

Document de Recherche

N° 2000 - 1

THEORIE DE LA DECISION BILAN ET PERSPECTIVE

Pierre GARELLO °

Conférence donnée au CREUSET
Université Jean Monnet - Saint-Etienne

° C.A.E., Faculté d'Economie Appliquée, Université Aix-Marseille III, 3 Avenue Robert Schuman, 13628 Aix-en-Provence Cedex, France, et C.R.E.U.S.E.T., Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 6 rue Basse des Rives, 42023 Saint-Etienne cedex 2. E-mail: garello@imagnet.fr

Introduction

Le titre de cette conférence est très ambitieux. Si je devais toutefois résumer le contenu de la conférence en quatre mots ce serait : bilan : positif, perspectives : incertaines. A dire vrai, la Théorie de la Décision est en crise, et ce depuis vingt bonnes années ; depuis que les doutes concernant le critère dominant de l'Utilité Espérée—doutes qui sont aussi anciens que le critère lui-même—ont refait surface. Mais il y a des crises salutaires ! Et il se pourrait bien que celle-ci en soit une. Je suis pour ma part plutôt optimiste.

Evidemment, lorsque la Théorie de la Décision est en crise, c'est toute l'analyse économique qui souffre—et c'est pourquoi mon propos concerne je crois tout économiste, qu'il soit ou non spécialiste de la théorie de la décision. Lorsque la Théorie de la décision hésite, l'analyse économique se présente comme un colosse aux pieds d'argiles, tout du moins tant que l'analyse économique demeure fidèle à l'individualisme méthodologique.

Aussi reviendrai-je en conclusion sur les conséquences de l'évolution de la théorie de la décision pour l'analyse économique en général ; mais pour la majeure partie de cette conférence je ferai abstraction de tout phénomène d'interaction pour me centrer sur l'action individuelle ainsi qu'il est de coutume en théorie de la décision.¹

Rationalité et perception

Ce que je voudrais vous proposer c'est une analyse de cette crise ; une interprétation des difficultés, des efforts et des résultats obtenus ces dernières décennies en Théorie de la Décision. Cette interprétation s'appuie sur une conviction simple que je tenterai de vous faire partager : *le problème essentiel de la théorie de la décision consiste à articuler du mieux possible un concept de rationalité avec la réalité de perceptions subjectives.*

Je m'explique : L'économie est basée à 99,99% sur un postulat de rationalité : lorsqu'ils sont confrontés à des choix, les agents économiques choisissent conformément à leurs préférences. Mais un tel postulat ne nous conduit pas bien loin dans la théorie de la décision, ou dans l'explication des phénomènes économiques. Décider, ce n'est pas uniquement choisir ce que l'on préfère, c'est aussi et en premier lieu percevoir le champ des possibles.

En d'autres termes, dans toute décision il y a deux phases : perception et choix. Le postulat de rationalité porte essentiellement sur la façon de choisir étant donnée une perception. Ce postulat peut également « empiéter » sur la phase de perception—recherche et traitement rationnels de l'information, mais il y a toujours une partie du processus de perception qui est en dehors du champ de la rationalité, qui est en ce sens subjective.

Ce point, bien qu'élémentaire, est essentiel. Aussi permettez-moi de le présenter sous un autre angle.

Décision et choix

¹ C'est d'ailleurs là peut-être que réside l'erreur fondamentale de la théorie de la décision : peut-on traiter de l'action sans interactions ?

Pour choisir il faut préalablement délimiter l'ensemble des choix ainsi que l'ensemble des conséquences associées, de façon plus ou moins certaine, à chaque choix. Une terminologie que j'affectionne particulièrement consiste à dire qu'il faut, avant de choisir, fermer son univers décisionnel, en avoir tracé les contours. C'est précisément ce qui est effectué au cours du processus de perception.

Une théorie de la décision ne sera donc complète qu'une fois qu'elle aura proposée non seulement une analyse du processus de choix, c'est-à-dire d'évaluation des alternatives, mais aussi une analyse du processus de perception par lequel le décideur ferme son univers décisionnel, sélectionnant les connaissances (paramètres) qui lui paraissent pertinentes pour la décision à prendre. La théorie de la décision est plus vaste que la théorie des choix.²

Notre expérience courante nous offre d'ailleurs de nombreux exemples de ce fossé entre décision et choix, dû au socle subjectif sur lequel repose toute rationalité. En effet, ainsi que le rappelait Léonard Savage dans l'introduction de son merveilleux ouvrage, il est fréquent d'observer des individus parfaitement raisonnables s'opposer sur un choix. Lorsque je n'arrive pas à convaincre une autre personne de la qualité de ma décision ce n'est le plus souvent pas parce que cette personne a noté une faille dans mon raisonnement, mais parce qu'elle ne perçoit pas le problème décisionnel de la même façon.

La théorie du consommateur est à cet égard très éclairante. Pour comprendre et prédire la décision du consommateur il ne suffit pas de savoir qu'il maximise son utilité, il faut encore savoir—chose bien plus difficile—qu'elle est sa carte de préférences, y compris bien entendu les ingrédients qui composent cette carte.

Une grille pour tracer le bilan

Le défi lancé aux théoriciens de la décision étant clairement formulé, je vous propose à présent de voir comment nous nous en sortons. Pour être plus spécifique, je voudrais montrer que les développements théoriques récents permettent de mieux cerner les liens qui unissent rationalité et perception.

Précisons toutefois que l'articulation du processus décisionnel en deux phases—perception et évaluation—constitue rarement la préoccupation majeure des auteurs dont je mentionnerai les recherches. Plutôt, ce que les chercheurs ont essayé de faire au cours de ces dernières décennies, ainsi que nous le verrons, c'est de trouver un critère de décision qui soit le plus performant possible ; la question qui hante tous les esprits étant de savoir si il existe un bon substitut au critère de l'Utilité Espérée.

² Je remercie J.M. Rousseau pour m'avoir suggéré cette élégante façon de présenter le problème. Bien sûr cela suppose que l'habitude tant il est vrai que dans le langage courant pas plus que dans le langage de l'économiste on ne distingue clairement intéressant de noter à cet égard que Kreps intitule son excellent livre « Notes sur la Théorie des Choix », et que deux ouvrages français s'intitulent « La théorie de la décision » et « La décision rationnelle », bien que leurs contenus soient assez proches de ceux de Kreps. À signaler une autre expression qui semble aujourd'hui gagner en popularité, celle de « Modélisation du risque ».

Les perspectives ouvertes

Evidemment, une démarche plus satisfaisante, du point de vue adopté ici, consisterait à s'attaquer directement au problème de la perception afin de concevoir le processus décisionnel dans sa globalité. Ce qui nous fait le plus défaut à ce jour c'est une compréhension, ne serait ce qu'embryonnaire, du processus de fermeture de l'univers décisionnel, de la définition des « petits mondes » pour reprendre l'expression de Savage.

Ainsi que nous le verrons, peu de pistes à ce jour sont offertes. Bien sur cela est regrettable, mais il me semble cependant important de ne pas mésestimer l'ampleur de la tâche à accomplir. Il ne faut pas dénaturer le problème. En particulier il ne faut pas assimiler les problèmes inhérents à un univers ouvert—et donc un univers d'ignorance—, aux problèmes rencontrés dans un univers fermé aussi complexe fut-il. Dit autrement, il ne faut pas confondre complexité et ignorance. De même, il ne faut pas confondre certaines formes d'apprentissage avec une authentique découverte.

