférence P sur une boîte B est unimodale multidimensionnelle avec un point de saturation ssi (1) $\tau(P) = \alpha$ et (2) $\beta P \gamma$ pour tout $\beta, \gamma \in B$ tel que $\beta \in MB(\tau(P), \gamma)$.

Soit $\tau(P)$, le meilleur élément dans B selon P_i , et soit $\tau_k(P)$ la k-ième composante de $\tau(P)$.

Le mécanisme de l'agent médian généralisé défini par une famille de systèmes de coalitions $\mathfrak{C} = \{\mathfrak{C}_k\}_{k=1}^k$ est donné par la règle suivante :

$$F(P_1, \dots, P_n) = [F_1(P_1, \dots, P_n) \dots F_k(P_1, \dots, P_n) \dots F_k(P_1, \dots, P_n)]$$

où

$$F_k(P_1, \dots, P_n) = \beta_k \text{ ssi } \{i \mid \tau_k(P_i) \leq \beta_k\} \in \mathfrak{C}_k(\beta_k) \\ \text{et } \{i \mid \tau_k(P_i) \leq \beta_k - 1\} \notin \mathfrak{C}_k(\beta_k - 1)$$

Résultat 2 (Barberà-Gul-Stacchetti [1993]; Barberà-Sonnenschein-Zhou [1991]).

Une fonction de choix social sur une boîte est non-manipulable (pour des préférences unimodales généralisées) si et seulement si c'est un mécanisme de l'agent médian généralisé.

Nous pouvons maintenant commenter certaines implications des précédents résultats :

— premièrement, notez que les mécanismes de l'agent médian généralisés n'utilisent seulement que l'information relative à quelle alternative est meilleure pour chaque individu. Cette dépendance uniquement aux éléments préférés est nécessaire pour la non-manipulabilité dans nos contextes, mais aussi bien dans beaucoup d'autres ;

— une autre caractéristique basique des mécanismes de l'agent médian généralisés est qu'ils sont décomposables. L'élément maximal de chaque agent est projeté sur chaque dimension, projections qui pour chaque dimension sont agrégées à travers un mécanisme de l'agent médian généralisé qui est lui-même spécifique à cette dimension, et le résultat est obtenu comme la composition cordonnée à cordonnée des résultats de ces procédures unidimensionnelles. Le travail de Le Breton et Sen [1992] a clarifié que la décomposabilité est une conséquence de la non-manipulabilité sur des domaines riches, et ils obtiennent ce résultat indépendamment d'autres propriétés. Essentiellement, les règles doivent être décomposables quelque soit le domaine contenant des préférences additives séparables ;

— en plus de partager les deux propriétés précédentes, les fonctions de choix social non-manipulables sur nos domaines sont basées sur des principes simples, qui généralisent la règle classique de l'agent médian ;

— plusieurs règles que nous avons caractérisées sont efficaces dans le cas unidimensionnel. Mais la plupart (sauf les règles dictatoriales) deviennent inefficaces dans leurs versions multidimensionnelles.

Les remarques précédentes sont applicables au cadre que nous avons considéré de manière spécifique, mais plusieurs d'entre elles peuvent être élargies à de nombreux autres :

— en général, nous avons que la non-manipulabilité requiert des règles de choix social simples, ce qui signifie des règles qui ne traitent pas « trop » d'information, impliquant des formes fonctionnelles simples et/ou le fait de choisir seulement dans des sous-ensembles limités d'alternatives ;

— de plus, les fonctions de choix social non-dictatoriales ne peuvent pas en général compatibiliser la non-manipulabilité et l'efficacité.

Néanmoins, ces remarques qui sont valables dans le sens strict du terme pour de différents cadres, incluant celui avec lequel nous avons commencé, peuvent demander des conditions additionnelles pour être vraies dans d'autres cas.

— Notez que notre version de l'unimodalité multidimensionnelle n'est pas la seule possible. En particulier, elle implique deux caractéristiques essentielles sans lesquelles les conclusions changeraient : (1) la projection de la meilleure alternative sur n'importe quelle dimension est la meilleure alternative pour la restriction des préférences à cette dimension, et (2) toute restriction de ces préférences dans une dimension est unimodale dans le sens classique du terme. La classe des fonctions de choix social non-dictatoriales et non-manipulables serait dramatiquement réduite si les domaines de préférence étaient élargis de telle manière que les propriétés précédentes ne soient pas satisfaites.

