



Centre de Recherche en Économie et Management
Center for Research in Economics and Management

University of Caen

University of Rennes 1



La rationalité à l'épreuve de l'économie comportementale

Laurent Denant-Boèmont

CREM CNRS UMR 6211, University of Rennes 1, France

Olivier L'Haridon

CREM CNRS UMR 6211, University of Rennes 1, France

June 2013 - WP 2013-23

Working Paper

La rationalité à l'épreuve de l'économie comportementale

LAURENT DENANT-BOËMONT

Université de Rennes 1-Crem

laurent.denant-boemont@univ-rennes1.fr

OLIVIER L'HARIDON

Université de Rennes 1-Crem

olivier.lharidon@univ-rennes1.fr

Mai 2013

Résumé

Ces trente dernières années ont connu un formidable développement d'un nouveau champ de l'analyse économique, l'économie comportementale. Initiée et fondée en partie sur les méthodes de l'économie expérimentale, ce nouveau champ disciplinaire a profondément renouvelé la vision des décisions des agents économiques et celle du fonctionnement des marchés. Cet article propose un éclairage critique sur le renouvellement de la vision de la rationalité des agents économiques proposé par l'économie comportementale. Dans les faits, la démonstration de l'existence de déviations par rapport aux représentations traditionnelles de la rationalité est le résultat du croisement de deux littératures. La première concerne les décisions dans l'incertain. La seconde s'intéresse aux décisions prises en interactions avec d'autres agents économiques. Le cadre d'étude est celui des jeux, des marchés et des décisions de groupe. En regard du premier ensemble de travaux, la question de la rationalité se porte sur la réalité d'une norme de comportement purement individuelle, liée à l'introspection. Le contexte de choix apparaît comme primordial aux décisions prises par les individus et cette porosité aux circonstances semble être la manifestation la plus saillante de la rationalité limitée. Pour le second ensemble de travaux, les résultats sont nettement plus ambigus et peuvent laisser perplexe. Dans certaines situations d'interaction stratégique ou de marché, la rationalité collective observée est proche de celle prédite par la théorie microéconomique traditionnelle. Mais dans d'autres, il s'avère que des éléments absents de la modélisation économique s'avèrent essentiels : préférences sociales, émotions, processus d'apprentissage. Cet apparent paradoxe montre l'importance d'enrichir le domaine même de la rationalité afin d'améliorer le pouvoir prédictif des théories économiques des comportements et des marchés.

MOTS CLES: rationalité, économie comportementale, décisions, interactions sociales, théorie des jeux.

CODES JEL: D90

REMERCIEMENTS : Nous remercions Nicolas Jacquemet, Yannick Gabuthy, Pierre Morin, Stéphane Robin ainsi qu'un rapporteur anonyme pour leurs commentaires et leurs remarques constructives.

Introduction

Les modèles théoriques utilisés par les économistes sont, pour leur écrasante majorité, fondés sur un ensemble d'hypothèses de rationalité des agents unifiées et formalisées au cours des années 1930-1950. Ces hypothèses peuvent être décrites peu ou prou à travers des processus d'optimisation sous contraintes dans lesquelles l'individu a minima est supposé préférer toujours plus de bien-être. Cet ensemble constitue le cœur de la théorie microéconomique traditionnelle. Ces modèles ont été construits aussi bien pour expliquer l'issue des décisions individuelles que les résultats potentiels des processus de décision collective, à travers les développements conséquents de la théorie des jeux ou de la théorie de la décision à partir des années cinquante.

Née à peu près au moment où l'axiomatisation et la généralisation de ces hypothèses de rationalité connaissent un envol spectaculaire, l'économie comportementale s'attache notamment à tester cet ensemble d'hypothèses, autant au niveau individuel qu'au niveau collectif au sein de groupes ou de marchés expérimentaux. Du point de vue de la décision individuelle, force est de constater que les résultats obtenus ont battu en brèche de nombreuses hypothèses de rationalité, notamment dans le cas des choix face au risque ou à l'incertitude. Du point de vue des décisions collectives, les résultats sont nettement plus ambigus. Si certaines situations d'interactions stratégiques montrent que la rationalité collective observée est proche de celle prédite par la théorie économique, par exemple par l'équilibre de Nash, dans d'autres, il s'avère que des éléments absents de la modélisation théorique jouent un rôle essentiel (préférences sociales, émotions, apprentissage, etc.). En regard de cette accumulation de travaux, cet article cherche à faire un tour d'horizon des principaux faits saillants issus de la littérature comportementale qui interrogent les hypothèses standard de rationalité. Nous proposons un éclairage critique sur le renouvellement de la vision de la rationalité que propose l'économie comportementale.

Au delà de la stricte apparition d'un nouveau champ disciplinaire, l'intérêt que peut susciter la rationalité des agents économiques est fondamentalement lié à deux motivations distinctes. La première concerne l'aspect prescriptif constitutif de la théorie économique. A ce titre, cet aspect prescriptif se doit de caractériser précisément le comportement des agents économiques que la théorie entend guider vers les meilleures décisions. La forme précise de la rationalité définie ici impacte évidemment directement les guides d'actions et les modèles proposés par la théorie économique. La seconde motivation concerne l'utilisation des

modèles de comportement rationnel pour expliquer, décrire et prédire le comportement réel. L'écart entre le comportement prédit par le modèle et le comportement réel est ici fondamental. Vu sous cet angle, la question se porte sur les capacités des modèles à expliquer de manière satisfaisante la rationalité.

Dans les faits, la démonstration de l'existence de déviations par rapport aux représentations traditionnelles est le résultat du croisement de deux littératures. La première concerne les décisions dans l'incertain. La seconde s'intéresse aux décisions prises en interactions avec d'autres agents économiques. Le cadre d'étude est alors celui des jeux, des marchés et des décisions de groupe. Le plan de cet article suit cette logique. La première partie concerne les décisions prises lorsque l'individu se trouve isolé. Il s'agit typiquement de décisions dans le risque et dans l'incertain. La question de la rationalité se porte ici sur une norme de comportement purement individuelle, liée à l'introspection. Le second champ concerne les décisions prises en interactions avec d'autres individus. La question de la rationalité se déplace ici vers la convergence de normes comportementales et le pouvoir prédictif de la théorie microéconomique des jeux et des marchés.

I. La rationalité comme critère de cohérence interne de l'individu

Une approche minimaliste de la rationalité considère que les individus sont capables de trouver une relation binaire sur l'ensemble des alternatives possibles et d'en choisir les meilleurs éléments (Richter, 1971). Cette approche de la rationalité se fonde non sur les intentions du décideur, mais sur les choix qu'il opère. Elle requiert fondamentalement une cohérence interne de la part du décideur (Houthakker, 1956; Usawa, 1956, Arrow, 1959). Cette cohérence interne correspond à ce que l'on a pu appeler la rationalité procédurale. Dans l'approche en termes de préférences révélées (Samuelson, 1938), la cohérence est ainsi demandée sous la forme de l'axiome faible des préférences révélées. Dans la théorie de l'utilité espérée (von Neuman et Morgenstern, 1944), la cohérence est demandée sous la forme de l'axiome d'indépendance. De ce point de vue, le paradoxe d'Allais (1953) sur le choix face au risque demeure de nos jours la principale remise en cause de la représentation standard de la décision rationnelle. Loin d'être restrictive pour une lecture de la rationalité, l'intérêt de l'étude de la décision dans le risque est double. D'une part, la décision dans le risque se caractérise par un intérêt de longue date pour l'étude des complémentarités entre phénomènes comportementaux et développement de la théorie économique. D'autre part, les violations de la théorie de l'utilité espérée concentrent les principales déviations au modèle de rationalité normative (Kahneman et Tversky, 1979 ; Camerer, 1995 ; Starmer,

2000). Dans cette partie, nous nous focalisons donc principalement sur les décisions dans le risque et l'incertain.

1. Décision dans le risque

Le paradoxe d'Allais

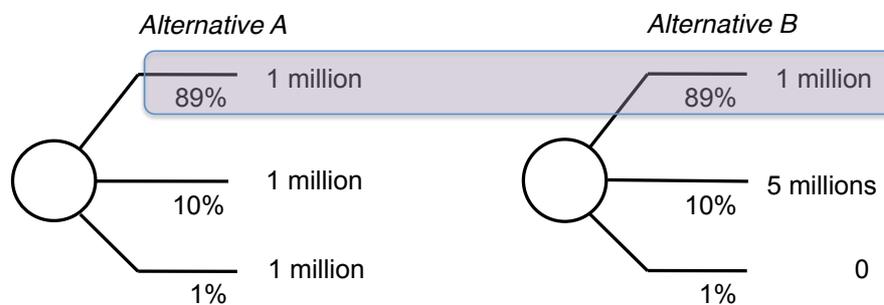
La principale remise en cause de la théorie traditionnelle de la décision dans le risque et l'incertain est certainement le paradoxe d'Allais (1953). A travers ce célèbre exemple, Maurice Allais montre que l'axiome d'indépendance, axiome clé de la théorie de l'utilité espérée, impliquant notamment la linéarité en probabilités, n'est pas respecté. Le point fondamental de la démonstration d'Allais s'est fait sur un simple exemple, à partir de deux choix entre des paires de loteries. Il ressort de cette première genèse de l'économie expérimentale que l'axiome d'indépendance est violé même dans le cas de choix extrêmement simples et abstraits de tout contexte¹. La figure 1 présente les choix proposés par Allais dans son exemple initial et souligne pour chaque paire la conséquence qui est commune à chaque alternative. En retirant à chaque fois la conséquence commune au sein de chaque décision, il apparaît clairement que les deux décisions sont, du point de vue des différences entre les alternatives, strictement équivalentes. Or, la plupart des individus, attirés par la certitude, choisissent la situation A dans la décision (1) et, attirés par le montant maximum, choisissent l'alternative B dans la décision (2), violant ainsi l'axiome d'indépendance. Ainsi, dans le paradoxe d'Allais, le fait d'incorporer dans le choix entre deux situations risquées, une combinaison convexe avec un montant certain inverse la préférence. Le fait de considérer un choix entre gagner 5 millions avec 10 chances sur 11 ou gagner 1 million de manière sûre, et de le mélanger (à 11%) avec soit un montant certain égal à 1 million (décision 1) ou égal à 0 (décision 2), change radicalement les préférences². Dans ce cadre, la présence d'un contexte de certitude (ou symétriquement d'impossibilité) modifie fondamentalement le comportement des agents et par là même leur rationalité. Les violations du modèle traditionnel de comportement rationnel que suggère le paradoxe d'Allais sont effet très différentes d'autres violations des hypothèses de rationalité que l'on peut observer dans les choix individuels. Par exemple, les violations de la transitivité de préférences binaires sont des comportements fréquemment observés. Cependant, lorsque les individus sont confrontés aux cycles générés par ces incohérences, ou dans le même ordre d'idées aux violations de dominance stochastique de premier ordre, ils tendent à

¹ Les expériences de Preston et Baratta (1948) et Mosteller et Nogee (1951) constituent également les premiers tests expérimentaux de la théorie de l'utilité espérée. Les répliques montrant la robustesse de l'expérience d'Allais ont été réalisées par Slovic et Tversky (1974) et MacCrimmon et Larson (1979).

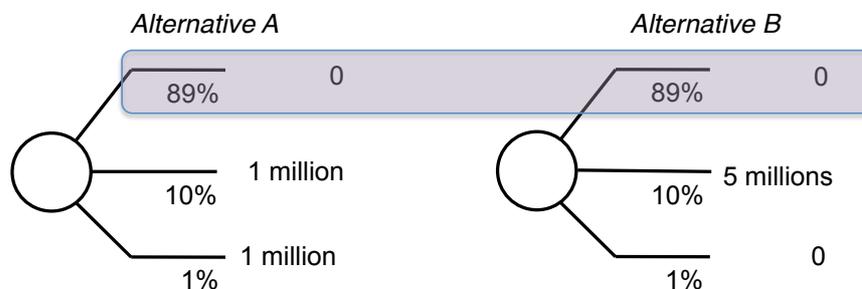
² Il convient de noter cependant que le fait de présenter de manière aussi explicite le paradoxe d'Allais réduit significativement les violations de l'axiome d'indépendance, sans pour autant les éliminer (Conlisk, 1989).

corriger leurs comportements du fait de leur embarras. Cette différence de degré dans les violations de rationalité peut s'expliquer par le fait que les violations de transitivité ne sont que des violations temporaires de rationalité, dont le décideur regrette ex post, alors que le paradoxe d'Allais est une violation permanente du modèle de rationalité, pour laquelle le décideur ne regrette pas sa violation de l'axiome d'indépendance. Selon Gilboa (2009), cette différence de degré permet de séparer les décisions rationnelles, que le décideur ne regrette pas, des décisions irrationnelles, que le décideur regrette. A ce titre, seules les décisions rationnelles incompatibles avec le modèle de rationalité traditionnel remettent vraiment en question ce modèle. Pour les autres violations, le modèle de rationalité normatif sort au contraire renforcé de la confrontation aux comportements réels en apparaissant comme une norme de

Decision (1):



Decision (2):



comportement évitant de faire des choix regrettables.

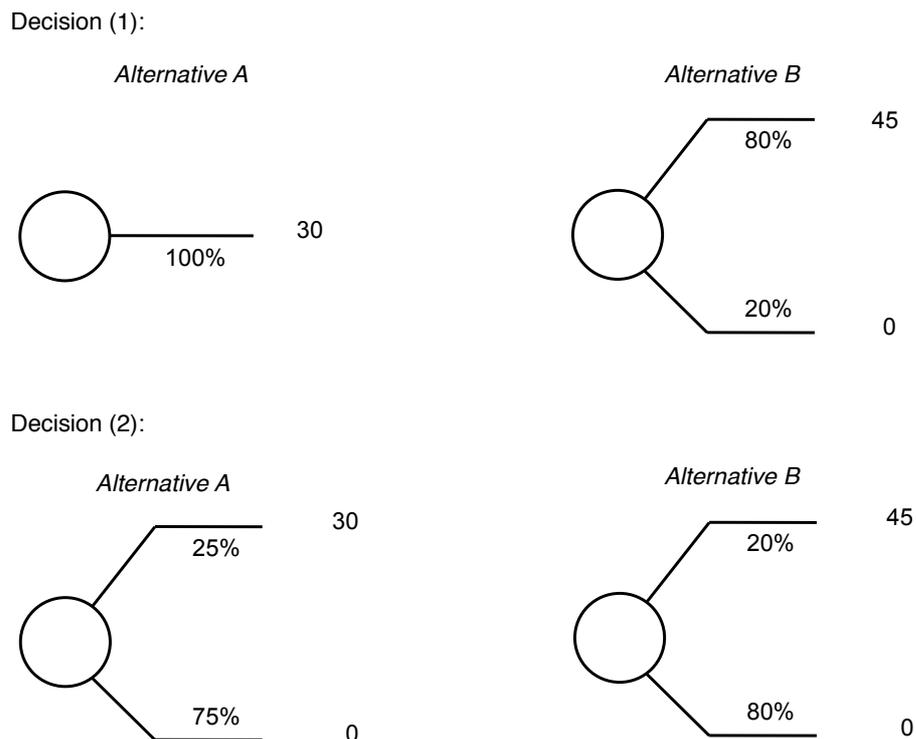
Figure 1: les choix dans le paradoxe d'Allais (1953)

Violations supplémentaires de l'utilité espérée

Aux côtés du paradoxe d'Allais, un certain nombre de résultats expérimentaux ont mis en évidence les difficultés descriptive du modèle d'utilité espérée. Les résultats principaux regroupent l'effet de ratio commun, les violations de la réduction des loteries composées, le renversement de préférence entre incertitude sur les conséquences et incertitude sur les probabilités. L'effet de ratio commun a été proposé par Kahneman et Tversky comme une

preuve supplémentaire des difficultés rencontrées par le modèle standard de rationalité dans le paradoxe d'Allais³. Les choix dans l'expérience de Kahneman et Tversky (1979) sur l'effet de ratio commun sont présentés sur la figure 2. La décision (1) est un choix entre une somme certaine de 30 ou une loterie offrant 45 avec une probabilité de 80%. Dans cette situation, la plupart des individus (78%) choisissent la somme certaine (alternative A). La décision (2) correspond à la situation (1) mais lorsque les probabilités de gain sont simplement divisées par 4 (1/4 est donc un ratio commun). Selon la théorie de l'utilité espérée, la linéarité en probabilités implique que les agents conservent leur préférence. Or dans cette décision, les individus ne sont plus que 42% à préférer l'alternative A offrant un gain de 30. Ce renversement de préférence est donc incompatible avec la théorie de l'utilité espérée. De plus, il est difficile de concevoir que les individus regrettent leurs choix, même après une explication des implications de l'axiome d'indépendance.