Le désir de distinguer entre ces différents concepts constitue, de mon point de vue, toute l'originalité de l'approche autrichienne des phénomènes sociaux. Cela est résumé, de façon très simplifiée dans le tableau ci-dessous.³

CHOIX	≠	DECISION
COMPLEXITE	≠	IGNORANCE
APPRENTISSAGE	≠	DECOUVERTE
NEOCLASSIQUE	≠	AUTRICHIEN

1. La démarche axiomatique

La théorie moderne de la décision a réservé une place importante à l'axiomatisation des critères.⁴ La démarche s'articule alors en deux étapes :

1. On commence par définir un contexte de choix (j'insiste sur le terme de choix dans l'esprit de ce qui a été dit en introduction). Pour cela, les économistes ont le plus souvent recours à l'une des deux formalisations suivantes :⁵

³ L'approche autrichienne de l'incertitude est détaillée dans Garelo (1996).

⁴ Surtout lorsque cette théorie est développée par des économistes, les psychologues étant pour leur part moins « fanatiques »

⁵ Une troisième façon, bien moins utilisée, est celle de Aumann et Anscombe.

CHOIX RISQUES

von Neumann et Morgenstern

$X = \{x, y, z, \dots\}$ les conséquences

$P = \{p, q, r, \dots\}$ les choix possibles

$\forall p \in P$, p est une loterie, $p : X \rightarrow [0,1]$

ex : $p = (x_1, x_2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$

CHOIX DANS L'INCERTAIN

Savage

$X = \{x, y, z, \dots\}$ les conséquences

$S = \{s_1, s_2, s_3, \dots\}$ les états du monde

$F = \{f, g, h, \dots\}$ les choix possibles

$\forall f \in F$, f est un acte, $f : S \rightarrow X$

ex :

	s_1	s_2
f	x_1	x_2
g	x_3	x_4

\uparrow relation binaire définie sur P

\uparrow relation binaire définie sur F

2. En suite, on tente de voir dans quelles conditions ces relations binaires (i.e., ces préférences) peuvent être représentées par une fonction à valeurs numériques (une fonctionnelle) que nous noterons U , telle que⁶ :

$$p \uparrow q \Leftrightarrow U(p) < U(q) \quad \text{ou} \quad f \uparrow g \Leftrightarrow U(f) < U(g)$$

Les conditions de validité de ces représentations sont précisément les axiomes imposés aux relations binaires (sur P et F respectivement).

Je reviendrai plus loin sur les avantages et inconvénients de cette démarche axiomatique. Pour l'instant je voudrai vous donner une idée de l'ampleur des efforts qui ont été développés en ce sens en évoquant quelques uns des critères et quelques unes des axiomatisations de ces dernières décennies. Pour ce faire je suivrai plus ou moins l'historique des critères.

2 . Bref historique des critères de choix

1637 Critère de l'espérance mathématique

C'est un hollandais du nom de Christian Huygens qui proposa, après s'être inspiré d'une correspondance entre Pascal et Fermat, ce critère dans un ouvrage intitulé « De la logique du jeu de dès ». Nous sommes donc dans un contexte de choix risqués, et la fonctionnelle proposée est :

⁶ Notons que les théorèmes de représentation donnent des conditions nécessaires et suffisantes.

$$U(p) = \sum_x p(x) x$$

Ce critère n'était pas axiomatisé et pourrait sembler dépassé. On verra cependant qu'aujourd'hui encore, et même après des efforts considérables pour trouver mieux, ce critère conserve sa raison d'être, tant d'un point de vue normatif que d'un point de vue descriptif.

1738 Critère de l'espérance morale

C'est la date de parution d'un ouvrage de Bernoulli dans lequel est proposé ce qu'il appelle, le critère d'espérance morale (*moral expectation*).⁷ Nous sommes toujours dans un contexte de choix risqué et la fonctionnelle proposée est du type :

$$U(p) = \sum_x p(x) \log(x)$$

Si ce critère ressemble au critère d'espérance d'utilité auquel nous sommes habitués, il faut cependant noter que chez Bernoulli l'utilité est une mesure cardinale des préférences sur X, et la concavité de cette fonction traduit la décroissance de l'utilité marginale et non l'aversion au risque.⁸

1931 Critère de l'utilité espérée subjective

Frank Ramsey, dans *Truth and Probability*, propose non seulement le concept de probabilité subjective, mais aussi l'ébauche du critère d'Utilité espérée subjective. C'est donc la première réflexion sur un critère de choix dans un contexte d'incertitude. Le critère ne sera véritablement étudié, et axiomatisé que vingt ans plus tard, par Léonard Savage.

1944 Critère de l'utilité espérée de von Neumann et Morgenstern

C'est de loin le critère le plus discuté et le plus testé, bien que d'une certaine façon, son domaine d'application soit très réduit puisqu'il ne porte, comme nous l'avons vu, que sur des contextes de choix entre des loteries dont les probabilités sont données. La fonctionnelle d'utilité est :

$$U(p) = \sum_x p(x) u(x)$$

Elle ressemble donc à la fonctionnelle de Bernoulli à la différence, non négligeable, que la représentation est unique à une transformation affine positive près.⁹ Aussi, la forme concave de la fonction u ne s'interprète plus comme décroissance de l'utilité marginale. Elle traduit à présent l'aversion au risque, et ne peut être déterminée en dehors d'un contexte de risque.

Il faut aussi rappeler que ce critère fut le premier à être axiomatisé.¹⁰ Les axiomes sont les suivants :

- AO : (axiome d'ordonnement) la relation $>$ sur P est asymétrique et négative

⁷ Cramer a fait la même proposition

⁸ Cette vision d'une utilité cardinale qui ne refléterait pas l'attitude du décideur à l'égard du risque sera reprise par Maurice Allais pour cette raison des néo-Bernoulliens.

⁹ Cela veut dire cardinalité dans le sens mathématique. Mais cela ne veut pas dire cardinalité dans le sens où les psychologues les comparaisons de différences d'utilités n'ont ici aucun sens (cf. les mesures de températures, une analogie qui aurait été utilisée par Morgenstern eux-mêmes).

¹⁰ La preuve du théorème de représentation ne se trouvant que dans une annexe à la seconde édition (1947).

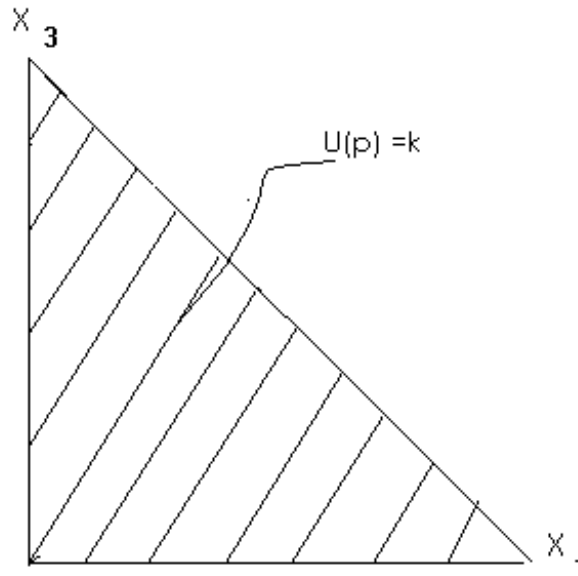
transitive¹¹

- AC : (axiome de continuité¹²) si $p > q > r$ alors $\exists \alpha, \beta \in (0, 1)$ tels que

$$\alpha p + (1-\alpha)r > q > \beta p + (1-\beta)r$$
- AI : (axiome d'indépendance¹³) $\forall p, q, r \in P$, et $\alpha \in (0, 1]$

$$p > q \Rightarrow \alpha p + (1-\alpha)r > \alpha q + (1-\alpha)r$$

Forme des courbes d'indifférence dans le triangle Marschak-Machina : Il est fréquent de qualifier ce critère de « linéaire en probabilités ». Cela peut se comprendre en regardant la fonctionnelle. Mais cela se voit aussi clairement si l'on cherche à représenter les courbes d'indifférences dans un triangle de Marschak-Machina. Les courbes d'indifférences seront en effet des droites parallèles et l'on peut montrer que c'est l'axiome d'indépendance qui donne cette forme particulière aux courbes d'indifférences.