— Si les agents pouvaient être indifférents entre plusieurs meilleures alternatives, les règles non-manipulables seraient encore essentiellement des extensions du principe de l'agent médian pour notre cadre original, mais leur description serait plus complexe, et la condition de dépendance seulement aux meilleures alternatives serait satisfaite dans un sens qualifié (voir Barberà et Jackson [1994]). Plus généralement, les indifférences entre alternatives tendent à compliquer les caractérisations des règles non-manipulables.

— Les modèles dans lesquels les préférences admissibles pour tous les agents sont tirées du même ensemble (cas de bien public) sont plus faciles à traiter que ceux dans lesquels les préférences de chaque agent sont tirées d'ensembles différents (cas de bien privé avec des préférences égoïstes). Une raison pour cela est que l'on peut s'attendre à des profils de préférences avec unanimité dans le premier cas de figure mais pas dans le second et la non-manipulabilité requiert le respect de l'unanimité. De plus, les agents égoïstes sont systématiquement indifférents entre plusieurs alternatives qui diffèrent seulement sur des aspects ne les concernant pas. J'ai déjà fait remarquer que les indifférences permettent de définir des règles compliquées qui ne sont pas manipulables (par exemple, les règles autoritaires (bossy) pour l'allocation de biens privés, comme décrites dans Satterthwaite et Sonnenschein [1981]).

En dépit des précisions précédentes, la non-manipulabilité est toujours associée avec certaines formes de simplicité (dépendance d'information limitée, ensembles image limités) et s'oppose à l'efficacité quand elle n'est pas obtenue à travers de règles dictatoriales, pour la plupart des modèles que je connaisse.

Cas 3.

(a.3) Les alternatives sont encore des K-uples de nombres entiers. Cependant, l'ensemble A des alternatives peut ne pas être un produit cartésien, mais tout sous-ensemble des entiers.

(b.3) Les préférences admissibles seront celles qui sont unimodales généralisées sur A et ont leur meilleure alternative dans A. Nous définissons ici une préférence comme étant unimodale sur A si c'est la restriction à A d'une certaine préférence unimodale sur la boîte minimale contenant A.

Résultat 3 (Barberà-Massó-Neme [1993]).

Une fonction de choix social sur un sous-ensemble A d'une « boîte d'entiers » est non-manipulable (pour des préférences unimodales généralisées avec le sommet en A) si et seulement si elle est un mécanisme de l'agent médian généralisé.

Remarquez que, même quand l'ensemble des alternatives réalisables n'est pas cartésien, les exigences structurelles au niveau des règles non-manipulables sont maintenues : elles doivent toujours dépendre seulement des meilleurs éléments, être décomposables et prendre la forme de mécanismes de l'agent médian généralisés.

La décomposabilité peut maintenant devenir une source d'impossibilité. Même si tous les agents votent pour une alternative possible, leurs votes sur chaque dimension, quand combinés avec des mécanismes de l'agent médian généralisés et unidimensionnels choisis de façon arbitraire, peuvent mener à des K-uples de nombres entiers qui ne sont pas réalisables. Si nous concentrons notre attention sur des règles conservant la possibilité, garantissant que les résultats possibles seront recommandés chaque fois que les agents voteront pour des alternatives possibles, alors le choix de mécanismes de l'agent médian généralisés et unidimensionnels doit garantir un certain degré de coordination parmi les décisions dans chaque dimension. Barberà-Massó-Neme décrivent une condition générale nécessaire et suffisante pour conserver la possibilité pour un mécanisme de l'agent médian généralisé, étant donné un ensemble A quelconque ; cette condition prend le nom de propriété d'intersection. Quand elle est appliquée à des ensembles spécifiques A, cette condition générale produit une information précieuse au sujet des distributions de pouvoir de décision entre les agents qui sont compatibles avec des règles non-manipulables. Comme nous allons voir, le théorème de Gibbard-Satterthwaite peut être obtenu comme un corollaire de la nécessité de respecter la propriété d'intersection, par une réinterprétation appropriée du cadre présent.