Figure 2: les choix dans l'effet de ratio commun



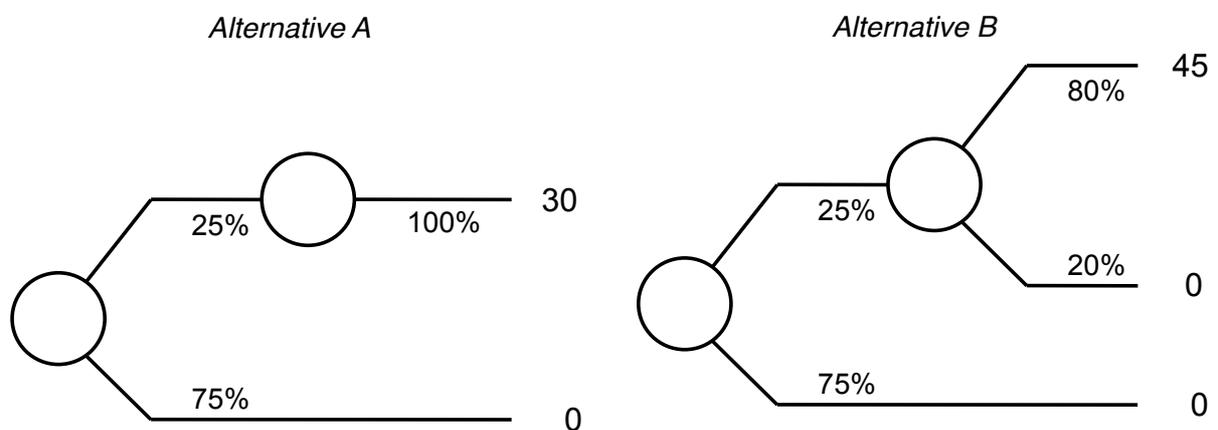
Les violations de la réduction des loteries composées largement documentées dans la littérature expérimentale, constituent également une source importante de remise en cause de l'utilité espérée (Bar-Hillel, 1973 ; Wagenaar et Sagaria, 1975 ; Wagenaar et Timmers, 1979 ; Snowball et Brown, 1979 ; Kahneman et Tversky, 1979 ; Schoemaker, 1989 ; Gneezy,

³ Egalement appelé effet de conséquence commune.

1996 ; Budescu et Fisher, 2001 ; Halevy, 2007; Abdellaoui, Klibanoff et Placido, 2012). En général, les individus tendent à préférer les loteries réduites à un étage à leurs équivalents à deux étages, exhibant ainsi une aversion au risque composé. L'exemple présenté sur la figure 3, de Kahneman et Tversky (1979) montre que cette aversion nait de causes bien plus profondes que la simple difficulté cognitive de multiplier des probabilités. A gauche se trouve l'alternative A, une loterie composée avec un second étage dégénéré. A droite, l'alternative B présente une loterie composée avec un second étage non dégénéré. Ces deux loteries composées sont, une fois réduites, équivalentes aux alternatives A et B de la décision (2) présentées sur la figure 2. Les individus portent leur choix majoritairement sur l'alternative A (à 74%), attirés par la pseudo-certitude qu'elle offre au second étage. La proximité que le décideur perçoit entre les décisions (1) et (2) n'existe pas entre les loteries (2) et (3). Ainsi, comme dans le paradoxe d'Allais ou l'effet de ratio commun, la présence d'un contexte de certitude conduit à des violations systématiques de l'utilité espérée, qui vont bien au delà de choix biaisés liés à des difficultés cognitives. En ce sens, ces trois exemples de choix validés largement par l'économie expérimentale constituent un véritable défi lancé à la conception traditionnelle de la rationalité.

Figure 3: choix entre loteries composées

Decision (3):



Une nouvelle vision de la rationalité : les modèles dépendant des rangs

Le paradoxe d'Allais et les autres exemples de comportement incompatibles avec l'utilité espérée constituent la principale raison historique qui a justifié le développement des modèles de décision alternatifs à l'utilité espérée. Ces modèles permettent d'intégrer des hypothèses comportementales dans le cadre de la microéconomie traditionnelle. Dans cet article, nous nous focalisons sur les théories dépendantes des rangs (Quiggin, 1982), qui

sont apparues comme le principal challenger de la théorie de l'utilité espérée⁴. Au delà du paradoxe d'Allais, un second intérêt des théories dépendantes du rang tient à leur interprétation de la fonction d'utilité. Dans la théorie de l'utilité espérée, l'utilité exprime à la fois la valeur subjective de conséquences certaines suivant un principe d'utilité marginale décroissante et l'aversion au risque. Or, ces deux notions sont a priori indépendantes, et l'utilité dépendante des rangs permet de séparer plus nettement ces deux notions (Chateauneuf et Cohen, 1994).

Dans le cadre de l'utilité dépendante des rangs (ou modèle RDU pour *Rank-Dependent Utility*), l'axiome clé n'est plus l'axiome d'indépendance mais un de ses affaiblissements l'axiome d'indépendance comonotone. En termes de comportement, il correspond au fait que l'argument d'indépendance ne s'applique qu'aux conséquences qui sont également classées, rangées. En termes de rationalité, cet axiome est donc plus faible que l'axiome d'indépendance issu des travaux de von Neuman et Morgenstern. Il implique qu'une modification des loteries qui ne modifie pas le rang des conséquences communes ne doit pas modifier les préférences. Cet axiome a reçu une large attention dans la littérature et a été généralisé à l'aide d'une condition de cohérence des substitutions comonotones (Wakker, 1994 ; Köbberling et Wakker, 2003) ou d'un axiome d'indépendance aux combinaisons convexes comonotones (Chateauneuf, 1999). Un panorama complet des théories fondées sur la dépendance du rang a été proposé par Cohen et Tallon (2000) et Wakker (2011).

Afin de caractériser plus précisément l'utilité dépendante des rangs, notons U la fonction d'utilité définie sur la richesse finale, strictement croissante sur l'espace des conséquences et w une fonction de transformation de probabilités (notées p) strictement croissante de $[0, 1]$ dans $[0, 1]$, avec $w(0) = 0$ et $w(1) = 1$ ⁵. Cette fonction constitue une métaphore de la vision subjective que les individus ont des probabilités, tout comme la fonction d'utilité est une métaphore de la vision subjective des conséquences. Une loterie $P = (x_1, p_1 ; \dots ; x_n, p_n)$ est une distribution de probabilité sur l'ensemble des conséquences qui donne chaque conséquence x_j avec une probabilité p_j . Les conséquences sont supposées ici classées par ordre décroissant⁶.

⁴ En fait, de nombreuses alternatives théoriques, théorie de l'utilité pondérée (Chew et MacCrimmon), théorie de l'utilité skew-symmetric bilinear (Fishburn, 1988), théories du regret (Loomes et Sugden, 1982, Gul, 1991) par exemple se sont fondées sur un axiome de comportement dit de betweenness. Cet axiome plus faible que l'axiome d'indépendance, hérite cependant de ses principaux fondements rationnels. Malheureusement, la performance descriptive de ces théories, comparée au modèle dépendant des rangs a toujours été relativement faible (Harless et Camerer, 1994). Pour le lecteur intéressé, Sugden (2004) offre un panorama très complet de ces nombreuses alternatives développées dans la littérature.

⁵ Ceci signifie que l'impossibilité (probabilité nulle) et la certitude (probabilité 1) ne sont pas transformées.

⁶ Ceci correspond au langage courant : la conséquence placée en première position est la plus importante, la conséquence placée en dernière position est la moins importante.

La valeur associée à une loterie P prend ici la forme (additive) d'un modèle de pondération général, et s'écrit:

$$V(P) = \sum_{j=1}^n \pi_j U(x_j) \quad (1)$$

Dans la théorie de l'utilité espérée, les poids de décision π_j s'appliquant aux valeurs subjectives des conséquences $U(x_j)$ sont simplement égaux aux probabilités p_j . Dans l'utilité dépendante des rangs, les poids de décision donc définis comme la différence entre la transformation de la probabilité d'obtenir au moins la conséquence x_j et la transformation de la probabilité d'obtenir au moins la conséquence rangée immédiatement avant x_j , soit x_{j-1} .

Formellement, cela s'écrit :

$$\pi_j = w(p_j + \dots + p_1) - w(p_{j-1} + \dots + p_1)$$

et $\pi_1 = w(p_1)$ (2)

Face à la complexité apparente du modèle, il est possible de réécrire la formulation des poids de décision pour la rendre plus maniable. Pour cela, il suffit d'introduire une notion intermédiaire, celle de rang (Wakker, 2010). Ceci consiste à définir la probabilité d'obtenir une conséquence strictement meilleure que x_j , soit $p_{j-1} + \dots + p_1$ comme le rang r_j de la conséquence x_j . Pour la conséquence la meilleure, la valeur du rang est nulle. Avec cette notation, le poids de décision associé à une conséquence x_j se définit simplement comme la variation dans la transformation de probabilité du rang, due à la probabilité de cette conséquence :

$$\pi_j = w(p_j + r_j) - w(r_j) \quad (3)$$

Un exemple peut être utile pour illustrer le passage d'une théorie fondée sur la linéarité en probabilité, à cette représentation plus générale du choix face au risque. Soit une loterie $P=(100,3/8;40,1/2;20,1/8)$. Le tableau suivant présente la contribution de chaque conséquence à la valeur associée à la loterie.

Tableau 1 : décomposition des contributions à la valeur associée à la loterie.

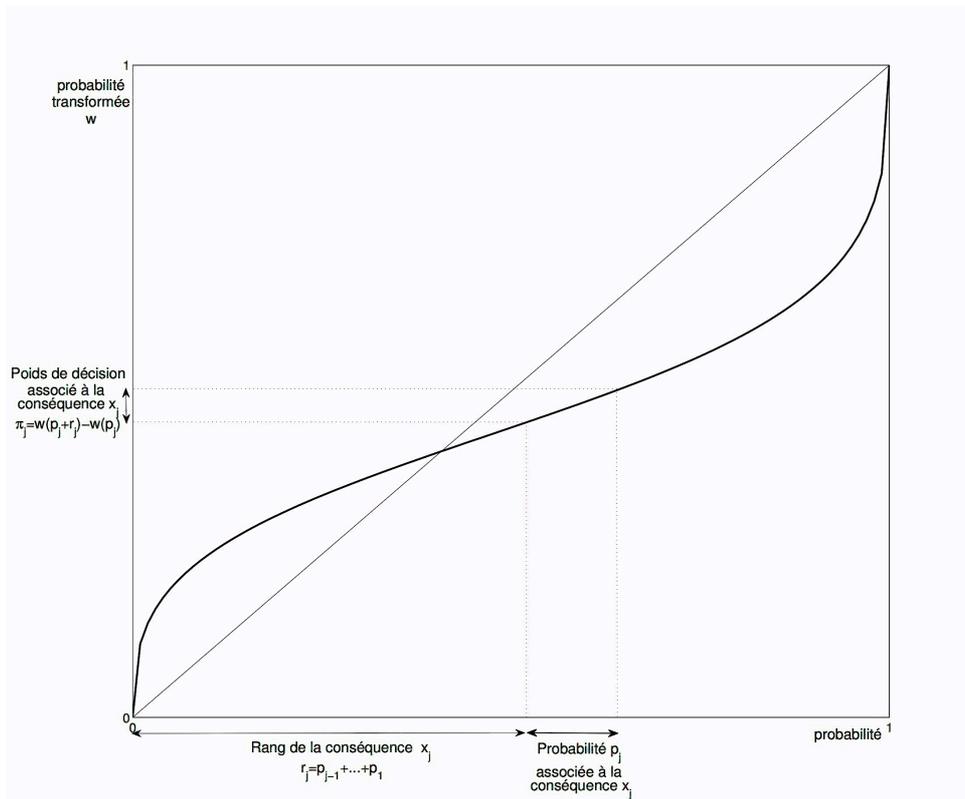
Conséquence	Probabilités			Contributions	
	$P[X=x_j]$	Probabilité décumulée $P[X \geq x_j]$	Rang $P[X > x_j]$	sous EU	sous RDU
100	3/8	3/8	0	$[3/8-0].U(100)$	$[w(3/8)-w(0)].U(100)$
40	1/2	7/8	3/8	$[7/8-3/8].U(40)$	$[w(7/8)-w(3/8)].U(40)$
20	1/8	1	7/8	$[1-7/8].U(20)$	$[w(1)-w(7/8)].U(20)$

Notes : X désigne la variable aléatoire associée à la loterie. La somme des contributions (en colonne) donne dans chaque cas la valeur associée à la loterie.

Au travers de cet exemple, la théorie de l'utilité espérée apparaît clairement alors comme un cas particulier dans lequel la fonction de transformation de probabilité est linéaire $w(p) = p$. Dans ce cas, aucun des rangs r_j n'a d'influence sur la décision. Par ailleurs, si la fonction d'utilité est l'identité $u(x) = x$ alors, la représentation définie par l'équation (1) correspond à la fonctionnelle de Yaari (1987). Le tableau 1 et l'équation (3) montrent également que les poids de décision peuvent donner lieu, par nature, à une interprétation marginaliste de l'impact des transformations de probabilité sur les choix face au risque.

La figure 4 illustre graphiquement la logique du modèle RDU. Elle se fonde sur le cas le plus fréquent de transformation de probabilité observé dans les études empiriques, à savoir une forme en S-inversé, avec surestimation des petites probabilités et sous-estimation des probabilités importantes (Kahneman et Tversky, 1979 ; Cohen, Jaffray et Said, 1987 ; Tversky et Kahneman 1992 ; Wu et Gonzalez, 1996 ; Abdellaoui, 2000 ; Bleichrodt et Pinto, 2000 ; Stott, 2006 ; Booij, van Praag et van de Kuilen, 2011). De nombreuses formes fonctionnelles ont été proposées dans la littérature. Parmi celles-ci, la forme exponentielle proposée par Prelec (1998) a reçu un intérêt particulier. Cette fonction transforme une probabilité p selon $w(p) = \exp(-a(-\log(p))^b)$.

Figure 4 Poids de décision



Cette figure illustre plusieurs caractéristiques de l'utilité dépendante des rangs et de ses implications descriptives. En premier lieu, le graphique illustre directement le fait que les poids de décision sont une variation dans la transformation de probabilité au niveau du rang de chaque conséquence. Le poids de décision indiqué en ordonné correspond bien à la différence entre la probabilité transformée $w(p_j + r_j)$ et la probabilité transformée $w(r_j)$.

