

La dictature des 3P : Prévention, Prudence, Précaution

Louis Eeckhoudt et Sandrine Spaeter

Volume 81, numéro 1-2, 2013

Numéro spécial sur l'histoire de l'assurance

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1091798ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1091798ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Faculté des sciences de l'administration, Université Laval

ISSN

1705-7299 (imprimé)

2371-4913 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Eeckhoudt, L. & Spaeter, S. (2013). La dictature des 3P : Prévention, Prudence, Précaution. *Assurances et gestion des risques / Insurance and Risk Management*, 81(1-2), 59-84. <https://doi.org/10.7202/1091798ar>

Résumé de l'article

Alors que dans le langage courant, les trois concepts Prévention, Prudence et Précaution sont considérés comme plutôt équivalents (voire parfois synonymes), la théorie économique attache à chacun d'eux une définition et un rôle spécifiques. L'objet de cet article est ainsi de préciser ces trois notions et de montrer l'importance des distinctions faites en économie du risque et de l'assurance. Nous discutons de leur apport à la gestion des risques majeurs, les termes prévention, prudence et précaution étant très souvent mobilisés dans les discours relatifs aux politiques publiques élaborées pour les réduire ou, plus généralement, pour mieux les maîtriser. Les comportements des agents prédits par la théorie peuvent différer et parfois surprendre selon que l'on parle précisément de prévention, de prudence et/ou de précaution.

**La dictature des 3P :
Prévention, Prudence, Précaution
par Louis Eeckhoudt et Sandrine Spaeter**

RÉSUMÉ

Alors que dans le langage courant, les trois concepts Prévention, Prudence et Précaution sont considérés comme plutôt équivalents (voire parfois synonymes), la théorie économique attache à chacun d'eux une définition et un rôle spécifiques. L'objet de cet article est ainsi de préciser ces trois notions et de montrer l'importance des distinctions faites en économie du risque et de l'assurance. Nous discutons de leur apport à la gestion des risques majeurs, les termes prévention, prudence et précaution étant très souvent mobilisés dans les discours relatifs aux politiques publiques élaborées pour les réduire ou, plus généralement, pour mieux les maîtriser. Les comportements des agents prédits par la théorie peuvent différer et parfois surprendre selon que l'on parle précisément de prévention, de prudence et/ou de précaution.

ABSTRACT

The economic theory provides different definitions and some specific attributes to the three concepts of Prevention, Prudence and Precaution, although they are often considered as equivalent by the layman. In this article we analyze these three concepts and we show why it is important to make these distinctions in risk and insurance economics. The terms prevention, prudence and precaution are often mobilized in the speeches on public policies built to mitigate large-scale risks.

Les auteurs :

Louis Eeckhoudt, IESEG et LEM, Université Catholique de Lille, France. Sandrine Spaeter, BETA, Université de Strasbourg, France. Les auteurs remercient Patrick Roger ainsi qu'un rapporteur anonyme pour leurs commentaires et suggestions utiles.

Cet article a fait l'objet d'une évaluation par des lecteurs indépendants et membres des comités de la Revue./This article was subject to an evaluation by independant reviewers and members of the Journal Committees.

Thus we discuss their contribution in this specific context. The agents' behaviors predicted by the economic theory may differ, and even may appear surprising, depending on the concept of prevention, prudence or precaution that is at stake.

I. INTRODUCTION

Ces quarante dernières années ont été marquées par une couverture médiatique croissante des risques industriels majeurs ainsi que par une prise de conscience collective progressive de leur impact sur la société. Chaque décennie a eu son lot d'accidents technologiques majeurs. Citons Seveso en 1976, Bhopal en 1984, Tchernobyl en 1986, l'usine d'aluminium d'Ajka en Hongrie en 2010, la fusion des réacteurs nucléaires de Fukushima suite au tsunami de 2011. Et la liste est loin d'être exhaustive. Une meilleure gestion de ces risques est l'une des principales demandes sociétales de nos jours et certaines grandes décisions politiques (comme, par exemple, l'inscription du principe de précaution dans la constitution française en 2004) ou l'apparition de nouvelles législations européennes dans des secteurs spécifiques (législation REACH dans le secteur de la chimie par exemple) font écho à cette demande.

Un risque majeur est, par définition, un risque présentant une faible probabilité de survenue d'un événement dommageable, mais engendrant de grandes conséquences financières et humaines en cas de réalisation. Le fait qu'un grand nombre d'agents soit concerné par un même événement confère au risque majeur son aspect catastrophique. Les risques environnementaux (de pollution maritime, terrestre, de destruction de la faune, de la flore,...), sanitaires (les pandémies), technologiques, de catastrophes naturelles, ainsi que certains risques macro-financiers (comme ceux liés aux crises financières mondiales) présentent les caractéristiques que nous venons d'énoncer. Toutefois, tous ne peuvent être appréhendés avec les mêmes outils de gestion des risques. Les catastrophes naturelles par exemple ne sont pas contrôlables par l'homme à court terme¹. En revanche, la sévérité des dégâts lorsqu'un tel événement survient peut l'être. Les autres risques cités, technologiques, sanitaires ou environnementaux sont largement influencés par le comportement des différents agents économiques, et ils nous intéressent particulièrement dans cet article. Ils peuvent eux-mêmes être classifiés en deux catégories distinctes : celle des risques majeurs (assez) bien connus statistiquement et celle des autres, dits nouveaux risques, et présentant encore des zones d'ombre quant à leurs véritables caractéristiques. Les nanotechnologies entrent dans cette catégorie. Si les scientifiques s'accordent sur le fait qu'elles permettent de donner

un nouvel élan à la recherche dans le domaine médical ou celui de l'agro-alimentaire, ils ne semblent pas en mesure, aujourd'hui, de lister l'ensemble des conséquences possibles de leur utilisation sur la santé de l'homme.

Dans le domaine de la gestion des risques, la prévention, qui consiste à agir *ex ante* sur la distribution du risque, est l'un des outils les plus développés, avec l'assurance. En connaissant parfaitement la distribution d'une variable aléatoire représentant un risque de perte, il est possible de déterminer l'investissement adéquat en Prévention qui permet de réduire ce risque. La place du premier P est alors définie dans la problématique de la gestion des risques.

Comme nous le discuterons dans cet article, le fait de ne pas aimer le risque au point de vouloir payer pour s'en débarrasser (en l'assurant, en le mutualisant) ne suffit pas à rendre l'investissement en prévention attrayant. La prévention correspond, en effet, à une dépense qui pèse sur la richesse de l'individu et qui peut être indésirable dans les états déjà appauvris par une perte. Cette observation conduit à penser que la prévention sera affectée non seulement par la riscophobie du décideur mais aussi par son degré de prudence au sens formellement défini par Kimball (1990) et que nous précisons dans cet article. Le second P, celui de la Prudence, fait alors son entrée. C'est lui qui peut nous éclairer sur le niveau des investissements optimaux en prévention décidés par les individus. Notons ici que l'idée d'un comportement prudent se trouve déjà dans les travaux de Leland (1968), Sandmo (1970) et Drèze et Modigliani (1972). Elle se rapporte à l'épargne dite de précaution. Toutefois, cette précaution ne doit pas être confondue avec celle préconisée par le principe de précaution dans des univers incertains.

Nous abordons là notre seconde catégorie de risques majeurs influençables par l'homme : celle des risques nouveaux, dont les réalisations sont si peu nombreuses qu'aucune statistique précise et fiable ne peut être construite à ce jour. L'individu évolue alors dans un monde incertain. De façon très schématique on considère qu'un décideur fait face à un risque lorsque, pour chacune des décisions auxquelles il fait face, il connaît (ou croit connaître) de façon claire les conséquences possibles et leurs probabilités de survenance. En revanche, il est assez systématique de faire référence aux travaux de Knight (1921) et de Keynes (1930) lorsqu'on cherche à décrire un univers incertain, dans lequel les probabilités et/ou les conséquences elles-mêmes sont mal connues² et font l'objet de débats au sein de la communauté scientifique. Les risques nanotechnologiques entrent dans cette catégorie aujourd'hui, ainsi que les risques liés à la domotique. L'épisode dramatique³ de contamination de dizaines de personnes en Europe par la bactérie

Escherichia coli en 2011 rentre également dans cette catégorie de situation incertaine. Cette incertitude ne doit pas empêcher la prise de décision afin de réduire les conséquences possibles de l'aléa encore imparfaitement connu. C'est ce qu'énonce le fameux principe de précaution : l'absence de certitudes ne peut pas justifier l'absence d'actions. La précaution est le troisième P.

