

Risques

Les cahiers de l'assurance

Un monde en risque

Hubert Védrine

Peut-on gérer le risque nucléaire ?

- ◆ Patrick Lagadec
- ◆ Roland Masse
- ◆ Bertrand Mercier
- ◆ Patrick Raymond
- ◆ Alain Stanislas
- ◆ Benjamin Topper
- ◆ Guy Turquet de Beauregard
- ◆ Daniel Zajdenweber

Longévité et vieillissement, défis et opportunités

- ◆ Estelle Adam
- ◆ François-Xavier Albouy
- ◆ David Blake
- ◆ Didier Blanchet
- ◆ Tom Boardman
- ◆ Andrew Cairns
- ◆ Christine Chevallier
- ◆ Trung-Lap Nguen
- ◆ Jean-David Ponci
- ◆ Jacques Vallin

Études et livres

- ◆ Pierre Bollon
- ◆ Arthur Charpentier
- ◆ Elyès Jouini
- ◆ Jean-François Lequoy
- ◆ Pierre Martin
- ◆ Marc Nabeth
- ◆ Sébastien Nouet



Comit  ditorial

Jean-Hervé Lorenzi
Directeur de la rédaction

Francois-Xavier Albouy et Robert Leblanc
Société

Pierre Bollon
  tudes et livres

Gilles Bénéplanc et Daniel Zajdenweber
Risques et solutions

Arnaud Chneiweiss et Philippe Trainar
Analyses et débats

François Ewald

Jean-François Lequoy

Joëlle Rolland
Secrétaire de rédaction

Comit  scientifique

David Alary, Philippe Askenazy, Luc Arrondel, Jean Berthon,
Michel Bisch, Jean-François Boulter, Marc Bruschi, Philippe Casson,
Pierre-André Chiappori, Michèle Cohen, Georges Dionne,
Patrice Duran, Georges Durry, Louis Eeckhoudt, Didier Folus, Pierre-Yves Geoffard, Claude Gilbert,
Christian Gollier, Jean-Pierre Grimaud, Marc Guillaume, Bernard Guillochon, Pierre-Cyrille Hautcoeur,
Sylvie Hennion-Moreau, Dominique Henri  t, Christian Hess, Vincent Heuzé, Jean-Pierre Indjehagopian,
Pierre Jacquet, Gilles Johanet, Ely  s Jouini, Jérôme Kullmann, Dominique de La Garanderie,
Pierre-Marie Larnac, Daniel Laurent, Hervé Le Borgne, Claude Le Pen,
Laurent Leveneur, Olivier Mareuse, Pierre Martin, André Masson, Luc Mayaux, François Meunier,
Jean-Christophe Meyfredi, Erwann Michel-Kerjan, Alain Moeglin, Marie-Christine Monsallier-Saint-Mleux,
Stéphane Mottet, Michel Mougeot, Bertrand Munier, Yves Negro, Carlos Pardo, Jacques Pelletan,
Pierre Pestieau, Pierre Petauton, Pierre Picard, Manuel Plisson, Pierre-Charles Pradier, Jean-Claude Prager,
André Renaudin, Christophe Roux-Dufort, Christian Schmidt, Côme Segretain,
Olivier Sorba, Didier Sornette, Charles Tapiero, Patrick Thourot, Alain Trognon,
François de Varenne, Nicolas Véron, Jean-Luc Wybo

Sommaire - n° 86 -

1. *Société* Un monde en risque

Entretien avec

Hubert Védrine, <i>Ancien ministre des Affaires étrangères</i>	9
--	---

2. *Risques et solutions* Peut-on gérer le risque nucléaire ?

Gilles Bénéplanc, <i>Introduction</i>	21
Bertrand Mercier et Patrick Raymond, <i>Que s'est-il passé à Fukushima ?</i>	23
Roland Masse, <i>Fukushima : quels risques sanitaires ?</i>	32
Guy Turquet de Beaugard, <i>La gestion d'un risque extrême. La réponse par la sûreté nucléaire</i>	37
Alain Stanislas, <i>TMI... Fukushima Daiichi</i>	41
Daniel Zajdenweber, <i>Le risque nucléaire est-il évaluable ?</i>	48
Patrick Lagadec et Benjamin Topper, <i>Méga-risques : défis théoriques, réponses opérationnelles</i>	54

3. *Analyses et débats* Longévité et vieillissement, défis et opportunités

Christine Chevallier, <i>Introduction</i>	65
Jacques Vallin, <i>Quel avenir pour l'espérance de vie ?</i>	67
Jean-David Ponci, <i>La biologie du vieillissement : une fenêtre sur la science et sur la société</i>	73
Didier Blanchet, <i>Vieillesse, baby-boom et allongement de la durée de vie : des relations qui gagnent à être précisées</i>	77
Christine Chevallier-et François-Xavier Albouy, <i>L'augmentation de l'espérance de vie : nouvelles opportunités de croissance ?</i>	83
David Blake, Tom Boardman, et Andrew Cairns, <i>Des obligations indexées sur la longévité ?</i>	89
Estelle Adam et Trung-Lap Nguen, <i>Les Variables Annuities : des contrats controversés</i>	100

4. *Etudes et livres*

Arthur Charpentier, <i>La loi des grands nombres et le théorème central comme limite de l'assurabilité</i>	111
Pierre Martin, <i>Assurance et crises : Paléopathologies</i>	117
Marc Nabeth, <i>De la microassurance à l'assurance : les conditions du développement</i>	122

Actualité de la Fondation du risque

Elyès Jouini et Sébastien Nouet, <i>Les activités de la chaire : Les particuliers face au risque</i>	131
Hubert Rodarie, <i>Dettes et monnaie de singe, un système économique à renouveler</i> par Jean-François Lequoy	135
Jean-Baptiste Ferrari l'Harmattan, <i>Économie de la prévention et de l'assurance</i> par Jean-François Lequoy	137
Sophie Chauveau, <i>L'affaire du sang contaminé (1983-2003)</i> par Pierre Martin	138
Jean-Hervé Lorenzi, <i>Le fabuleux destin d'une puissance intermédiaire</i>	
Valérie Rabault et Karine Berger, <i>Les trente glorieuses sont devant nous</i> par Pierre Bollon	139