4. Non-manipulabilité, unimodalité et la dimension de l'ensemble des alternatives

Les précédents résultats étaient définis pour des situations où les alternatives pouvaient être représentées comme des K-uples de nombres entiers et les préférences étaient unimodales. Jusqu'à quel point ces deux hypothèses sont-elles restrictives ? Je veux en premier lieu montrer que, chaque fois que l'ensemble des alternatives est fini, elles ne le sont pas. Ensuite nous

verrons que l'hypothèse essentielle derrière ces résultats est celle de domaines riches : l'hypothèse que non seulement les préférences sont unimodales, mais aussi que toute préférence unimodale est admissible.

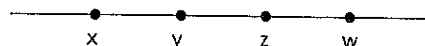
Soit A un ensemble fini d'alternatives. Étant donné un ensemble \mathfrak{P} de relations de préférences sur A, pouvons nous identifier chaque alternative dans A avec certains K-uples de nombres entiers de telle façon que les préférences dans \mathfrak{P} soient unimodales ? Considérons les exemples suivants.

PRÉFÉRENCES ADMISSIBLES

ESPACE DES ALTERNATIVES

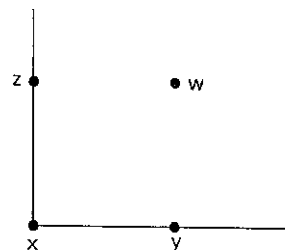
(1)

u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8
x	y	y	y	z	z	z	w
y	x	z	z	w	y	y	z
z	z	x	w	y	w	x	y
w	w	w	x	x	x	w	x



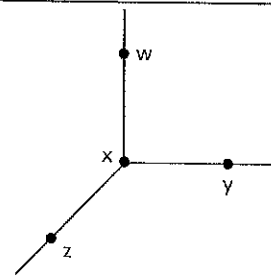
(2)

u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8
x	x	y	y	z	z	w	w
y	z	x	w	x	w	y	z
z	y	w	x	w	x	z	y
w	w	z	z	y	y	x	x



(3)

u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10	u11	u12
x	x	x	x	x	x	y	y	z	z	w	w
y	y	z	z	w	w	x	x	x	x	x	x
z	w	y	w	y	z	z	w	y	w	y	z
w	z	w	y	z	y	w	z	w	y	z	y



(4) Préférences quelconques.

vecteurs unitaires de dimension 4.

Dans tous ces exemples, nous avons trouvé une certaine dimension K telle que tous les ordres admissibles d'alternatives, quand ceux-ci sont identifiés comme des points dans cet espace, sont en effet unimodaux. En fait, remarquez qu'étant donné K alternatives quelconques, nous pouvons les identifier avec les K vecteurs unités dans l'espace réel de dimension K . Puisqu'aucun de ces vecteurs unités n'appartient à la boîte minimale définie par deux autres quelconques, la condition d'unimodalité n'a aucune implication. Ainsi, il est toujours possible d'inclure tout ensemble fini d'alternatives dans un espace de dimension K , et prétendre que toutes les préférences dans tout ensemble sont unimodales. En revanche, il n'est pas toujours possible de dériver nos résultats de caractérisation d'une telle identification, car nos résultats sont basés sur l'hypothèse que les fonctions sont définies sur l'ensemble de toutes les préférences unimodales possibles, avec les sommets sur des alternatives réalisables. Les exemples précédents correspondent à des cas où, choisir un K suffisamment petit, permet à nos différents ensembles de préférences d'être riches dans ce sens-là.

Il devrait être alors clair, que les précédents modèles ne sont pas complètement généraux, mais qu'ils le sont plus que ce qu'ils ne paraissent à première vue. Les caractéristiques générales des règles non-manipulables dont nous avons discutées, couvrent une base substantielle. Bien sûr, des contextes économiques et politiques différents nous mèneraient au choix de différents modèles. Mais j'espère avoir convaincu le lecteur qu'il est intéressant d'examiner où l'on peut arriver en construisant des mécanismes non-manipulables avant d'aller vers d'autres formes de concrétisation beaucoup plus complexes et difficiles à interpréter.