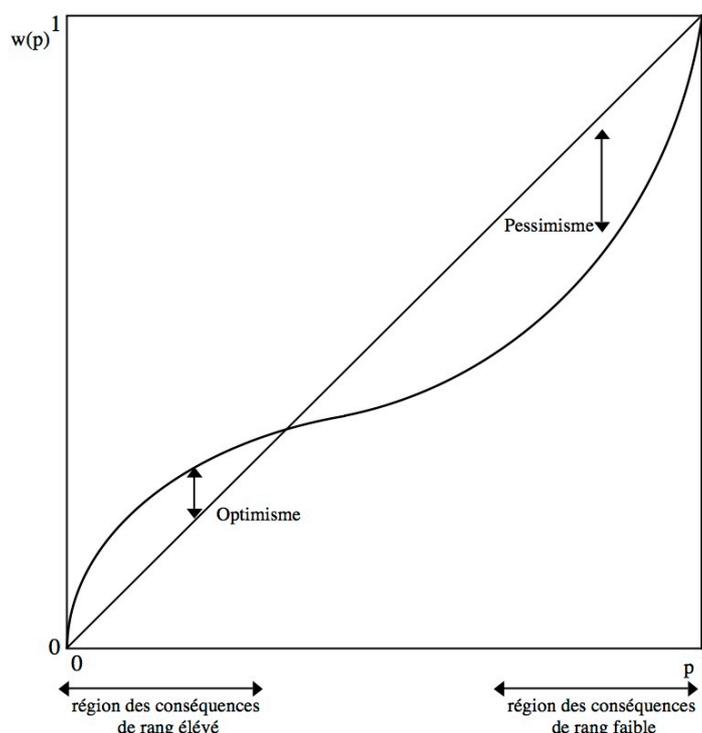
Par ailleurs, la figure 4 montre que les conséquences qui sont classées dans les meilleurs rangs correspondent à des valeurs de $r_j + p_j$ situées sur la gauche de l'axe des abscisses, tandis que les conséquences qui sont le plus mal classées correspondent à des valeurs de $r_j + p_j$ situées sur la droite de l'axe des abscisses. On peut remarquer que lorsque la transformation de probabilité est convexe, alors les poids de décision des conséquences les pires sont les plus élevés et ceux des conséquences les meilleures sont les plus faibles. A l'inverse, quand la transformation de probabilité est concave, alors ce sont les poids de décision des conséquences les meilleures qui sont les plus élevés et ceux des conséquences les pires qui sont les plus faibles.

La forme particulière de la courbe en S-inversé présentée sur la figure 4 implique que les poids de décision des conséquences classées dans les meilleurs rangs ou dans les plus mauvais rangs seront les plus importants. En effet, la concavité "en bas" de la courbe implique une focalisation sur les conséquences les meilleures et la convexité "en haut" de la courbe implique une focalisation sur les conséquences les pires. Dans le premier cas, il

s'agit d'optimisme : le fait d'augmenter le rang d'une conséquence augmente son poids de décision et conduit à un goût pour le risque probabiliste ; dans le second cas, il s'agit de pessimisme : c'est le fait de détériorer le rang d'une conséquence qui augmente alors son poids dans la décision. Ceci induit une aversion au risque probabiliste : en d'autres termes, le décideur accorde moins de poids aux bonnes conséquences et plus de poids aux mauvaises conséquences qu'elle ne le méritent en termes de probabilités objectives. Le paramètre a dans la fonction de Prelec contrôle principalement l'optimisme. La forme en S-inversé implique également que le décideur est relativement insensible aux variations de vraisemblance pour les conséquences et les probabilités intermédiaires. Lorsqu'il s'éloigne des cas polaires de certitude (à droite de l'intervalle) ou d'impossibilité (à gauche de l'intervalle), le décideur a tendance à traiter de manière égale tous les autres niveaux de vraisemblance. Ce manque de discrimination implique des différences entre poids de décision bien inférieures aux différences qui existent entre les probabilités qu'ils transforment. Le paramètre b dans la fonction de Prelec contrôle principalement la discrimination entre les différents de vraisemblance.

La figure 5 illustre plus précisément les notions d'optimisme et de pessimisme et montre le lien qu'elles établissent entre le rang des conséquences et la forme de la fonction de transformation de probabilités. Ces notions sont fondamentales dans la représentation alternative de la rationalité que proposent les modèles dépendants des rangs. Elles peuvent être mobilisée aussi bien dans le risque que dans l'incertain, comme nous le verrons dans la section suivante. Typiquement, dans le paradoxe d'Allais, le décideur est plus sensible à l'effet, au contexte, de certitude représenté par un poids de décision $1-w(0.99)$ évalué sur la partie convexe de w qu'à la modification de probabilité de 0.10 à 0.11 qui conduit à un poids de décision $w(0.11) - w(0.10)$, évalué sur la partie de la fonction où la courbure est moins marquée. Dans le premier cas, l'augmentation de 1 point de la probabilité a un impact très important, dans l'autre cas, l'impact est négligeable. Suivant le contexte de certitude, la vision d'un risque similaire est alors profondément modifiée.

Figure 5 : Optimisme, pessimisme et rangs



L'importance du contexte de référence: la Prospect Theory

La version dite "cumulative" de la Prospect Theory proposée par Tversky et Kahneman (1992) étend les théories dépendantes des rangs dans deux dimensions. D'une part, elle combine les théories fondées sur la dépendance des rangs avec la notion de dépendance au point de référence, montrant l'importance du contexte de référence dans les choix individuels. D'autre part, elle prend en compte dans un cadre unifié risque et incertitude. La notion de dépendance au point de référence comprend trois éléments: 1. l'évaluation des conséquences en fonction des variations de la richesse des individus (et non de la richesse finale comme dans les théories de l'utilité dépendante des rangs), 2. l'évaluation est différente selon que le décideur envisage des gains ou des pertes, 3. les pertes ont plus d'impact que des gains de même ampleur, c'est l'aversion aux pertes⁷.

Dans la Prospect Theory, du fait de l'évaluation différente des gains et des pertes les poids de décision sont distincts selon les signes des conséquences, et sont déterminés à partir de

⁷ Des effets de cadrage, ou effets de présentation, peuvent également être intégrés dans cette approche, nous n'aborderons pas ces aspects. Les effets de cadrage se produisent lorsque qu'un même choix, présenter de deux façon différentes conduit à des choix différents. Une présentation des effets de cadrage, ancienne, mais toujours d'actualité se trouve dans Kahneman et Tversky (1981). Des références plus récentes sont Levin et al. (1998) et Gaechter et al. (2009). De même la question du renversement des préférences entre les méthodes de choix ou d'évaluation (Lichtenstein et Slovic, 1971 ; Grether et Plott, 1979, 1997) n'est pas prise en compte dans le cadre de cet article.

deux fonctions de transformation de probabilité différentes, une pour les gains et une pour les pertes⁸. Ceci constitue une première source de dépendance au signe des conséquences. La fonction d'utilité est définie sur les variations de richesse et donc a priori indépendante du patrimoine. Le fait de se situer en position de statu quo, au point de référence, conduit donc à une utilité nulle. Globalement, la fonction d'utilité se compose d'une utilité "basique" représentant la composante économique ou normative et d'un coefficient d'aversion à la perte (Sugden, 2003 ; Köbberling et Wakker, 2005 ; Köszegi et Rabin, 2006). L'aversion aux pertes (le coefficient λ ci-dessous) représente la partie purement psychologique de la fonction valeur. Bien que ce phénomène n'ait aucun fondement rationnel, et demeure profondément lié au cadrage d'une présentation en gains et pertes, il reste une caractéristique importante du comportement, même lorsque les sommes en jeu sont importantes (Pope et Schweitzer, 2011). L'utilité représentée par U peut différer entre les gains et les pertes⁹. Formellement, la fonction d'utilité est définie ainsi :

$$\begin{aligned} U(x) & \text{ si } x \geq 0 \\ \lambda U(x) & \text{ si } x < 0 \end{aligned} \quad (4)$$

L'aversion aux pertes se traduit par une valeur du coefficient λ supérieure à 1. Par ailleurs, la fonction d'utilité, couramment appelée fonction valeur dans ce cadre pour la distinguer de la fonction d'utilité de la théorie de l'utilité espérée, traduit le phénomène psychologique de sensibilité décroissante. Ce phénomène correspond au fait que l'impact marginal de la monnaie diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de référence. En termes de représentation, cela se traduit par une fonction valeur concave dans les gains mais convexe dans les pertes. La présence d'une aversion aux pertes, fait que la pente de la fonction valeur est plus forte, toutes choses égales par ailleurs, dans les pertes que dans les gains. Les études expérimentales sur le sujet montrent que si la concavité dans les gains ne prête guère à discussion¹⁰, la convexité dans les pertes n'est pas universelle. En particulier, il semble que la fonction valeur dans les pertes soit plus proche de la linéarité que celle définie sur les gains (Bruhin, Fehr-Dudde et Epper, 2010). Enfin, l'aversion aux pertes est un phénomène maintenant largement documenté (Abdellaoui, Bleichrodt et Paraschiv, 2007).

La combinaison d'une fonction d'utilité définie par rapport à un point de référence et de poids de décision dépendants du signe permet d'expliquer les régularités observées dans les données expérimentales en matière de prise de risque. Ces régularités (four-fold pattern of risk attitudes, Tversky et Kahneman, 1992) peuvent se résumer ainsi : les individus ont

⁸ Pour les pertes, les conséquences sont classées en général par convention par ordre croissant : la conséquence x_1 désigne la perte la plus importante.

⁹ Par exemple, $U(x) = x^a$ pour x positif, et $U(x) = -(-x)^b$ pour x négatif pour des fonctions puissances.

¹⁰ La plupart des études suggèrent que pour les gains, qu'une fonction $U^+(x) = x^a$, avec a entre 0.70 et 0.90 et x normalisé sur l'intervalle unité constitue une approximation raisonnable.

tendance à être averses au risque pour les gains très probables ou les pertes peu probables et à rechercher le risque pour les gains peu probables ou les pertes très probables. Dans tous les cas, ce comportement peut être rationalisé par une surestimation des petites probabilités et une sous-estimation des probabilités moyennes ou grandes. Il est important de remarquer que ce comportement, compatible dans les deux cas avec la fonction de transformation de probabilités représentée Figure 4, inverse la prise de risque lorsque le contexte, gains ou pertes change. Ce comportement, notamment la forte aversion au risque pour les pertes peu probables et la recherche de risque pour les gains peu probable permet de représenter de manière satisfaisante la tendance des individus au jeu et à l'assurance (Friedman et Savage, 1948).

La Prospect Theory a reçu des fondements axiomatiques par Wakker et Tversky (1993), Chateauneuf et Wakker (1999) et Wakker et Zank (2002). Il est important de noter que si les conséquences ne comportent que des gains, la Prospect Theory se confond avec l'utilité dépendante des rangs présentée ci-dessus¹¹.

En définitive, il apparaît que la théorie de l'utilité espérée est sérieusement remise en cause par la Prospect Theory et les théories dépendantes des rangs (Thaler et Rabin, 2001). Comme nous l'avons vu, cette remise en cause se fonde sur le fait que la théorie de l'utilité espérée peine à expliquer les comportements observés dans deux contextes particuliers. D'une part, la présence d'un contexte de certitude ou au contraire d'impossibilité, modifie fondamentalement les comportements face au risque, qui obéissent alors à une rationalité plus faible, voire différente que celle impliquée par l'axiome d'indépendance. C'est l'enseignement principal du paradoxe d'Allais. D'autre part, le contexte de gains, de pertes, ou de gains et pertes simultanés change également radicalement les comportements individuels. C'est l'apport principal de la Prospect Theory. La pondération non linéaire des probabilités et leur dépendance au signe représentent ici les principales avancées en termes de représentation de la rationalité individuelle.

2. Décision dans l'incertain

Lorsque les probabilités associées aux différents états de la nature sont inconnues, le décideur, l'agent économique, se trouve en situation d'incertitude. Dans ce cadre, l'approche traditionnelle de la rationalité suppose que le décideur rationnel assigne des probabilités subjectives aux événements et se comporte suivant une règle d'utilité espérée (Savage,

¹¹ Il en est de même lorsque les conséquences sont constituées uniquement de pertes. En présence conjointe de gains et de pertes, la Prospect Theory correspond également à l'utilité dépendante des rangs si il y a dualité entre les fonctions des pondérations $w^+(p)=1-w^-(1-p)$ et si la fonction d'utilité reste définie sur le niveau de richesse finale.

1954). A l'instar de l'utilité espérée dans le risque, l'attrait, voire la fascination, de cette représentation du choix face à l'incertitude vient de sa simplicité et de sa capacité à proposer un modèle universel de décision rationnelle partant d'éléments éminemment subjectifs (Ramsey, 1928 ; De Finetti, 1937). La rationalité se traduit ici, au travers de l'utilité espérée, comme la combinaison de deux sphères séparées, les croyances (mesurées par les probabilités subjectives) et la valeur (représentée par la fonction d'utilité). Par ailleurs, lorsque le décideur reçoit de nouvelles informations, la théorie de l'utilité espérée subjective suppose une révision rationnelle des croyances suivant la règle de Bayes. L'économie expérimentale et la psychologie ont remis en question cet édifice théorique suivant trois dimensions. La première dimension concerne le principe d'utilité espérée. A l'instar des décisions dans le risque, les décisions dans l'incertain sont sujettes au paradoxe d'Allais, qui affecte toute règle d'utilité espérée (McCrimmon et Larson, 1979, Tversky et Kahneman, 1992, Wu et Gonzalez, 1999). La deuxième dimension concerne les violations de la règle de Bayes et les biais de jugement. La troisième dimension, la plus importante, est constituée par le paradoxe d'Ellsberg. Le paradoxe d'Ellsberg montre la violation systématique de l'utilité espérée dans l'incertain. Le fait que l'utilité espérée ne permette pas de décrire de manière satisfaisante le comportement individuel est cependant déjà contenu dans le paradoxe d'Allais. Ce n'est donc pas sur ce point que se situe le principal apport d'Ellsberg. Le paradoxe d'Ellsberg montre en effet que les comportements individuels dans l'incertain violent plus profondément la notion même de sophistication probabiliste, c'est à dire le fait les décisions puissent être rationalisées et quantifiées par une mesure de probabilité¹². Ces dimensions concernent toutes deux l'incapacité des individus à représenter leurs croyances d'une manière cohérente avec le bayésianisme, c'est à dire avec les principes fondamentaux des probabilités¹³. Nous les présentons successivement avant de nous tourner vers les modèles de décisions dépassant l'utilité espérée subjective.

Violations de la règle de Bayes et heuristiques

La règle de Bayes a depuis longtemps été remise en cause par les études expérimentales, en psychologie et en économie comportementale. La manifestation la plus saliente de cette violation est le phénomène de surconfiance par lequel le décideur surestime ses croyances (il croit savoir plus que ce qu'il sait réellement) et ne pas perçoit pas de ce fait l'erreur de

¹² la sophistication probabiliste ne conserve de la théorie utilité espérée que la mesure de probabilité qui peut être évaluée de manière plus générale par le décideur (Machina et Schmeidler, 1992). Conserver la sophistication probabiliste dans le paradoxe d'Ellsberg, implique que le décideur viole alors la dominance stochastique de premier ordre (Segal, 1990).

¹³ Un individu dont les jugements respectent ces principes est en général qualifié d'individu bayésien (Cyert et DeGroot, 1974).

jugement qui existe entre sa croyance et la réalité (Lichtenstein, Fischhoff et Phillips, 1982 ; Berg et al, 2007). La littérature a identifié deux grandes sources de violations du bayésianisme et de surconfiance : les biais cognitifs et les biais motivationnels¹⁴. L'exemple type du biais motivationnel est le biais de confirmation par lequel le décideur fait un usage excessif de l'information qui confirme sa croyance et néglige les éléments contrefactuels. Ce biais conduit le décideur à être systématiquement surconfiant (Rabin et Schrag, 1999).