Éditorial

Rarement la revue *Risques* s'est confrontée avec autant de vigueur à l'ensemble des problèmes qui agitent le monde actuel. Mais nous ne nous sommes pas contentés de cela, nous nous sommes délibérément plongés dans les débats de politiques économiques et de géostratégie de cette année 2011. Tensions internationales, incertitudes sur le nucléaire, difficultés à mesurer l'impact de l'allongement de la durée de vie sur les finances publiques et privées, tel est le programme que nous nous sommes fixé. On aurait pu sans doute supposer que la tonalité générale des contributions conduirait à un regard désespéré sur le monde actuel. Jamais peut-être en effet, bien au-delà de la crise économique qui n'est toujours pas finie, nous avons eu à affronter autant de problèmes dans la gestion de notre planète. Il y a encore quelques mois, nous étions tous confiants dans l'aptitude du G 20, de création récente, à gouverner la sphère mondiale financière, ou tout au moins à éviter qu'elle ne connaisse de soubresauts trop perturbants. Mais le résultat ne fut pas, et n'est toujours pas, à la hauteur de nos espérances. Alors que dire des conflits potentiels ? Que penser des filières de production énergétique ? Comment résoudre le problème du vieillissement ? Les économistes ont souvent tendance à penser que le progrès technique, l'innovation permettront de redonner une dynamique à l'économie mondiale et l'aideront à surmonter les difficultés à cogérer les raretés mondiales. Sans aller jusqu'à cette vision si optimiste de l'évolution des choses, où l'innovation agirait telle une sorte de miracle salvateur, on trouvera en fait beaucoup d'optimisme raisonné dans ces pages. À savoir une sorte de regard confiant sur la rationalité intellectuelle, la capacité de résoudre les difficultés ou du moins d'en gérer les conséquences, pour peu que l'on analyse soigneusement les faits et que l'on se concentre sur ceux actuels et à venir. Une telle démarche est en fait une parfaite illustration du risque management. C'est toute l'ambition de ce numéro de *Risques* que de démontrer, dans ces trois domaines extrêmement complexes, son efficacité, tant sur le plan de la méthode que sur celui des résultats.

Jean-Hervé Lorenzi

1.

Un monde en risque



■ Hubert Védrine

Ancien ministre des Affaires étrangères

Hubert Védrine

Ancien ministre des Affaires étrangères

Entretien réalisé le 11 mai par François-Xavier Albouy, Jean-Hervé Lorenzi et Daniel Zajdenweber.

Risques : Quand on regarde la France aujourd'hui, avec ses avantages et ses atouts, mais aussi ses faiblesses, quels sont les risques à court et peut-être à moyen terme ?

Hubert Védrine : Rappelons, d'abord, que la France, comme tous les autres pays, se situe dans un monde marqué par la globalisation dérégulatrice des trente dernières années ; qu'elle est, d'autre part, un pays occidental, même si c'est un pays occidental européen, original et spécifique, et qu'à ce titre elle n'échappe pas à cet immense basculement de l'histoire du monde qui fait que les pays occidentaux sont en train de perdre le monopole qu'ils ont détenu pendant plusieurs siècles dans la conduite des affaires du monde. Or c'était un élément considérable de la puissance française, du rayonnement français et de l'idée que les Français se faisaient d'eux-mêmes. Il y a eu quatre siècles de domination européenne, un petit siècle américain. Aujourd'hui, les cartes sont redistribuées comme jamais dans l'histoire : si on remonte dans les siècles passés, la France, les autres pays européens n'étaient pas dans le même monde que les pays émergents actuels. Ils auraient été sur des planètes différentes, ça aurait été pareil. C'est la première fois que tous les peuples du monde sont vraiment globalisés, de gré ou de force, rapprochés pour des raisons de facilité de transports et de communications instantanées, interdépendants et inter-réactifs. La France n'y échappe pas. Cela nous oblige à nous demander si la France reste un pays original et, si ce n'est pas le cas, si elle est devenue un pays occidental parmi d'autres, il faut lui appliquer la grille d'analyse qui concerne tous les pays occidentaux : quelle force, quelle avance

garde-t-il ? Quel leadership peut-il conserver, même si c'est un leadership contesté et relatif ?

Si on pense que la France est surtout un pays européen, pas spécialement « occidental », il faut d'abord se demander ce que l'Europe peut devenir, et la France en son sein. Si c'est la France en tant que telle qui compte dans sa spécificité, alors là il faut appliquer une autre grille... Ce que j'avais essayé de faire, d'ailleurs, dans mon livre d'entretiens avec Dominique Moïsi en 2000, *Les Cartes de la France à l'heure de la mondialisation...* Et ce que j'ai fait dans mon rapport pour le président de la République, durant l'été 2007, sur « la France et la mondialisation ».

S'agissant de la France, on va relever parmi les « handicaps » français peut-être une superficie et une population insuffisantes, encore que... Les gens qui pensent qu'on est à l'époque des États-continentaux considèrent que c'est un handicap. Cela se discute : on peut hésiter dans quelle colonne on le met. Après, on aura une évaluation économique à faire : potentiel économique, compétitivité, etc. Mais comment la mesure-t-on ? N'est-elle que financière ? On doit regarder aussi la capacité de rebond, de recherche, de développement technologique, scientifique, la formation, etc. ; mesurer la capacité des grands groupes industriels français, en les comparant aux autres entreprises globales qui pendant longtemps n'étaient qu'occidentales mais aujourd'hui viennent aussi bien des pays émergents, le rôle de l'État étant resté important. Mais, après la crise de 2007, est-ce encore un handicap ? N'est-ce pas plutôt un atout ?