Qu'il s'agisse d'une décision publique ou d'un comportement plus microéconomique, comme celui d'une entreprise agroalimentaire qui décide de retirer du marché un produit dont les analyses ont révélé la présence d'une bactérie dangereuse pour l'homme par exemple, le concept de précaution est un concept dynamique : les actions entreprises aujourd'hui pour réduire un risque potentiel doivent pouvoir évoluer dans le temps autant que cela est possible, en fonction de l'arrivée de nouvelles informations, scientifiques notamment. Ainsi, l'action d'être précautionneux peut s'apparenter à une séquence d'actions de prévention comme l'explique bien Treich (1997). Dans ce cas, est-ce suffisant de ne pas aimer l'incertitude pour qu'un investissement en prévention soit souhaité alors que des probabilités objectives ne sont pas disponibles ? La réponse est négative : comme dans le risque, où l'aversion au risque ne suffit pas à expliquer les décisions de prévention des agents économiques, l'aversion à l'incertitude n'explique pas, seule, les comportements optimaux en matière de prévention.

Ces dernières années, les 3P - prévention, prudence et précaution, ont pris une grande importance dans l'actualité politique, sociale et économique. Alors que dans le langage courant, les trois expressions sont considérées comme plutôt équivalentes (voire parfois synonymes), la théorie économique attache à chacune d'elles une définition et un rôle spécifiques. L'objet de cet article est ainsi de préciser ces trois notions et de montrer l'importance des distinctions faites par la théorie économique. Nous discutons de leur apport à la gestion des risques majeurs, les termes prévention, prudence et précaution étant très souvent mobilisés dans les discours relatifs aux politiques publiques élaborées pour les réduire ou, plus généralement, pour mieux les maîtriser. Nous verrons que les comportements des agents prédits par la théorie peuvent différer et parfois surprendre selon que l'on parle précisément de prévention, de prudence et/ou de précaution.

Dans la section 2 de cet article, nous traitons de la prévention et de la prudence dans des environnements risqués. Après avoir rappelé la définition de ces termes en sciences économiques, nous montrerons les liens - parfois surprenants - qui existent entre eux. La troisième section est consacrée à l'incertitude et à la précaution. Elle contient notamment une présentation rapide des deux principaux modèles mobilisés actuellement pour représenter les préférences des agents en

présence d'ambiguïté : le modèle de Gilboa et Schmeidler (1989) - ainsi que la version plus sophistiquée proposée par Ghirardato, Maccheroni et Marinacci (2004), et le modèle de Klibanoff, Marinacci et Mukerji (2005). La section 4 conclut l'article par une discussion de l'impact des résultats présentés sur certaines caractéristiques souhaitables des politiques publiques.

2. RISQUE, PRÉVENTION ET PRUDENCE

Dans le langage courant, faire de la prévention revient à être prudent. La théorie nous apprend toutefois qu'il n'y a pas forcément équivalence entre le fait d'être prudent et le fait d'investir en prévention.

2.1 L'investissement optimal en prévention

Le premier des trois termes défini de façon précise en théorie économique est celui de prévention dans l'article fondateur de Ehrlich et Becker (1972). Ces auteurs distinguent précisément deux types de prévention : 1) l'auto-protection qui est observée lorsqu'un agent consent des efforts pour réduire la probabilité de survenance d'un événement négatif, par exemple la destruction d'un immeuble suite à un incendie, 2) l'auto-assurance qui se manifeste lorsque l'objectif de l'effort est de maîtriser l'importance de la perte en cas de sinistre.⁴ Nous caractérisons précisément ces deux types de prévention dans le petit exercice de formalisation qui suit. Notons ainsi e le niveau d'effort consenti par l'agent, p la probabilité d'accident et L la valeur de la perte. Dans le cas de l'auto-protection, la probabilité d'accident est une fonction $p(e)$ du niveau d'effort, tandis que l'auto-assurance rend le niveau du dommage, $L(e)$, dépendant de l'effort. Un accroissement de l'effort fait baisser la probabilité d'accident dans le premier cas, le niveau du dommage dans le second. Nous avons donc $p'(e) < 0$ et $L'(e) < 0$ où $p'(\cdot)$ et $L'(\cdot)$ sont les dérivées des fonctions $p(\cdot)$ et $L(\cdot)$.

Si les préférences du décideur peuvent être caractérisées par une fonction d'utilité U de type von Neumann et Morgenstern, qui dépend exclusivement de sa richesse finale, le processus qui mène au choix d'auto-protection peut être représenté par le programme de maximisation de l'utilité attendue de ce choix (2.1). Le choix d'auto-assurance fait l'objet, quant à lui, du programme (2.2). W est la richesse initiale du décideur.

$$\max_e p(e)U(W - L - e) + (1 - p(e))U(W - e) \quad (2.1)$$

$$\max_e pU(W - L(e) - e) + (1 - p)U(W - e) \quad (2.2)$$

Ces deux programmes mettent en évidence le fait que l'effort a une nature monétaire puisqu'il est exprimé dans les mêmes unités que la richesse et la perte potentielle. La majorité des articles de la littérature sur le sujet adopte cette approche, mais il existe des exceptions intéressantes qui sont discutées dans l'appendice 1.

Dans le programme (2.2), la probabilité de sinistre p n'est pas affectée par l'effort. Notons que cette présentation particulièrement simple semble créer un cloisonnement entre auto-protection et auto-assurance. Dans la pratique cependant, un même effort peut générer simultanément des effets des deux types (voir à cet égard la contribution de Lee, 1998). En particulier, un même investissement dans l'effort peut à la fois réduire la probabilité de réalisation d'un accident majeur ainsi que sa gravité s'il ne pouvait être évité. Par exemple, une bonne formation des capitaines de pétroliers à la gestion de risques d'avarie en mer et aux procédures à suivre en cas d'accident permet, à la fois, de réduire la probabilité d'un naufrage en cas de tempête et de réduire la sévérité d'une marée noire en cas de naufrage. Au contraire, un individu qui investit dans la construction d'une maison conforme aux normes sismiques pratique de l'auto-assurance uniquement puisque cette action n'a aucune influence sur la probabilité d'occurrence d'un tremblement de terre. Les deux activités ne sont donc pas équivalentes et nous verrons plus loin que les politiques publiques de gestion des risques majeurs peuvent gagner à s'appuyer à bon escient sur ces différences.

Notons que Ehrlich et Becker (1972) considèrent un troisième instrument de gestion des risques : l'assurance de marché. S'il achète un contrat d'assurance, le décideur reçoit - moyennant paiement d'une prime P - une indemnité I en cas de sinistre. Le problème d'optimisation, où l'assurance est présentée comme une alternative à la prévention, s'écrit alors :

$$\max_I pU(W - L - P(I) + I) + (1 - p)U(W - P(I)). \quad (2.3)$$

La prime d'assurance $P(I)$ est une fonction croissante du niveau d'assurance I . Ehrlich et Becker (E-B dans la suite) se demandent alors quels liens existent entre ces trois instruments de gestion du risque. Sans entrer dans le détail de leur contribution, il apparaît que l'auto-assurance et l'assurance de marché sont des substituts. En effet, ces deux instruments possèdent des caractéristiques communes : ils n'affectent en rien la probabilité de réalisation du sinistre et ils améliorent la situation du décideur en cas de sinistre puisque le montant de la

perte diminue avec l'auto-assurance ($L(e) < L$), et avec l'assurance compensatrice ($L - < L$) quand un contrat est signé. Dans le premier cas, l'investissement correspond à un niveau d'effort monétaire, dans le second au paiement d'une prime d'assurance (ce qui correspond également à un effort financier).

Il existe toutefois une différence fondamentale entre ces deux instruments de gestion des risques. L'auto-assurance consiste en une décision prise par l'individu sans intervention externe. L'assurance, quant à elle, est une transaction passée entre deux agents et la prime d'assurance que paie celui qui cherche à s'assurer va dépendre non seulement des indemnités futures attendues, mais également des coûts de transaction que l'assureur décidera de reporter dans le prix du transfert du risque ainsi que de son taux de marge. Dans le domaine des risques non-vie, comme l'IARD par exemple, le marché de l'assurance étant fortement concurrentiel, les taux de marge sont réduits à leur niveau le plus bas et les coûts de transaction sont homogènes d'un assureur à l'autre.