Parmi les biais cognitifs, trois heuristiques importantes ont été identifiées : l'heuristique de représentation, l'heuristique de disposition, l'heuristique d'ancrage (Kahneman et Tversky, 1982). L'heuristique de représentativité regroupe un ensemble de comportements où le décideur mésestime la fréquence d'un événement par une généralisation abusive d'un événement passé similaire. Cette heuristique regroupe divers phénomènes. Parmi ceux-ci, le fait de négliger les probabilités a priori dans la règle de Bayes (*base-rate neglect*), d'identifier à tort les similitudes entre les échantillons de petite taille et la population (loi des « petits » nombres), de ne pas percevoir la régression à la moyenne¹⁵, de percevoir un phénomène plus détaillé comme plus probable (conjunction fallacy). L'heuristique de représentativité regroupe également les perceptions fausses que le décideur se fait des autocorrélations: l'illusion du joueur (gambler's fallacy : dans un jeu de pile ou face, croyance qu'une longue série de piles va conduire avec une quasi-certitude à un face) ou de la main brûlante (hot hand's fallacy : croyance qu'une longue série de piles va se poursuivre avec quasi-certitude). L'heuristique de disposition se produit quant à elle lorsque le décideur estime la fréquence d'un événement en sélectionnant les événements ou situations passées qui lui viennent le plus facilement à l'esprit, comme des événements catastrophiques par exemple. Une heuristique d'ancrage se produit lorsque le décideur fixe sa croyance à priori à un certain niveau et garde cette ancre dans ses ajustements ultérieurs de croyance. Le biais de conservatisme (Phillips et Edwards, 1966), qui conduit le décideur à conserver son prior et à négliger l'information nouvelle peut être interprété comme une heuristique d'ancrage. Griffin et Tversky (1992) montrent que ces trois heuristiques conduisent le décideur à réagir bien plus à la force de l'évidence (par exemple, aux conséquences extrêmes) qu'au poids de l'évidence, poids qui est conféré par la taille de l'échantillon, sa qualité par exemple. Griffin et Tversky (1992) montrent que cette asymétrie entre la force et le poids de l'évidence est également une source importante de surconfiance. La pertinence de la règle de Bayes ne doit cependant pas être négligée dans les comportements individuels. Ainsi, El-Gamal et

¹⁴ Pour une lecture critique de ces sources, voir Gigenrenzer et al. (1991).

¹⁵ La régression à la moyenne traduit le fait que l'observation de phénomènes extrêmes se réduit avec des mesures répétées. La répétition entraîne des mesures se rapprochant davantage vers la moyenne. Les individus ont ainsi du mal à percevoir qu'une surperformance sera vraisemblablement suivie d'une détérioration ou qu'une sous-performance sera vraisemblablement suivie d'une amélioration.

Grether (1995) montrent que les choix individuels résultent de la combinaison de trois types de règles, qui sont par ordre d'importance : la règle de Bayes, l'heuristique de représentativité et le biais de conservatisme.

Les biais cognitifs peuvent être réduits par de nombreux feedbacks offerts au décideur ou par une attention accrue portée à la décision. Les biais motivationnels nécessitent une adhésion du décideur et sont, de ce fait, plus difficiles à corriger. S'ils montrent la difficulté du décideur à se comporter en accord avec les principes fondamentaux des probabilités, leur aspect relativement spécifique ainsi que leur diversité atténuent leur portée. A ce titre, et contrairement au paradoxe d'Ellsberg, ils ne remettent pas en cause de manière fondamentale la théorie de l'utilité espérée subjective.

Le paradoxe d'Ellsberg

La principale déviation au modèle de rationalité dans l'incertain est constituée par le paradoxe d'Ellsberg (1961). La situation de choix proposée par Ellsberg est formulée comme suit: soit une urne contenant 90 boules dont 30 sont rouges et 60 sont, soit noires, soit jaunes, en proportion inconnue. Deux paires de choix, présentées dans le tableau 1 sont proposées. Les événements correspondent à la couleur d'une boule tirée au hasard (E_R la boule est rouge, E_N la boule est noire, E_J la boule est jaune).

Tableau 2 : les choix dans le paradoxe d'Ellsberg

	E_R	E_N	E_J
P1	10	/	/
Q1	/	10	/
P2	10	/	10
Q2	/	10	10

Note : en gras figure le choix le plus couramment observé.

La comparaison du premier choix et du second choix montre qu'ils ne diffèrent que par l'existence d'une conséquence commune sur l'événement E_J (la boule tirée est jaune). Le choix le plus courant (Slovic et Tversky, 1974; MacCrimmon et Larsson, 1979) se porte sur P_1 et Q_2 . Ce choix contredit la notion d'indépendance et le principe de la chose sûre, mais il a également pour caractéristique de suggérer que les individus sont averses à l'ambiguïté: ils préfèrent parier sur les situations où les probabilités de gagner sont clairement définies (1/3 pour P_1 et 2/3 pour Q_2 , respectivement). Ainsi les individus tendent à éviter les situations ambiguës, présentant une « incertitude sur l'incertitude » (Einhorn et Hogarth, 1986).

L'aversion à l'ambiguïté a été mise en évidence par de nombreuses études empiriques (Becker et Brownson, 1964 ; Hogarth et Kunreuther, 1985 ; Cohen, Jaffray et Saïd, 1987 ; Fox et Tversky , 1995). L'importance de l'aversion à l'ambiguïté observée dans le paradoxe d'Ellsberg est liée au fait qu'elle ne constitue pas qu'une caractéristique des décisions individuelles observées dans le cadre expérimental (Camerer et Weber, 1992), mais qu'elle permet au contraire d'expliquer plus généralement de nombreux phénomènes économiques et financiers (Mukerji et Tallon, 2001, 2004, Epstein et Schneider, 2010). En finance par exemple, les traders averses au risque refusent les actifs dont le paiement est ambigu (Bossaert et al. 2008). Plus généralement, l'aversion à l'ambiguïté élève la prime de risque des actions (Ju et Miao, 2009) et réduit l'échange (Dow et Werlang, 1992).

En termes de probabilités subjectives, le premier choix révèle une croyance selon laquelle il y a moins de boules noires dans l'urne que de boules rouges, alors que le second choix révèle l'inverse. Les choix sont donc totalement incompatibles avec l'existence d'une mesure de probabilité subjective. La limite du modèle d'utilité espérée tient ici à son incapacité à prendre en compte l'aversion à l'ambiguïté dans sa représentation des croyances. Le modèle peine également à prendre en compte l'incapacité à former des croyances, c'est à dire la capacité pour le décideur d'exprimer son ignorance (Gilboa, Postelwaite et Schmeidler, 2009, 2012).

La prise en compte du contexte informationnel : les modèles d'ambiguïté

A l'instar du choix face au risque, les modèles d'utilité dépendante des rangs sont apparus comme un moyen de dépasser les difficultés liées à l'emploi de la théorie de l'utilité espérée en tant que théorie descriptive du comportement dans l'incertain. Le modèle dépendant des rangs dans l'incertain a été développé initialement par Schmeidler (1989). Il est communément qualifié d'utilité à la Choquet (Wakker, 1990). Dans ce modèle, les croyances ne sont plus nécessairement additives, ce qui permet de prendre en compte la confiance que le décideur a dans ses croyances. Comme précédemment, la Prospect Theory se fonde sur ce modèle pour proposer une représentation plus générale du choix et de la rationalité dans l'incertain (Tversky et Kahneman, 1992). La représentation générale du modèle reste définie par l'équation (1). De même, dans le cadre de l'utilité à la Choquet, le poids de décision associé à une conséquence x_j se définit comme la variation dans la transformation de probabilité du rang, due à l'événement E_j associé à cette conséquence :

$$\pi_j = W(E_j + R_j) - W(R_j) \quad (5)$$

La définition des rangs R_j est l'analogue de celle des rangs utilisée dans le cadre du risque : le rang d'une conséquence est l'événement qui produit des conséquences strictement

meilleures que cette conséquence¹⁶. Pour la meilleure conséquence, le rang est l'ensemble vide. Les poids de décision sont obtenus à partir de capacités W , analogue de la transformation de probabilité dans l'incertain. Une capacité désigne une mesure non nécessairement additive W de l'ensemble des états de la nature sur la droite réelle. La notion de capacité permet de prendre en compte le fait que l'attention portée à un événement dépend non seulement de cet événement mais également de ce qu'apporte cet événement en comparaison avec les conséquences apportées par les autres événements (Diecidue et Wakker, 2001). Le poids de décision associé à une conséquence x_j se définit comme la variation dans la fonction de pondération du rang, due à l'événement associé à cette conséquence. Le parallèle avec le modèle présenté dans le risque est ainsi direct et illustre la force du modèle. Le modèle d'utilité à la Choquet a été étendu par la Prospect Theory dans l'incertain pour prendre en compte la dépendance au signe des conséquences et la notion de point de référence (Tversky et Kahneman, 1992). Le fait de disposer d'une représentation unifiée des choix face au risque et à l'incertitude favorise leur comparaison, notamment si l'on interprète chaque contexte comme une source particulière d'incertitude (Abdelaloui et al. 2011).

Afin d'étendre la représentation des croyances dans l'incertain, de nombreux modèles ont été développés aux côtés du modèle dépendant des rangs¹⁷. Le principal modèle alternatif est le modèle à croyances multiples de Gilboa et Schmeidler (1989). Ses principales extensions sont le modèle alpha-maxmin et le modèle de préférences variationnelles. Dans cette famille de modèles, l'ambiguïté est prise en compte sous la forme d'un ensemble de croyances. Ainsi, au lieu de devoir prendre ses décisions sur la base d'une croyance, d'une mesure de probabilité unique, le décideur envisage toutes les croyances qu'il estime compatible avec la situation. En ce sens, les croyances représentent les différents modèles possibles du monde pour le décideur. Ils permettent ainsi de prendre en compte l'incertitude sur les probabilités, en autorisant le décideur à mobiliser plusieurs niveaux de vraisemblance pour le même événement. Le décideur ne prend plus ses décisions en se fondant sur une unique mesure de probabilité, mais sur un ensemble (convexe) de mesures de probabilités sur l'ensemble des états de la nature. Cet ensemble permet d'inclure les distributions de probabilité que le décideur pense possible et d'exclure les autres. Chaque situation se caractérise donc par plusieurs utilités espérées possibles, une par croyance. Dans le

¹⁶ Soit $R_j = E_{j-1} \cup \dots \cup E_1$. La notation suppose implicitement que la collection d'événements E_1, \dots, E_n est une partition ordonnée de l'ensemble des états de la nature: les événements sont mutuellement exclusifs et la collection est exhaustive. Ainsi, un et un seul événement constitue le vrai état de la nature. Comme précédemment dans le cas de l'utilité dépendante des rangs, les conséquences sont classées par ordre décroissant.

¹⁷ Une revue extensive de la littérature est proposée par Gilboa et Marinacci (2011).

modèle de Gilboa et Schmeidler, le décideur est extrêmement prudent et choisit en considérant la pire configuration en terme d'utilité espérée. Le décideur utilise donc un critère de maximin à la Wald (1950) pour évaluer les décisions par rapport à son ensemble de croyances initiales¹⁸. Une description complète de ce modèle et de ses liens avec l'utilité à la Choquet est proposée par Chateauneuf et Cohen (2010). L'intérêt de cette famille de modèles réside dans la flexibilité que ces modèles offrent à la modélisation en termes de croyances multiples. Du fait de la présence de l'opérateur minimum dans la fonctionnelle de préférence, cette dernière n'est pas différentiable en chaque point. Cet aspect limite l'intérêt pratique du modèle, pour des exercices de statique comparative par exemple.

Cette difficulté a été dépassée par Klibanoff, Marinacci et Mukerji (2005) dans un modèle qui, contrairement au modèle à croyances multiples ou au modèle dépendant des rangs, conduit à des courbes d'indifférence lisses. Ce modèle est un modèle récursif d'utilité ou le décideur assigne des probabilités subjectives aux différents scénarios possibles que peut prendre la réalité, c'est à dire aux différentes mesures de probabilité possibles sur l'ensemble des états de la nature. Pour chaque distribution de probabilité possible q , le décideur évalue l'utilité espérée dans le risque (notée $EU(q)$), puis applique une distribution de probabilités subjectives μ sur l'ensemble de toutes les mesures de probabilité. Les préférences sont alors représentées par la fonctionnelle:

$$V(P) = \int \phi[EU(q)]dq \quad (6)$$

La fonction ϕ représente l'attitude vis à vis de l'ambiguïté, l'aversion au risque étant capturée par l'utilité espérée. Elle est concave pour un décideur averse à l'ambiguïté. L'avantage de cette modélisation réside dans la fonction de distorsion des utilités espérées qui a un

¹⁸ Le modèle de préférences variationnelles (Maccheroni, Marinacci et Rustichini, 2006 ; Strzalecki, 2011) est une généralisation du modèle multiple priors permettant d'affiner la prise en compte de l'ambiguïté en résolvant un point faible du modèle à croyances multiples initial, où les distributions de probabilités sont soit totalement incluses ou totalement exclues de l'ensemble des croyances. Le modèle alpha-maxmin étant le modèle de Gilboa et Schmeidler entre remplaçant le critère de Wald par un critère de Hurwicz pour l'ambiguïté. Gajdos, Hayashi, Tallon et Vergnaud (2008) généralisent le modèle de Gilboa et Schmeidler en définissant l'ensemble de croyances comme l'ensemble des distributions de probabilités compatibles avec l'information dont dispose le décideur. Le critère de Wald appliqué sur cet ensemble d'information ne constitue qu'une part de l'évaluation pour la décision, qui dépend également de l'espérance d'utilité évaluée sur une distribution de probabilité de référence. Siniscalchi (2009) propose également un modèle, très différent, fondé sur un ancrage en termes d'utilité espérée auxquels s'ajoutent des facteurs d'ajustement prenant en compte l'ambiguïté. Enfin, Bewley (2002) a proposé une approche de l'ambiguïté fondée sur l'abandon de la complétude des préférences. Dans l'incertain, le décideur n'est alors pas en mesure de classer toutes les paires de choix possibles. Cet aspect séducteur constitue également une limite à l'intégration de cette approche dans l'économie appliquée traditionnelle, du fait de la difficulté à la concilier avec les procédures d'optimisation traditionnelles.

interprétation analogue à la fonction d'utilité dans la théorie de l'utilité espérée : sa concavité traduit l'aversion à l'ambiguïté, ses dérivées permettent d'obtenir des indices analogues aux indices d'Arrow-Pratt. Ces propriétés sont extrêmement utiles pour généraliser des résultats standard de l'utilité espérée dans l'ambiguïté, pour les choix d'assurance par exemple (Alary, Gollier et Treich, 2011 ; Gollier, 2012) ou pour la détermination de la prime des actions (Collard, Mukerji, Shepard, Tallon, 2012). Par rapport à cette représentation, le modèle dépendant des rangs conserve cependant trois avantages pour décrire les choix face à l'ambiguïté. En premier lieu, il possède une fondation axiomatique rigoureuse (Kobberling et Wakker, 2003 et Wakker, 2010). Si sa base axiomatique peut cependant être remise en question par les résultats issus de l'économie expérimentale (Machina, 2009 ; l'Haridon et Placido, 2010), ces derniers affectent également l'ensemble des modèles alternatifs présentés ci-dessus et en particulier un de leurs axiome centraux, l'axiome d'aversion à l'incertitude (Baillon , l'Haridon et Placido, 2011). En second lieu, il conserve une structure analogue entre risque et incertitude, permettant de prendre en compte le paradoxe d'Allais et le paradoxe d'Ellsberg au sein d'un modèle unifié. En particulier, les notions d'optimisme et de pessimisme, d'insensibilité, demeurent et peuvent être mobilisées pour les différentes sources d'incertitude (Kilka et Weber, 2001 ; Abdellaoui et al. 2005). Par exemple, le pessimisme ou l'insensibilité sont généralement moins forts lorsque la source d'incertitude est plus familière (Abdellaoui et al., 2011). Enfin, le modèle peut donner lieu à des observations empiriques. Il est en effet possible de déterminer les poids de décision à partir des comportements. Dans les modèles alternatifs, ni l'ensemble des croyances, ni la mesure de probabilité μ ne sont directement et aisément observables. Comme le notent Gilboa et Marinacci (2012), le modèle « lisse » impose des demandes fortes en termes de comportement en supposant la spécification d'une unique croyance sur les différents modèles probabilistes possibles.

A titre de conclusion préliminaire, cette partie montre que la représentation de la rationalité par la théorie de l'utilité espérée a été largement remise en cause par les études expérimentales. L'économie expérimentale a ainsi mis en évidence au travers de deux paradoxes phares, le paradoxe d'Allais et le paradoxe d'Ellsberg, les difficultés du modèle normatif à rendre compte des comportements individuels. Ces derniers sont apparus sensibles à certains contextes : proximité de la certitude ou de l'impossibilité, signe des conséquences, information disponible pour former des croyances. Ces défaillances ont conduit à un renouvellement de la représentation microéconomique des comportements grâce à de nouveaux modèles de décision. Ces modèles ouvrent la voie à une vision plus

discriminante de la rationalité permettant d'élargir les déterminants des comportements individuels et de prendre en compte la sensibilité aux contextes. Ainsi ces modèles autorisent le décideur à exprimer son ignorance dans l'ambiguïté, et permettent par là même d'intégrer des notions d'optimisme et de pessimisme, de confiance dans les croyances, ainsi que différents niveaux de sensibilité aux variations de vraisemblance.