En ce qui concerne l'attraction française, ne négligeons pas les atouts géopolitiques hérités du passé : la présence de la France au Conseil de sécurité comme

membre permanent ; la France puissance dotée d'une dissuasion nucléaire et d'une capacité militaire respectées – il n'y a pas tellement de pays dans ce cas dans le monde et, en Europe, il n'y en a que deux : la Grande-Bretagne et la France. Hérité du passé, il y a aussi le rayonnement linguistique, qui est aujourd'hui négligé à tort par les élites françaises alors que cela demeure un atout de premier plan. Et puis, il y a l'image construite au fil du temps. Par exemple, aux yeux des Japonais ou des Coréens, la France reste assimilée à qualité de vie, art de vivre, luxe... La gastronomie, les vins sont des atouts qui croissent avec l'enrichissement du monde émergent. La vitalité culturelle, elle, dépend des domaines, surtout qu'elle est confrontée au rouleau compresseur du *mainstream* culturel américano-globalisé, industrialisé, qui submerge toutes les autres cultures. Mais la culture française conserve une force d'attraction. La France est aussi la première destination touristique mondiale, même s'il faut un peu décomposer ce chiffre. Je retiendrai aussi l'héritage d'une diplomatie qui a été longtemps, en tout cas de De Gaulle à Mitterrand et à Chirac, originale, inventive, créatrice, indépendante quand il le fallait... et à laquelle Sarkozy tente de revenir maintenant depuis quelques mois, après trois ou quatre ans de rupture et d'errances. Faut-il mettre dans les atouts la qualité de la vie ? Certainement. Je ne parle pas de l'idée que les Asiatiques se font du raffinement français, mais du fait que nous ayons bâti une société parmi les plus agréables ou les moins dures qui aient jamais existé, ou parmi les moins mauvaises rapportée à l'histoire ou au reste du monde. Oui, parce que c'est attractif. Cependant nous partageons ce privilège avec d'autres pays d'Europe et avec le Canada. On voit, dans les décisions d'investisseurs étrangers, que la qualité de vie, les équipements publics, les écoles, les transports jouent un rôle. Ou bien, est-ce un handicap parce que cela contribue au poids excessif sur l'économie et des prélèvements obligatoires ? Vous voyez : beaucoup de critères sont polyvalents. En tout cas, si on arrive à oublier ce que les Français ont en tête sur leur propre pays, qui est compliqué, assez schizophrénique sur leur propre histoire, si on pouvait regarder le monde depuis la planète Mars, je pense que sur les 193 pays

membres des Nations unies il y en a bien 180 qui seraient très contents d'être à la place de la France et de disposer de ses atouts, malgré ses handicaps, toutes choses égales par ailleurs, mais ce n'est pas ce que les Français pensent.

L'opinion française est très éclatée. Le monde économique a une vision précise de nos atouts (elle est d'abord réaliste car, dans la compétition économique, les gens qui ne sont pas réalistes sont balayés). Les commentateurs peuvent commenter perpétuellement sans risque, mais les acteurs de l'économie, eux, s'ils ne sont pas réalistes, au bout d'un certain temps on ne les retrouve plus. En revanche, dans le monde politique, le monde intellectuel, le monde médiatique – encore plus –, à condition de respecter un « politiquement correct » de plus en plus étouffant, on peut tenir durablement les propos les plus irréalistes sans conséquences particulières. Il n'y a pas, dans notre pays, de consensus sur l'idée que nous nous faisons de ce que nous sommes aujourd'hui dans le monde et de notre potentiel demain. Nous n'arrivons pas à trouver le bon point d'équilibre. Je mets dans les points faibles cette absence de consensus, cette allergie masochiste au fait de reconnaître que nous avons des atouts et de ne se concentrer que sur la colonne « handicaps ». Qu'une grande partie des élites françaises, et notamment le monde médiatique, n'arrive pas à dépasser l'autodénigrement, une vision culpabilisée et expiatoire de l'histoire de France, constitue un vrai handicap... dans l'adaptation que nous devons mener, laquelle suppose souplesse et confiance en soi.

Risques : C'est passionnant car, sur les atouts, on en arrive très vite à l'art de vivre, que l'on traduit en termes économiques en « protection sociale ». Et, en fait, on a quand même du mal à exporter cette notion, qui est un véritable atout. On serait beaucoup plus heureux si on arrivait à exporter notre modèle de protection sociale. On a, si on caricature, un patronat qui s'exporte, lui, pour échapper aux contraintes de la protection sociale, et des forces syndicales qui, elles, sont restées sur l'idée que tout ce qu'on peut faire risque d'amener plus de

délocalisations, donc que c'est mauvais. Il manque un consensus sur l'idée d'exporter...

Hubert Védrine : ...On ne peut plus *exporter* notre système. On n'en a plus la capacité. On l'a fait pendant des siècles : depuis l'évangélisation par des missionnaires jusqu'à l'ingérence et au droits-de-l'homme, en passant par le Code civil... Les Français ont adoré l'idée qu'ils allaient projeter sur le monde leur religion, leur culture, leur démocratie. Ils appelaient cela « l'universalisme ». Mais maintenant, c'est le monde qui se projette sur eux ! Au nom de quoi et avec quelle efficacité dirions-nous aux Chinois, par exemple, à quel moment il faut vraiment hausser le niveau de la protection sociale pour que la société chinoise évolue harmonieusement et n'éclate pas ? On peut dire « Regardez notre système à nous, si cela vous intéresse, vous pourriez vous inspirer de... ». Mais on ne peut pas exporter.

Risques : Il faut pourtant voir le nombre de missions asiatiques, chinoises particulièrement, mais aussi africaines, qui toutes les semaines sont à Paris pour étudier nos différents systèmes de protection sociale et de gestion des risques collectifs... Ne peut-on pas en faire un atout ?

Hubert Védrine : Si, le fait qu'ils s'intéressent à nous est un atout *si cela vient d'eux*. Mais pour un pays, il faut avoir atteint un degré de développement économique suffisant pour prélever sur cette richesse de quoi assurer une certaine protection sociale, et, même après, on n'échappe jamais aux problèmes de financement public. Il faut aussi un certain degré de citoyenneté pour que les choses fonctionnent, que les comportements purement prédateurs ou « kleptocratiques » par rapport à l'État ne soient plus acceptés. Mais exporter une justice qui fonctionne, un sentiment de citoyenneté, faire en sorte que les services publics soient financés et fiables, y compris des écoles, des crèches, dans des pays où les fonctionnaires ne sont pas payés depuis cinq ou six mois, comment on fait ? C'est difficile de transposer ce qui a été notre histoire à nous, avec sa dynamique sociale, politique, etc. Si nous sommes admirés par d'autres peuples du

monde pour ce que nous avons réalisé, tant mieux, mais cela ne nous donne pas le savoir-faire ni la légitimité pour le transposer. C'est vraiment compliqué. Ou alors, ce sont des domaines très précis, très concrets...