Dans le domaine des risques majeurs, assurance et auto-assurance sont souvent substitués. Rappelons que l'assurance spécifique aux risques de pollution⁵ ne s'est réellement développée que dans les années quatre-vingt avec la naissance de AIG (*American International Group*) aux États-Unis. Si d'autres sociétés ont vu le jour depuis, le marché reste particulièrement concentré. Cette concentration explique les marges plus élevées. Les primes de risque demandées pèsent également lourd dans les primes d'assurance parce qu'il s'agit de risques bien moins facilement diversifiables que les risques non-vie classiques (à ce sujet, voir par exemple Gollier, 2005) ou parce que les distributions ne sont pas parfaitement connues (Kunreuther, Meszaros, Hogarth et Spranca, 1995). Certaines sociétés sont alors amenées à créer leur propre système d'assurance en créant des *captives*. Une captive d'assurance est une filiale d'une ou plusieurs sociétés qui prend en charge les risques de ces dernières sur la base d'un fonctionnement assurantiel classique, avec versement périodique de primes et indemnisation en cas de sinistre. Citons la *captive* Jupiter de la société BP qui couvre exclusivement les risques *off-shore* et *on-shore* de BP, la captive OIL des autres industries du pétrole, la captive EMANI⁶ des opérateurs nucléaires européens ou la captive NEIL⁷ des opérateurs américains. Ces trois dernières *captives* sont encore appelées *captive mutuelle* dans la mesure où elles mutualisent les risques de plusieurs sociétés (Schmitt et Spaeter, 2007). Toutes fonctionnent sur le même mode et collectent chaque année les primes d'assurance versées par leurs sociétés fondatrices.⁸ Contrairement à l'assurance de marché, une *captive* donnée n'est pas ouverte aux sociétés autres que celles dont elle est une filiale. Elle peut être domiciliée là où les sociétés qui l'ont

créée le décideur (et l'est, en général, dans un pays à fiscalité avantageuse). Les *captives* sont parfois vues, finalement, comme des concurrentes au secteur assurantiel et peuvent être considérées comme des freins au développement de l'assurance de marché.

Nous venons de discuter du premier type de prévention, l'auto-assurance. Intéressons-nous maintenant au second type, l'auto-protection, et plus particulièrement au lien entre l'auto-protection et chacun des deux autres instruments (auto-assurance et assurance de marché). E-B montrent qu'il est beaucoup plus ténu que celui de la substituabilité qui relie auto-assurance et assurance de marché. En réalité, l'auto-protection peut être, selon les cas, un substitut ou un complément aux deux autres instruments. Dionne et Eeckhoudt (1985) précisent ce point en analysant le rôle de l'aversion au risque dans le choix du niveau de prévention. Comme il est connu depuis longtemps que la demande d'assurance de marché augmente avec le degré d'aversion au risque de l'assuré (Mossin, 1968) et comme auto-assurance et assurance de marché sont substitués, on obtient aisément que le niveau de l'auto-assurance augmente lorsque l'aversion au risque du décideur s'accroît. En revanche, et contrairement à une croyance largement répandue, il n'est pas possible de prouver qu'un accroissement d'aversion au risque engendre toujours un plus grand effort en auto-protection. Autrement dit, un agent qui est prêt à payer davantage aujourd'hui pour une réduction de son risque *via* l'assurance, n'est pas toujours prêt à investir alternativement plus dans l'auto-protection. Ce résultat surprenant a été la source d'une abondante littérature⁹. Et la présentation de la notion de prudence par Kimball (1990) a permis à cette littérature de progresser en s'orientant vers une nouvelle question : au lieu d'être liée à l'aversion au risque, l'auto-protection n'est-elle pas plutôt une conséquence de la prudence ?

2.2 Le lien entre prudence et prévention

La notion de prudence apparaît dans la littérature économique *via* l'étude de l'épargne de précaution. Mais même si ce sujet a été abordé par différents auteurs dans les années soixante-dix (Drèze et Modigliani (1972), Leland (1968), Sandmo (1970)), le terme prudence est formellement défini pour la première fois par Miles Kimball en 1990. Kimball compare deux problèmes de choix intertemporel où le décideur a une utilité $U(c)$ de sa consommation c pendant chacune de deux périodes. Notons W ses ressources initiales exogènes et s son niveau d'épargne. En simplifiant à l'extrême, supposons que le taux de préférence pour le présent et le taux de rendement de l'épargne sont nuls. Le décideur fait alors face au problème d'optimisation suivant :

$$\max_s U(W - s) + U(s). \quad (2.4)$$

La richesse $W - s$ est la consommation courante et l'épargne de la première période finance la consommation de la seconde période. Il est bien connu qu'en situation de certitude, le décideur va chercher à lisser sa consommation sur les deux périodes. Il choisit ainsi un niveau d'épargne qui lui garantit un niveau de consommation identique pour chaque période. La solution au programme (2.4) est $s^* = \frac{x}{2}$.

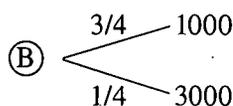
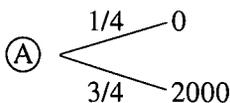
Supposons maintenant qu'à la seconde période l'individu fait face à un risque $\tilde{\epsilon}$ d'espérance nulle de sorte que son problème d'optimisation s'écrit maintenant :

$$\max_s U(W - s) + E[U(s + \tilde{\epsilon})]. \quad (2.6)$$

On peut alors établir les deux résultats suivants.

- (i) La nouvelle valeur optimale de s , dénotée s^{**} , est supérieure (inférieure) à s^* si la dérivée troisième U''' de l'utilité est positive (négative). Lorsque s^{**} excède s^* , le supplément d'épargne ainsi généré est l'*épargne de précaution* : il a pour but de protéger l'individu contre les fluctuations possibles de ses ressources futures. On est donc bien en présence d'une attitude de prudence, qui se traduit dans le modèle d'utilité espérée par le signe positif de la dérivée troisième de l'utilité (alors que le signe négatif de sa dérivée seconde correspond, rappelons-le, à l'aversion au risque).
- (ii) L'écart entre s^{**} et s^* est d'autant plus grand que l'individu est prudent. L'intensité de ce sentiment de prudence est alors mesurée¹⁰ par le ratio $-\frac{U'''}{U''}$, tandis que l'intensité de l'aversion (absolue) au risque est toujours mesurée par le ratio $-\frac{U''}{U'}$.

Alors que ces deux résultats ont fait l'objet de développements et d'applications multiples et intéressants, il est important de signaler que d'autres articles - moins connus - ont interprété le signe de U''' de toute autre manière. Ainsi, en 1980 déjà Menezes, Geiss et Tressler (M-G-T dans la suite) définissent la notion de *downside risk aversion* qui est liée à la dissymétrie (*skewness*) d'une loi de probabilité. Lorsqu'ils doivent choisir entre deux loteries A et B définies comme suit,



la plupart des décideurs favorisent B. Alors que B et A ont même espérance et même variance, B est dissymétrique à droite (*positive skewness*) tandis que A est dissymétrique à gauche (*negative skewness*). M-G-T démontrent que, dans le modèle d'utilité espérée, les individus dont les préférences sont caractérisées par $U''' > 0$ (< 0) préfèrent B à A (A à B). Les individus qui expriment une préférence pour B sont qualifiés de *downside risk averse*.

Pour la suite de la discussion et pour établir le lien entre prudence et prévention, on peut remarquer une différence importante entre les loteries A et B. Pour B, le plus mauvais résultat possible (1000) est moins mauvais que le plus mauvais résultat de A (0). Il est en revanche plus vraisemblable (probabilité de 3/4 contre une probabilité de 1/4). Les individus caractérisés par une utilité marginale convexe ($U''' > 0$), et qualifiés de prudents (Kimball) ou de *downside risk averse* (M-G-T) vont préférer B à A. A espérances et variance identiques, ils préfèrent ainsi un résultat pas trop mauvais qui a une probabilité d'occurrence relativement forte à un résultat plus médiocre quoique moins probable.

Dans le contexte des risques majeurs, un individu prudent préfère ainsi être confronté à un sinistre pas trop important mais avec une fréquence non négligeable plutôt que de faire face à un risque de catastrophe auquel est associée une probabilité très faible. Ce comportement semble raisonnable et ne surprend pas. Il peut encore s'interpréter comme une volonté de l'individu prudent d'épargner pour se prémunir contre une catastrophe : il arbitre ainsi entre dépenser un euro en prévention pour réduire la probabilité d'accident et épargner un euro qui servira à couvrir une partie des pertes en cas d'accident. Ainsi, l'individu n'est pas toujours prêt à engager des dépenses immédiates d'auto-protection, qui feraient diminuer la probabilité d'accident. Auto-protection et épargne de précaution sont deux actions bien distinctes.

Rappelons que l'auto-protection n'augmente pas nécessairement avec le degré d'aversion au risque et que l'on s'est demandé si son niveau ne serait pas davantage guidé par l'intensité de la prudence, ce qui relierait - au travers de la théorie - deux concepts qui sont proches dans le langage courant. Dans la littérature, il est ainsi apparu que la prudence et l'auto-protection étaient bien liés mais... dans le sens opposé à celui qui était attendu (Eeckhoudt et Gollier, 2005). Nous proposons ici deux interprétations intuitives de ce résultat.