References

- ARROW K. J. [1963], *Social Choice and Individual Values*, 2nde ed. (New York : Wiley).
- ALCALDE J. and BARBERÀ S. [1994], « Top Dominance and the Possibility of Strategy-Proof Stable Solutions to Matching Problems », *Economic Theory*, 4, 417-435.
- BARBERÀ S. [1977], « The Manipulation of Social Choice Mechanisms that do not leave "too much" to Chance », *Econometrica*, 45, 1573-1588.
- BARBERÀ S. [1979], « Majority and Positional Voting in a Probabilistic Framework », *Review of Economic Studies*, 46, 389-397.
- BARBERÀ S. [1983], « Strategy-Proofness and Pivotal Voters : A Direct Proof of the Gibbard-Satterthwaite Theorem », *International Economic Review*, 24, 413-417.
- BARBERÀ S. and JACKSON M. [1994], « A Characterization of Strategy-Proof Social Choice Functions for Economies with Pure Public Goods », *Social Choice and Welfare*, 11, 241-252.
- BARBERÀ S. and PELEG B. [1990], « Strategy-Proof Voting Schemes with Continuous Preferences », *Social Choice and Welfare*, 7, 31-38.
- BARBERÀ S., GUL F. and STACCHETTI E. [1993], « Generalized Median Voter Schemes and Committees », *Journal of Economic Theory*, 61, 262-289.
- BARBERÀ S., MASSÓ J. and NEME A. [1993], « Voting under Constraints », Working Paper n° 200-92, Departament d'Economia i d'Història Econòmica, Universitat Autònoma de Barcelona.
- BARBERÀ S., SONNENSCHN H. and ZHOU L. [1991], « Voting by Committees », *Econometrica*, 59, 595-609.
- BEVIÀ C. and CORCHÓN L. [1995], « On the Generic Impossibility of Truthful Behavior », *Economic Theory*, 6, 365-371.
- BLACK D. [1948], « On the Rationale of Group Decision Making », *Journal of Political Economy*, 56, 23-34.
- BORDER K. and JORDAN J. [1983], « Straightforward Elections, Unanimity and Phantom Agents », *Review of Economic Studies*, 50, 153-170.
- BOSSERT W. and WEYMARK J. [1993], « Generalized Median Social Welfare Functions », *Social Choice and Welfare*, 10, 17-34.
- CLARKE E. H. [1971], « Multipart Pricing of Public Goods », *Public Choice*, 11, 17-33.
- CHICHILNISKY G. and HEAL G. [1980], « Incentive Compatibility and Local Simplicity », *Mimeo*, University of Essex.
- CHING S. [1992], « A Simple Characterization of the Uniform Rule », *Economics Letters*, 40, 57-60.
- DUGGAN J. and SCHWARTZ T. [1992], « Strategic Manipulability is Inescapable : Gibbard-Satterthwaite without Resoluteness », *Mimeo*, Department of Political Science, University of California at Los Angeles.
- DUTTA B. [1996], « Reasonable Mechanisms and Nash Implementation », dans Arrow, K. ; Sen A. et Szumura K., « *Social Choice Reexamined* », à paraître chez Mc Millan.