II. La rationalité de l'action collective et l'économie expérimentale

La question de l'action collective est une des plus fondamentales de la théorie économique (Olson, 1965). Elle est à ce titre complémentaire de la question de l'action individuelle envisagée dans la section précédente. Cette section se focalise ainsi sur la question de la rationalité collective des actions dans le cas d'interactions stratégiques entre les agents, c'est-à-dire dans un cadre où la théorie des jeux va fournir des outils permettant d'établir des prédictions théoriques plus ou moins précises sur les comportements. Bien évidemment, cette question de la rationalité collective implique de considérer les décisions individuelles des agents et leur rationalité à un niveau microéconomique. Comme l'expliquent Goeree et Holt (2001), l'hypothèse de choix rationnel sous-jacente à une notion telle que l'équilibre de Nash consiste à supposer d'une part, l'absence d'erreurs de la part des joueurs, et, d'autre part, adhérer à l'idée selon laquelle les croyances des joueurs sont en cohérence avec leurs décisions réelles.

Les principaux apports de l'économie expérimentale à l'étude de la rationalité des décisions de groupe portent d'une part sur l'identification et la mesure de ce que l'on a coutume maintenant d'appeler « préférences sociales » et, d'autre part, sur les limites de la rationalité individuelle, à savoir l'apprentissage, ces deux aspects représentant des déterminants importants d'un point de vue empirique des issues finales de décisions collectives.

Dans cette partie, nous commencerons par présenter une taxonomie des jeux, puis les jeux à équilibre unique pour finir sur les jeux de coordination

1. Propos liminaires et taxonomie des jeux

Il est utile avant d'aborder le fond du propos d'avancer une taxonomie des jeux ou situations d'interactions stratégiques possibles, en reprenant la classification de Holzinger (2003). Cette classification distingue :

- Les jeux dans lesquels l'équilibre atteint potentiellement par les joueurs (en stratégies dominantes ou à travers un équilibre de Nash en stratégies pures) diffèrent de la situation Pareto optimale, appelés généralement « dilemmes sociaux »,

- les jeux dans lesquels les équilibres atteints potentiellement par les joueurs sont multiples, et optimaux au sens de Pareto (jeux de coordination « pure »),
- les jeux dans lesquels les équilibres sont multiples et peuvent être classés en termes de Pareto-dominance (jeux de coordination « dégénérés » ou « impurs »),
- les jeux dans lesquels les équilibres sont multiples et sous-optimaux.

L'économie expérimentale s'est d'abord focalisée sur le premier type de jeu, pour des raisons compréhensibles. En effet, ces jeux représentent l'exemple type de l'irrationalité collective à laquelle peut mener l'exercice de la rationalité individuelle. Le cas le plus célèbre est le fameux « dilemme du prisonnier » (Flood, 1958), étudié de manière plus ou moins expérimentale dès les années 50. Toutefois, le dilemme social le plus abondamment étudié en laboratoire est le jeu de contribution volontaire au bien public (VCM : Voluntary Contributions Mechanism), jeu proposé par Isaac, Walker et Thomas (1984). Le VCM peut en effet être présenté comme une généralisation du dilemme du prisonnier comme cela sera expliqué plus loin. D'autres « dilemmes sociaux », tel le jeu de ressource commune¹⁹ (CPRM : Common Pool Resource Mechanism) ou le jeu de la confiance (« trust game ») ont connu des périodes fastes en matière d'expérimentation. L'étude des jeux de coordination est venue plus tardivement, notamment l'étude des jeux de coordination « pure » dans lesquels les gains des joueurs sont identiques et symétriques dans tous les équilibres possibles.

Concernant les problèmes de rationalité limitée et l'adoption d'heuristiques de choix par les agents, les résultats expérimentaux mettent en évidence des différences potentiellement très importantes entre les jeux répétés une fois et les jeux répétés plusieurs fois. Il est bien évident que la dimension d'apprentissage est peu présente dans le cas de jeux réalisés une seule fois, alors que, selon le type de jeu mis en oeuvre, elle peut être une dimension prégnante quand la situation de choix est répétée avec une structure identique. Ainsi, des défaillances de prédictions théoriques observées dans un jeu répété une fois peuvent être en partie corrigées par la répétition de ce même jeu. Ceci justifie le *distinguo* repris par Garapin et Ruffieux (2009) entre le *thinking* (les comportements quand les individus interagissent une seule fois) et le *learning* (les comportements à l'occasion d'une interaction répétée dans une même situation). Pour le dire autrement, si les prédictions théoriques ne sont pas respectées

¹⁹ Ce jeu, auquel les travaux d'Elinor Ostrom (Prix Nobel d'économie 2009) sont souvent rattachés, peut être vu comme un cas particulier de bien public (Ledyard, 1995)

pour une situation expérimentée une fois, il est possible que la pertinence des prédictions théoriques s'améliore en répétant la situation.

L'impact de l'apprentissage ne doit cependant pas être surestimé. D'autres éléments comportementaux tels que la manifestation de préférences sociales révélée au sein du laboratoire peuvent amener à une convergence plus grande vers les prédictions théoriques.

Pour prendre un exemple bien connu, la répétition d'un jeu de bien public (VCM) amène une baisse des contributions moyennes des participants, qui tendent alors vers la prédiction théorique (équilibre de « free-riding »), mais ce n'est clairement pas une dynamique d'apprentissage qui semble expliquer cela²⁰.

Dans les jeux de coordination, la force de rappel d'un équilibre particulier est une idée un peu moins convaincante, puisqu'il y a multiplicité d'attractions possibles, les équilibres possibles étant multiples. Or, la littérature expérimentale autour des jeux de coordination montre trois choses à tout le moins. Le premier fait stylisé est que de nombreux choix sont fait hors de l'équilibre par les sujets, et que le taux de réussite des prédictions théoriques dépend très significativement de facteurs qui ne devraient jouer que marginalement d'un point de vue théorique dans le cadre standard (communication, saillance des gains, structure des gains, répétition à horizon fini, pour une revue sur ce point, voir Devetag et Ortman, 2007). Le deuxième fait stylisé est que, même si à un niveau « agrégé », le concept d'équilibre peut avoir une certaine pertinence (dans le cas de jeux d'entrée de marché par exemple, le nombre d'entrants est correctement approximé par une prédiction théorique en termes d'équilibre de Nash), à un niveau désagrégé, cette pertinence est très faible (les individus ne jouent pas Nash pour déterminer leur choix individuel ; Ochs, 1995). Le dernier fait stylisé est que, pour les choix faits parmi un équilibre possible, aucun critère de raffinement de l'équilibre de Nash ne se détache clairement des autres (équilibre risque dominant ou Pareto dominant ; voir Camerer, 2003). De manière générale, l'analyse expérimentale de ces jeux de coordination ne conduit pas à mettre en avant l'explication par les préférences sociales comme étant déterminante, comme cela peut être le cas pour les jeux à équilibre unique (en particulier les dilemmes sociaux). Ce sont plutôt le cas échéant des dimensions liées à la mise en œuvre d'une rationalité limitée qui sont invoquées le plus souvent (voir point focal de Schelling aussi).

²⁰ Au contraire, il s'agit précisément de punition collective vis à vis des « passagers clandestins » due à l'exercice d'une réciprocité négative (voir à ce propos Falk et Fischbacher, 2006 pour une revue complète de l'impact des mécanismes de réciprocité dans les expérimentations de laboratoire

2. La rationalité collective dans les jeux non-coopératifs à équilibre unique

Dans le cadre de la théorie des jeux non coopératifs, un concept incontournable est l'équilibre de Nash. La portée prédictive de ce concept d'équilibre a été abondamment questionnée par les expérimentations de laboratoire, de sorte qu'il n'est pas simple d'y voir clair²¹. En effet, dans certaines expérimentations de laboratoire, les prédictions théoriques issues du concept d'équilibre de Nash sont vérifiées, alors que dans d'autres, ce n'est pas le cas. Par ailleurs, pour ajouter encore de la confusion, des situations jouées par des individus vont mettre en évidence la faible portée empirique de l'équilibre de Nash, alors que les mêmes situations jouées par des groupes d'individus vont s'avérer donner des résultats nettement plus en phase avec les prédictions théoriques (Charness et Sutter, 2012, voir encadré plus loin). Comment dès lors en tirer une conclusion robuste concernant la pertinence empirique de cette notion d'équilibre ?

En fait, comme l'expliquent Goeree et Holt (2001), la portée du concept d'équilibre de Nash est meilleure quand les situations d'interactions stratégiques au sein du laboratoire ne sont pas répétées, et que les jeux sont joués en « one shot ».

Au côté des jeux de négociation, la plupart des jeux expérimentaux caractérisés par une solution unique d'équilibre sont des dilemmes sociaux, i.e. des situations caractérisées par une inefficacité due à l'exercice de la rationalité dans sa conception habituelle de maximisation de l'intérêt personnel.

La coopération au sein des dilemmes sociaux : entre équité et réciprocité ?

Le dilemme social le plus connu est bien évidemment le dilemme du prisonnier. Dans sa forme originale (Luce et Raiffa, 1957), deux prisonniers se voient offrir la possibilité de témoigner contre l'autre ou de rester silencieux, la représentation stratégique habituelle étant :

Tableau 3. Le dilemme du prisonnier

Joueur 2	C (Coopérer)	D (Défection)
Joueur 1		
C (Coopérer)	(2 ; 2)	(0 ; 3*)
D (Défection)	(*3 ; 0)	(*1 ; 1)*

NB : les étoiles indiquent les stratégies dominantes

²¹ Cette partie ne peut matériellement faire une revue exhaustive des tests expérimentaux des modèles de théorie des jeux non coopératifs. Elle se restreint aux jeux non coopératifs en information complète à horizon fini. Par ailleurs, la question (importante) de la profondeur de raisonnement ("level k" reasoning, voir Nagel, 1995) ne sera pas abordée. Pour un aperçu de cette question, et une revue de la littérature expérimentale, voir Nagel (2008).

Il existe dans ce jeu une stratégie dominante qui consiste à faire défection (cet équilibre en stratégies dominantes est bien évidemment également un équilibre de Nash), le résultat de ce choix mutuel de défection se trouvant être Pareto dominé, d'où le terme de « dilemme ». Comme le note Kollock (1998), l'existence de cet équilibre unique Pareto dominé vient du classement des résultats du point de vue individuel pour chaque joueur, à savoir $(D,C) > (C,C) > (D,D) > (C,D)$. Ce classement est identique dans le cas du jeu de bien public, pour lequel seul un équilibre de Nash Pareto dominé existe, à savoir ne pas contribuer.

Le dilemme du prisonnier fut un des premiers à être étudié expérimentalement, par exemple par Rapoport et Chammah (1965), suivi par des centaines d'études expérimentales, comme le note Roth (1993). Une des études les plus emblématiques est celle réalisée par Andreoni et Miller (1993) dans le cadre d'un horizon fini²². Les résultats expérimentaux sont d'une certaine manière similaires à ceux rencontrés dans les jeux de contribution au bien public, similitude de la situation de jeu oblige sans doute. Les taux de coopération sont bien évidemment significatifs : entre 40 et 60% des stratégies choisies consistent à coopérer, mais ce taux tend à s'effriter avec la répétition du jeu, bien que l'on n'atteigne pas un taux nul à la fin de l'expérience, même après un grand nombre de répétitions du jeu (le dilemme du prisonnier d'Andreoni et Miller est répété 200 fois par les participants). Les effets de réputation sont observés nettement, par comparaison entre la simple répétition du jeu entre inconnus et la répétition avec des partenaires stables.

Une différence forte semble s'établir du point de vue des résultats expérimentaux entre les choix faits par des individus et des choix faits collégalement au sein d'équipes (ou par un individu représentant l'équipe dont la décision influence les paiements de toute l'équipe). Charness, Frechette et Zin (2007) mettent en évidence le même phénomène que précédemment, à savoir une conformité nettement plus forte à la prédiction théorique de l'équilibre de Nash (défection mutuelle). Par ailleurs, lorsque des individus se trouvent en concurrence, dans un jeu à somme nulle par exemple, la théorie des jeux retrouve également sa capacité prédictive des comportements et des équilibres (Jacquemet et Koessler, 2013).

Dans un jeu de bien public, la fourniture optimale de bien public maximise le gain des joueurs, bien qu'il existe une incitation forte à faire défection dans l'hypothèse où les autres joueurs coopèrent. La coopération dans un dilemme du prisonnier s'assimile donc à un bien

²² Il existe également de nombreuses études expérimentales sur ce même jeu à horizon infini, comme entre autres Dal Bo, 2005 ; Fudenberg, Rand et Dreber, 2010 ; Dal Bo et Frechette, 2011)

public non rival et non soumis à exclusion. Dans le jeu du VCM (Voluntary Contributions Mechanism, voir Isaac, Walker and Thomas, 1984), chaque joueur doit décider d'allouer sa dotation à un pot commun ou à un investissement privé. Au niveau individuel, le rendement de la contribution à l'investissement privé est supérieur au rendement de la contribution au pot commun. Au niveau collectif, c'est le contraire.

Plus précisément, chaque participant reçoit une dotation Z qu'il doit décider d'affecter à deux projets, l'un privé, l'autre commun. Chaque élément investi dans le pot commun profite à tous les membres du groupe de manière égale. Dans ce cadre, la fonction d'utilité de l'individu représentatif s'écrit :

$$U_i \left(Z_i - m_i + \frac{G}{n} (m_i + \sum_{j \neq i} m_j) \right) \quad (7)$$

Où Z_i est la dotation de l'individu, m_i son investissement dans le projet commun, G le rendement du projet commun, n le nombre de contributeurs.

Si l'on suppose que le rendement marginal du projet privé est normalisé à 1 (ce qui est le cas dans l'équation précédente), la stratégie dominante de l'individu est de ne pas contribuer au projet commun tant que le rendement marginal par tête du projet commun (MPCR, Marginal Per Capita Return, soit $1/n(G'(\cdot))$) est inférieur à l'unité. De ce fait, la contribution au pot commun définit un continuum de niveaux de coopération. En particulier, le *free riding* (qui correspond à une contribution au pot commun égale à zéro) est l'équivalent de la défection dans le dilemme du prisonnier. De manière plus générale, l'intensité de la coopération est définie sur le continuum des contributions possibles (voir Chakravarti et al., 2011). Le dilemme social correspond à une situation typique en économie publique. Si le rendement individuel du bien public est plus faible que le rendement individuel du bien privé, a contrario le rendement collectif du bien public est supérieur au rendement collectif du bien privé.

Une très abondante littérature sur le jeu de VCM existe, et bien que le débat soit encore vif, les principaux faits stylisés en matière d'expérimentation sont les suivants. Le premier fait stylisé est que la stratégie de *free riding*, qui est la stratégie dominante, est peu observée dans les jeux en « one shot » : les contributions moyennes représentent ainsi 40 à 60% de la dotation. La répétition du jeu conduit à une baisse des contributions, mais quel que soit le nombre de répétitions du jeu, on n'aboutit jamais à un niveau de contribution nul. Dès lors, deux hypothèses complémentaires expliquent cette décroissance dans le cas de jeux de VCM répétés : l'apprentissage et la réciprocité négative. D'après les travaux d'Andreoni (1995) ou de Ferraro et Vossler (2010), l'incompréhension des joueurs vis-à-vis de la situation stratégique représentée par le jeu de VCM expliquerait 50% du niveau de contribution initiale.

