La théorie des jeux et la « vie réelle » selon *Le Monde*

Depuis fin 2012, le journal *Le Monde* publie à intervalles réguliers – sous la direction du très médiatique Cédric Villani – une série de livres qui font partie d'une collection dont le titre est « Le monde est mathématique ». L'initiative est louable – comme toutes celles destinées à populariser les mathématiques et, si possible, à réveiller des vocations scientifiques dans les jeunes générations. Une présentation soignée et très agréable (photos en couleur, gravures, etc.) ainsi que des titres alléchants – *Les secrets du nombre pi*, *La quatrième dimension : notre monde est-il l'ombre d'un autre ? L'harmonie est numérique*, *Codage et cryptographie*, *Plan du métro et réseaux neuronaux*, *Une nouvelle manière de voir le monde : la géométrie fractale*, … – sont plutôt de bon augure quant au succès de cette collection.
Toutefois, emporté par son enthousiasme juvénile, Cédric Villani s'est probablement dit que, puisque les mathématiques sont « partout », elles doivent être aussi dans les sciences sociales. D'où le livre *Dilemmes de prisonniers et stratégies dominantes : la théorie des jeux*[1] dont la quatrième de couverture précise que

> « la théorie des jeux concerne une multitude de disciplines – mathématiques, économie, sociologie et même philosophie – et possède de vastes applications, allant du domaine militaire à la théorie de l'évolution ».

On retrouve le thème des « vastes applications » de la théorie des jeux dans la préface de Serge Cantat où il explique que « ce livre conduira le lecteur à comprendre des mathématiques importantes qui éclairent les sciences économiques et les dotent d'outils théoriques efficaces ». Précisons que Serge Cantat est directeur de recherche au CNRS, avec pour spécialité la … géométrie algébrique ![2]. Loin des sciences économiques. Mais il est vrai que, contrairement à ce qui se passe en mathématiques ou dans les sciences de la nature, n'importe qui, ou presque, peut donner son avis en économie.

---

[1] Le « dilemmes » au pluriel du titre a déjà de quoi surprendre. Il y a dans ce jeu un seul dilemme – et ça suffit largement ! Selon les auteurs, on parle du « dilemme du prisonnier » ou du « dilemme des prisonniers », mais jamais des dilemmes.

[2] L'auteur du livre, Jordi Deulofeu, est un illustre inconnu – pas un mot sur lui dans l'ouvrage et presque rien sur internet. On découvre, en cherchant bien dans la page « technique » en petits caractères de la fin, qu'on est présence d'une traduction de l'espagnol. Il est curieux qu'on n'ait trouvé personne d'un peu qualifié – les théoriciens des jeux ne manquent pas en France ! – pour s'atteler à la tâche. A moins qu'elle soit impossible si on veut être sérieux…

Le hasard faisant bien les choses, il se trouve que pratiquement au moment même où le livre paraissait, un autre mathématicien, spécialiste réputé de la théorie des jeux (et ayant de solides connaissances de la théorie économique qu'elle inspire), publiait dans le *Frankfurter Allgemeiner Zeitung* un article où il défend une position à l'opposé de celle de Cantat et Villani :

> « Pratiquement tous les livres sur la théorie des jeux commencent avec la phrase 'La théorie des jeux concerne …' avec, à la suite, une longue liste, où on trouve, entre autres et selon les cas, la stratégie nucléaire, les marchés financiers, le monde des papillons et des fleurs, les relations intimes entre les hommes et les femmes. Des articles qui font allusion à la théorie des jeux en tant que moyen pour résoudre les problèmes du monde sont fréquemment publiés dans la presse quotidienne. Pour ma part, après lui avoir consacré près de quarante ans de ma vie, je n'arrive toujours pas à trouver ne serait-ce qu'une seule application de la théorie des jeux qui puisse me servir dans ma vie de tous les jours »[3]. http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/game-theory-how-game-theory-will-solve-the-problems-of-the-euro-bloc-and-stop-iranian-nukes-12130407.html.

Il suffit de brièvement parcourir *Dilemmes de prisonniers* ..., pour constater qu'il rentre bien dans la catégorie des livres sur la théorie des jeux critiqués par Ariel Rubinstein. Cela apparaît très clairement dans le dernier chapitre consacré à ses soi-disant applications à la « vie réelle ». Avant d'en venir à ce chapitre, il n'est pas inutile de rappeler pourquoi il est dans la nature même de la théorie des jeux de ne pas être « applicable ».