- (i) La prudence est liée à l'épargne de précaution : elle conduit le décideur à constituer un fonds de réserve pour se protéger contre les fluctuations futures de ses ressources. En revanche, comme l'indique l'équation (2.1), l'effort d'auto-protection est une dépense

d'investissement consommatrice de ressources qui vient aggraver la perte en cas de sinistre tout en réduisant sa probabilité de survenue. Il y a donc bien une sorte d'opposition entre auto-protection et prudence puisque l'une correspond à une dépense d'investissement et l'autre à une épargne.

- (ii) Les loteries B et A décrites plus haut fournissent une clef intéressante pour comprendre le lien négatif entre prudence et prévention. Nous savons que les individus prudents ($U''' > 0$) préfèrent B à A. Or aller de B à A correspond à un effort de prévention au sens de l'auto-protection : en acceptant de perdre 1000 dans chaque état du monde ($e = 1000$), l'individu qui possède initialement B obtient A où la probabilité de sinistre (c'est-à-dire du plus mauvais résultat) est réduite de $3/4$ à $1/4$. On conclut ainsi que faire de l'auto-protection consiste à passer de la loterie B à la loterie A, ce qui n'est pas souhaité par les individus prudents.¹¹

Si les remarques formulées en (i) et en (ii) permettent de comprendre que la prudence s'oppose à la prévention quand celle-ci prend la forme d'auto-protection, il n'en reste pas moins que cette opposition ne cadre pas avec le sens commun. Dans le cas spécifique des risques majeurs notamment, des individus prudents, c'est-à-dire disposés à épargner pour se prémunir d'aléas futurs, choisiraient simultanément des niveaux d'auto-protection faibles selon les prédictions théoriques parce que ces dépenses grèvent leur budget disponible en cas de sinistre. Rappelons qu'ils préfèrent une plus grande probabilité de sinistre en échange d'un montant de sinistre plus faibles. Ils n'aiment pas le *downside risk* lorsqu'ils sont prudents.

Dans la perspective de réconcilier certains des résultats obtenus avec l'intuition, des auteurs ont considéré des situations dans lesquelles le coût de l'auto-protection s'exprime sous forme non monétaire. Nous pouvons considérer, à titre d'exemple, le cas de l'effort d'auto-protection que fait un individu lorsqu'il décide d'adopter une conduite lente (qui induit une perte de temps) en vue de réduire la probabilité d'accident, dont le coût s'exprime sous la forme de dommages monétaires. Cette approche alternative est discutée dans l'appendice 1.

Finalement, les résultats théoriques relatifs aux incitations qu'ont des individus riscophobes et prudents à mener, ou à ne pas mener, des actions d'auto-protection sont suffisamment divers pour qu'on ne soit pas capable de discuter d'une politique publique unique de gestion des risques majeurs, qui ferait la part belle aux activités d'auto-protection. Une solution pourrait consister à auditer les activités d'auto-protection des individus et à faire dépendre leur prime d'assurance, ou leur cotisation, de ces activités. Les États-Unis ont opté pour ce système (cf. Brown et Hoyt, 2000) : les assurés ont la possibilité de renégocier leur

prime d'assurance après avoir investi dans des mesures d'auto-protection. Parallèlement, certains États subventionnent également les primes d'assurance afin d'inciter des individus dont la contrainte financière est forte et le risque de catastrophe naturelle avéré à s'assurer. Néanmoins, la demande d'assurance catastrophe naturelle n'est pas pour autant élevée dans les États vulnérables. Ganderton et alii (2000) ont tenté d'expliquer ce point en montrant que les individus ne perçoivent pas systématiquement les bénéfices de la réduction d'une probabilité d'accident qu'ils jugent déjà très faible. Une solution alternative, ou complémentaire, peut consister dans ces cas à privilégier les actions d'auto-assurance. Elles sont substituables à l'assurance et influencent la gravité des dommages plutôt que la probabilité d'accident. Ce point est d'autant plus intéressant lorsqu'il n'y a pas de consensus établi sur les véritables probabilités d'accident. Nous devons alors travailler en univers d'incertitude.

3. INCERTITUDE SCIENTIFIQUE, PRÉCAUTION ET PRÉVENTION

Jusque là, nous avons principalement envisagé des situations risquées, dans lesquelles le décideur est capable de lister toutes les conséquences possibles de ses décisions ainsi que les probabilités de réalisation de chacune de ces conséquences. Cette parfaite connaissance des risques est possible, en particulier, lorsque l'on dispose de données concernant le risque sur longue période et en grande quantité. Dès lors que la fréquence d'un sinistre est faible, ou son existence récente, le consensus des individus autour d'une distribution de probabilité objective n'est plus assuré. Nous quittons alors le monde du risque pour un univers incertain, au sens défini par Knight (1921) et par Keynes (1930). Au moment de la prise de décision, le décideur ne dispose pas de toute l'information quant aux conséquences possibles de ses actes ou quant aux distributions sur leurs conséquences. Pour autant, doit-il reporter cette prise de décision ? Cette question a été largement débattue ces dernières décennies dans le cadre du fameux principe de précaution. Ce principe stipule que l'absence de certitude quant aux risques considérés (de santé, technologiques, environnementaux, etc.) ne doit pas empêcher l'adoption de mesures de précaution visant à réduire le risque potentiel. Il apparaît officiellement dans le rapport Brundtland de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies en 1987, dans la loi Barnier de 1995 en France, et est inscrit dans la constitution française depuis 2004.¹²

La précaution est devenue ainsi un mot-clé de la décision en univers incertain. Nous lui consacrons la sous-section 3.1 pour pouvoir,

ensuite, considérer la manière dont elle peut être mobilisée, en particulier dans le domaine des risques majeurs. Nous avons choisi, pour cela, d'exposer dans la sous-section 3.2 une forme particulière de l'incertitude, à savoir l'*ambiguïté*.

3.1 Incertitude et précaution

En présence d'incertitude scientifique et lorsque de nouvelles informations sont espérées dans le futur quant aux caractéristiques de l'aléa, on peut vouloir attendre l'arrivée de cette information avant d'envisager de mettre en place des mesures de prévention visant à réduire un risque qu'on connaît encore trop mal.¹³ Au contraire, un décideur peut estimer, sur la base de rapports scientifiques par exemple, que le comportement optimal consiste à accompagner immédiatement un projet potentiellement risqué de mesures préventives. Les questions que l'on se pose sont alors les suivantes : quelles mesures adopter ? Comment les mettre en place ? En quoi et comment pourront-elles être modifiées dans le futur à l'arrivée de nouvelles informations et combien cette flexibilité coûte-t-elle sachant que son bénéfice attendu est incertain ?

A l'aide d'un modèle intertemporel, Gollier, Jullien et Treich (2000) ont tenté de répondre à ces questions. Ils considèrent ainsi un individu qui doit décider de son niveau de consommation d'un bien aujourd'hui sachant que cette consommation peut s'avérer toxique à long terme et qu'il existe un effet d'accumulation. La sévérité de l'intoxication n'est pas connue avec certitude en première période et la recherche scientifique, exogène, doit permettre d'en savoir plus à la seconde période. Les agents seront alors en mesure de revoir les probabilités d'intoxication en seconde période une fois la nouvelle information connue. Réduire sa consommation actuelle permet de réduire la gravité de l'intoxication demain si elle devait se réaliser. Gollier, Jullien et Treich (G-J-T dans la suite) ont ainsi mis en avant les conditions sur les préférences de l'individu qui l'amènent à augmenter son niveau de prévention dès aujourd'hui lorsqu'il sait que les connaissances sur l'importance de la toxicité du produit sont incertaines aujourd'hui et ne sont amenées à se préciser que dans le futur. La riscophobie de l'individu ne suffit pas ici pour qu'il soit incité à augmenter sa prévention, qui s'apparente à de l'auto-assurance (en consommant moins aujourd'hui, il réduit la sévérité de l'intoxication potentielle de demain). Le seul fait d'être prudent au sens de Kimball non plus d'ailleurs. En fait, deux effets jouent en sens opposé lorsque G-J-T comparent la situation sans résolution de l'incertitude avec celle dans laquelle de nouvelles informations sont attendues. L'effet de précaution,

présent dans les deux situations, induit de la part d'un décideur prudent des investissements qui doivent servir à contrecarrer le mieux possible le fait que le risque futur évolue. Le second effet valorise plutôt l'attente dans la mesure où une arrivée nouvelle d'information rendra l'investissement en prévention plus efficace car effectué dans un contexte mieux maîtrisé, moins incertain. L'effet de précaution l'emporte toutefois sur ce second effet dès lors que le décideur exhibe un ratio de prudence au moins deux fois supérieur à son ratio d'aversion absolue au risque¹⁴ : autrement dit, le décideur doit être « suffisamment » prudent. Sa seule prudence n'est donc plus suffisante pour obtenir un accroissement de la prévention en présence d'incertitude avec arrivée future d'information.