De manière plus systématique, Zellmer (2003) procède à une méta-analyse des études d'économie expérimentale dans le domaine du jeu de VCM, méta-analyse permise par l'explosion de cette littérature dans les années 1990 et 2000. Les faits stylisés relativement robustes permettent de mieux comprendre les déterminants fondamentaux des contributions au bien public. Comme l'avait déjà souligné Ledyard (1995), les éléments déterminants qui ressortent sont : l'importance de la communication entre les joueurs, le rendement marginal de la contribution au bien public (MPCR) et l'existence d'hétérogénéité dans les dotations des joueurs. Plus de communication et des dotations hétérogènes permettent de soutenir efficacement la coopération (i. e. d'accroître les niveaux de contribution individuelle au bien public). On peut noter que les effets de genre et de taille du groupe restent non significatifs en tant que variables explicatives des niveaux de contribution, et des effets d'expérience sont à noter, les sujets plus expérimentés ayant tendance à contribuer moins que les sujets inexpérimentés.

Les dilemmes sociaux évoqués jusqu'à présent ont clairement mis en évidence des dimensions de la rationalité peu considérées au sein de la théorie économique standard, en particulier les dimensions de préférences sociales qui représentent manifestement des déterminants importants des décisions individuelles. Les jeux de négociation sont précisément fondés sur ces dimensions.

Les jeux de négociation : altruisme, réciprocité ou aversion à l'inégalité ?

Un des débats qui fut des plus vifs au sein de l'économie expérimentale fut de savoir si les individus pouvaient être motivés uniquement par leur intérêt propre ou par d'autres éléments sociaux. Dans les dilemmes sociaux étudiés ci-dessus, il existe un intérêt en quelque sorte objectif à ne pas maximiser son intérêt personnel dans la mesure où l'adoption symétrique d'un tel choix conduit à une perte objective d'efficacité (le souci d'efficacité évoqué plus haut peut motiver les joueurs à coopérer). Par conséquent, pour étudier les divergences possibles par rapport à une stratégie de maximisation de l'intérêt personnel, il a fallu inventer des situations d'interactions pour lesquelles des partages éventuellement très peu équitables pouvaient représenter un équilibre efficace au sens de Pareto. C'est en partie l'objectif poursuivi par l'étude des jeux de négociation. Le jeu de négociation typique est le jeu de l'ultimatum, dans lequel l'issue pour les joueurs dépend d'un partage d'une ressource.

Ce jeu de l'ultimatum (Güth, Schmittberger et Schwarze, 1982), objet d'étude important de la littérature expérimentale, a donné lieu à une série de controverses sur l'interprétation des résultats.

Dans un jeu d'ultimatum, un proposant dispose d'une certaine somme d'argent X pour laquelle il peut proposer une répartition à un répondant. Si le répondant refuse la proposition de partage, chacun des deux joueurs repart avec un gain nul. Si le répondant accepte, le partage est mis en œuvre. Dans un tel jeu, il existe un seul équilibre de Nash parfait en sous-jeux dans lequel le proposant conserve $(X-\varepsilon)$ et propose $\varepsilon > 0$ au répondant, ce qu'il accepte nécessairement. Cet équilibre est également optimal au sens de Pareto, puisque tous les autres résultats possibles pour les joueurs donnent la même somme de gains (X) ou 0 (en cas de refus du répondant).

Les résultats rejettent la prédiction théorique : nombre de partages varient entre 60%-40% et 50%-50% (voir Roth, 1993 pour une revue des résultats), et le taux de rejet, qui devrait être nul pour tout $\varepsilon > 0$ est relativement important. Il est maintenant établi que ces résultats ne confortent pas une évidence en faveur d'une hypothèse d'altruisme par exemple, mais plaident plutôt en faveur de l'existence d'une réciprocité négative, matérialisée par le fait que les individus sont prêts à punir leurs pairs s'ils estiment que leur comportement n'est pas « équitable » (au sens de « fair » en anglais). Cela se produit même si la punition peut être personnellement coûteuse. Une telle évidence a été également rencontrée de manière significative dans les jeux de contribution au bien public, des mécanismes de punition pouvant même résoudre partiellement ou totalement le dilemme social présent dans ce jeu (Fehr et Gaechter, 2000).

La faiblesse de l'altruisme comme explication des partages équitables dans les jeux de négociation a été mise en évidence par Forsythe et al. (1994). Les auteurs comparent des résultats issus de jeux de l'ultimatum à des jeux du dictateur. Dans un jeu du dictateur, le joueur B reçoit le partage proposé par le joueur A (le « dictateur ») sans qu'il ait une quelconque possibilité de refuser ou de manifester une quelconque réprobation. Forsythe et al (1994) observent que si des sommes réelles sont en jeu, alors la proposition de partage la plus fréquemment observée est l'appropriation exclusive par le joueur A. Ceci constitue une différence très importante avec les résultats obtenus dans le jeu de l'ultimatum dans lequel le joueur B peut rejeter l'offre²³.

²³ Il est intéressant de noter que cette différence entre le jeu du dictateur et le jeu de l'ultimatum du point de vue des offres disparaît dans le cas de gains hypothétiques.

Une modification de la structure de ces jeux en termes d'efficacité de l'équilibre permet d'approfondir la vision de la rationalité collective dans les jeux de négociation. C'est l'objet du jeu de la confiance.

Le jeu de la confiance (Berg, Dickhaut et McCabe, 1995) est donc un jeu séquentiel dans lequel un joueur doit décider d'envoyer une certaine part X de sa dotation D à un autre joueur, le joueur en question recevant kX (avec $k > 1$ ²⁴), celui-ci devant à son tour envoyer une part Y de kX . Dans un tel jeu, la prédiction standard basée sur la théorie des jeux non-coopératifs est que le premier joueur décide d'envoyer $X=0$ puisqu'il ne peut rien espérer de tout envoi positif en retour. Bien évidemment, ce n'est pas un équilibre efficace puisque tout $X > 0$ donnerait une somme des gains supérieure pour les deux joueurs.

Les résultats viennent démentir de manière nette la prédiction théorique. La plupart des « envoyeurs » ont des valeurs de X représentant 40 % à 50 % de leur dotation et les « receveurs » se montrent en retour relativement loyaux, puisqu'ils renvoient une somme positive, celle-ci correspondant toutefois à des gains finaux pour le joueur A plus faibles que sa dotation initiale.

Dès lors, on peut se demander ce qui est à l'œuvre pour expliquer ces déviations par rapport à la prédiction théorique. Deux explications sont traditionnellement avancées en particulier pour expliquer le comportement de l'envoyeur, d'une part la réciprocité (Rabin, 1993 ; Falk et Fischbacher, 2006) et d'autre part l'aversion à l'inégalité (Fehr et Schmidt, 1999 ; Charness et Rabin, 2002). La réciprocité consiste à observer l'action du partenaire et à baser sa propre décision sur la base d'un jugement quant à son action, alors que l'aversion à l'inégalité consiste à réagir à des différences de gains potentiels vis à vis du partenaire et à déterminer sa propre action pour corriger les inégalités. A priori, les deux sentiments peuvent expliquer les résultats et la difficulté consiste à isoler chacune des motivations possibles dans les choix opérés au sein du laboratoire. Une troisième explication peut également être avancée, celle d'un souci d'efficacité, puisque le niveau d'efficacité augmente avec le degré de confiance.

La version du jeu proposé par Bolton, Katok et Ockenfels (2005) peut aider à éclairer ce débat. Ici, un acheteur et un vendeur ayant des dotations identiques jouent séquentiellement une procédure d'échange d'un bien. Chacune des parties réalise un surplus additionnel uniquement dans le cas où l'échange a effectivement lieu. Les auteurs comparent alors un traitement symétrique dans lequel les dotations sont identiques pour l'acheteur et le vendeur à un traitement asymétrique dans lequel les dotations de l'acheteur sont augmentées de telle manière que les gains en absence de réciprocité soient égaux pour les deux joueurs. Dans le

²⁴ Le plus fréquemment, la valeur de k retenue est égale à 3.

traitement symétrique, l'absence de réciprocité conduit l'acheteur à obtenir un gain nul et le vendeur à gagner la somme des dotations. Les envois dans le traitement asymétrique sont presque deux fois plus importants que dans le traitement symétrique, alors que le problème de réciprocité est identique. Dès lors, seule la différence de gains entre les joueurs peut logiquement expliquer cette confiance accrue observée dans le traitement asymétrique.

Dans tous les cas, la littérature expérimentale va encore une fois dans le sens d'un rejet de la prédiction théorique en termes d'équilibre de Nash, dans lequel aucune confiance ne devrait s'instaurer. Il faut toutefois noter que, au sein de la littérature sur les décisions en équipe, cette conclusion est à nuancer. Par exemple, Kugler et al. (2007) ont comparé les résultats d'un jeu expérimental de la confiance dans lequel les rôles d'envoyeur ou de receveur étaient soit joués par des participants isolés, soit par des équipes de trois membres. Ces auteurs mettent en évidence un taux d'envoi (i.e. de confiance) significativement plus faible dans le traitement « groupe » et un taux de réciprocité également plus faible, c'est-à-dire des choix en groupe beaucoup plus conformes au paradigme de la rationalité standard.

Face à l'accumulation de faits stylisés concernant les jeux de négociation, des hypothèses théoriques ont été proposées pour rationaliser ces résultats. Les plus connues sont celles de préférence pour l'équité (Bolton, 1991), de comportement de réciprocité (Bolton et Ockenfels, 2000 ; Rabin, 1993) ou d'aversion à l'inégalité (Fehr et Schmidt, 1999). Ces nouvelles hypothèses reposent sur une vision étendue de la rationalité qui incorpore des préférences sociales. Comme le note Roth (2010), les comportements observés dans le laboratoire ont fait émerger également une piste différente, fondée sur une modélisation en termes de rationalité limitée, notamment en développant une conceptualisation de modèles d'apprentissage (Roth et Erev, 1995). L'analyse expérimentale des jeux de coordination a particulièrement mis en évidence l'importance de la dynamique de l'apprentissage.

3. Les jeux de coordination : multiplicité de l'équilibre et normes de comportements

Les jeux de coordination « impurs »

Dans les jeux de coordination impurs, il existe plusieurs équilibres de Nash, l'un d'entre eux étant Pareto-dominant. Par exemple, dans le jeu décrit par Van Huyck, Battalio et Beil (1990), n joueurs doivent choisir un nombre compris entre 1 et 7, le gain de chaque joueur étant une fonction croissante de la valeur minimum choisie au sein du groupe et décroissante du nombre choisi par le joueur en question. Ce jeu comporte une multiplicité d'équilibres de Nash symétriques en stratégies pures dans lesquels tous les joueurs

choisissent le même nombre : (1, ..., 1) ou (2,...,2) ou ... (7 , ..., 7). Deux des 7 équilibres possibles correspondent à des raffinements de l'équilibre de Nash (Harsanyi et Selten, 1988), la coordination sur le nombre minimum étant un équilibre risque-dominant tandis que la coordination sur le nombre maximum représente un équilibre Pareto-dominant. Les résultats observés par Van Huyck, Battalio et Beil (1990) montrent un échec de coordination²⁵ de la part des sujets. L'équilibre risque dominant n'est peu ou prou jamais sélectionné en début de jeu, bien que la répétition du jeu mette en évidence un accroissement du nombre de sujets choisissant cet équilibre. De plus, comme le note Ochs (1993), la sélection d'un équilibre au sein d'un groupe s'avère très sensible à la première expérience qu'ont les sujets de la situation de jeu, et cette expérience peut être très significativement différente d'un groupe à l'autre, ce qui rend totalement imprévisible l'évolution de cette expérience. Les expérimentations menées par Cooper et al. (1990, 1992) étudient les comportements dans des variantes du jeu de la chasse au cerf (ou jeu d'assurance), dans lequel existent également deux équilibres en stratégies pures, l'un payoff dominant, l'autre risque dominant. Ils observent également le faible pouvoir explicatif du premier type d'équilibre. De manière plus générale, les expériences autour de jeux de coordination impurs montrent à quel point l'équilibre Pareto dominant joue rarement le rôle d'un point focal (Schelling, 1960) pour les sujets. Toutefois, la revue de littérature faite par Devetag et Ortman (2007) montre à quel point l'existence de cheap talk préalable peut affecter significativement ces résultats.

Répétition, apprentissage et convergence dans les jeux de coordination « pure »

Les jeux de coordination pure représentent des situations dans lesquelles les équilibres de Nash sont multiples et Pareto dominés. Un des jeux phares explorés depuis la fin des années 80 est le jeu d'entrée de marché (Selten et Güth, 1982), une situation dans laquelle deux décisions simultanées sont possibles pour chaque joueur : entrer ou rester en dehors du marché. Le gain de la décision d'entrée étant une fonction linéaire croissante de la capacité du marché, définie de manière exogène, et décroissante du nombre d'entrants. Le gain de la décision de rester en dehors étant en général assortie d'un gain certain. Ce jeu très simple évoque de nombreuses situations dans lesquelles l'entrée d'un agent génère une

²⁵ Comme le notent Devetag et Ortman (2007), l'échec ou la défaillance de coordination s'entend généralement selon deux acceptions : soit comme l'incapacité des agents à se coordonner sur un des équilibres possibles, ou soit comme l'incapacité des agents à se coordonner sur le « bon » équilibre, i.e. l'équilibre Pareto-dominant. Cette acception fait référence au problème de coordination habituellement envisagé au niveau macroéconomique.

externalité négative, de la congestion routière à une compétition à la Cournot dans laquelle les quantités produites choisies par les agents sont binaires.

Dans la configuration de base d'un tel jeu, les équilibres asymétriques sont multiples : le nombre d'entrants à l'équilibre est égal à la capacité ou à la valeur immédiatement inférieure. De plus, ils sont tous Pareto-dominés : ils matérialisent ici encore un dilemme social. Un des résultats les plus spectaculaires est que le nombre d'entrants observé est assez proche de la prédiction théorique et ce, bien que le niveau de coordination demandé aux joueurs soit a priori très important²⁶. Ce résultat s'est de plus avéré très robuste, y compris face à des modifications du contexte des décisions, en particulier du *feedback* donné aux participants en termes d'information (Erev et Roth, 1998). Ce résultat est d'autant plus important qu'il est en contradiction avec l'échec de coordination observé dans les travaux de Van Huyck, Battalio et Beil (1990). Toutefois, comme l'a montré Ochs (1998), si la prédiction d'équilibre obtient un certain succès à un niveau agrégé, sa pertinence est plus que limitée au niveau individuel dans les comportements effectifs des joueurs. En fait, comme l'ont montré Erev et Rapoport (1998), un modèle d'apprentissage relativement simple comme le modèle de renforcement²⁷ prédit beaucoup mieux les comportements effectivement observés en laboratoire que l'équilibre de Nash en stratégies mixtes par exemple (Rapoport et Seale, 2008, et Feltovich, 2000 pour les modèles d'apprentissage).

Pour l'ensemble des jeux envisagés dans cette partie, une approche alternative est d'envisager que les choix des agents sont entachés d'erreurs ou que leurs préférences sont observées avec du bruit, comme dans les modèles de choix discret (voir l'extension de l'équilibre de Nash en termes de « Quantal Response Equilibrium »²⁸ proposée par Mc Kelvey et Palfrey, 1998). La modélisation de l'équilibre atteint par les individus se fait alors en explicitant la structure de ce bruit.

On entre alors dans une théorie stochastique des jeux (« Stochastic Game Theory »). Par exemple, une règle de type logit définit la probabilité de faire un choix comme une fonction du payoff associé et d'un terme d'erreur, qui représente en fait la sensibilité des probabilités

²⁶ L'équilibre en stratégies pures étant asymétrique, certains joueurs doivent décider d'entrer, d'autres non. Le résultat est tellement surprenant que Daniel Kahneman expérimentant ce jeu a pu écrire « *it looks like magic !* ».

²⁷ Le modèle de renforcement ou "*Reinforcement-based learning model*" est un modèle d'apprentissage utilisé initialement par les psychologues expérimentaux (Thorndyke, 1911). Ce modèle décrit une rationalité limitée dans laquelle l'agent ne réagit que par rapport à la conséquence de l'action choisie précédemment. Ainsi, la probabilité de choisir cette action s'accroît en cas de succès et décroît en cas d'échec. Erev et Roth (1995) en présentent une formalisation.