Un point fondamental : dans un jeu, tout le monde ne peut être gagnant

Dans son introduction, Serge Cantat explique que la théorie des jeux s'intéresse à des situations où « plusieurs individus ou populations interagissent et cherchent à optimiser leurs stratégies individuelles pour majorer leurs gains, arriver en tête d'une élection, assurer leur subsistance … ». Il est clair que *tout le monde* ne peut « arriver en tête d'une élection » ou, en général, « majorer ses gains » – même si chacun cherche à le faire. Pourtant, dans la 4ème de couverture du livre il est dit que « la théorie des jeux … permet de déterminer des stratégies gagnantes pour aboutir à des situations optimales ». Or, une « stratégie gagnante » suppose qu'il y a un perdant. Et une « situation optimale » pour un joueur ne l'ait pas forcément pour

[3] On ne peut que vivement recommander la lecture de cet article – notamment sa dernière partie, où Rubinstein explique, en bon stratège, qu'il lui a donné délibérément un titre trompeur (sur les problèmes « résolus » par la théorie des jeux), seule façon d'attirer l'attention du lecteur …

les autres. Il est vrai que dans certains jeux très particuliers – à plusieurs coups et à information complète – tels les dames, les échecs et le Nim, il existe (théoriquement) une stratégie gagnante, pour celui que les règles du jeu désignent comme agissant au premier coup (les blancs, aux échecs). Hormis ce cas, et celui – aussi très particulier et en fait sans intérêt – où un jeu comporterait une issue où *tous* les joueurs font un gain maximum (par rapport aux autres issues possibles), les modèles de jeu posent le problème du choix par des personnes dont les intérêts sont opposés – l'issue qui donne le maximum de gain à un joueur n'est pas la même que celle qui le fait pour un autre. Le résultat de leur choix ne peut donc être « gagnant », ou « optimal », pour les deux. Le jeu qui est à l'origine du titre du livre, le « dilemme des prisonniers »[4], en donne d'ailleurs un exemple frappant, puisque son propos est de montrer que le choix par les joueurs de la stratégie apparemment gagnante (car « dominante ») conduit à une issue où ils sont tous deux perdants – dans le sens où il en existe une autre qui procure à chacun un gain plus élevé. D'où le dilemme. Celui-ci se pose, à des degrés divers, dans la plupart des jeux, ce qui rend hasardeuse toute prévision des choix des participants – chacun cherchant à anticiper ce que feront les autres, tout en sachant qu'ils en font autant. La même constatation peut être faite en ce qui concerne le « conseil » que peut le théoricien donner (à certain(s) joueur(s) ? à tous ?). Que peut être alors la « solution » d'un jeu ?

En gardant cette question en tête, voyons ce qu'il en est des « applications » de la théorie des jeux, telles qu'elles sont données dans le livre. L'essentiel de celui-ci (80%) concerne, en fait, des jeux de société – depuis Babylone jusqu'à nos jours – où prédominent les jeux à deux personnes et à somme nulle (ce que l'un gagne est perdu par l'autre). Beaucoup de place est donnée au raisonnement « à rebours » (on part de la fin pour décider de ce qu'on fera au début) qui permet théoriquement, dans les jeux à plusieurs coups, de déterminer une « stratégie gagnante ». Voilà qui peut intéresser et amuser celui qui est porté sur les jeux de société, mais le lecteur qui a été attiré par le titre de la collection (« le monde est mathématique ») et par ce qui est dit dans la 4ème de couverture, doit parvenir au dernier chapitre – « La vie est un jeu : applications de la théorie au monde réel » – pour que soit abordé ce qui l'intéresse vraiment. Quitte à être rapidement déçu. D'abord, parce que les exemples donnés – des petites histoires : « dilemme des prisonniers », « poule mouillée », « faucon-colombe », toujours les mêmes … – ont un rapport plus que lointain avec une quelconque réalité. Ensuite, parce que même si on ne s'en tient qu'à ces histoires, les « solutions » proposées par la théorie sont soit insatisfaisantes (sous-optimalité dans le cas du

[4] Et pas les « dilemmes de prisonniers » comme il est, hélas !, écrit en couverture.