1949 Critère de Shackle

Ce critère mérite d'être mentionné car il incorpore plusieurs innovations qui ne seront redécouvertes parfois que trente années plus tard. L'une de ces innovations consiste à utiliser une représentation non additive de l'incertitude qu'il appelle Surprise potentielle. Le critère nécessite encore pour son application la définition d'un résultat « neutre » qui divise les résultats possibles en deux régions : celle des gains et celle des pertes, d'une fonction

¹¹ Asymétrique : $p > q \Rightarrow \text{non}(q > p)$. Négative transitive : $[\text{non}(p > q) \text{ et } \text{non}(q > r)] \Rightarrow \text{non}(p > r)$.

Si l'on travaille avec la relation de préférence au sens large, \geq , cela revient à poser que la relation au sens large est transitive e

¹² Aussi connu sous le nom d'Axiome Archimédien.

¹³ L'axiome d'indépendance ne se trouve pas dans cette axiomatisation. Ce sont Samuelson et Malinvaud qui introduiront cet axiome (Econometrica, 1952) montrant qu'il y a équivalence avec l'axiomatisation de 1944.

d'ascendance, d'un point focal pour la région des pertes et d'un point focal pour la région des gains.¹⁴

1952 Congrès de Paris

Allais exprime ses trois principales critiques :

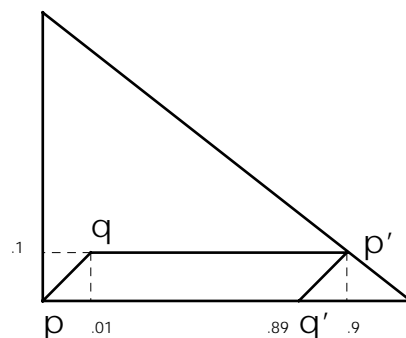
1. il veut garder une utilité cardinale dans la tradition de Bernoulli et Jevons
2. il veut que le risque soit pris en compte en introduisant le moment d'ordre deux (variance)
3. il suggère la déformation des probabilités

Pour appuyer ces critiques il propose le fameux paradoxe d'Allais qui souligne une violation systématique de l'axiome d'indépendance. Une illustration de ce paradoxe dans le triangle de Marschak-Machina confirme bien que c'est l'axiome d'indépendance qui est en cause. Il faut un critère qui soit non linéaire en probabilité.

Le paradoxe apparaît lorsqu'on présente à un groupe d'individus les deux choix suivants :

- Choix n°1 : choisir entre $p = (1M : 1)$ et $q = (0, 1M, 5M : 0,1 \quad 0,89 \quad 0,01)$
- Choix n°2 : choisir $p' = (0, 5M : 0,1 \quad 0,9)$ ou $q' = (0, 1M : 0,11 \quad 0,89)$.

Représentons ces loteries dans le triangle de Machina :



Par construction, les segments p-q et p'-q' sont parallèles. Donc, si les courbes d'indifférence sont parallèles—ainsi que l'exige l'axiome d'indépendance—il n'y a que trois choix possibles:

- i. $p > q$ et $q' > p'$ (si la pente des courbes d'indifférence est supérieure à la pente du segment p-q).
- ii. $p < q$ et $q' < p'$ (si la pente des courbes d'indifférence est inférieure à la pente du segment p-q).
- iii. $p \sim q \sim p' \sim q'$ (si la pente est juste égale à celle du segment p-q).

¹⁴ Il faut noter que Shackle propose une axiomatique pour le concept de surprise potentielle, nous y reviendrons plus tard. Le critère de décision n'est par contre pas axiomatisé. Il est à noter cependant que Arrow et Hurwicz ont montré que si l'on impose certaines propriétés à un critère de décision dans un contexte d'ignorance (c'est-à-dire, dans un contexte où non seulement rien n'est connu sur les états du monde, mais où de plus le décideur a du mal à dresser une liste exhaustive des états du monde possible—s'il le pouvait il s'appuierait sur le principe de la raison insuffisante et attribuerait des probabilités égales à tous les états du monde), alors ce critère sera, nécessairement de type Shackélien, se basant sur deux conséquences pour chaque acte, comme dans le critère classique d'Hurwicz. On trouvera dans Garello (1992) une présentation détaillée du critère de Shackle.

Or, lorsque l'on présente ce choix à un groupe d'individus, la majorité d'entre eux préfère p à q et p' à q' . Le choix le plus communément observé est donc incompatible avec des courbes d'indifférence linéaires, et en conséquence, avec le critère de l'espérance d'utilité. En inversant la proposition : les choix observés ne sont compatibles qu'avec des courbes d'indifférence "en éventail".

1954 Critère de l'utilité espérée subjective de Savage

Savage s'appuie sur les travaux de Ramsey et ceux du mathématicien italien Bruno de Finetti. Ainsi que nous l'avons vu, il part d'un problème de choix différent : les probabilités ne sont pas données. L'agent connaît « seulement » les conséquences de ses actes pour chaque état du monde possible. On est donc dans une situation d'incertitude. Le critère consiste une fois encore à choisir l'action qui maximise la fonctionnelle suivante :

$$U(f) = \sum_S p(s_i) u(f(s_i))$$

Pour utiliser ce critère il faudra bien entendu que le décideur commence par se doter d'une distribution de probabilités sur les états du monde possible, les s_i .

Ce critère, comme celui de von Neumann et Morgenstern est axiomatisé. Les axiomes sont plus nombreux. On trouvera en annexe la formulation qu'en propose Fishburn (1989).

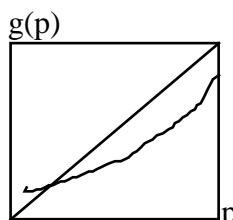
1979 Théorie des perspectives¹⁵

Les psychologues Kahneman et Tversky tentent de justifier les observations d'Allais. Pour cela ils se placent dans un contexte de risque et reprennent l'idée, préalablement proposée par Allais, Edwards ou encore Handa, d'une « déformation » des probabilités, et donc de non linéarité dans les probabilités. Mais ils introduisent aussi parallèlement un certain nombre de nouveautés :

1. une phase d'édition précède la phase d'évaluation, c'est-à-dire de choix à proprement parler. Ce n'est pas une phase de perception au sens où nous l'avons entendu dans l'introduction car l'univers est déjà fermé, les loteries sont données. Durant cette phase, le décideur va « simplifier » le problème, choisir un point de référence (c'est l'encodage, et cela se rapproche de l'utilisation d'un point focal chez Shackle). Le décideur va en quelque sorte formuler à sa manière le problème qui lui est présenté.
2. la valeur attribuée aux gains et pertes est indépendante du risque (comme chez Allais). L'attitude à l'égard du risque est néanmoins déterminée conjointement par les fonctions d'utilité, u , et par la fonction qui déforme les probabilités, g .

¹⁵ Nous sautons plusieurs étapes de l'histoire des critères et de l'axiomatisation. Par exemple, en 1954 Hausner, suivi en 1960 par Chipman, propose d'affaiblir l'axiome de continuité (AC). On obtient une représentation vectorielle des préférences sur laquelle est appliquée un classement lexicographique (une idée que l'on retrouve chez Encarnacion (1987). En 1966, un affaiblissement de l'axiome de complétude (AO) est proposé par Aumann (*Econometrica*). Une partie de l'axiome AO est remplacée par la propriété d'acyclicité : si $p > q$ et $q > r$, alors non ($r > p$). On obtient alors une représentation telle que : $p > q \Rightarrow U(p) > U(q)$, l'inverse n'étant pas nécessairement vrai.