²⁸ Modèle d'équilibre stratégique dans lequel on impose une cohérence entre les croyances et les probabilités de choix, voir Goeree et al. (2008).

de choix aux différences entre les payoffs. La probabilité de faire un choix i ($i=1,\dots,n$), π_i^e étant le payoff espéré, s'écrit alors :

$$p_i = \frac{\exp(\pi_i^e/\mu)}{\sum_{j=1}^n \exp(\pi_j^e/\mu)} \quad (7)$$

Quand μ tend vers l'infini, les probabilités sont toutes égales, quelles que soient les différences de payoffs, alors que quand μ tend vers 0, la valeur de ces différences devient très importante, et les probabilités tendent vers 1. L'équilibre en logit est alors un point fixe, dans lequel la densité des croyances doit être cohérente avec la densité des choix (voir Anderson, Goeree et Holt, 2008 pour plus de détails).

Encadré : Les décisions en équipe

D'un point de vue expérimental, une « énigme » de la rationalité est liée aux décisions en équipe. Cette énigme vient de l'écart entre les déviations assez systématiques des hypothèses de rationalité constatées au niveau individuel et la plus grande pertinence de ces mêmes hypothèses à un niveau de décision collectif. En fait tout se passe comme si des individus ayant une rationalité très limitée faisaient montre d'une rationalité en groupe beaucoup plus conforme à l'hypothèse de rationalité parfaite supposée généralement en théorie des jeux. Les expérimentations en laboratoire mettent en évidence l'inanité d'un sophisme de composition inhérent à la théorie économique : ce qui est vrai pour le tout ne l'est pas nécessairement pour les parties, et vice versa. Des résultats de ce type sont observés de manière suffisamment systématique au sein du laboratoire pour que nous les évoquions au travers de quelques exemples frappants issus de la littérature expérimentale.

Il peut être utile de distinguer, en reprenant la distinction faite par Sutter (2009), les expérimentations portant sur des situations d'appartenance au groupe des expérimentations portant sur les décisions d'équipe. Dans le premier cas, l'objectif est d'étudier des décisions individuelles faites indépendamment des membres du groupe, tout en étant reliées indirectement aux décisions des autres. Par exemple, les individus peuvent être observés par des pairs et cela peut modifier leurs décisions. Dans le second cas, d'équipe, des groupes d'individus doivent mettre en œuvre une décision commune, dans laquelle, le plus souvent, il n'y a pas de conflit entre les membres du groupes concernant les conséquences finales de l'action. En fait, les équipes peuvent être considérée comme un cas particulier d'appartenance à un groupe social dans lequel une institution particulière organiserait le choix collectif (vote par exemple).

La revue de littérature faite par Charness et Sutter (2012) tire trois enseignements principaux de la littérature sur les décisions de groupes :

- les décisions faites en groupes sont plus sophistiquées d'un point de vue cognitif. Par exemple, dans le jeu du concours de beauté (Nagel, 1995), les décisions des groupes en compétition avec d'autres groupes révèlent des niveaux de profondeur de raisonnement significativement supérieurs. De même, les choix des groupes dans le cas de loteries conduisent à éviter de sélectionner des loteries dominées stochastiquement au premier ordre.

- les groupes peuvent aider les individus à contrôler les problèmes de procrastination et de motivation, ce qui pousse les niveaux d'effort et de productivité à la hausse. Bien que les résultats proviennent ici massivement d'expérimentations de terrain, celles-ci donnent des résultats comparables : le coaching, le travail en commun, ou la simple pression par les pairs accroissent significativement les niveaux d'effort ou le respect d'engagements préalables.

- Les décisions de groupe peuvent cependant contribuer à diminuer le bien-être car elles se focalisent plus sur les intérêts propres du groupe. C'est la conséquence logique des deux premiers points: si les groupes sont plus rationnels que les individus, alors dans le cas de dilemmes sociaux par exemple, la décision de groupe va aller dans le sens d'une diminution du bien être. Par exemple, dans le cas du jeu de la confiance, les groupes envoient – et renvoient- des sommes d'argent plus faibles que les individus.

En définitive, la littérature nous enseigne que dans les jeux à équilibre unique, comme les dilemmes sociaux, la décision de groupe tend à être moins efficace, alors que, dans les jeux à équilibre multiple, les résultats d'un processus de décision collective tendent à accroître les niveaux d'efficacité.

Conclusion

Au terme de cet article nous pouvons dresser un tableau de la rationalité à l'épreuve de l'économie comportementale. En croisant deux littératures relativement isolées, une littérature sur la décision individuelle et une littérature sur les jeux et les groupes, nous arrivons à une conclusion contrastée mais néanmoins convergente. Les expérimentations de laboratoire ont globalement mis en évidence un fait saillant, celui que les individus ne sont pas exclusivement motivés par leur intérêt propre et guidés par une rationalité parfaite. Notamment, des motivations additionnelles considérées comme marginales par la théorie microéconomique standard peuvent peser très fortement sur l'issue des décisions prises non seulement individuellement mais également dans des situations d'interaction sociale. En particulier, des dimensions telles que la confiance dans les croyances, l'optimisme, l'équité et

de réciprocité sont présentes de manière très systématique pour expliquer les décisions des agents économiques.

Ces nouvelles dimensions du choix ont motivé des développements très importants en termes de modélisation et poussé plus avant la théorie microéconomique afin de résoudre les paradoxes observés (Quiggin, 1982 ; Gilboa et Schmeidler, 1989 ; Rabin, 1993 ; Fehr et Schmidt, 1999). Les renouvellements empiriques et théoriques ont ainsi conduit à une extension du domaine de la rationalité conduisant à un plus grand réalisme des modèles théoriques de choix proposés par les économistes. Notre revue de littérature montre également que l'hypothèse standard de rationalité conserve un statut important dans l'explication des phénomènes sociaux et ne doit pas être abandonnée mais uniquement nuancée. En effet, de nombreux comportements restent bien expliqués par cette hypothèse à un niveau d'observation relativement agrégé et dans certains contextes sociaux de décision. Cette hypothèse montre à l'évidence ses limites lorsque l'on passe à des niveaux plus fins d'observation sur les décisions individuelles. En définitive, si la vision de la rationalité doit être amendée, c'est en fonction du contexte de décision, contexte d'information pour la décision individuelle, contexte social pour les décisions en interactions. Pour l'économiste, les nouveaux territoires de la rationalité ouvrent ainsi la voie à de nouvelles visions des mécanismes de marchés, d'intervention publique sur ces mêmes marchés et d'interactions sociales.

Bibliographie

- Abdellaoui, M. « Parameter-free elicitation of utility and probability weighting functions ». *Management Science* 46, n° 11 (2000): 1497-1512.
- Abdellaoui, M., A. Baillon, L. Placido, et P. P. Wakker. « The rich domain of uncertainty: Source functions and their experimental implementation ». *The American Economic Review* 101, n° 2 (2011): 695-723.
- Abdellaoui, M., H. Bleichrodt, et C. Paraschiv. « Loss aversion under prospect theory: A parameter-free measurement ». *Management Science* 53, n° 10 (2007): 1659-1674.
- Abdellaoui, M., P. Klibanoff, et L. Placido. *Ambiguity and compound risk attitudes: an experiment*. mimeo Northwestern University, 2011.
- Abdellaoui, M., F. Vossman, et M. Weber. « Choice-based elicitation and decomposition of decision weights for gains and losses under uncertainty ». *Management Science* 51, n° 9 (2005): 1384-1399.
- Alary, D., C. Gollier, et N. Treich. *The effect of ambiguity aversion on insurance and self-protection*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2010.
- Allais, M. « Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: Critique des postulats et axiomes de l'école Américaine ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1953): 503-546.

Anderson, S.P., Goerre, J.K. and C.A. Holt. « Logit equilibrium models of anomalous behavior : What to do when the Nash equilibrium says one thing and the data say something else ». In Plott C.A and V.L. Smith, *Handbook of Experimental Economics Results*. North Holland (2008) : 549-558.

Andreoni, James. « Cooperation in public-goods experiments: kindness or confusion? » *The American Economic Review* (1995): 891-904.

Andreoni, James, et John H. Miller. « Rational cooperation in the finitely repeated prisoner's dilemma: Experimental evidence ». *The Economic Journal* (1993): 570-585.

Baillon, A., O. L'Haridon, et L. Placido. « Ambiguity models and the machina paradoxes ». *The American Economic Review* 101, n° 4 (2011): 1547-1560.

Bar-Hillel, M. « On the subjective probability of compound events ». *Organizational behavior and human performance* 9, n° 3 (1973): 396-406.

Becker, S. W., et F. O. Brownson. « What price ambiguity? Or the role of ambiguity in decision-making ». *The Journal of Political Economy* (1964): 62-73.

Berg, Joyce, John Dickhaut, et Kevin McCabe. « Trust, reciprocity, and social history ». *Games and economic behavior* 10, n° 1 (1995): 122-142.

Berg, N., G. Biele, et G. Gigerenzer. « Consistency versus accuracy of beliefs: Economists surveyed about PSA » (2008).

Bewley, T. F. « Knightian decision theory. Part I ». *Decisions in economics and finance* 25, n° 2 (2002): 79-110.

Bleichrodt, H., et J. L. Pinto. « A parameter-free elicitation of the probability weighting function in medical decision analysis ». *Management Science* 46, n° 11 (2000): 1485-1496.

Bó, Pedro Dal. « Cooperation under the shadow of the future: experimental evidence from infinitely repeated games ». *The American Economic Review* 95, n° 5 (2005): 1591-1604.

Bo, Pedro Dal, et Guillaume R. Fréchette. « The evolution of cooperation in infinitely repeated games: Experimental evidence ». *The American Economic Review* 101, n° 1 (2011): 411-429.

Bolton, Gary E. « A comparative model of bargaining: Theory and evidence ». *The American Economic Review* (1991): 1096-1136.

Bolton, Gary E., Elena Katok, et Axel Ockenfels. « Cooperation among strangers with limited information about reputation ». *Journal of Public Economics* 89, n° 8 (2005): 1457-1468.

Bolton, Gary E., et Axel Ockenfels. « ERC: A theory of equity, reciprocity, and competition ». *American economic review* (2000): 166-193.

Booij, A. S., B. M. S. Van Praag, et G. Van de Kuilen. « A parametric analysis of prospect theory's functionals for the general population ». *Theory and Decision* 68, n° 1 (2010): 115-148.

Bossaerts, P., P. Ghirardato, S. Guarnaschelli, et W. R. Zame. « Ambiguity in asset markets: Theory and experiment ». *Review of Financial Studies* 23, n° 4 (2010): 1325-1359.

Bruhin, A., H. Fehr-Duda, et T. Epper. « Risk and rationality: Uncovering heterogeneity in probability distortion ». *Econometrica* 78, n° 4 (2010): 1375-1412.

Camerer, C. « Individual decision making » (1995).

Camerer, C., et M. Weber. « Recent developments in modeling preferences: Uncertainty and ambiguity ». *Journal of risk and uncertainty* 5, n° 4 (1992): 325-370.

Camerer, Colin F. « Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction » (2003).

Camerer, Colin F., George Loewenstein, et Matthew Rabin. *Advances in behavioral economics*. Princeton University Press, 2003.

Chakravarty, Sujoy, Daniel Friedman, Gautam Gupta, Neeraj Hatekar, Santanu Mitra, et Shyam Sunder. « Experimental Economics: A Survey ». *Economic & Political Weekly* 46, n° 35 (2011): 39.

Charness, Gary, Guillaume R. Frechette, et Cheng-Zhong Qin. « Endogenous transfers in the Prisoner's Dilemma game: An experimental test of cooperation and coordination ». *Games and Economic Behavior* 60, n° 2 (2007): 287-306.

Charness, Gary, et Matthew Rabin. « Understanding social preferences with simple tests ». *The Quarterly Journal of Economics* 117, n° 3 (2002): 817-869.

Charness, Gary, et Matthias Sutter. « Groups Make Better Self-Interested Decisions ». *The Journal of Economic Perspectives* 26, n° 3 (2012): 157-176.

Chateauneuf, A. « Comonotonicity axioms and rank-dependent expected utility theory for arbitrary consequences ». *Journal of Mathematical Economics* 32, n° 1 (1999): 21-45.

Chateauneuf, A., et M. Cohen. « Risk seeking with diminishing marginal utility in a non-expected utility model ». *Journal of Risk and Uncertainty* 9, n° 1 (1994): 77-91.

Chateauneuf, A., et P. Wakker. « An axiomatization of cumulative prospect theory for decision under risk ». *Journal of Risk and Uncertainty* 18, n° 2 (1999): 137-145.

Chateauneuf, Alain, et Michèle Cohen. « Cardinal Extensions of the EU Model Based on the Choquet Integral ». In *Decision-making Process*, édité par Denis Bouyssou, Didier Dubois, rc Pirlot, et Henri Prade, 401–433. ISTE, 2010. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470611876.ch10/summary>.

Chew, S. H., et K. R. MacCrimmon. *Alpha-nu choice theory: A generalization of expected utility theory*. University of British Columbia, 1979.

Cohen, M. « et TALLON J.-M.[2000],<< Decision dans le risque et l'incertain: l'apport des modeles non-additifs>> ». *Revue d'économie politique* 110, n° 5 (s. d.): 631-681.

Cohen, M., J. Y. Jaffray, et T. Said. « Experimental comparison of individual behavior under risk and under uncertainty for gains and for losses ». *Organizational behavior and human decision processes* 39, n° 1 (1987): 1-22.

Collard, F., S. Mukerji, K. Sheppard, et J. M. Tallon. « Ambiguity and the historical equity premium ». *Ambiguity and the Historical Equity Premium (May 9, 2011)* (2011).

Conlisk, J. « Three variants on the Allais example ». *The American Economic Review* (1989): 392-407.

Cooper, Russell, Douglas V. DeJong, Robert Forsythe, et Thomas W. Ross. « Communication in coordination games ». *The Quarterly Journal of Economics* 107, n° 2 (1992): 739-771.

Cooper, Russell W., Douglas V. DeJong, Robert Forsythe, et Thomas W. Ross. « Selection criteria in coordination games: Some experimental results ». *The American Economic Review* 80, n° 1 (1990): 218-233.

Cyert, R. M., et M. H. DeGroot. « Rational expectations and Bayesian analysis ». *The Journal of Political Economy* 82, n° 3 (1974): 521-536.

Devetag, Giovanna, et Andreas Ortmann. « When and why? A critical survey on coordination failure in the laboratory ». *Experimental Economics* 10, n° 3 (2007): 331-344.

Diecidue, E., et P. P. Wakker. « On the intuition of rank-dependent utility ». *Journal of Risk and Uncertainty* 23, n° 3 (2001): 281-298.

Dow, J., et S. R. da Costa Werlang. « Uncertainty aversion, risk aversion, and the optimal choice of portfolio ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1992): 197-204.

Einhorn, H. J., et R. M. Hogarth. « Decision making under ambiguity ». *Journal of Business* (1986): 225-250.

El-Gamal, M. A., et D. M. Grether. « Are people Bayesian? Uncovering behavioral strategies ». *Journal of the American statistical Association* 90, n° 432 (1995): 1137-1145.

Ellsberg, D. « Risk, ambiguity, and the Savage axioms ». *The Quarterly Journal of Economics* (1961): 643-669.

Epstein, L. G., et M. Schneider. *Ambiguity and asset markets*. National Bureau of Economic Research, 2010.

Erev, Ido, et Amnon Rapoport. « Coordination, "magic," and reinforcement learning in a market entry game ». *Games and economic behavior* 23, n° 2 (1998): 146-175.

Erev, Ido, et Alvin E. Roth. « Predicting how people play games: Reinforcement learning in experimental games with unique, mixed strategy equilibria ». *American economic review* (1998): 848-881.

Falk, Armin, et Urs Fischbacher. « A theory of reciprocity ». *Games and Economic Behavior* 54, n° 2 (2006): 293-315.

Fehr, Ernst, et Simon Gächter. « Cooperation and Punishment in Public Goods Experiment ». *The American Economic Review* 91, n°5 (2000): 980-994.

Fehr, Ernst, et Klaus M. Schmidt. « A theory of fairness, competition, and cooperation ». *The quarterly journal of economics* 114, n° 3 (1999): 817-868.