« dilemme des prisonniers »), soit multiples (cas de la « poule mouillée » ou des « imputations » dans les jeux à *n* personnes). A cela s'ajoute le recours aux « stratégies mixtes », destiné à assurer au moins une « solution » à certains jeux. Il n'y a là qu'un artifice de mathématicien qui ne fait que renforcer le sentiment qu'on évolue dans un monde qui n'est pas le nôtre – à moins que le lecteur non initié ne se laisse intimider et pense que ses lacunes en mathématiques l'empêchent de comprendre.

En réalité, l'auteur de l'ouvrage admet, sans s'en rendre compte, l'impuissance de la théorie des jeux à « résoudre » les problèmes qui se posent dans la vie sociale. Ainsi, il écrit, en conclusion de la partie concernant les jeux non coopératifs (l'essentiel de la théorie des jeux) :

> « ce jeu ['poule mouillée'], comme le dilemme du prisonnier, montre la difficulté de trouver une solution à ce genre de situations dans lequel tant l'affrontement que la coopération sont possibles. Il est assez inquiétant (sic) de voir comment ces jeux démontrent l'antagonisme (resic) qui peut parfois (reresic) exister entre les intérêts individuels immédiats (rereresic) et ceux de la collectivité ».

Pratiquement toute la vie sociale se caractérise, en fait, par un « antagonisme entre les intérêts individuels et ceux de la collectivité ». Dans le cas de l'économie, l'antagonisme apparaît dès qu'il y a échange, chacun cherchant par le marchandage à s'approprier la plus grande part possible du gâteau (le gain procuré par l'échange). Le fait que l'affaire ne soit pas réglée par la force suppose déjà un minimum de coopération. En fait, l'existence de règles, de normes, de coutumes ou de traditions, permet aux sociétés de résoudre au jour le jour cet antagonisme – en leur évitant de vivre dans une sorte de chaos permanent (dont la Bourse donne, en partie, une idée). Le théoricien des jeux peut, dans cette perspective, contribuer à la réflexion sur les effets de certaines règles – en particulier, sur les moyens à mettre en œuvre pour éviter, si possible, qu'elles soient contournées. Il ne fait alors que reprendre le rôle, très ancien, de « conseiller du prince », en utilisant son bon sens, accompagné de l'observation des comportements effectifs des hommes. Loin des mathématiques autres qu'élémentaires.

Le livre tombe en fait dans le travers habituel des présentations destinées à populariser la théorie des jeux. Il utilise un vocabulaire apparemment savant mais qui induit en erreur le lecteur sur la signification de cette théorie et de ses éventuels « résultats » ou « solutions ». Le cas le plus frappant est celui du mot « stratégie », jamais vraiment défini et souvent affublé de divers adjectifs ou compléments qui, en fait, ne veulent rien dire : « stratégie rationnelle », « stratégie de coopération » (p 125), « bonne stratégie » (p 122) « stratégie gagnante ».

Or, la précision du langage est fondamentale en théorie des jeux.