3. les probabilités sont déformées par une fonction g qui n'est pas affine. Cette fonction est supposée le plus souvent surévaluer les faibles probabilités et sous-évaluer les fortes probabilités.



La fonctionnelle d'utilité est alors du type :

$$U(p) = \sum_X g(p(x)) u(x)$$

Une ébauche d'axiomatisation du critère est proposée par les auteurs en annexe.¹⁶

1979 Critère de l'utilité pondérée

Inspirés une fois encore par les résultats d'Allais, Chew et MacCrimmon proposent un affaiblissement de l'axiome d'indépendance qui les conduit naturellement à un modèle non linéaire en probabilité. Leur critère contrairement à celui de Kahneman et Tversky, respecte la dominance stochastique du premier ordre.¹⁷

La fonctionnelle d'utilité obtenue est alors de la forme :

$$U(p) = \{ \sum_X p(x)w(x)u(x) \} / \{ \sum_X p(x)w(x) \}$$

Forme des courbes d'indifférences dans le triangle MM : Vec de telles préférences, les courbes d'indifférence seront des droites qui se rejoignent en un point extérieur au triangle. On peut donc obtenir un effet de « fanning out » (éventail) si ce point est au sud-ouest du triangle, ou du « fanning in » s'il est au nord-est du carré imaginaire défini par le triangle.¹⁸ (Rappelons que les courbes ne peuvent être décroissantes dans le triangle sans violer la dominance stochastique du premier ordre)

1982 Le critère de l'utilité anticipée (ou EUDRP : espérance d'utilité avec dépendance au rang des probabilités, ou encore, avec probabilités cumulatives)

La première axiomatisation de ce critère est proposée par Quiggin qui souligne néanmoins sa dette envers Allais. Cette nouvelle théorie suppose que l'on commence par ranger les conséquences par ordre croissant de préférence :

¹⁶ Malheureusement, ce critère ne respecte pas la dominance stochastique du premier ordre. Cela explique les changements de critère (notamment par Kahneman et Tversky eux-mêmes en 1992, qui se rapprochent alors des modèles à probabilités cumulatives).

¹⁷ L'axiome d'indépendance AI devient AI2

AI2 : si $p > q$ alors $\forall \alpha \in (0,1), \exists ! \beta \in (0,1)$ tel que $\alpha p + (1-\alpha)r > \beta q + (1-\beta)r$, pour tout r

¹⁸ *Fanning out* = des courbes d'indifférence de plus en plus « raides » au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Nord-Ouest, c'est-à-dire vers des loteries qui sont dominantes (DS1). Or, plus la pente de la courbe d'indifférence est raide, plus le décideur est averse au risque (il exige pour un accroissement de la probabilité attachée au plus mauvais résultat, un accroissement important de la probabilité attachée au meilleur résultat. Donc le « *fanning out* » correspond à des agents qui sont d'autant plus réticents à prendre des risques que la loterie est intéressante.

$$x_n > x_{n-1} > x_{n-2} > \dots > x_1$$

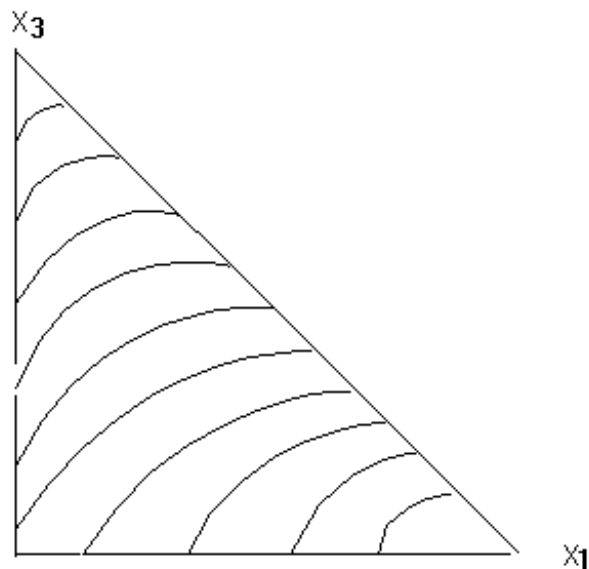
La fonctionnelle d'utilité sera alors basée sur les probabilités cumulées :¹⁹

$$U(p) = g(1)u(x_1) + g(1 - p_1)[u(x_2) - u(x_1)] + g(1 - p_1 - p_2)[u(x_3) - u(x_2)] + \dots + g(p_n)[u(x_n) - u(x_{n-1})]$$

$$U(p) = \sum_{i=1}^n u(x_i)[g(p_i + \dots + p_n) - g(p_{i+1} + \dots + p_n)]$$

On constate qu'il s'agit d'une généralisation du critère de von Neumann et Morgenstern, ce dernier correspondant au cas où g est la fonction identité.²⁰ L'aversion au risque s'accroît avec la convexité de la fonction g et la concavité de la fonction u . Une fonction g concave est dite traduire le pessimisme (on « surévalue » les résultats mauvais : x_1, x_2, \dots), l'optimisme étant traduit par une fonction g convexe.

La forme des courbes d'indifférence : Dans les modèles dichotomiques les courbes d'indifférences ne sont plus nécessairement des droites (a fortiori, des droites parallèles). Elles seront concaves ou convexes selon la forme de la fonction g qui pondère les probabilités cumulées.



¹⁹ L'axiomatisation de Quiggin est la suivante (d'après Munier 95):

Rappel : Les préférences portent sur des loteries dont les conséquences ont été ordonnées.

A1 - \geq est un ordre faible

A2 - \geq respecte la dominance stochastique du premier ordre

A3 - \geq est continue

A4 - soit deux perspectives (x', p) et (x, p) où x, x' , et p sont des vecteurs de même dimension, et soit

$$(c, p) \text{ définie par } c_i = EC(x_i, x'_i; 1/2, 1/2), \text{ alors } (c, p) \sim (EC(x, p), EC(x', p); 1/2, 1/2)$$

²⁰ Notons qu'en ce qui concerne Allais, la fonction u est cardinale (au sens des psychologues) et ne reflète que l'utilité intrinsèque des conséquences, sans faire référence au risque. Le comportement à l'égard du risque est traduit par la fonction g . C'est pourquoi on parle parfois de modèle dichotomique. Le modèle de Yaari (1987) est aussi un modèle dichotomique en ce sens. Notons encore que Allais ne s'intéresse pas à l'axiomatisation.

1982 Le critère SSB : Skew-Symmetric and bilinear

Due à Fishburn, cette généralisation de l'axiomatique de Savage fait abstraction de l'axiome de transitivité.²¹ Il obtient une représentation qui est « skew symmetric » et bilinéaire²², avec une fonctionnelle d'utilité du type :

$$f > g \Leftrightarrow \int_S \phi[f(s),g(s)]d\pi(s) > 0$$

1982 Le critère de l'espérance d'utilité modifiée (ou théorie du regret)

La théorie des regrets est développée indépendamment par Bell, Loomes et Sugden. Loomes et Sugden partent d'un contexte de choix semblable à celui de Savage à cela près que les probabilités sont données. Le décideur commence par donner un indice d'utilité Bernoullien (car indépendant du contexte de choix, *choiceless utility*) à chaque conséquence. La conséquence de l'acte f_i dans l'état s_j étant notée x_{ij} , l'indice sera noté $u(x_{ij})$. Le décideur va ensuite modifier cet indice pour tenir compte de ce qu'il aurait pu obtenir en l'état s_j en choisissant un autre acte f_k . Il obtient de la sorte une utilité modifiée pour cet acte et cette conséquence $m_{ij}^k = M(x_{ij}, x_{kj})$. Si l'on note p_j la probabilité (donnée) de l'état s_j , le critère devient :

$$f_i > f_k \Leftrightarrow U(f_i | f_k) > U(f_k | f_i) \\ \text{avec } U(f_i | f_k) = \sum_j p_j m_{ij}^k$$

On constate que la théorie des regrets est liée à la théorie SSB de Fishburn : dans les deux cas le choix est effectué en comparant les actes deux à deux. Sugden en proposa par la suite une axiomatisation. Comme dans la théorie SSB, l'axiome d'indépendance ne sera pas forcément vérifié.