Il est intéressant de noter que le terme « prévention » s'est glissé dans la discussion alors que nous sommes en univers incertain et que le concept de précaution lui est, en général, rattaché¹⁵. En fait, comme l'explique bien Nicolas Treich (1997), la prévention relève d'une décision statique, prise à une date donnée en fonction de l'information disponible à cette date. En situation de risque, cette information est complète et définitive et l'action de prévenir est alors également définitive et unique. Il n'y a, en effet, aucune raison de vouloir faire évoluer cette décision dans le futur sachant qu'aucune nouvelle information ne viendra modifier les caractéristiques du risque que l'on cherche à prévenir. Être précautionneux consiste, en revanche, à prendre des décisions qui permettent de gérer au mieux l'attente de nouvelles informations relatives aux caractéristiques précises de l'aléa considéré. Il s'agit donc d'un concept dynamique. Et l'on peut avoir un comportement précautionneux en investissant, à chaque date, dans des activités préventives en fonction de l'information disponible à chacune de ces dates. L'activité de prévention est alors répétée, évolutive et se doit d'être flexible dans le temps. Du point de vue de la formalisation, G-J-T prennent en compte cette dynamique en supposant que les individus révisent, à chaque période, leurs probabilités sur un mode bayésien. Il leur est ainsi possible de mobiliser le modèle d'utilité espérée de von Neumann et Morgenstern en considérant des probabilités subjectives, révisées à chaque période.

Une autre manière de formaliser l'incertitude, notamment dans un univers atemporel cette fois, est de considérer que le décideur tient compte, non pas d'une distribution subjective de l'aléa et amenée à évoluer, mais d'un ensemble de distributions possibles. Il ne maximise plus une utilité espérée subjective, mais une moyenne d'utilités espérées transformées par une fonction qui reflète l'attitude face à l'ambiguïté du décideur. Dans la sous-section 3.2 qui suit nous mobilisons ainsi le concept d'ambiguïté dans le cadre, successivement, de l'axiomatisation

proposée par Klibanoff, Marinacci et Mukerji (2005) et des modèles de Gilboa et Schmeidler (1989) et de Ghirardato, Maccheroni et Marinacci (2004). Ceci nous permet d'obtenir des résultats quant à, respectivement, l'activité d'auto-protection et celle d'auto-assurance d'un décideur en univers ambigu et de les comparer à ceux obtenus dans la section 2 en univers risqué.

3.2 Ambiguïté et prévention

Reprenons l'environnement décrit dans la sous-section 2.1, mais considérons maintenant que la véritable probabilité d'accident n'est pas connue avec certitude des individus.

Auto-protection et ambiguïté

Supposons qu'un individu donné pense que, pour un niveau d'effort e , la probabilité de perte peut prendre soit la valeur $p_1(e)$ avec une probabilité $3/4$ soit la valeur $p_2(e)$ avec une probabilité $1/4$.

Si nous retenons la représentation des préférences en présence d'ambiguïté proposée par Klibanoff, Marinacci et Mukerji (2005), le décideur évalue d'abord l'utilité espérée qu'il peut obtenir avec chaque distribution possible de risque. Puis il cherche à maximiser la moyenne, non pas de ces utilités espérées, mais d'une fonction croissante ϕ qui les transforme. La courbure de cette fonction indique alors l'attitude de l'agent face à l'ambiguïté. L'ancien programme (2.1) de notre décideur est ainsi remplacé par le suivant :

$$\max_e 3/4\phi(E_1U) + 1/4\phi(E_2U) \quad (3.1)$$

avec $E_iU = p_i(e)U(W - L - e) + (1 - p_i(e))U(W - e)$ l'utilité espérée de la richesse finale de l'agent calculée avec la probabilité d'accident $p_i, i = 1, 2$.

Ainsi, la valeur donnée à une même situation ambiguë diffère d'un individu à un autre en fonction de la courbure de la fonction ϕ de chacun et de leurs propres croyances sur les vraies probabilités¹⁶. Dans le même esprit que celui de la définition de l'attitude face au risque, un individu qui n'aime pas (qui aime) l'ambiguïté - c'est-à-dire qui est prêt à payer (qui exige) une somme positive pour s'en débarrasser - présente une fonction ϕ concave (convexe). Un individu neutre à l'ambiguïté présente une fonction ϕ linéaire : il considère simplement la moyenne arithmétique des utilités espérées possibles. L'intensité de son aversion à l'ambiguïté est mesurée par le ratio $-\frac{\phi''}{\phi'}$.

Notons e^a le niveau d'auto-protection qui est solution du programme (3.1) dans l'ambiguïté, e^r le niveau solution du programme (2.1) dans le risque et comparons les conditions de premier ordre des deux programmes. En dérivant (2.1) par rapport à e , nous obtenons que e^r vérifie

$$p'(e^r)[U(W - L - e^r) - U(W - e^r)] = EU' \quad (3.2)$$

où EU' désigne l'espérance de l'utilité marginale de l'agent mesurée en situation de risque avec la probabilité d'accident $p(e^r)$.

Dans cette expression, le terme de gauche représente le bénéfice marginal attendu d'une augmentation d'une unité de l'auto-protection et le terme de droite le coût marginal attendu de cette augmentation, exprimés en termes d'utilité.

Dans le cas de l'ambiguïté, le niveau e^a solution de (3.1) vérifie

$$\begin{aligned} & [U(W - L - e^a) - U(W - e^a)] \cdot [3/4\phi'(E_1U) \cdot p_1'(e^a) + 1/4\phi'(E_2U) \cdot p_2'(e^a)] \\ & = 3/4\phi'(E_1U) \cdot E_1U' + 1/4\phi'(E_2U) \cdot E_2U'. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Il est immédiat de constater que le bénéfice marginal attendu de l'auto-protection (terme de gauche) et le coût marginal attendu (terme de droite) sont tous deux affectés par l'existence d'ambiguïté lorsque l'individu n'y est pas indifférent (techniquement, lorsque la fonction ϕ n'est pas linéaire). Si l'on rentre dans le détail des calculs, on montre qu'il n'est pas possible de conclure quant à l'importance de la variation du bénéfice marginal par rapport au coût marginal. Autrement dit, il n'est pas possible de dire si un individu n'aimant pas l'ambiguïté va augmenter ou diminuer son taux d'auto-protection en présence d'ambiguïté. Ce résultat est obtenu en particulier par Treich (2011), qui montre que le coût marginal de l'auto-protection diminue toujours en présence d'ambiguïté, tandis que l'impact sur le bénéfice marginal attendu n'est pas clair. En effet, l'impact même de l'auto-protection sur la probabilité d'accident peut être ambigu puisqu'on ne sait pas quelle est la véritable fonction de probabilité à prendre en compte. Cet effet considéré comme négatif par un agent n'aimant pas l'ambiguïté peut plus que compenser le bénéfice de la réduction de la probabilité d'accident. Le bénéfice marginal de l'auto-protection devient lui-même ambigu. Dans le même esprit, Gollier (2011) montre qu'un agent qui a plus d'aversion à l'ambiguïté qu'un autre ne diminue pas forcément sa demande en actifs financiers risqués et ambigus. Autrement dit, il ne se rabat pas systématiquement sur le placement sûr. Pour cela, l'ensemble des distributions possibles des rendements aléatoires des actifs doit avoir certaines propriétés que nous ne détaillons pas ici. Ce résultat est alors proche de celui proposé par Rothschild et Stiglitz (1971) dans le risque : un

accroissement de risque ne génère pas forcément une diminution de la demande de l'actif risqué de la part d'individus riscophobes.

Si l'on considère maintenant le modèle de Gilboa et Schmeidler (1989), les résultats concernant le niveau optimal d'auto-protection ne sont pas plus précis. Gilboa et Schmeidler supposent, comme KMM, que l'individu a en tête plusieurs distributions possibles sur l'aléa. Mais il ne construit pas de distribution sur ces probabilités. Parmi ces distributions, il cherche celle qui génère l'utilité espérée la plus basse pour chaque choix possible. Finalement, il optera pour la décision (ou choix) qui maximise cette valeur minimale.