Mathématiques et précision du langage

Le prestige de la théorie des jeux tient au fait qu'elle est présentée comme une « branche des mathématiques ». Ce qui est un gage de rigueur et de sérieux, de « scientificité », mais qui a une contrepartie très lourde : à chaque mot utilisé doit correspondre un concept mathématique précis, qui peut n'avoir qu'un rapport lointain avec sa signification dans le langage usuel. Ainsi, une stratégie est, en théorie des jeux, un objet faisant partie d'un ensemble défini à l'avance par les règles du jeu. Les stratégies peuvent être des paniers de biens, des vecteurs de prix, des objets (une pierre, un ciseau, un papier, par exemple), des comportements (avouer ou ne pas avouer, braquer le volant ou continuer tout droit, etc.). Si le jeu est à plusieurs coups elle prend la forme d'une liste d'instructions concernant toutes les éventualités envisageables au moment « initial » – celui où la décision (unique) doit être prise pour tous les coups à venir. A chaque combinaison (ou « profil ») de stratégies, une par joueur, sont associés des gains qui caractérisent une issue (ou un résultat possible) du jeu. Un jeu est donc un modèle d'une situation très simple, du moins sur le papier : chaque joueur dispose d'une « boîte » (l'ensemble de ses stratégies) dont il choisit un élément. Ce choix est fait *simultanément* par tous les joueurs, qui prennent connaissance de leur gain dès que le choix de chacun est annoncé (pour plus de détails voir http://www.autisme-economie.org/article16.html). Le jeu est alors *terminé* : son issue – et donc les gains de chacun – est connue. Pas question de « recommencer », de négocier, etc. A moins de changer de jeu – mais il faut alors redéfinir ses règles, ses stratégies, etc. La condition, propre à tous les jeux, du *choix simultané* des stratégies par les joueurs concerne aussi bien les jeux à plusieurs coups que ceux à un coup – d'où la nécessité de « listes d'instructions » lorsque les règles stipulent qu'il y a plusieurs coups. C'est ainsi que lorsqu'un jeu comme le dilemme des prisonniers est « répété » plusieurs fois, on est en présence d'*un nouveau jeu* (parfois qualifié de « superjeu »), dans lequel les joueurs tiennent « rationnellement » compte de cette répétition et choisissent leur stratégie (liste d'instructions) en conséquent. On est loin d'une vague succession de jeux à un coup dont les participants tireraient on ne sait trop quelle leçon qui les conduirait à « coopérer » « au bout d'un certain temps ». Bien entendu, rien n'interdit d'envisager ainsi les choses, et de procéder à des « expériences » avec des joueurs en chair et en os qui procèdent au coup par coup, mais pour cela il n'y a nul besoin de la théorie des jeux – et encore moins de son appareillage mathématique. Car c'est celui-ci qui *exige* le choix simultané, comme il exige de fait que l'information soit « complète » : chaque joueur connaît toutes les caractéristiques des autres (leurs goûts, leurs ensembles de stratégies) ainsi que les paramètres qui caractérisent le jeu (règles, issues, gains). Ils en connaissent en fait autant que le modélisateur – celui qui construit le jeu[5]. On est donc vraiment très, très, très loin de la « vie réelle ».

Restent les « jeux évolutionnistes », un autre dada des « expérimentateurs », que le rédacteur de *Dilemmes de prisonniers ...* présente comme un autre exemple d'application à la vie réelle de la théorie des jeux. Dans ces « jeux », les joueurs sont en fait des robots, chacun étant identifié à une stratégie (du genre « donnant-donnant » où « je riposte si on m'attaque plus de *n* fois de suite », *n* pouvant prendre diverses valeurs). Le « jeu » consiste alors à organiser des « tournois » entre stratégies, les gains étant évalués en nombre de descendants. L'avènement d'ordinateurs de plus en plus puissants a permis de multiplier à peu de frais de tels « tournois » sans qu'on ne sache trop quoi en penser, tellement chaque cas est particulier. Il est toutefois clair que ces confrontations entre « animaux » ou robots au comportement programmé à l'avance sont à l'opposé de l'idée de *choix* par des individus rationnels entre diverses alternatives (stratégies) possibles – idée fondatrice de la théorie des jeux, celle qui lui confère son pouvoir attractif, même si elle ne « résout » rien. C'est quand même un comble de regrouper sous le même chapeau une théorie qui se veut une réflexion sur les choix d'individus rationnels (ou qui essaient de l'être) et une théorie (si on peut la qualifier ainsi) qui exclut tout choix de la part des sujets concernés ! Il est vrai que c'est là un trait commun à toutes présentations destinées à un large public, mais on aurait pu penser que le duo Villani-Cantat ne cautionnerait pas cette grossière mystification. On peut se demander s'ils ont vraiment lu le livre …

Coopération et non coopération

L'utilisation, dans *Dilemmes de prisonniers ...*, du mot « coopération » et de son opposé, « non coopération » est une autre source de confusion. Il suggère que « coopération » est utilisé dans son sens courant – des personnes qui agissent en vue de leur bien commun, alors que ce n'est pas ainsi que l'entend la théorie des jeux. Celle-ci distingue en effet deux types d'approches : l'approche « coopérative » où sont envisagées les diverses coalitions (ou regroupements) que peuvent former les joueurs et l'approche « non coopérative », où ils sont considérés isolément. Dans l'un et l'autre cas, seul l'intérêt individuel les motive – chacun cherche son gain maximum. La différence entre les deux approches tient au fait que dans la

[5] Il existe aussi des jeux « à information incomplète » qui supposent des « types » d'agents ou de gains, connus de tous, ces « types » étant affublés de probabilités – ce qui conduit à raisonner en espérances de gain. Le modèle n'en devient évidemment pas plus « réaliste » – les calculs devenant, eux, beaucoup plus pénibles..