- GIBBARD A. [1973], « Manipulation of Voting Schemes : A General Result », *Econometrica*, 41, 587-601.
- GIBBARD A. [1977], « Manipulation of Schemes that Mix Voting with Chance », *Econometrica*, 45, 665-681.
- GIBBARD A. [1978], « Straightforwardness of Game Forms with Lotteries as Outcomes », *Econometrica*, 46, 595-614.
- GREEN J. and LAFFONT J. J. [1979], « Incentives in Public Decision-Making » (North Holland, Amsterdam).
- GROVES T. and LOEB M. [1975], « Incentives and Public Inputs », *Journal of Public Economics*, 4, 211-226.
- HURWICZ L. [1972], « On Informationally Decentralized Systems », dans C. B. McGuire and R. Radner, *Decision and Organization*, North Holland, Amsterdam.
- HURWICZ L. [1986], « On Informational Decentralization and Efficiency in Resource Allocation Mechanisms », dans S. Reiter, *Studies in Mathematical Economics*, Mathematics Association of America, 25, 238-350.
- HURWICZ L. and WALKER M. [1990], « On the Generic Nonoptimality of Dominant-Strategy Allocation Mechanisms : A General Theorem that Includes Pure Exchange Economies », *Econometrica*, 58, 683-704.
- HYLLAND A. [1980], « Strategy-Proofness of Voting Procedures with Lotteries as Outcomes and Infinite Sets of Strategies », *Mimeo*, University of Oslo.
- JACKSON M. [1992], « Competitive Allocations and Incentive Compatibility », *Economics Letters*, 40, 299-302.
- KELLY J. [1977], « Strategy-Proofness and Social Choice Functions without Single-valuedness », *Econometrica*, 45, 439-446.
- KIM K. W. and ROUSH F. [1980], « Special Domains and Nonmanipulability », *Mathematical Social Sciences*, 1(1), 85-92.
- LAFFOND G. [1980], « Révélation des Préférences et Utilités Unimodales », CN des Arts et Métiers, Paris.
- LE BRETON M. and SEN A. [1992], « Strategyproof Social Choice Functions over Product Domains with Unconditional Preferences », *Mimeo*, Groupe de Recherche en Economie Mathématique et Quantitative, Marseille.
- MORENO D. [1990], « Nonmanipulable Decision Mechanisms For Economic Environments », *Discussion Paper* n° 91-6, College of Business and Public Administration, University of Arizona.
- MOULIN H. [1988], *Axioms of Cooperative Decision Making*, Cambridge University Press.
- MOULIN H. [1980], « On Strategy-proofness and Single Peakedness », *Public Choice*, 35, 437-456.
- MULLER E. and SATTERTHWAITTE M. [1977], « The Equivalence of Strong Positive Association and Strategy-proofness », *Journal of Economic Theory*, 14, 412-418.
- MULLER E. and SATTERTHWAITTE M. [1985], « Strategyproofness : the Existence of Dominant Strategy mechanisms », dans *Social Goals and Social Organization*, L. Hurwicz, D. Schmeidler and H. Sonnenschein, eds. Cambridge : Cambridge University Press.
- PETERS H. van der STEL H. and STORKEN T. [1991], « On Uncompromisingness and Strategy-Proofness », *Report* M 91-15, University of Limburg.

- ROBERTS K. [1979], « The Characterization of Implementable Choice Rules », dans *Aggregation and Revelation of Preferences*, J. J. Laffont, ed. Studies in Public Economics. Amsterdam : North-Holland.
- ROTH A. E. [1982], « The Economics of Matching : Stability and Incentives », *Mathematical Operations Research*, 7, 617-628.
- SATTERTHWAITE M. A. [1975], « Strategy-proofness and Arrow's Conditions : Existence and Correspondence Theorems for Voting Procedures and Social Welfare Functions », *Journal of Economic Theory*, 10, 187-217.
- SATTERTHWAITE M. A. and SONNENSCHN H. [1981], « Strategy-Proof Allocation Mechanisms at Differentiable Points », *Review of Economic Studies*, 48, 587-597.
- SCHMEIDLER D. and SONNENSCHN H. F. [1978], « Two Proofs of the Gibbard-Satterthwaite Theorem on the Possibility of a Strategy-proof Social Choice Function », dans *Proceedings of a Conference on Decision Theory and Social Ethics*, W. Essler and H. Gottinger, eds. Dordrecht : Reidel.
- SEN A. K. [1970], « The Impossibility of a Paretian Liberal », *Journal of Political Economy*, 78(1), 152-157.
- SERIZAWA S. [1992], « Cross-Shaped Preferences and Voting by Committees », *Mimeo*, University of Rochester.
- SERIZAWA S. [1993], « Strategy-Proof and Individually Rational Social Choice Functions for Public Good Economies », *Mimeo*, University of Rochester and Osaka University.
- SHENKER S. [1992], « On the Strategy-Proof and Smooth Allocation of Private Goods in Production Economies », *Mimeo*, Palo Alto Research Center, Xerox Corporation.
- SHIMOMURA K.-I. [1992], « Partially Efficient Voting by Committees », *Mimeo*, University of Rochester.
- SPRUMONT Y. [1991], « The Division Problem with Single Peaked Preferences : A Characterization of the Uniform Allocation Rules », *Econometrica*, 59, 509-519.
- SPRUMONT Y. [1995], « Strategyproof Collective Choice in Economic and Political Environments », *Canadian Journal of Economics*, 28, 68-107.
- ZHOU L. [1991], « Inefficiency of Strategy-Proof Allocation Mechanisms in Pure Exchange Economies », *Social Choice and Welfare*, 8, 247-254.