S'il considère ainsi un ensemble de probabilités de pertes $P = \{p_i, i = 1, 2, \dots, n; 0 \leq p_i \leq 1\}$, le décideur évalue, pour chaque niveau possible d'auto-protection e , l'utilité espérée la plus petite. Le décideur choisit ensuite le niveau d'auto-protection qui maximise l'utilité espérée minimale :

$$\max_e \min_p p(e)U(W - L - e) + (1 - p(e))U(W - e).$$

En nommant $p_{\min}(e)$ la probabilité de perte dans P qui génère l'utilité espérée minimale pour un niveau donné d'auto-protection e , ce programme peut encore s'écrire :

$$\max_e p_{\min}(e)U(W - L - e) + (1 - p_{\min}(e))U(W - e).$$

Une version sophistiquée de ce modèle a été proposée par Ghirardato, Maccheroni et Marinacci (2004). Elle consiste non plus à considérer l'utilité espérée (UE) minimale mais une somme pondérée de l'UE minimale et de l'UE maximale pour chacun des choix possibles. En notant α le coefficient de pondération, le programme devient :

$$\max_e \alpha \cdot EU_{\min}(e) + (1 - \alpha) \cdot EU_{\max}(e) \quad (3.4)$$

Avec $EU_{\min}(e) = p_{\min}(e)U(W - L - e) + (1 - p_{\min}(e))U(W - e)$

et $EU_{\max}(e) = p_{\max}(e)U(W - L - e) + (1 - p_{\max}(e))U(W - e)$.

Le coefficient α est alors considéré comme un coefficient d'aversion à l'ambiguïté (souvent appelé indicateur de pessimisme/optimisme). L'agent n'aime pas (respectivement aime, est neutre à) l'ambiguïté si $\alpha > 1/2$ (respectivement $\alpha < 1/2$, $\alpha = 1/2$).

Notons e^* le niveau optimal de prévention. Après arrangement, la condition de premier ordre du programme (3.4) s'écrit :

$$\begin{aligned} & (\alpha \cdot p'_{\min}(e^*) + (1 - \alpha) \cdot p'_{\max}(e^*)) \cdot [U(W - L - e^*) - U(W - e^*)] \\ & = \alpha \cdot EU'_{\min} + (1 - \alpha) \cdot EU'_{\max} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Comparons-la avec la condition de premier ordre obtenue dans le risque et qui vérifie la condition (3.2). Comme dans le modèle de KMM, on constate que le bénéfice marginal attendu de l'auto-protection et le coût marginal attendu sont tous deux affectés par l'existence d'ambiguïté dans le cas où α est différent de 1/2, c'est-à-dire lorsque le décideur n'est pas neutre à l'ambiguïté. On ne peut donc pas conclure quant au niveau optimal d'auto-protection sans hypothèses supplémentaires.

À ce stade, il nous reste encore à considérer le cas de l'auto-assurance.

Auto-assurance et ambiguïté

Dans le cas simple d'une situation risquée, le programme d'optimisation du décideur est donné par (2.2). La condition de premier ordre est alors :

$$-L'(e).p.U'(W - L(e) - e) = EU'.$$

Dans la situation ambiguë, et en considérant le modèle de KMM, le programme devient :

$$\max_e 3/4\phi(E_1U) + 1/4\phi(E_2U) \quad (3.6)$$

avec $E_iU = p_iU(W - L(e) - e) + (1 - p_i)U(W - e)$ l'utilité espérée de la richesse finale de l'agent calculée avec la probabilité d'accident $p_i, i = 1, 2$.

La condition de premier ordre s'écrit :

$$\begin{aligned} & -L'(e).U'(W - L(e) - e).(3/4.p_1.\phi'(E_1U) + 1/4.p_2.\phi'(E_2U)) \\ & = 3/4\phi'(E_1U).E_1U' + 1/4\phi'(E_2U).E_2U'. \end{aligned}$$

On constate que coût marginal espéré et bénéfice marginal espéré sont tous deux impactés par la présence d'ambiguïté lorsque l'agent n'y est pas neutre. En posant certaines hypothèses quant au type d'ambiguïté présent, Alary, Gollier et Treich (2012) montrent que l'effet sur le bénéfice marginal espéré l'emporte sur celui appliqué au coût marginal espéré.¹⁷ Et finalement, un agent qui n'aime pas l'ambiguïté augmente son niveau d'auto-assurance en présence d'ambiguïté. Ce résultat n'est, néanmoins, pas aussi immédiat à obtenir en dehors des hypothèses faites par Alary, Gollier et Treich. Si l'on retient plutôt le modèle de Ghirardato, Maccheroni et Marinacci (2004), on peut encore montrer que l'aversion à l'ambiguïté n'induit pas non plus de comportements comparables à ceux dus à l'aversion au risque (rappelons que dans le risque, l'auto-assurance augmente avec l'aversion au risque).

Finalement, les recherches récentes sur le comportement des individus en situation d'ambiguïté ou, plus généralement en situation d'incertitude, n'aboutissent pas à des prédictions théoriques immédiates ou uniques.¹⁸ Ceci renforce le besoin de flexibilité des politiques publiques de gestion des risques majeurs nouveaux (nanotechnologies, domotique,...) sachant que, d'abord l'information est amenée à évoluer et, ensuite, les comportements des agents ne sont pas (encore) bien anticipés. Du point de vue de la théorie, l'analyse économique du comportement en univers ambigu est loin d'être aussi avancée que l'analyse menée dans le risque. En particulier, les questions d'assurance ont fait l'objet jusque là d'un très petit nombre de travaux, sans doute en partie parce que l'ambiguïté peut être une source non négligeable de non-assurabilité. Si la perception d'un risque par un individu diffère de celle d'un assureur potentiel, l'offre d'assurance peut ne pas correspondre à la demande. Par exemple, un individu qui serait plus optimiste que l'assureur quant à l'impact de l'incertitude sur son environnement trouvera que la prime d'assurance proposée est trop chère et pourra décider de ne pas s'assurer.

Un lien étroit existe entre incertitude et perception subjective. Lorsqu'il n'y a pas consensus sur les distributions des risques, les individus doivent en effet former leurs propres croyances pour pouvoir décider. Leur perception des risques va alors influencer leur manière de réagir à une politique donnée. Des situations de blocage peuvent être observées si les individus ne font pas confiance à l'autorité qui met en place la politique ou s'ils estiment que d'autres acteurs, non impliqués dans l'effort, devraient être sollicités. Nous pensons ici particulièrement aux politiques locales, comme celles qui ont consisté à mettre en place en France des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN), d'Inondation (PPRI) ou technologiques (PPRT).

D'autres comportements ne sont pas anticipés par la théorie. Ganderton et alii (2000) ont ainsi montré, grâce à des études expérimentales, que les individus ne réagissaient que très faiblement à une variation de probabilité de sinistre lorsque celle-ci était très faible. Ils ont ainsi tendance à les sous-estimer et, finalement, à sous-estimer leur exposition à certains risques majeurs. Du point de vue pratique, cela peut expliquer, en partie, la faiblesse de la demande d'assurance pour certains risques. À titre d'illustration, nous avons mentionné plus haut le cas des Etats-Unis où l'assurance catastrophe naturelle est subventionnée par certains États (Californie, Floride,...) : le nombre de contrats d'assurance souscrits reste pourtant faible au regard des risques existants.

4. CONCLUSION

Dans cet article, nous avons exposé les caractéristiques de trois concepts centraux dans l'analyse économique du risque et discuté du rôle qu'ils jouent dans la gestion des risques majeurs. Prévention, Prudence et Précaution sont apparus comme trois concepts bien différents quant aux environnements respectifs dans lesquels ils font sens et à leur place respective dans les stratégies de choix des individus.

Un premier type de prévention, l'auto-protection, consiste à prendre des mesures qui permettent de réduire la probabilité d'accident. Ces mesures sont coûteuses et grèvent le budget de l'individu. Ces dépenses s'opposent alors, dans l'esprit, à l'épargne de précaution qu'un individu prudent (au sens défini par Kimball) se constitue. En effet, l'épargne de précaution correspond à un refus de dépense immédiate afin d'augmenter les dépenses possibles futures. Un individu riscophobe et prudent, qui aime donc l'épargne de précaution, ne va pas aimer les dépenses en auto-protection, qui grèvent son budget courant. Ceci est d'autant plus vrai que les dépenses en prévention sont irrécupérables une fois réalisées et se cumulent à la perte en cas d'accident. Finalement, la prudence, qui correspond à une aversion à la détérioration d'états déjà difficiles financièrement, ne fait pas bon ménage avec une augmentation de la prévention lorsque celle-ci est coûteuse et prend la forme de l'auto-protection. Dans le domaine des risques majeurs, on comprend alors qu'un individu riscophobe et prudent cherchera à limiter la détérioration de sa situation financière en particulier dans les états de sinistres importants en limitant les dépenses. Une campagne en faveur d'un accroissement de la prévention de certains risques majeurs peut finalement ne pas être efficace dans un univers où les individus sont pourtant riscophobes. Prévention et Prudence s'opposent ainsi dans la théorie économique alors qu'ils ont tendance à être considérés, à tort, comme équivalents dans l'esprit des individus et des régulateurs.