Feltovich, Nick. « Reinforcement-based vs. Belief-based Learning Models in Experimental Asymmetric-information Games ». *Econometrica* 68, n° 3 (2000): 605-641.

Ferraro, Paul J., et Christian A. Vossler. « The source and significance of confusion in public goods experiments ». *The BE Journal of Economic Analysis & Policy* 10, n° 1 (2010): 1935-1682.2006.

De Finetti, B. « Foresight: Its logical laws, its subjective sources ». *Breakthroughs in statistics* 1 (1937): 134x174.

Fishburn, P. C. « Expected utility: An anniversary and a new era ». *Journal of Risk and Uncertainty* 1, n° 3 (1988): 267-283.

Flood, Merrill M. « Some experimental games ». *Management Science* 5, n° 1 (1958): 5-26.

Forsythe, Robert, Joel L. Horowitz, Nathan E. Savin, et Martin Sefton. « Fairness in simple bargaining experiments ». *Games and Economic behavior* 6, n° 3 (1994): 347-369.

Fox, C. R., et A. Tversky. « Ambiguity aversion and comparative ignorance ». *The quarterly journal of economics* 110, n° 3 (1995): 585-603.

Friedman, M., et L. J. Savage. « The utility analysis of choices involving risk ». *The Journal of Political Economy* (1948): 279-304.

Fudenberg, Drew, David Rand, et Anna Dreber. « Slow to anger and fast to forgive: cooperation in an uncertain world ». *American Economic Review, forthcoming* (2010).

Gächter, S., H. Orzen, E. Renner, et C. Starmer. « Are experimental economists prone to framing effects? A natural field experiment ». *Journal of Economic Behavior & Organization* 70, n° 3 (2009): 443-446.

Gajdos, T., T. Hayashi, J. M. Tallon, et J. C. Vergnaud. « Attitude toward imprecise information ». *Journal of Economic Theory* 140, n° 1 (2008): 27-65.

Garapin, Alexis, et Bernard Ruffieux. « Bilan/Essai-Bridging the gap between Homo Oeconomicus and Homo sapiens. Towards a realistic and predictive game theory of human behaviour ». *Revue d'Economie Politique* n° 1 (2009): 1.

Gigerenzer, G. « How to make cognitive illusions disappear: Beyond "heuristics and biases" ». *European review of social psychology* 2, n° 1 (1991): 83-115.

Gilboa, I. « Theory of decision under uncertainty ». *Cambridge Books* (2000).

Gilboa, I., et M. Marinacci. « Ambiguity and the Bayesian paradigm ». In *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications, Tenth World Congress of the Econometric Society, forthcoming*, 2011.

Gilboa, I., A. W. Postlewaite, et D. Schmeidler. « Probability and uncertainty in economic modeling ». *The Journal of Economic Perspectives* 22, n° 3 (2008): 173-188.

Gilboa, I., et D. Schmeidler. « Maxmin expected utility with non-unique prior ». *Journal of mathematical economics* 18, n° 2 (1989): 141-153.

Gneezy, U. « Probability judgments in multi-stage problems: Experimental evidence of systematic biases ». *Acta Psychologica* 93, n° 1 (1996): 59-68.

Goeree, Jacob K., et Charles A. Holt. « Ten little treasures of game theory and ten intuitive contradictions ». *American Economic Review* (2001): 1402-1422.

Gollier, C. « Portfolio choices and asset prices: The comparative statics of ambiguity aversion ». *The Review of Economic Studies* 78, n° 4 (2011): 1329-1344.

Grether, D. M., et C. R. Plott. « Economic theory of choice and the preference reversal phenomenon ». *The American Economic Review* (1979): 623-638.

Griffin, D., et A. Tversky. « The weighing of evidence and the determinants of confidence ». *Cognitive psychology* 24, n° 3 (1992): 411-435.

Gul, F. « A theory of disappointment aversion ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1991): 667-686.

Güth, Werner, Rolf Schmittberger, et Bernd Schwarze. « An experimental analysis of ultimatum bargaining ». *Journal of Economic Behavior & Organization* 3, n° 4 (1982): 367-388.

Halevy, Y. « Ellsberg revisited: An experimental study ». *Econometrica* 75, n° 2 (2007): 503-536.

Harless, D. W., et C. F. Camerer. « The predictive utility of generalized expected utility theories ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1994): 1251-1289.

Harsanyi, John C., et Reinhard Selten. « A general theory of equilibrium selection in games ». *MIT Press Books* 1 (1988).

Holzinger, Katharina. « The Problems of Collective Action: A New Approach ». *MPI Collective Goods Preprint* n° 2003/2 (2003).

Houthakker, H. S. « Revealed preference and the utility function ». *Economica* 17, n° 66 (1950): 159-174.

Van Huyck, John B., Raymond C. Battalio, et Richard O. Beil. « Tacit coordination games, strategic uncertainty, and coordination failure ». *The American Economic Review* 80, n° 1 (1990): 234-248.

Isaac, R. Mark, James M. Walker et S. Thomas. « Divergent evidence on free riding: An experimental examination of possible explanations ». *Public Choice* 43 (1984): 113-149.

Jacquemet, N., et F. Koessler. « Using or hiding private information? An experimental study of zero-sum repeated games with incomplete information ». *Games and Economic Behavior* 78, n°1 (2013).

Ju, N., et J. Miao. « Ambiguity, learning, and asset returns ». *Econometrica* 80, n° 2 (2012): 559-591.

Kahneman, D., P. Slovic, et A. Tversky. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press, 1982.

Kahneman, D., et A. Tversky. « Prospect theory: An analysis of decision under risk ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1979): 263-291.

Kilka, M., et M. Weber. « What determines the shape of the probability weighting function under uncertainty? » *Management science* 47, n° 12 (2001): 1712-1726.

Klibanoff, P., M. Marinacci, et S. Mukerji. « A smooth model of decision making under ambiguity ». *Econometrica* 73, n° 6 (2005): 1849-1892.

Köbberling, V., et P. P. Wakker. « An index of loss aversion ». *Journal of Economic Theory* 122, n° 1 (2005): 119-131.

— — —. « Preference foundations for nonexpected utility: A generalized and simplified technique ». *Mathematics of Operations Research* 28, n° 3 (2003): 395-423.

Kollock, Peter. « Social dilemmas: The anatomy of cooperation ». *Annual review of sociology* (1998): 183-214.

Kőszegi, B., et M. Rabin. « A model of reference-dependent preferences ». *The Quarterly Journal of Economics* 121, n° 4 (2006): 1133-1165.

Kugler, Tamar, Gary Bornstein, Martin G. Kocher, et Matthias Sutter. « Trust between individuals and groups: Groups are less trusting than individuals but just as trustworthy ». *Journal of Economic psychology* 28, n° 6 (2007): 646-657.

L'Haridon, O., et L. Placido. « Betting on Machina's reflection example: An experiment on ambiguity ». *Theory and decision* 69, n° 3 (2010): 375-393.

Ledyard, John. « Public goods: A survey of experimental research ». *Handbook of Experimental Economics, Princeton University Press, Princeton* (s. d.) (1995): 111-194.

Levin, I. P., S. L. Schneider, et G. J. Gaeth. « All frames are not created equal: A typology and critical analysis of framing effects ». *Organizational behavior and human decision processes* 76, n° 2 (1998): 149-188.

Lichtenstein, S., et B. Fischhoff. « L. Phillips, 1982, "Calibration of Probabilities: The State of the Art to 1980" ». *Decision making and change in human affairs* (s. d.).

Lichtenstein, S., et P. Slovic. « Reversals of preference between bids and choices in gambling decisions. » *Journal of experimental psychology* 89, n° 1 (1971): 46.

Loomes, G., et R. Sugden. « Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty ». *The Economic Journal* 92, n° 368 (1982): 805-824.

Luce, Robert Duncan, et Howard Raiffa. *Games and decisions: Introduction and critical surveys*. Wiley, 1957.

Maccheroni, F., M. Marinacci, et A. Rustichini. « Ambiguity aversion, robustness, and the variational representation of preferences ». *Econometrica* 74, n° 6 (2006): 1447-1498.

MacCrimmon, Ž. « KR, and S. Larsson. 1979. "Utility Theory: Axioms versus 'Paradoxes'." ». *M. Allais Ž. and O. Hagen eds., Expected Utility Hypotheses and the Allais Paradox* (s. d.): 333-409.

Machina, M. J. « Risk, ambiguity, and the rank-dependence axioms ». *The American Economic Review* (2009): 385-392.

Machina, M. J., et D. Schmeidler. « A more robust definition of subjective probability ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1992): 745-780.

McKelvey, Richard D., et Thomas R. Palfrey. « Quantal response equilibria for extensive form games ». *Experimental economics* 1, n° 1 (1998): 9-41.

Mukerji, S., et J. M. Tallon. « Ambiguity aversion and incompleteness of financial markets ». *Review of Economic Studies* 68, n° 4 (2001): 883-904.

— — —. « Ambiguity aversion and the absence of wage indexation ». *Journal of Monetary Economics* 51, n° 3 (2004): 653-670.

Nagel, Rosemarie. « Experimental Beauty Contest Games: Levels of Reasoning and Convergence to Equilibrium ». *Handbook of Experimental Economics Results* 1 (2008): 391-410.

— — —. « Unraveling in guessing games: An experimental study ». *The American Economic Review* (1995): 1313-1326.

Neuman, J., von et O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton, NJ, Princeton University Press, (1944).

Nogee, P., et F. Mosteller. « An Experimental Measure of Utility' ». *J. Pol. Econ* 59 (1951).

Ochs, Jack. « Coordination problems ». *Handbook of Experimental Economics, Princeton University Press, Princeton* (s. d.) (1995): 195-252.

Olson, Mancur. *The logic of collective action: public goods and the theory of groups*. Vol. 124. Harvard University Press, 1965.

Pope, D. G., et M. E. Schweitzer. « Is Tiger Woods loss averse? Persistent bias in the face of experience, competition, and high stakes ». *The American Economic Review* 101, n° 1 (2011): 129-157.

Prelec, D. « The probability weighting function ». *Econometrica* (1998): 497-527.

Preston, M. G., et P. Baratta. « An experimental study of the auction-value of an uncertain outcome ». *The American journal of psychology* (1948): 183-193.

Quiggin, J. « A theory of anticipated utility ». *Journal of Economic Behavior & Organization* 3, n° 4 (1982): 323-343.

Rabin, M., et J. L. Schrag. « First impressions matter: A model of confirmatory bias ». *The Quarterly Journal of Economics* 114, n° 1 (1999): 37-82.

Rabin, M., et R. H. Thaler. « Anomalies: risk aversion ». *Journal of Economic Perspectives* (2001): 219-232.

Rabin, Matthew. « Incorporating fairness into game theory and economics ». *The American Economic Review* (1993): 1281-1302.

Ramsey, F. P. « Truth and probability (1926) ». *The foundations of mathematics and other logical essays* (1931): 156-198.

Rapoport, Amnon, et Darryl A. Seale. « Coordination Success in Non-Cooperative Large Group Market Entry Games ». *Handbook of Experimental Economics Results* 1 (2008): 273-295.

Rapoport, Anatol, et Albert M. Chammah. *Prisoner's dilemma*. Vol. 165. University of Michigan Press, 1965.

Richter, M. K. « Rational choice ». *Preferences, Utility, and Demand, Harcourt Brace Jovanovich, New York* (1971): 29-58.

Roth, Alvin E. « Is Experimental Economics Living Up to Its Promise? » *The Methods of Modern Experimental Economics. Oxford (forthcoming)* (2010).

— — —. « The early history of experimental economics ». *Journal of the History of Economic Thought* 15, n° 02 (1993): 184-209.

Roth, Alvin E., et Ido Erev. « Learning in extensive-form games: Experimental data and simple dynamic models in the intermediate term ». *Games and economic behavior* 8, n° 1 (1995): 164-212.

Savage, L. J. « The foundations of statistics. » (1954).

Schelling, Thomas C. *The strategy of conflict*. Harvard university press, (1960), 1980.

Schmeidler, D. « Itzhak Gilboa, Andrew Postlewaite & ». *Synthese* 187 (2012): 11-31.

— — —. « Subjective probability and expected utility without additivity ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1989): 571-587.

Segal, U. « Two-stage lotteries without the reduction axiom ». *Econometrica: Journal of the Econometric Society* (1990): 349-377.

Selten, Reinhard, et Werner Güth. « Equilibrium Point Selection in a Class of Market Entry Games ». In Diestler, M, Furst E. and Schwadiauer G.. (eds), *Games, economic dynamics and time series analysis*, Physica Verlag, 101-116.

Siniscalchi, M. « Vector expected utility and attitudes toward variation ». *Econometrica* 77, n° 3 (2009): 801-855.

Slovic, P., et A. Tversky. « Who accepts Savage's axiom? » *Behavioral science* 19, n° 6 (1974): 368-373.

Snowball, D., et C. Brown. « Decision making involving sequential events : Some effects of disaggregated data and dispositions towards risk ». *Decision Sciences* 10, n° 4 (1979): 527-546.

Starmer, C. « Developments in non-expected utility theory: The hunt for a descriptive theory of choice under risk ». *Journal of economic literature* (2000): 332-382.

Stott, H. P. « Cumulative prospect theory's functional menagerie ». *Journal of Risk and Uncertainty* 32, n° 2 (2006): 101-130.

Strzalecki, T. « Axiomatic foundations of multiplier preferences ». *Econometrica* 79, n° 1 (2011): 47-73.

Sugden, R. « Reference-dependent subjective expected utility ». *Journal of economic theory* 111, n° 2 (2003): 172-191.

Sutter, Matthias. « Individual behavior and group membership: Comment ». *The American Economic Review* 99, n° 5 (2009): 2247-2257.

Thorndike, Edward Lee, et Darryl Bruce. *Animal intelligence: Experimental studies*. Transaction Pub, 1911.

Tversky, A., et D. Kahneman. « Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty ». *Journal of Risk and uncertainty* 5, n° 4 (1992): 297-323.

— — —. « The framing of decisions and the psychology of choice ». *Science* 211, n° 4481 (1981): 453-458.

Uzawa, H. *Preference and rational choice in the theory of consumption*. Stanford University Press, 1960.

Van Huyck, J.B., Battalio, R.C. et R. O. Beil. « Tacit coordination games, strategic uncertainty and coordination failure ». *The American Economic Review* 80, n° 1 (1990) : 234-248.

Varian, H. R. « Revealed preference ». *Samuelsonian economics and the twenty-first century* (2006): 99-115.

Wagenaar, W. A., et S. D. Sagaria. « Misperception of exponential growth ». *Attention, Perception, & Psychophysics* 18, n° 6 (1975): 416-422.

Wagenaar, W. A., et H. Timmers. « The pond-and-duckweed problem; Three experiments on the misperception of exponential growth ». *Acta Psychologica* 43, n° 3 (1979): 239-251.

Wakker, P. « Separating marginal utility and probabilistic risk aversion ». *Theory and decision* 36, n° 1 (1994): 1-44.

— — —. « Under stochastic dominance Choquet-expected utility and anticipated utility are identical ». *Theory and Decision* 29, n° 2 (1990): 119-132.

Wakker, P. P. *Prospect theory: For risk and ambiguity*. Cambridge University Press, 2010.

Wakker, P. P., et H. Zank. « A simple preference foundation of cumulative prospect theory with power utility ». *European Economic Review* 46, n° 7 (2002): 1253-1271.

Wakker, P., et A. Tversky. « An axiomatization of cumulative prospect theory ». *Journal of risk and uncertainty* 7, n° 2 (1993): 147-175.

Wald, A. « Statistical decision functions. » (1950).

Wu, G., et R. Gonzalez. « Curvature of the probability weighting function ». *Management science* 42, n° 12 (1996): 1676-1690.

— — —. « Nonlinear decision weights in choice under uncertainty ». *Management Science* 45, n° 1 (1999): 74-85.

Zelmer, Jennifer. « Linear public goods experiments: A meta-analysis ». *Experimental Economics* 6, n° 3 (2003): 299-310.