Risques : Oui, ou très techniques... On fait beaucoup de choses avec le Vietnam, par exemple, pour les aider à monter un système de retraite par répartition. Dans tous les pays où on intervient, les gens sont très sensibles à la manière dont ça s'est monté, ce qui s'est passé, pourquoi il y a eu des accords de branches, etc. C'est quelque chose qui passionne beaucoup les administrations des gouvernements avec lesquels on peut travailler. Ce n'est pas une posture, c'est assez profond comme raisonnement. Et nous, on a du mal à en parler, d'abord parce qu'on ne veut surtout pas être impérialistes, et puis, ensuite, parce qu'on vit mal notre protection sociale : en fait, on n'en voit que les aspects en termes de charges. Et les chefs d'entreprise, qui sont effectivement les seuls à pouvoir tenir un discours réaliste, le voient aussi en termes de charges...

Hubert Védrine : Oui, s'il y a une demande, c'est parfait. À des pays demandeurs, on peut dire « Voilà comment on a fait, nous, dans un contexte différent, mais vous les adapterez à votre contexte ; on vous explique ; vous ferez ce que voudrez après ». On peut même faire de « l'ingénierie démocratique », cela peut être aussi de l'ingénierie sociale, de l'ingénierie antirisque. Donc expliquer, bien faire comprendre. À condition qu'on sache. En matière politique, on a beaucoup de gens, en France, capables de faire l'éloge de « la démocratie », quasiment comme si c'était une religion, c'est-à-dire comme un tout indiscutable, mais il n'y a pas beaucoup de gens capables de parler utilement de la *démocratisation*, qui est un processus : comment on fait ? Par quelles étapes faut-il passer si on veut aller vers ça, étant donné que nous ne l'avons pas fait du jour au lendemain ?

Je pense qu'en matière de protection sociale, entre les risques et les aléas c'est la même chose. Ça ne peut pas se faire instantanément, c'est une construction. Est-ce qu'il y a beaucoup de pays demandeurs de conseils à ce sujet ?

Risques : Oui, c'est très demandé, et ça vient terminer une période où l'alpha et l'oméga dans ces matières-là étaient donnés par la Banque mondiale, et où on avait une sorte de consensus sur « il faut des fonds de pension un peu partout »...

Hubert Védrine : C'est le Consensus de Washington, et tout ce qui allait avec...

Risques : Oui ! Et, finalement, il y a une aporie, parce que la crise financière... Et aujourd'hui, il existe beaucoup de demandes de pays très différents pour arriver à comprendre l'essence du système français.

Hubert Védrine : C'est à ajouter à la liste de nos atouts.

Risques : Oui, un atout paradoxal.

Hubert Védrine : Après trente années de dérégulation systématique, qui a conduit à l'« économie casino », la crise survient, et on se dit « il faut re-réguler ». C'est un moment opportun pour dire « Voilà comment nous allons réformer le système pour le sauver ». Pour la protection sociale, il faut dire « C'est trop coûteux, il y a des gaspillages, etc., mais il s'agit bien de sauver le système, pas de le bazarder ». Cela peut créer une conjonction intéressante entre des pays européens qui arrivent à préserver l'essentiel et des pays émergents qui veulent se doter d'une certaine protection parce que leurs nouvelles classes moyennes ne supportent plus les aléas et les risques de la vie auxquels elles sont exposées.

Risques : C'est ce que demandent les Tunisiens aujourd'hui : comment construire ces systèmes-là de protection des familles, à la fois sur la santé, l'économie formelle, les retraites, etc. C'est une économie riche, l'économie tunisienne.

Hubert Védrine : Ils peuvent le faire, mais il faut que leur économie ne s'effondre pas. Après, à eux de choisir la façon la plus adaptée.

Risques : Oui, il faut qu'ils soient en croissance.

Hubert Védrine : Donc cette demande est un atout pour nous, si on ne l'utilise pas de façon balourde.

Risques : Peut-on parler des menaces, des risques – en séparant bien le risque et la menace ?

Hubert Védrine : « Risque », c'est éventuel ; « menace » est plus précis et plus imminent. Sur ce terrain-là, le risque économique actuel en Europe est qu'on soit pris dans une spirale de lutte sans fin contre les déficits, qu'on se soumette à cette nécessité avec un calendrier trop précipité, et que, du coup, on n'arrive pas à préserver l'essentiel du système de protection sociale et qu'on casse ce qui reste de croissance, ce qui creuserait encore les déficits... Là, il y a un vrai risque. D'où l'importance de la bataille, qui a lieu en ce moment même au sein de la zone euro, sur *qui* décide dans la zone euro ; et sur *qu'est-ce* qu'on décide ? Ça ne peut pas être *que* l'Allemagne. Ça ne peut pas être la Commission seule, qui en profiterait pour faire un petit « putsch » au passage. Ça ne peut pas être *que* la Banque centrale. Il faut que ce soient les gouvernements de la zone euro qui s'engagent et assument collectivement. Même s'ils exercent leur souveraineté en commun, il faut bien qu'il y ait des gens politiquement responsables devant leurs parlements pour des décisions aussi importantes, et ce sont les gouvernements. La question actuelle est de savoir s'il est rationnel de généraliser à toute la zone euro la rigueur (les critères) que l'Allemagne a exigée comme prix de son renoncement au mark. Du coup, nous voilà tous requis pour lutter contre l'inflation de Weimar, pourrait-on dire, dans la zone euro ! Ce n'est pas acceptable tel quel, c'est illogique, même économiquement puisque l'Allemagne fait son excédent sur cette même zone euro. Même en Allemagne, ce débat est un peu ouvert. Aux États-Unis, beaucoup de voix critiquent cette vision allemande, jugée à courte vue. C'est un vrai sujet, car, si au bout de quelques années, à force de lutter uniquement contre les déficits, on avait finalement cassé ce qui restait de croissance en Europe, et que la situation grecque s'était généralisée, nous ne serions plus un modèle pour personne. Ce qui a été valable pour l'Allemagne est-il la solution pour les 27 ? Il y a là un risque, pour le modèle social,

politique et humain, européen. Il faut trouver un point d'équilibre, et un *policy mix*.

Mais, pour les Européens, ce n'est pas le seul risque. Il y a un risque général de déclassement, y compris pour la France. Risque dans la réalité, risque dans la perception. Pour l'ensemble des Européens d'aujourd'hui, même s'il y a dans presque tous les pays européens des gens comme Jean-Hervé Lorenzi qui luttent contre le pessimisme, l'inquiétude domine.