En considérant l'autre forme de prévention, à savoir celle qui affecte le niveau du dommage plutôt que sa probabilité de survenue et qui est connue sous le nom d'auto-assurance, nous savons que les résultats sont plus clairs : un accroissement de la riscophobie de l'agent conduit toujours à une augmentation du niveau d'auto-assurance, tandis qu'un accroissement de risque y conduit la plupart du temps. Il pourrait alors être judicieux pour un décideur public ou un régulateur de chercher à sensibiliser les individus à l'intérêt de l'auto-assurance dans des zones particulièrement vulnérables aux catastrophes. L'auto-assurance n'affectant pas les probabilités, ce constat semble être d'autant plus pertinent que, s'agissant de risques majeurs, les distributions sur lesquelles

s'appuyer pour faire une évaluation précise des risques encourus ne sont pas forcément parfaitement connues. La problématique de la prévention rejoint alors la question de Précaution, le 3ème P, là où le risque laisse la place à l'incertitude.

En incertitude, lorsque les probabilités ne sont pas parfaitement définies et doivent, le cas échéant, être construites de manière subjective, nous avons vu que la question du lien entre auto-protection et, cette fois, aversion à l'ambiguïté (l'une des formes que peut prendre l'incertitude) est également posée. Concernant l'auto-assurance et lorsque certaines hypothèses sont retenues, le lien peut être plus clair : plus d'aversion à l'ambiguïté mène à plus d'auto-assurance chez Alary, Gollier et Treich (2012). Auto-assurance et assurance de marché étant, en général, des substituts et la demande d'assurance des risques majeurs n'étant pas forcément développée¹⁹, l'intérêt de l'auto-assurance pourrait ici encore être mis en avant.

Nous devons toutefois nuancer nos propos et les adapter aux types de risques majeurs considérés. Dans le domaine des risques de catastrophes naturelles, il apparaît essentiel que des mesures d'auto-assurance soient prises sachant que les individus ne peuvent pas contrôler les probabilités de survenue d'une catastrophe. La gestion des risques technologiques demande, en revanche, plus de nuance dans le propos. Ils découlent des activités mêmes des individus et des firmes. S'ils sont dangereux au point de mettre en péril des vies humaines et/ou la qualité de l'environnement, on doit alors pouvoir minimiser la probabilité de réalisation d'un accident, et pas seulement la sévérité des dommages. L'encadrement d'activités risquées doit également continuer de faire l'objet de législations spécifiques comme cela devient la norme depuis plusieurs années. Pensons à CERCLA aux États-Unis (Anderson, 1998) dans le domaine des pollutions (chimiques notamment), au FIPOL pour les risques de marées noires (Schmitt et Spaeter, 2009) dans les eaux internationales hors États-Unis (et à l'*Oil Pollution Act* pour les États-Unis), à REACH pour l'encadrement de la production de produits chimiques en Europe, à la nouvelles législation sur les risques environnementaux adoptée par la Commission européenne en 2008.

Cette problématique de la place du droit dans l'analyse économique n'a pas été l'objet de cet article. Elle doit toutefois trouver sa place dans la gestion des risques majeurs : certains régimes et règles de responsabilité (règle de la négligence, responsabilité sans faute, etc.) ont un pouvoir certain sur les incitations des entreprises à entreprendre des changements technologiques plus sécuritaires comme le montrent, entre autres, Endres et Bertram (2006), ou Endres et Friehe (2011).

APPENDICE I.

Lorsque l'effort d'auto-protection prend une forme non monétaire, le programme d'optimisation s'écrit :

$$\max_e p(e)U(W - L) + (1 - p(e))U(W) - c(e) \quad (\text{A.1.1})$$

où $c(e)$ est une fonction croissante et convexe de e . Cette présentation simplifie l'analyse et elle n'implique plus une opposition entre la prudence et la prévention (voir par exemple Lee, 2012).

Signalons également que dans deux autres papiers récents (Menegatti (2009) et Courbage et Rey (2012)) une distinction est faite entre, d'une part, des efforts de prévention qui ont un effet « contemporain » (conduire lentement pour réduire la probabilité d'accident au moment où l'effort est effectué) et, d'autre part, des efforts ayant un effet dans le long terme (suivre un cours de conduite aujourd'hui pour réduire la probabilité d'accident sur une longue période). Implicitement, les modèles supportés par les programmes (2.1) et (A.1.1) supposent un effet contemporain. Lorsqu'on introduit un effet temporel, le problème d'optimisation devient par exemple (avec un taux d'actualisation égal à zéro) :

$$\max_e U(W_1 - e) + p(e)U(W_2 - L) + (1 - p(e))U(W_2) \quad (\text{A.1.2})$$

où W_1 et W_2 sont les niveaux de richesse des périodes 1 et 2, de sorte que l'effort supporté à la période 1 apporte un bénéfice à la période 2.

Remarquons qu'en (A.1.2) l'effort est exprimé en unités monétaires (il est soustrait de la richesse financière initiale W_1). Toutefois, grâce à la dissociation temporelle, l'analyse est simplifiée et elle se rapproche de la version donnée en (A.1.1).

Références

- Alary D., Gollier C. et N. Treich, 2012, "The Effect of Ambiguity Aversion on Insurance and Self-protection", *Economic Journal*, forthcoming.
- Anderson D.R., 1998, "Development of Environmental Liability Risk Management and Insurance in the United States : Lessons and Opportunities", *Risk Management and Insurance Review*, vol 2, 1-23.
- Briys E. et H. Schlesinger, 1990, "Risk Aversion and the Propensities for Self-Insurance and Self-Protection," *Southern Economic Journal* 57, 458-467.
- Browne M.J. et R.E. Hoyt, 2000, "The Demand for Flood Insurance : Empirical Evidence.," *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 20(3), 291-306.
- Camerer C. et M. Weber, 1992, "Recent Developments in Modeling Preferences : Uncertainty and Ambiguity. *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 5(4), 325-370.

- CE (Commission Européenne), 2000, « Communication de la commission sur le recours au principe de précaution », <http://europa.eu/rapid/>.
- Chiu W.H., 2005, « Degree of Downside Risk Aversion and Self-Protection. » *Insurance : Mathematics and Economics*, vol 36(1), 93-101.
- Chow C. C. et R.K. Sarin, 2001, "Comparative ignorance and the Ellsberg paradox," *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 22(2), 129-139.
- Chow C. et R.K. Sarin, 2002, "Known, unknown, and unknowable uncertainties," *Theory and Decision*, vol 52(2), 127-138.
- Courbage C. et B. Rey, 2012, "Optimal Prevention and other Risks in a Two-Period Model", *Mathematical Social Sciences*, vol 63, 213-217.
- Culp C.L., 2002, *The ART of Risk Management*, Wiley Finance.
- Dervaux B. et L. Eeckhoudt, 2004, "Prévention en économie et en médecine : à propos de quelques malentendus", *Revue Économique*, vol 55(5), 849-56.
- Dionne G. et L. Eeckhoudt, 1985, « Self-Insurance, Self-Protection and Increased Risk Aversion », *Economics Letters*, vol 17(1/2), 39-42.
- Dreze J.H. et F. Modigliani, 1972, " Consumption Decisions under Uncertainty", *Journal of Economic Theory*, vol 5(3), 308-335.
- Eeckhoudt L. et C. Gollier, 2005, "The Impact of Prudence on Optimal Prevention", *Economic Theory*, vol 26(4), 989-994.
- Ehrlich I. et G.S. Becker, 1972, "Market Insurance, Self-Insurance, and Self-Protection", *Journal of Political Economy*, vol 80(4), 623-648.
- Endres, A. et R. Bertram, 2006, "The Development of Care Technology under Liability Law", *International Review of Law and Economics*, vol 26, 503-518.
- Endres, A. et T. Friehe, 2011, "Incentives to Diffuse Advanced Abatement Technology under Environmental Liability Law", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 62, 30-40.
- Etner J., Jeleva M. et Tallon J.-M., 2012, "Decision Theory under Ambiguity", *Journal of Economic Surveys*, vol 26(2), 234-270.
- Ganderton P., Brookshire D., McKee M., Stewart S. et H. Thurston, 2000, "Buying Insurance for Disaster-Type Risks : Experimental Evidence," *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 20(3), 271-289.
- Gilboa I. et Schmeidler D., 1989, "Maximin Expected Utility with a Non Unique Prior", *Journal of Mathematical Economics*, vol 18, 745-780.
- Ghirardato P., Maccheroni F. et M. Marinacci (2004), "Differentiating Ambiguity and Ambiguity Attitude," *Journal of Economic Theory*, vol 118(2), 133-173.
- Godard O., 2001, *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*, Maison des Sciences de l'Homme (ed.).
- Gollier C., 2005, « Coûts de l'inassurabilité et coûts de l'assurance », *Revue d'Économie Financière*, vol 80, 39-52.
- Gollier C., 2011, « Does Ambiguity Aversion Reinforce Risk Aversion ? Applications to Portfolio Choices and Asset Pricing », *The Review of Economic Studies*, vol 78(4), 1329-1344.
- Gollier C. et N. Treich, 2003, "Decision-Making under Scientific Uncertainty : The Economics of the Precautionary Principle ", *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 27, 77-103.