1986 Critère de l'utilité espérée implicite

Dû à Dekel, ce critère pour un contexte de risque est axiomatisé. Là encore on affaiblit l'axiome d'indépendance en lui substituant cette fois-ci par l'axiome de betweenness.²³ La fonctionnelle d'utilité qu'obtient Dekel est du type :

$$U(p) = \sum_X p(x)u(x, U(p))$$

La forme des courbes d'indifférence dans le triangle de Machina : elles sont droites (cf. ; l'axiome AI3), mais pas nécessairement parallèles et la variation de leurs pentes n'est pas forcément monotone.

²¹ Les axiomes sont donnés dans Fishburn (1983) : AC (continuité), dominance et symétrie. Contrairement à ce que Camerer pas affaiblissement de l'axiome d'indépendance puisque cet axiome d'indépendance, dans le contexte de Savage, n'est qu'un autres axiomes. Ici, l'affaiblissement de l'axiome d'indépendance est dû à l'abandon de l'axiome de transitivité.

²² La « skew-symmetry » étant la propriété : $\phi(f,g) = -\phi(g,f)$. cf. Apostol. La bilinéarité signifie que la fonction est f est linéaire par rapport à chacun de ses arguments : $\phi(\lambda f+(1-\lambda)h, g) = \lambda \phi(f,g) + (1-\lambda) \phi(h,g)$ et idem pour les second argument.

²³ Introduit pour la première fois par Chew, l'axiome de betweenness est :

$$AI3 : \quad \text{Si } p > q, \text{ alors } p > \alpha p + (1-\alpha)q > q, \quad \forall \alpha \in (0,1)$$

(ou encore : si $p \sim q$ alors $p \sim \alpha p + (1-\alpha)q \sim q, \forall \alpha \in [0, 1]$)

1987 : Le critère dual

Critère proposé par Yaari. Les axiomes sont les mêmes que ceux de von Neumann et Morgenstern mais on inverse les rôles des probabilités et des conséquences. Cela donne :

$$U(p) = \sum_X h(p(x)) x$$

Yaari précise bien que sa théorie ne se veut pas meilleure que la théorie duale de la sienne, c'est-à-dire celle de l'espérance d'utilité. Simplement les deux sont pour lui complémentaires, suivant les circonstances l'une sera meilleure que l'autre.

1991 Chew, Epstein et Segal et les mélanges symétriques (mixture symmetry)

Il s'agit d'un nouvel affaiblissement de l'axiome de « betweenness ».²⁴ Il se singularise des autres par la forme des courbes d'indifférence dans le triangle de Machina. En effet, les préférences vérifiant ce nouvel axiome (avec les autres axiomes classiques) donnent des courbes d'indifférence qui peuvent passer du concave au convexe (ou vice versa).

1991 Critère de la théorie de la déception

Ce critère est proposé par Gul. Il s'agit encore d'affaiblir l'axiome d'indépendance (au profit ici d'un axiome plus strict que l'axiome de « betweenness »). Le résultat est un cas spécial d'utilité implicite. Pour l'exprimer il nous faut d'abord définir ce que l'on entend par « décomposition joie - déception » d'une loterie p.

définition : (α, q, r) est une décomposition joie/déception²⁵ de la loterie p si et seulement si :

- i. $x \in \text{supp}(q) \Rightarrow x \geq p$
- ii. $x \in \text{supp}(r) \Rightarrow p \geq x$ et
- iii. $\alpha q + (1-\alpha)r \sim p$

On aboutit alors au critère :

$$p_1 \geq p_2 \Leftrightarrow \gamma(\alpha_1) \sum_x u(x) q_1(x) + (1-\gamma(\alpha_1)) \sum_x u(x) r_1(x) \geq \gamma(\alpha_2) \sum_x u(x) q_2(x) + (1-\gamma(\alpha_2)) \sum_x u(x) r_2(x)$$

où (α_i, q_i, r_i) est l'EDD de p_i pour $i=1, 2$, et il existe β in $(-1, \infty)$ tel que: $\gamma(\alpha) = \alpha / [1 + (1-\alpha)\beta]$

Les préférences caractérisées par une valeur positive de β sont dites averses à la déception. Dans le triangle de Machina, les courbes d'indifférence présentent un effet de *fanning in* pour les loteries les meilleures (Nord Ouest du triangle) et *fanning out* pour les moins bonnes (partie Sud-Est)

Nous arrêterons là notre passage en revue, bien rapide et loin d'être complet, des critères de choix. La question qui vient évidemment à l'esprit est celle de la sélection entre ces critères : N'y aurait-il pas un critère meilleur que les autres d'un point de vue normatif et ou

²⁴ Le nouvel axiome est : A14 si $p \sim q$ alors $\alpha p + (1-\alpha)q \sim (1-\alpha)p + \alpha q, \forall \alpha \in (0,1)$

²⁵ En anglais, une EDD : *elation/disappointment decomposition*.

descriptif ?²⁶ C'est à ce niveau que notre grille de lecture—qui consiste, rappelons le, à examiner pour chaque théorie la façon dont sont articulées rationalité et perception—s'avère utile.

3. Axiomatisation et perception

Partis à la recherche du meilleur critère, les théoriciens ont très vite appris à être prudents grâce, entre autres, au paradoxe d'Allais. Ce paradoxe montre en effet que, dans certaines circonstances, un axiome d'apparence tout à fait raisonnable comme l'axiome d'indépendance est systématiquement violé. Puisqu'on ne pouvait se fier à une simple réflexion sur le caractère plus ou moins raisonnable des axiomes, les études expérimentales ont donc fleuri et se sont faites de plus en plus sophistiquées dans le but de tester la validité descriptive des critères. Parmi les conclusions auxquelles ont abouti ces études, voici les plus significatives²⁷ :

1. il y a surestimation des faibles probabilités ($< 0,2$) et sous-estimation des fortes probabilités (dans certaines études la sous-estimation commence très tôt, aux alentours des 0,3)
2. il n'y a aucun doute que le critère utilisé par les sujets n'est pas linéaire en probabilité. Les courbes d'indifférence ne sont pas droites et parallèles.
3. Les courbes d'indifférences font du « fanning in » et du « fanning out ». Ceci n'est possible en théorie que si l'on utilise le critère de Gul ou un modèle cumulatif du type Quiggin ou Kahneman et Tversky (1992, Cumulative Prospect theory).
4. Même des affaiblissements de l'axiome d'indépendance tels que « betweenness » sont violés. Cela donne un avantage aux modèles dits dichotomiques puisque Gul utilise betweenness.
5. A l'intérieur du triangle, les courbes d'indifférence se rapprochent des droites parallèles. Donc l'Utilité espérée serait un bon modèle descriptif tant que l'on n'a pas des probabilités trop proches de 0 et 1, ce qui confirme la première remarque.

La prédiction de la théorie de Kahneman et Tversky donne les courbes d'indifférence suivantes qui sont assez proches de ce que donnent les expériences. (in Camerer, page 638).