L'idée s'est imposée dans les classes moyennes européennes que, pour leurs enfants, l'avenir ne peut être que moins bien. Dans le meilleur des cas, pareil. Mais probablement plus dur. Pour le monde asiatique, et l'ensemble des émergents, au contraire, ça ne peut être que mieux. Pour un Chinois aujourd'hui, l'avenir sera forcément meilleur que ce que son pays a connu depuis cent cinquante ans ! Tous les émergents ont bien sûr trente-six problèmes à régler... Mais ils pensent trouver des solutions en avançant, en se modernisant, en investissant... En Europe, un des problèmes est que les gouvernements sont d'autant plus faibles... qu'ils sont proches des gens. Ma remarque peut choquer, tellement cette exigence (de proximité), en fait populiste, est dominante dans les esprits. Mais c'est une fausse réponse. De fait, les dirigeants, « à la remorque des gens » matraqués de sondages, ont une capacité de leadership extrêmement faible. Ils ont du mal à expliquer, à remonter le courant. D'où, au total, une spirale d'intériorisation de la fatalité du déclin européen. Ça, c'est un vrai risque ! Et cela obère toutes les décisions, politiques, économiques et autres... La résistance à la plupart des réformes est fondée sur la conviction que ça va être pire après... Voilà comment un pays se sclérose.

Risques : Donc, il y a un manque de projets ?

Hubert Védrine : Le manque de projets est une conséquence. Le point de départ, c'est l'angoisse, l'inquiétude du déclassement, avec le réflexe de se recroqueviller sur ce que l'on a et de tout garder. Tout projet est suspect parce qu'on va encore réduire ce qui nous reste de protection sociale... On ne voit pas

l'avenir, ou alors lourd de menaces. Bien que certains évoquent toujours la réponse européiste, ou fédéraliste européenne... mais elle nous enlèverait ce qui nous reste de souveraineté, et, pour le coup, notre bulletin de vote ne servirait plus à rien du tout. C'est ce que pensent « les gens ». Cette contradiction n'est pas encore surmontée. Pour moi, cette inhibition interne, psychologique, passe avant les menaces classiques économiques ou géopolitiques.

Risques : Comment on en sort ? Par un projet politique ?

Hubert Védrine : Il y a d'abord un langage politique à trouver. C'est important, les mots qu'on emploie ! Voyez le mot « Europe » : dans certains cas, il est décourageant ; dans d'autres cas, il est remobilisant. Ainsi, toutes les élites, en gros européistes, disent « Nous sommes trop petits maintenant, l'époque est aux États-continent, la Chine, l'Inde, etc., et il faut dépasser les États-nations, historiquement coupables ». Mais, si on ne parle de l'Europe que comme ça, de façon masochiste et expiatoire, si on fait l'Europe pour nous punir et nous corseter en quelque sorte, si « l'Europe » est l'aboutissement d'une espèce de renoncement collectif parce qu'on est au bout du rouleau et qu'on s'en remet à l'Europe... Si la suite de l'histoire, c'est celle écrite par la Commission et le Parlement européens, ne nous étonnons pas alors que ce soit décourageant et que les gens votent de moins en moins pour les élections au Parlement européen, qu'ils en veuillent à tous leurs politiciens, qui leur paraissent ne plus avoir de pouvoir et donc être inutiles et parasites dans un théâtre d'ombres insupportable.

Il n'y a pas, en Europe, de parti fédéraliste au sens vrai. C'est exact, mais les médias parlent « européiste » tout le temps, sans même s'en rendre compte. Pourquoi brocarder chaque jour les « égoïsmes nationaux » ? N'est-il pas normal que des dirigeants se demandent *d'abord* ce qui correspond à l'intérêt de leur pays ? Va-t-on reprocher au maire de Marseille de se préoccuper d'abord de Marseille, au maire de Paris de se préoccuper d'abord de Paris, etc. ? Ce qui serait

absurde, et régressif, ce serait de penser que ces intérêts nationaux *légitimes* ne sont pas compatibles, alors qu'une synthèse intelligente est possible dans la machine européenne, conçue pour cela. Même les Allemands, depuis leur réunification, reparlent en termes d'intérêts nationaux. Le chancelier Schröder a été le premier à redire « Je défends les intérêts nationaux allemands », tout en estimant que cela n'était pas incompatible avec une Europe forte. Il faut donc se méfier d'un langage européen déprimant qui, à mon avis, a fait le lit de ce qu'on appelle l'« euro-scepticisme », terme qui mélange des gens vraiment hostiles, peu nombreux en fait, et des gens devenus simplement sceptiques, pas hostiles, mais découragés et qui sont nombreux, voire majoritaires. Ils ne sont pas contre l'Europe, ils seraient heureux d'y croire à nouveau, mais ils n'y croient plus, jusqu'à ce qu'on leur prouve que ça marche à nouveau et *que ça sert à quelque chose*. Mais j'irai plus loin : beaucoup de proeuropéens en France, entre autres pays, n'aiment pas tellement « l'Europe » et rejettent en fait surtout leur propre pays. Leur sentiment européen est proche de celui que représentait Fischer en Allemagne, un rejet de son pays, de son identité, de son histoire, d'un lourd passé chargé, conduisant à une projection expiatoire dans l'Europe.

Il y a une autre façon de parler Europe, celle-là mobilisatrice, c'est d'affirmer que dans la fédération d'*États-nations*, chaque pays d'Europe va survivre ; qu'il y aura toujours, dans cinquante ans, la France et l'Allemagne et les autres, mais que, ensemble, si nous mettons en commun nos ambitions, nos volontés et nos stratégies dans la compétition multipolaire, nous serons beaucoup plus puissants. Donc, nous agissons ensemble, mais la synthèse se fait par le haut, pas par le bas. Cette stratégie commune commence par la France et l'Allemagne, bien sûr, mais cela ne suffit plus. Cela peut être France-Allemagne-Pologne ou plus, en tout cas de la géométrie variable. C'est la voie que je recommande pour reconquérir les eurosceptiques. Chaque mot doit être recalibré par rapport à cet objectif, chaque mot des politiques, ou des éditorialistes ou des commentateurs, de tous ceux qui ont de l'impact sur l'opinion.