première, « coopérative » (qu'il faudrait appeler « coalitionnelle », si le mot existait), le théoricien suppose que les coalitions sont formées, sans chercher à expliquer comment elles ont pu le faire ni comment leurs membres se partagent le gain commun, alors que dans l'approche « non coopérative » la formation éventuelle de coalitions ne peut qu'être le résultat des choix des joueurs (elle fait partie de la « solution » du jeu). L'approche coopérative prend pour point de départ les *partitions* de l'ensemble des joueurs (les diverses façons de se regrouper) et cherche à déterminer celles qui sont d' « équilibre » ou « stables » – aucun joueur n'a intérêt à quitter la coalition à laquelle il appartient. Le problème avec cette approche est que même dans des cas élémentaires – avec très peu de joueurs, aux préférences très rudimentaires –, de telles partitions (ou « imputations ») peuvent ne pas exister. Ce qui est évidemment très gênant pour le théoricien, qui ne dispose alors même pas des repères que sont, pour lui, les équilibres. D'où l'idée d'imposer un certain nombre de conditions à la possibilité qu'ont les joueurs de quitter une coalition pour une autre, ces conditions servant à caractériser ce que les théoriciens des jeux appellent des types (ou « concepts ») de solution. C'est ce que font Von Neumann et Morgenstern dans leur livre *Theory of Games and Economic Behavior* dont on a dit qu'il est « le plus cité et le moins lu » : à la difficulté de la formulation « ensembliste » que suppose le raisonnement à partir des coalitions – un ensemble de n joueurs donne lieu à 2^n coalitions … – s'ajoute la diversité des concepts de solution, chacun ayant un côté *ad hoc* et désignant très rarement une partition unique de l'ensemble des joueurs qui pourrait être présentée comme « la » solution du problème. *Dilemme de prisonniers* ... ne consacre d'ailleurs dans son chapitre sur « les applications à la vie réelle » que trois pages (les dernières) à l'approche « coopérative ». Les « solutions » proposées pour les trois « exemples » élémentaires qu'on y trouve soulèvent d'ailleurs plus de problèmes qu'elles n'en résolvent, comme l'auteur du livre le reconnaît d'ailleurs.

Les théoriciens de jeux privilégient, en réalité, l'approche non coopérative qui est d'un traitement mathématique nettement plus simple – chaque joueur choisit un élément dans sa « boîte de stratégies » – et qui, de ce fait, dispose d'UN théorème qui assure de l'existence d'au moins une « solution » (appelée « équilibre ») dans un cadre relativement général – à condition d'accepter les stratégies mixtes parmi ces solutions. C'est le célèbre théorème de Nash, qui est présenté dans *Dilemmes de prisonniers* ... dans une section curieusement intitulée : « une idée rationnelle (sic) : l'équilibre de Nash » (p 122). Le théorème d'existence d'(au moins) un équilibre permet de présenter celui-ci comme « la solution » pour une large classe de jeux (ceux qui comportent un nombre fini de stratégies pures et de joueurs), solution à partir de laquelle le mathématicien peut exercer ses talents – par exemple en cherchant à trouver des cas où elle est unique, à déterminer sa sensibilité aux divers paramètres qui caractérisent les jeux, à élargir son domaine de validité au cas où le nombre de stratégies pures, ou de joueurs, tend vers l'infini, etc. Il y a là matière à de nombreuses publications dans les revues spécialisées.

Hormis les exercices auxquels peut se livrer le mathématicien, quel est l'intérêt de la « solution » donnée par l'équilibre de Nash en ce qui concerne la « vie réelle » ? Peut-on voir en elle une prédiction sur le choix des joueurs (rationnels) ? Pas vraiment, car pour qu'il y ait équilibre de Nash il faut que chaque joueur prévoie correctement le choix des autres – ce qui n'a pas de raison d'être, sauf dans le cas très particuliers où ces choix sont évidents pour tout le monde[6]. La solution de Nash peut-elle être considérée pour autant comme le « bon » choix, celui que le théoricien recommande aux joueurs – ou à l'un d'entre eux ? Rien de moins sûr, comme le rappelle, entre autres, le dilemme des prisonniers. Il est alors difficile de voir en elle une « idée rationnelle », quoiqu'on entende par là. Il n'y a donc aucune raison de se focaliser sur les équilibres de Nash – hormis le fait d'être la solution au sens mathématique d'une équation (ou d'un système d'équations) [7]. C'est d'ailleurs ce que laissent entendre des phrases comme : « parfois, la solution donnée par le point d'équilibre est surprenante et présente des propriétés étranges, même si elles paraissent assez rationnelles (sic) » (p 123).