Faut-il en déduire que nous devons rejeter notre bon vieux critère de la maximisation de l'utilité espérée, pour un critère non linéaire semblable à celui de Kahneman et Tversky ? Est-ce là le bilan et les perspectives de la théorie de la décision ? Une telle conclusion serait

²⁶ Il est à noter au passage que la validité descriptive et la validité normative ne sont pas très éloignées en théorie de la décision. La plupart des théoriciens sont d'accord avec Savage (1954) pour dire qu'un axiome qui serait systématiquement violé par des décideurs raisonnables peut difficilement servir de base à une théorie normative de la décision.

²⁷ Cf. L'excellent survey de Camerer (1995)

hâtive. Les enseignements de l'expérimentation ne s'arrêtent pas aux conclusions *sus* mentionnées. A ces premières conclusions il faut en effet ajouter les résultats de tests visant à comparer directement les critères (lorsque cela est possible, c'est-à-dire, lorsqu'ils supposent des contextes identiques ou du moins comparables). Parmi ces résultats on note en particulier :

- A. Il est clair qu'un critère qui serait par construction compatible avec toutes les observations possibles, bien que jamais réfuté par les expérimentations serait néanmoins de peu d'utilité. D'où l'idée, dans le classement des critères, de tenir compte non seulement des comportements observés compatibles avec le critère mais aussi des comportements a priori compatibles avec ce critère. Or, si l'on suit cette méthode, on s'aperçoit qu'il devient difficile de départager les critères. En particulier ceux de Gul (*mixed fanning*), de Kahneman et Tversky (*cumulative prospect theory*), de von Neumann et Morgenstern (Utilité Espérée), et même celui de l'espérance mathématique, ont des performances très proches.
- B. Si l'on cherche un critère pour prédire les choix futurs alors l'utilité espérée et l'espérance mathématique sont de bons candidats !

Aurions nous fait du surplace depuis la contribution de Huygens qui remonte au XVII^{ème} ? Pas tout à fait. Face à de tels résultats, il y a en effet plusieurs directions possibles, toutes revenant cependant à dire qu'il n'y a pas de critère universellement valide :

- la première direction consiste à admettre que le choix du critère doit dépendre du « type de risque ». Ainsi selon la région du triangle dans laquelle on se trouve il faut utiliser un critère différent (le critère de l'espérance d'utilité conviendra tant que l'on reste au centre). Abdellaoui et Munier comptent parmi les défenseurs d'une telle démarche.
- la seconde direction, plus radicale, consiste à dire que ces résultats nous révèlent un problème plus fondamental : ce ne sont pas les critères de choix qui sont à remettre en cause, c'est la façon de formaliser le problème de choix, c'est la formalisation de la perception.

C'est cette seconde direction que nous sommes invitées à prendre si nous adhérons aux remarques préliminaires développées en introduction. D'une certaine façon, si la démarche axiomatique nous a détourné temporairement d'une réflexion qui engloberait rationalité et perception, lorsque nous prenons un peu de recul, nous constatons qu'il est temps d'y revenir.

4. Perception

Lorsque l'on s'intéresse à l'articulation entre rationalité et perception, la démarche axiomatique ne doit pas être considérée comme une fausse piste. Je crois qu'il est plus exact de voir dans ces développements un détour de production. Plus précisément, je dirai que la démarche axiomatique a indirectement nourri notre réflexion sur la perception.

En effet, s'il semble à première vue que la quasi totalité des critères présentés ci-dessus repose sur seulement deux types de formalisation, choix risqué ou choix dans l'incertain, un examen

plus attentif révèle que de nouveaux paramètres de perception ont été introduits subrepticement. En voici quelques uns :

- l'imprécision dans la mesure des conséquences (susceptible d'engendrer des intransitivités)
- le refus d'agréger les différentes dimensions des conséquences (qui là encore peu conduire à des intransitivités et que nous retrouvons chez Shackle)
- l'introduction du regret, de la déception, de l'aversion à la déception
- l'introduction d'un point de référence ou d'un point focal et la distinction entre pertes et gains relativement à ce point focal.
- le désir de ne pas séparer des décisions séquentielles (problème. du conséquentialisme qui n'a pas été abordé ici. Cf. Machina (1989))
- la notion de préférence pour une résolution précoce de l'incertitude (cf. Kreps et Porteus)
- la notion d'ambiguïté dans les probabilités ou de manque d'assurance dans ses jugements de valeur et d'aversion à l'ambiguïté.

Indirectement, les développements récents nous ont montré que selon que l'on introduisait ou pas ces paramètres dans la formalisation de la perception les décisions étaient modifiées. Et bien entendu, une axiomatisation ne peut nous dire si et quand tel paramètre « doit » être intégré dans le processus décisionnel. La démarche axiomatique, nous l'avons vu, prend la perception pour une donnée, elle ne l'explique pas.

La voie est donc largement ouverte pour toute nouvelle hypothèse sur la perception. Certains s'y sont déjà engagés. J'en donnerai deux exemples : les critères ayant recours à des représentations non additives des croyances, et le critère de Gilboa et Schmeidler.

Les représentations non additives des croyances

L'idée remonte—une fois encore ! —à Shackle. Pour la comprendre il faut remarquer que l'utilisation du calcul des probabilités impose de nombreuses contraintes à la façon dont le décideur peut appréhender l'incertitude. En particulier, du fait de son additivité, la probabilité fait que la croyance en la possibilité d'une issue ne peut croître qu'aux dépens des autres.

Soyons plus précis. Une probabilité est une mesure additive sur une algèbre :

S, l'ensemble des états du monde

E, l'ensemble des parties de **S**

P, une fonction de **E** dans $[0, 1]$ qui vérifie les propriétés suivantes :

- a. $P(A) \geq 0$ pour tout $A \in \mathbf{E}$ (non- négativité)
- b. $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ (additivité)
- c. $P(S) = 1$

Si l'on modifie les propriétés de cette fonction ensemble P, on obtient d'autres représentations de l'incertitude. Shafer développe ainsi dans les années 70, une théorie des évidences qui repose sur une représentation non additive.²⁸ Notons, B, cette représentation. B vérifie :

- a. $B(\emptyset) = 0$
- b. $B(S) = 1$
- c. $B(A \cup B) \geq B(A) + B(B) - B(A \cap B)$

De la même façon a été développée une autre représentation qui lui est assez proche, celle des possibilités. Si on note PO cette représentation des croyances alors on aura à la place de l'axiome d'additivité, l'axiome suivant :

$$PO(A \cup B) = \max \{PO(A), PO(B)\}$$

Mais il ne suffit pas d'avoir une nouvelle façon d'appréhender l'incertitude. Il faut également construire un modèle sur la base de cette nouvelle perception. Cet effort est aujourd'hui bien avancé avec les travaux de Jaffray (qui combine un critère d'utilité espéré avec une mesure des évidences), de Schmeidler (Auscombe-Aumann + possibilités), de Chateauneuf, Gilboa (« Savage » + possibilités), de Wakker.²⁹

1995 Le critère de comparaison des cas

Gilboa et Schmeidler proposent une théorie basée sur une formalisation radicalement nouvelle du problème décisionnel. La décision présente est basée sur le rapprochement entre le problème présent et des problèmes précédemment rencontrés. (*Case based decision theory*).

De façon plus précise, les primitives du problème sont les suivantes :

- D, l'ensemble des problèmes
- F, un ensemble d'actes
- X, un ensemble de résultats
- C, l'ensemble des cas $C = D \times F \times X$

Un « cas » est donc l'expérience d'un problème, d, face auquel le décideur a choisi l'action f qui s'est traduite par un résultat x.

M, est la mémoire du décideur : les cas passés dont il se souvient. $M \subset C$.