Pour redonner une crédibilité à l'idée européenne dans le monde d'aujourd'hui, cela commence par un récit historique plus exact. Or, la façon dont on raconte l'histoire de la construction européenne est pour les enfants. Quand on dit « l'Europe, c'est la paix », c'est une formule creuse puisque ce n'est pas du tout « l'Europe » – qui était un champ de bataille impuissant – qui a fait la paix en Europe, mais les Américains et les Soviétiques... La construction européenne est un résultat heureux de la paix américaine. Est-ce que l'Europe est la « garantie » de la paix ? À partir du moment où les Américains ont décidé de rester en Europe et qu'ils ont accepté d'entrer dans une Alliance atlantique, il n'y a plus eu de risque de guerre entre Européens. Le traité franco-allemand, c'est très bien, bien sûr – ce n'est pas moi qui vais dire le contraire ! –, mais ce n'est pas cela qui a empêché une nouvelle guerre car ce risque n'existait plus. Il aurait pu y avoir une guerre américano-soviétique – nucléaire – sur le sol européen, mais cela n'aurait pas été du tout la même chose que les guerres d'avant *entre Européens*, et de toute façon c'est la dissuasion qui l'a empêchée. Donc, dire aux gens réticents « l'Europe, c'est la paix ; sinon, c'est affreux, on va revenir aux guerres d'avant... », c'est prendre les gens pour des imbéciles. Mitterrand a eu raison de dénoncer jusqu'au bout le « nationalisme ». Mais ce n'est pas la même chose. En tout cas, il faut aujourd'hui un autre objectif.

La propagande des partisans du oui – je ne dis pas que je n'étais pas pour le oui –, au référendum sur Maastricht puis à celui de 2005 a été contreproductive. Elle était à la fois naïve dans son argumentation pour le oui (« c'est l'avenir, la paix, la jeunesse ! ») ; et, d'autre part, elle était vexante pour ceux qui, tentés par le non, se faisaient traiter de souverainistes attardés, de nationalistes, de lepénistes, voire de fascistes ! Si on pose une question par référendum, c'est bien que les gens ont le droit de dire oui ou non ! Il faut les convaincre, argumenter, leur dire par exemple « Si vous votez non, vous n'allez régler aucun des problèmes qui inspirent votre désir de voter non, au contraire ». Qu'est-ce qu'attendent les gens aujourd'hui ? Certainement pas une présentation simpliste et

idéalisée de l'Europe, mais que l'Europe défende leurs intérêts légitimes dans la compétition multipolaire générale. C'est ça qu'ils veulent, ce n'est pas tellement compliqué en réalité. Défendre leurs intérêts, cela ne veut pas dire aggraver la bagarre ni devenir forcément protectionnistes, même s'il faudra à un moment donné avoir recours à des éléments de protection. La plupart des pays le font, plus ou moins sans le dire ; il n'y a que l'Europe qui s'est convertie de façon presque dogmatique, en fait « simplette », au libéralisme complet. J'ai écrit un jour que l'Europe risquait de devenir « l'idiot du village mondial », si elle est seule à s'appliquer à elle-même, au premier degré, toutes ces règles.

Prenez l'exemple de la Corée, complètement intégrée dans l'économie globale de marché, conforme à l'OMC... Et bien, elle a une politique industrielle et elle « planifie » son développement, ce qui est devenu impensable en Europe du fait de l'intériorisation idéologiquement excessive de la lutte contre la concurrence comme alpha et oméga. Le commissaire italien à l'industrie, Tajani, qui commence à dire que, quand même, on devrait avoir une politique industrielle est contredit par le commissaire Almunia, école Trichet.

Il y a un gros effort à faire pour aller rechercher l'opinion européenne là où elle est, en lui parlant autrement et en lui disant que nous avons toujours une possibilité d'action sur la façon dont le monde évolue. En quelques années d'un langage de ce type, je pense qu'une partie de l'opinion sceptique en Europe redeviendrait disponible pour un discours européen ambitieux. À condition, bien sûr, de « délivrer » comme on dit en jargon franglais, de montrer que l'Europe n'est pas une machine à effacer les identités mais à faire en sorte que nos intérêts soient coordonnés et défendus face à la Chine. Et il faudrait aussi être capables de dire à la Chine à la fois « Bravo ! » et, dans certain cas, « Là, on n'est pas d'accord ! Vous pouvez nous menacer de rétorsion si vous voulez, nous, on n'est pas d'accord ! ». En choisissant bien le terrain. Le but est de parvenir à peser collectivement, y compris d'ailleurs à l'égard

des États-Unis, en étant un partenaire reconnu et respecté, qui a des choses à dire, et pas simplement un allié qu'on utilise quand on en a besoin. Cela s'applique aussi à la Russie, sur la question de l'énergie, qui suppose un accord, France-Allemagne au début, étendu à la Pologne, généralisé après. C'est un exemple.

On parle de « Communauté européenne de l'énergie ». Excellent projet mais qui dépend de ce que l'on met dedans. Si la France et l'Allemagne disaient un jour « Nous avons une vision commune de nos besoins en énergie pour les quinze ans qui viennent, notamment par rapport à la Russie ; aussi, voilà sur quelles bases nous aurons recours au gaz russe ; voilà les conditions que nous acceptons des Russes et celles que nous n'acceptons pas », etc. Cela aurait un grand impact, dans les opinions française, allemande, polonaise et russe, à condition bien sûr que les entreprises jouent le jeu. Des politiques nouvelles, une vraie convergence vaudraient mieux que cent discours. Cela dit, pour le moment, sur l'énergie, la France et l'Allemagne divergent. Le degré de découragement des opinions européennes et de perte de confiance en soi, face à la compétition multipolaire, est tel que, s'il n'y a pas un psychodrame mis en scène sur un vrai sujet, elles ne comprendront pas qu'il y a un changement. C'est un cheminement. L'opinion est partie tellement loin qu'elle n'écoute même plus. Il faut la récupérer là où elle est et montrer que l'Europe est une puissance, ouverte, pacifique – pacifique, pas pacifiste –, et qu'elle compte. Sinon, on ne comptera pas, l'Europe en tant que telle ne sera même pas un pôle du monde multipolaire...

Risques : On peut évoquer l'actualité ? La Méditerranée et les révolutions arabes... C'est une opportunité, cette évolution ou ce souci de la démocratie du moment. On pourrait aussi parler de ce qu'était la vision conflictuelle entre l'Occident et l'Islam, et le post-islamisme...