Une collection de fables et de proverbes

L'auteur de *Dilemmes de prisonniers* ... doit bien sentir que, arrivé à la fin du dernier chapitre, le lecteur se demande où est exactement l'apport de la théorie des jeux en ce qui concerne la « vie réelle » – les exemples donnés ayant pratiquement rien à voir avec elle sans parler du fait que, malgré leur caractère rudimentaire, la théorie n'en propose pas la « solution ». D'où la constatation faite dans le dernier paragraphe du dernier chapitre :

> « Le lecteur se sera rendu compte, tout au long des deux derniers chapitres, que la complexité croît au fur et à mesure de l'analyse des situations, celles-ci se rapprochant de situations réelles, et que, dans le même temps, les méthodes mathématiques

[6] Le lecteur (très) averti comprend que cette condition se cache derrière la phrase : « des quatre résultats possibles, le seul dont aucun des joueurs ne se repentira est (5,2) : ce résultat est un *point d'équilibre de Nash* » (p 123). Il « ne se repentit pas » parce qu'il a correctement prévu le choix de l'autre. La suite rajoute toutefois une couche de plus à la confusion en qualifiant de « solution instable au sens de Nash » – encore une expression inventée par l'auteur – tout autre choix des joueurs.

[7] Les équilibres de Nash se présentent généralement comme les *points fixes* d'une fonction définie à partir des divers paramètres qui caractérisent les jeux – à commencer par les gains de chacun dans les diverses issues possibles.

> appliquées pour essayer de les résoudre sont de moins en moins convaincantes » (p140).

En fait, les situations étudiées demeurent extrêmement simples, y compris dans les deux derniers chapitres. Si la manière de les « résoudre » n'est pas « convaincante » cela ne tient pas aux « mathématiques appliquées » (réduites d'ailleurs à des calculs élémentaires dans le livre) mais à la nature même des problèmes traités – situations où des joueurs conscients ont des intérêts opposés (totalement ou en partie).[8] L'auteur du livre laisse néanmoins entendre qu'il ne reste plus qu'à trouver des méthodes mathématiques « plus convaincantes » pour résoudre les problèmes posés, alors qu'il n'en est rien, comme nous l'avons vu.
A quoi donc peut servir la théorie des jeux ? Question lancinante à laquelle Ariel Rubinstein fournit une réponse lucide et sans détours :

> « La théorie des jeux est une collection de fables et de proverbes… Une bonne fable nous permet d'envisager une situation de la vie courante sous un angle nouveau et peut ainsi éventuellement influencer la façon dont nous l'appréhendons ou nos actions en ce qui la concerne. Il serait cependant absurde de dire que 'Les habits neufs de l'empereur' prédit les actions de Berlusconi … ».

A chacun de décider à quoi (lui) servent les fables et les proverbes. Mais évoquer la théorie des jeux à propos de situations de la vie réelle en laissant entendre qu'elle peut en proposer la « solution » relève de l'ignorance ou, plus grave si cela vient de gens qui connaissent cette théorie, d'une inexcusable indolence[9].

---

[8] Une grande place est accordée dans le livre à la solution minimax (ou maximin) proposée par Von Neumann pour les jeux à deux personnes et à somme nulle. Présentée comme « optimale », il n'est jamais clairement dit que au critère de recherche par chacun de son gain maximum s'en rajoute un autre : celui de la sécurité, chacun cherchant à limiter ses pertes.

[9] Curieusement, l'auteur du livre n'évoque pas le cas du « mechanism design », terme qui désigne des procédures destinées à organiser « au mieux » certains types d'échanges – par exemple des enchères – et qui sont effectivement appliquées dans la « vie réelle ». L'approche est toutefois clairement normative et sans rapport avec les fables comme le dilemme des prisonniers. Pour plus de détails, voir http://bernardguerrien.com/Nobel2012.pdf