Pour évaluer un acte, le décideur va utiliser une mesure sur D qui pour tout couple d, d' évalue le degré de similitude entre ces problèmes :

$$s(d, d'), \text{ avec } s : D \times D \rightarrow [0, 1].$$

On suppose aussi que le décideur peut définir un indice d'utilité sur les résultats, u.

La fonctionnelle d'utilité, lorsque le décideur est confronté à un problème d', sera alors du type :

$$U(f) = \sum_{(d, f, x) \in M} s(d', d)u(x)$$

²⁸ Ce n'est donc pas à proprement parler une mesure puisqu'une mesure doit être additive et non négative. La capacité de Cho a les propriétés a et b, et remplace c par $A \subset B \Rightarrow Ch(A) \leq Ch(B)$.

²⁹ Wakker a montré (1989) que si l'on impose le respect de la dominance stochastique à des modèles d'utilité espérée basés sur une mesure additive de l'incertitude (évidence de Shafer par exemple), on retombe sur l'utilité anticipée.

Les auteurs insistent bien sur le fait qu'ils ne voient pas cette théorie comme un concurrent sérieux à l'espérance d'utilité. Néanmoins il est tout à fait plausible que dans des cas d'ignorance, lorsque le décideur a du mal à définir les états du monde, cette théorie décrit de façon satisfaisante son comportement. Elle pourrait même avoir un certain intérêt d'un point de vue normatif.

Evidemment cette théorie est imbibée de rationalité limitée (elle est d'ailleurs emprunté à la psychologie cognitive). Néanmoins elle est axiomatisée, ce qui prouve—si cela était nécessaire—que la démarche axiomatique est très générale. Un décideur qui se comporte selon ce critère aura tendance à être conservateur.

Notons enfin qu'il n'y a pas ici de mesure de l'incertitude, même si l'on peut penser que l'incertitude a tendance à décroître lorsque le nombre des cas analogues augmente.

ANNEXE 1

Les axiomes de Savage (d'après Fishburn (1989))

Pour les exposer il faut quelques définitions préalables :

Définitions :

1. $f >_A g$ signifie l'acte f est préféré à l'acte g sachant que l'état du monde est dans A .
2. $f =_A g \Leftrightarrow \forall s \in A, f(s) = g(s)$
3. $A \subset S$ est dit événement nul si $f =_{S-A} g \Rightarrow f \sim g$

Axiomes :

P1 : $>$ définit un ordre faible sur F

$>$ est asymétrique : $f > g \Rightarrow \text{non}(g > f)$

$>$ est négative transitive : $\text{non}(f > g)$ et $\text{non}(g > h) \Rightarrow \text{non}(f > h)$

P2 : $(f =_A f', g =_A g', f =_{S-A} g, f' =_{S-A} g') \Rightarrow (f > g \Leftrightarrow f' > g')$

P3 : $[A \text{ est non nul}, f(A) = x, g(A) = y] \Rightarrow (f >_A g \Leftrightarrow x > y)$

P4 : $[x > y, f(A) = g(B) = x, f(S-A) = g(S-B) = y, z > w, f'(A) = g'(B) = z, f'(S-A) = g'(S-B) = w]$

$\Rightarrow (f > g \Leftrightarrow f' > g')$

P5 : $\exists x, y \text{ in } X, \text{ tels que } x > y$

P6 : si $f > g$ alors, il existe une partition finie de S telle que, pour tout événement E de cette partition on a :

$[f'(E) = x, f' =_{S-E} f] \Rightarrow f' > g$, et $[g'(E) = x, g' =_{S-E} g] \Rightarrow f > g'$

L'axiome P2 est parfois appelé axiome de la chose sûre. Il faut noter que l'axiome d'indépendance n'est pas identique à l'axiome de la chose sûre. Il résulte néanmoins des 6 axiomes. (voir Fishburn, 1987)³⁰

³⁰ Pour le lien entre axiome d'indépendance et principe de la chose sûre voir Fishburn (1987, economic Journal). Notons en particulier cette phrase « *There is no fundamental conflict between the sure-thing principle and violation of independence axioms in the vNM context, provided that transitivity is relaxed* ». L'idée est que pour passer du principe de la chose sûre à l'axiome d'indépendance de von Neumann et Morgenstern, il faut ajouter le principe de réduction des loteries ainsi que la transitivité de la relation de préférence. Or, on sait que Fishburn a proposé un affaiblissement de la relation de transitivité :

$$\text{si } x > y, f(A) = g(B) = h(C) = x \text{ et } f(S - A) = g(S - B) = h(S - C) = y \\ \text{alors } [\text{non}(f > g) \text{ et } \text{non}(g > h)] \Rightarrow \text{non}(f > h).$$

Bibliographie

- Allais, Maurice (1953)**, "Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'école américaine", *Econometrica*, Vol.21, N° 4, 503-546.
- Anscombe, F.J. et Aumann, R.J. (1963)**, "A Definition of Subjective Probability", *Annals of Mathematical Statistics*, Vol. 34, 199-205.
- Arrow, Kenneth J. et Leonid Hurwicz (1972)**, "An Optimality Criterion for Decision Making under Ignorance", dans C.F. Carter et J.L.Ford (éditeurs), *Uncertainty and Expectations in Economics - Essays in Honour of G.L.S. Shackle*, Oxford : Basil Blackwell, 1972.
- Bernoulli, Daniel (1738/1954)**, *Econometrica*, Vol.22, 23-36.
- Binmore, Ken G. (1990)**, "Modeling Rational Players, II", LSE Discussion Paper, publié dans Binmore Ken, *Essays on the Foundations of Game Theory*, Cambridge (Mas.) : Basil Blackwell.
- Camerer, Colin (1995)**, "Individual Decision Making", in Kagel, J. et Roth A. (Eds.) : *Handbook of Experimental Economics*, Princeton : Princeton University Press.
- Chew, S.H. et Epstein, Larry G. (1989.a)**, "A Unifying Approach to Axiomatic Non-Expected Utility Theories", *Journal of Economic Theory*, vol. 49, 207-240.
- De Finetti, Bruno (1937)**, "La prévision : Ses lois logiques, ses sources subjectives", *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, Vol. 7, pp. 1-68.
- Dekel, Eddie (1986)**, "An axiomatic characterisation of Preferences under Uncertainty : Weakening the Independence Axiom", *Journal of Economic Theory*, vol. 40, 304-318.
- Devillebichot, Guy (1964)**, *Probabilité ou Surprise Potentielle*, Thèse complémentaire, Paris.
- Dionne, Georges (1988)**, "Incertain et Information: Où en sommes-nous Trentre-Cinq Ans Après Le Colloque de Paris?", in *Incertain et Information*, Georges Dionne (ed.), Editions Vermette Inc. et *Econometrica*, pages 5-40. (*)
- Dubois, D. et Prade, H. (1985)**, *Théorie des possibilités : Applications à la représentation des connaissances en informatique*, Masson : Paris.
- Dubois, D. et Prades, H. (1997)**, « Qualitative Possibility Theory and its Applications to Reasoning and Decision under Uncertainty », WP.
- Ellsberg, Daniel (1961)**, "Risk, Ambiguity and the Savage Axioms", *Quarterly Journal of Economics*, 643-69.
- Fishburn, Peter C. (1970)**, *Utility Theory for Decision Making*, John Wiley and Sons : New York.
- Fishburn, Peter C. (1982)**, *The Foundations of Expected Utility*, D. Reidel Publishing Company : Dordrecht.
- Fishburn, Peter C. (1983)**, "Transitive Measurable Utility", *Journal of Economic Theory*, vol. 31, 293-317.
- Fishburn, Peter C. (1987)**, "Reconsiderations in the Foundations of Decision under Uncertainty", *The Economic Journal*, vol. 97, 825-841.