Hubert Védrine : Je vais vous répondre mais il faut tenir compte, dans cette analyse globale, de ce qu'il y a plusieurs crises en même temps. La découverte,

bouleversante, par l'Occident du fait que sa supériorité n'est plus que relative. Ensuite, l'évidence écologique avec ses comptes à rebours, et je ne pense pas qu'au climat. Le monde scientifique est très inquiet de l'effondrement de la biodiversité, par exemple, certains commencent à parler de « sixième extinction » ! Il y a aussi en toile de fond la compétition sans relâche pour l'accès aux sources d'énergie, tant que n'aura pas été trouvée une solution économiquement viable d'énergie renouvelable. Et encore et toujours des affrontements culturels et de civilisations, même si les Européens se déclarent choqués par cette idée au nom de leur philosophie universaliste. Il y a malheureusement quelque chose de fondé dans la crainte de Huntington d'un risque de clash entre civilisations, et il faut empêcher qu'entre Islam et Occident cela ne devienne réalité, même si les « révoltes arabes » inspirent de l'espérance. Il faut compléter la lecture géoéconomique actuelle selon laquelle seule compte la compétition G8/G20 entre les ensembles les plus puissants, et où ce qui importe c'est ce qui va se passer aux États-Unis, en Europe, au Japon, en Chine, dans les émergents, en Afrique, etc.

Le monde arabe ne compte pas encore dans ce tableau, même s'il y a des cas particuliers : l'Arabie avec son pétrole, le dynamisme du Qatar... Mais il ne pèse pas en tant que tel. Une des questions posées par ce que l'on a généralisé, un peu vite, comme le « printemps arabe », c'est : qu'est-ce que ça change ? Pour le moment, ce mouvement est sensible partout mais n'est effectif que dans peu de pays arabes. La démocratisation est un processus long, périlleux, incertain ; *instaurer* la démocratie, c'est plus compliqué encore que de *restaurer* la démocratie là où elle avait existé, comme en Grèce, en Espagne, même au Chili ou en Tchécoslovaquie ; c'est encore plus périlleux dans des pays de création récente, restés hétérogènes. C'est un processus sympathique, on ne peut qu'applaudir, souhaiter sa réussite, saluer le courage de ses initiateurs, les aider. Mais on ne sait pas comment ça va tourner. Brzezinski fait remarquer que les révolutions n'aboutissent jamais à ce qu'elles ont affiché initialement comme étant leur objectif ; et

qu'un monde arabe démocratique, par hypothèse, serait beaucoup moins complaisant à l'égard de l'Occident sur la gestion de ses intérêts. Ce mouvement est une bonne chose en soi. Il était inévitable, un jour ou l'autre ; on ne peut que le soutenir, mais cela ne veut pas dire que tout sera facile, et au contraire...

L'Égypte, par exemple, au sortir de trente années d'autoneutralisation, où elle était devenue le partenaire obligeant et complaisant de la diplomatie occidentale, va se réaffirmer, et ce sera normal. Ce sera moins commode à gérer pour nous. Le monde arabe va éclater en situations très différentes. Quelques pays ont entamé un processus encourageant mais pas facile : Tunisie, Égypte, mais aussi Maroc ; dans d'autres, c'est déjà carrément la guerre civile : Libye, Yémen ; des pays où ce n'est que la répression : Syrie ; il y a des pays archiverrouillés, où rien ne bouge, comme l'Algérie ou, d'une autre façon, la péninsule Arabique. Donc, une situation contrastée. Il n'y aura pas d'ici six mois ou un an un monde arabe capable de dire « Nous sommes revenus dans l'histoire du monde, nous existons en tant que pôle et nous allons peser par rapport au Conseil de sécurité, au G20, à l'OMC », etc. Certainement pas. D'ailleurs, au G20, l'Arabie est heureuse d'en être, elle aurait été choquée de ne pas y être. Les Arabes apprécient qu'il y ait un pays arabe dans le G20, mais ça n'a pas d'influence particulière. Donc, je vois cela comme un processus beaucoup plus long. En même temps, je suis convaincu que, pour des raisons de jeunesse, de chômage, d'Internet et autres, tous les pays autoritaires du monde sont désormais sur la défensive et se sentent sous pression. Ils sont tous inquiets car, dans les moyen et long termes, c'est un processus inarrêtable. À court terme, c'est moins clair. Cela va démarrer, avancer, capoter, cela sera reverrouillé, etc. Il y aura peut-être dans un an des armées au pouvoir dans certains des pays en question, peut-être d'ailleurs pas sous une forme néfaste ; peut-être un peu comme quand l'armée turque a pris le pouvoir contre le terrorisme d'extrême gauche ou d'extrême droite, puis l'a rendu après. Ce n'est pas exclu. En tout cas, il n'y aura pas de processus linéaire, et les Occidentaux seront embarrassés et se demande-

ront quoi faire d'intelligent et d'utile. Car tout ne sera pas une affaire d'aide.

Heureusement qu'on n'a pas laissé faire le massacre de Benghazi et qu'on a pu se mettre d'accord au Conseil de sécurité, en fait parce que la Ligue arabe nous l'a demandé au moment opportun. Jamais sinon on n'aurait pu obtenir le vote de la 19.73. Donc on voudra aider, mais cela consistera en quoi ? La plupart des pays européens voudraient transformer ces révoltes en situations humanitaires auxquelles on pourrait répondre par de l'aide, ce qu'on sait faire (Deauville), mais ce n'est pas le sujet principal. Donc, ça va être compliqué. À mon avis, je le redis, il va se passer un bout de temps avant que le monde arabe ne pèse globalement. En plus, il y aura presque partout, après les élections, des islamistes à 15-20 % des voix, peut-être plus, dans certains pays. Les démocrates, potentiellement nombreux, seront divisés dans un premier temps. Il y a déjà des dizaines de partis potentiels en Tunisie, en Égypte – même si les autorités en récusent quelques-uns. Mais ces islamistes assez puissants ne devraient pas pouvoir refaire le coup de la révolution en Iran, parce que tout le monde est traumatisé par ce précédent, et averti. Aujourd'hui ce sont de nouvelles générations. Le clergé chiite iranien fonctionnait à l'époque en Iran comme un parti quasiment fasciste, ce qui n'est pas le cas ailleurs... En fait, je m'attends plutôt à ce qu'il y ait l'émergence d'un nouveau nationalisme arabe et qu'il se réexprime en Égypte, sans être panarabe ; un nationalisme égyptien fier de ce qui a été fait, et qui sera à la fois un antidote de l'islamisme et pour nous, Occidentaux, un partenaire moins commode et plus fiable, y compris pour les Israéliens, s'ils voulaient bien se décider à bouger au lieu de toujours tout bloquer par des conditions préalables impossibles.