- Gollier C., Jullien B. et N. Treich, 2000, "Scientific Progress and Irreversibility : an Economic Interpretation of the Precautionary Principle", *Journal of Public Economics*, vol 75, 229-253.
- Jullien B., Salanié B. et F. Salanié, 1999, "Should More Risk-Averse Agents Exert More Effort?", *Geneva Papers on Risk and Insurance Theory*, vol 24, 19-28.
- Keynes J.M., 1930, *A Treatise on Money*.
- Kimball M., 1990, "Precautionary Saving in the Small and in the Large," *Econometrica*, vol 58, 53-73.
- Klibanoff P., Marinacci M. et S. Mukerji, 2005, "A Smooth Model of Decision Making under Ambiguity", *Econometrica*, vol 73(6), 1849-1892.
- Knight F., 1921, *Risk, Uncertainty and Profit*, University of Chicago Press.
- Kunreuther H., Meszaros J., Hogarth R.M. et M. Spranca, 1995, "Ambiguity and Underwriter Decision Processes", *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol 26, 337-352.
- Lee K., 1998, "Risk Aversion and Self-Insurance-cum-Protection", *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 17(3), 139-151.
- Lee K., 2012, "Background Risk and Self-Protection", *Economics Letters*, vol 114, 262-264.
- Leland H., 1968, "Saving and Uncertainty : The Precautionary Demand for Saving", *The Quarterly Journal of Economics*, vol 82(3), 465-473.
- Menegatti, M., 2009, "Optimal Prevention and Prudence in a Two-Period Model," *Mathematical Social Sciences*, vol 58(3), 393-397.
- Menezes C., Geiss C. et J. Tressler, 1980, "Increasing Downside Risk", *American Economic Review*, vol 70(5), 921-932.
- Mossin J., 1968, "Aspects of Rational Insurance Purchasing", *Journal of Political Economy*, vol 76(4), 553-568.
- Pratt, John W., and Richard Zeckhauser. "Willingness to Pay and the Distribution of Risk and Wealth." *Journal of Political Economy*, vol 104, 747-763.
- Rothschild M. et J. Stiglitz, 1971, "Increasing Risk II. Its Economic Consequences", *Journal of Economic Theory*, vol 3, 66-84.
- Sandmo A., 1970, "The Effect of Uncertainty on Saving Decisions", *The Review of Economic Studies*, vol 37(3), 353-360.
- Schmitt A. et S. Spaeter, 2007, "Risque nucléaire civil et responsabilité optimale de l'opérateur", *Revue Économique*, vol 58(6), 1331-1351.
- Schmitt A. et S. Spaeter, 2009, « Hedging Strategies and the Financing of the International Oil Pollution Compensation Funds », *International Journal of Global Energy Issues*, vol 31(3/4), 310-330.
- Sweeney G.H. et T.R. Beard, 1992, "The Comparative Statics of Self-Protection", *The Journal of Risk and Insurance*, vol 59, 301-309.
- Treich N., 1997, "Vers une théorie économique de la précaution", *Risques*, vol 32, 117-130.
- Treich N., 2001, « What is the Economic Meaning of the Precautionary Principle? », *Geneva Papers on Risk and Insurance, Issues and Practice*, vol 26, 334-45.
- Treich N., 2010, "The Value of a Statistical Life under Ambiguity Aversion", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 59, 15-26.

Notes

1. À long terme, les choses sont un peu différentes. Si l'on considère que les activités humaines ont un effet sur le climat à long terme, alors elles influencent indirectement le nombre et la nature des événements climatiques catastrophiques (tempêtes, ouragans, cyclones, inondations majeures,...).

2. Plus proche de nous dans le temps, la revue de la littérature de Camerer et Weber (1992), ainsi que les travaux de Chow et Sarin (2001, 2002) s'attachent également à décrire et à formaliser les différentes formes que peut revêtir l'incertitude. Encore plus récemment, Etner, Jeleva et Tallon (2012) présentent de manière détaillée les modélisations de l'incertitude et de l'attitude des agents économiques face à l'incertitude.

3. 126 personnes sont mortes en Europe.

4. Pour être le plus complet possible, signalons que dans le domaine spécifique de la santé, on distingue également deux types de prévention; la prévention primaire et la prévention secondaire. Sur les liens (ou l'absence de lien) entre celles-ci et les concepts économiques proposés par Ehrlich et Becker, le lecteur intéressé peut se référer par exemple à Dervaux et Eeckhoudt (2004).

5. La pollution environnementale accidentelle est souvent une conséquence de la réalisation d'un risque industriel. Pensons à l'accident de Bophal en 1984, à celui de Tchernobyl en 1986, ou à celui de la Hongrie en 2010 pour ne citer que ceux-là.

6. *European Mutual Association for Nuclear Insurance.*

7. *Nuclear Electric Insurance Limited.*

8. Pour des détails sur le fonctionnement des *captives*, nous renvoyons le lecteur au chapitre 18 de l'ouvrage de Culp (2002).

9. Citons, par exemple, Briys et Schlesinger (1990), Sweeney et Beard (1992), Pratt et Zeckhauser (1996), Jullien, Salanié et Salanié (1999).

10. La mesure de l'intensité de la prudence est proposée par Kimball (1990) et est encore considérée par Chiu (2005) dans une contribution plus récente.

11. Ce fait avait déjà été reconnu dans l'excellent article de Briys et Schesinger (1990). Ils ont été les premiers à établir un lien entre l'auto-protection et l'article de M-G-T de 1980.

12. Dans la loi Barnier, il s'énonce précisément comme suit : «[...] l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable». Le lecteur qui souhaite entrer dans le détail des caractéristiques de ce principe et de son interprétation économique est invité à lire, entre autres, Treich (1997, 2001), Gollier et Treich (2003) et Godard (2001), ainsi que le texte de la Commission Européenne sur le sujet (CEC, 2000).

13. Cet argument a été notamment utilisé par l'administration américaine en 2002 pour justifier la non ratification du traité de Kyoto.

14. Cette condition est vérifiée notamment pour des fonctions d'utilité présentant des ratios d'aversion relative au risque inférieurs à 1 et n'est pas nouvelle en finance comme le note G-J-T.

15. À ne pas confondre avec l'épargne de précaution, discutée dans la section précédente et qui se rapporte à des univers risqués.

16. Chaque individu peut ainsi avoir une distribution qui lui est personnelle sur la probabilité de sinistre. Le caractère subjectif de la perception de l'ambiguïté peut ainsi être pris en compte malgré la structure en deux étages du modèle de KMM. Si, en revanche, le décideur est un décideur public, la distribution sur la probabilité de sinistre pourra être considérée comme une donnée scientifique objective. Elle sera alors unique pour tous les agents ayant transféré leur pouvoir de décision au décideur public (par le mécanisme du vote par exemple). L'ambiguïté sera néanmoins présente dans la mesure où personne ne connaît la véritable probabilité de perte avec certitude.

17. Les auteurs supposent notamment que seul l'état dans lequel la perte se réalise est affectée par l'ambiguïté dans un modèle à deux états de la nature.

18. Notons que Courbage et Rey (2012) montrent que, même dans un univers risqué, la prudence ne suffit plus toujours à expliquer le niveau optimal d'auto-protection d'un agent riscophobe dès lors qu'il supporte plusieurs risques.

19. Les individus ont tendance à sous-estimer son utilité dans le cadre de risques à probabilité très faible (ou à sous-estimer ces probabilités faibles) et les firmes la considèrent souvent trop coûteuse du fait de la concentration du marché de ce type d'assurance ou des primes de risques importantes demandées par les assureurs. Certaines grandes firmes préfèrent alors créer leur propre *captive* d'assurance comme dans le secteur des risques pétroliers par exemple.