Garello, Pierre (1992), "Perception et Théorie de la décision", *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, vol.3, n°1, Mars, p.49-78.

Garello, Pierre (1994), "Le coeur a-t-il des raisons que la raison ne connaît pas ? Réflexions sur quelques développements récents de la théorie de la décision", *Journal des Economistes et des Etudes Humaines*, Vol. 5, n°3.

Garello, Pierre (1995), "Uncertainty and subjectivism: Essay on the role of uncertainty in the Austrian School of Thought", dans un ouvrage collectif dirigé par Christian Schmidt, chez E.Edgar.

Garello, Pierre (1995.b), "La logique des choix intertemporels en univers incertain", Document de travail, LAMTA, Université Montpellier 1.

Gilboa, Itzhak (1987), "Expected Utility with Purely subjective non-additive probabilities", *Journal of Mathematical Economics*, vol. 16, 65-88.

Gilboa, Itzhak et Schmeidler, David (1991), "Updating Ambiguous Beliefs", Document de travail, N°924, Kellogg Graduate School, Northwestern University.

Gilboa, Itzhak et Schmeidler, David (1992), "Case-Based decision theory », WP. Published in ?

Gul, Faruk (1991), "A theory of Disappointment aversion", *Econometrica*, Vol. 59, N°3, 667-686.

Handa, Jagdish (1977), "Risk, Probabilities, and a New Theory of Cardinal Utility", *Journal of Political Economy*, Vol.85, No.1, pages 97-122.(*)

Hayek, Friedrich A. (1937), "Economics and Knowledge", *Economica*, n.s., vol.4, 33-54. Réédité dans *Individualism and Economic Order*, London : Routledge & Kegan Paul, 1949, Chap. 2.

Hogarth, Robin M. et Reder, Melvin W., éditeurs (1986), *Rational Choice : The contrast between Economics and Psychology*, The University of Chicago Press : Chicago.

Jaffray, J. Y. et Philippe, Fabrice (1993), "On The Existence of Subjective Upper and Low", Document de travail présenté à Luminy, Marseille.

Kahneman Daniel et Tversky, Amos (1979), "Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk," *Econometrica*, Vol.47, No.2, pages 263-291. (*)

Kannai, Yakar (1992), "Non-standard concave utility functions", *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 21, 51-58.

Kelsey, David (1993), "Choice under Partial uncertainty", *International Economic Review*, Vol.34, N°2, page 297-307.

Kelsey, David (1994), "Maximin Expected Utility and Weight of Evidence", *Oxford Economic Papers*, Vol.46, 425-444.

Kreps, David M. (1979), "A Representation Theorem for "Preference for Flexibility"", *Econometrica*, N°3, 565-577.

Kreps, David (1988), *Notes on the theory of choice*, Westview Press : Boulder.

Kreps, David M. et Porteus Evans (1978), "Temporal resolution of uncertainty and Dynamic", *Econometrica*, Vol. 46, 185-200.

Lévy-Garboua, Louis (1979), "Perception and the Formation of Choice", dans Lévy-Garboua *Sociological Economics*, Londres : Sage Publications.

Lipman, Barton L. (1991), "How to Decide How To Decide How To... Modeling Limited Rationality", *Econometrica*, Vol.59, No.4, 1105-1125. (*)

- Loasby, Brian J. (1976)**, *Choice, Complexity and Ignorance*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Loomes, Graham et Robert Sugden (1982)**, "Regret Theory : an Alternative Theory of Rational Uncertainty", *The Economic Journal*, 92 -December- p.805-824.
- Machina, Mark J. (1987)**, "Choice under Uncertainty : Problems Solved and Unsolved", *Journal of Economic Perspectives*, Vol.1, n°1, 121-54.
- Machina, Mark J. (1989)**, "Dynamic Consistency and Non-Expected Utility Models of Choice Under Uncertainty", *Journal of Economic Literature*, vol. 27, 1622-1668.
- Mongin, Philippe (1994)**, "L'optimisation est-elle un critère de rationalité individuelle ?", *Dialogue, Revue Philosophique Canadienne*, vol. 33, 191-222.
- Morris, Stephen (1993)**, "Alternative Notions of Knowledge", Document de travail présenté en Avril 1993, Luminy, Marseille.
- Munier, Bertrand (1988)**, *Risk, Decision and Rationality*, Dordrecht : Boston.
- Quiggin, J. (1982)**, "A Theory of Anticipated Utility", *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 3, 324-343.
- Savage, Leonard J. (1954/1972)**, *The Foundations of Statistics*, 2ème édition révisée, New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Schmeidler, D. (1984)**, "Subjective Probability and Expected Utility without additivity", *IMA Journal of Mathematics*, Vol. 22, 373-397.
- Segal, Uzi (1993)**, "Order indifference and Rank-dependent probabilities", *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 22, 373-397.
- Shackle, G.L.S. (1961-1969)**, *Decision, Order and Time in Human Affairs*, Cambridge University Press : Cambridge.
- Shafer G. (1976)**, *A Mathematical Theory of Evidence*, Princeton University Press : Princeton.
- Simon, Herbert A. (1955)**, "A Behavioral Model of Rational Choice", *Quarterly Journal of Economics*, Vol.69, 99-118.
- Smith, Vernon L. (1989)** "Theory, Experiment and Economics", *Journal of Economic Perspectives*, Vol.3, No.1, pages 151-169. (*)
- Sugden, Robert (1991)**, "Rational Choice : A survey of contributions from economics and philosophy", *The Economic Journal*, Vol.101, N°407, 751-785.
- Tversky, Amos (1969)**, "Intransitivity of Preferences", *Psychological Review*, vol.76, n°1, 31-48.
- Tversky, Amos et Kahneman, Daniel (1991)**, "Loss aversion in riskless choice : A reference-dependent model", *The Quarterly Journal of Economics*, 1039-1061.
- Tversky, A et Thaler, R. (1990)**, "Anomalies : preference reversal", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 4, n°2.
- von Neumann John et Morgenstern, Oskar (1944/1980)**, *Theory of Games and Economic Behavior*, 3ème édition, Princeton University Press : Princeton.
- Wakker, Peter (1993)**, "Savage's axioms Usually imply violation of strict stochastic dominance", *Review of Economic Studies*, Vol.60, 487-493.
- Walliser, Bernard (1989)**, "Instrumental Rationality and Cognitive Rationality", *Theory and Decision*, p.7-36.
- Walliser, Bernard (1991)**, "Logique épistémique et théorie des jeux", *Revue économique*, n°5, Septembre, 801-832.

Willinger, Marc (1990), "La rénovation des fondements de l'utilité et du risque", *Revue Econ*
Janvier, p.5-48.

Yaari, Menahem E. (1987), "The Dual Theory Of Choice Under Risk,"
Econometrica, Vol.55, No.1, pages 95-115. (*)

Document de Recherche

N° 2000 - 2

**ADAM SMITH ET L'ECONOMIE NEOCLASSIQUE MODERNE : CONTINUITÉ OU
CHANGEMENT RADICAL ?**

Pierre GARELLO[°] et Valentin PETHANTCHIN^{*}

[°] C.A.E., Faculté d'Economie Appliquée, Université Aix-Marseille III, 3 Avenue Robert Schuman, 13628 Aix-en-Provence Cedex, France, et C.R.E.U.S.E.T., Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 6 rue Basse des Rives, 42023 Saint-Etienne cedex 2. E-mail: garello@imagnet.fr

^{*} CAE, Faculté d'Economie Appliquée, 3, Avenue Robert Schuman, 13628 Aix-en-Provence Cedex, France.