Risques : Et le choc des civilisations, donc...

Hubert Védrine : J'avais trouvé remarquable le discours de Barak Obama au Caire. Obama est, à mon avis, un homme très intelligent qui a une vraie compréhension des mécanismes mondiaux, mais je crains qu'il n'y ait un océan entre l'Amérique et lui.

Les Américains veulent que le président soit un shérif, que tout se termine comme dans *Règlement de comptes à O.K. Corral*. Ils auront le plus grand mal à se faire à l'idée d'un leadership *relatif*. C'est trop compliqué, trop sophistiqué, trop frustrant, il faut que le système soit binaire ! Je dis parfois en plaisantant que, si Obama faisait quatre mandats, je suis convaincu qu'il remettrait tout l'Occident en selle et qu'il garantirait son leadership (relatif) pour cinquante ans. Dans le discours du Caire en 2009, le plus intéressant ce n'était pas les solutions qu'il apportait ou non, à court terme, aux problèmes du Proche-Orient, de l'Irak, de l'Iran, etc., mais qu'*il parlait comme si l'avertissement de Huntington était quand même à prendre en compte*. Il ne disait pas « Je balaie la théorie du choc des civilisations » : il consacrait tout un discours à montrer comment empêcher ce risque réel. D'une certaine façon, même s'il ne l'avouait pas, il acceptait cet avertissement commun légitime, parce que, depuis le viie siècle, cela peut toujours dégénérer entre l'Islam et l'Occident. C'est vrai que c'est simpliste de dire « l'Occident », ou « l'Islam », il y a tant de différences et de divergences internes... Il n'empêche que, au sein de ces deux grandes masses, il y a des minorités actives qui jouent le clash, soit par calcul cynique, soit par bêtise et inculture. J'avais eu une discussion avec Jacques Chirac à ce sujet. Il me faisait remarquer que ce n'était pas un choc de cultures mais d'incultures qui était à redouter. Je lui avais répondu : « C'est vrai, mais c'est encore pire ! » C'est donc un risque à prendre au sérieux, et pas à nier ; il faut déminer et agir pour empêcher que l'engrenage ne dégénère.

Mais désamorcer la question des musulmans en Europe, la résoudre bien, ça, ce n'est évidemment pas simple.

Risques : Le discours du Caire a-t-il préparé un peu le printemps arabe ? Y a-t-il un lien ?

Hubert Védrine : Le discours du Caire d'Obama n'était pas un discours de propagation de la démocratie mais une manière de dire qu'il n'y a pas de fatalité d'affrontement entre l'Islam et l'Occident et

que nous pouvons ensemble être partenaires dans un monde où les civilisations se respectent et s'enrichissent de leurs échanges mutuels. Donc, il ne parlait pas précisément de démocratisation, pour ne pas donner l'impression qu'il faisait comme Bush, lequel arrivait avec des solutions simplettes de l'extérieur. Il disait « Non, l'affrontement n'est pas inéluctable ». Cela a changé l'image de l'Amérique après Bush. Mais je pense que s'il n'y avait pas eu le discours du Caire, un jour ou l'autre, cela aurait éclaté quand même dans un de ces pays. De façon imprévisible, bien sûr.

Risques : C'est la première fois qu'on voit un mouvement populaire dans ces pays-là, qui soit ni anti-occidental ni anti-Israël. Il y a donc peut-être un lien.

Hubert Védrine : Attendons la suite... Mais disons qu'il a désamorcé l'hostilité accumulée depuis Bush. D'autant qu'il a relancé des propositions sur le Proche-Orient (frontières de 1967), même atténuées ensuite devant l'AIPAC (American Israel Public Affairs Committee). Mais je n'en ferai pas le déclencheur. Il y a des gens qui travaillent sur les critères des révoltes arabes : la taille de la population ? Le pourcentage des moins de 30 ans ? Le chômage des très diplômés ? L'existence des soupapes dans le système ou non ? Des effets d'entraînement, de séduction, de contagion ou, au contraire, de dissuasion

et de verrouillage ? Il y a des grilles mais qu'on ne peut pas très bien plaquer, à partir de la Tunisie et de l'Égypte, sur les autres cas.

Risques : Ces analyses de grilles, ça s'apparente un peu à du *risk management*, non ? Vous en tenez compte dans vos analyses à vous, ou ça vous paraît un peu naïf ?

Hubert Védrine : Non, non, ça ne me paraît pas du tout naïf. Au contraire ! Mais cela dépend de qui demande quoi et à qui en termes d'analyse de risques. Ce n'est pas la même chose de se demander quels risques on court en investissant en Chine ou en Russie, compte tenu de la législation sur place, de la justice, etc. S'il s'agit d'évaluations beaucoup plus vastes du genre : est-ce que le nationalisme chinois aboutira à écarter toutes les entreprises étrangères parce que les Chinois considéreront qu'ils n'en ont plus besoin ? Est-ce que la Russie finira par créer une économie moderne à partir de la rente du sous-sol ? etc. C'est déjà plus difficile à évaluer. Ça peut orienter les endroits où il est profitable d'aller, ou pas... Aujourd'hui, pour faire une évaluation de la façon dont ça va tourner en Tunisie, en Égypte, autrement au Maroc, en Libye après Kadhafi, sur l'intérêt d'investir de façon massive dans ces pays, il faudra faire une analyse fine, régulièrement réadaptée, pays par pays.

2.

Peut-on gérer le risque nucléaire ?

■ Gilles Bénéplanc

Introduction

■ Bertrand Mercier et Patrick Raymond

Que s'est-il passé à Fukushima ?

■ Roland Masse

Fukushima : quels risques sanitaires ?

■ Guy Turquet de Beauregard

La gestion d'un risque extrême .La réponse par la sûreté nucléaire

■ Alain Stanislas

TMI... Fukushima Daiichi

■ Daniel Zajdenweber

Le risque nucléaire est-il évaluable ?

■ Patrick Lagadec et Benjamin Topper

Méga-risques : défis théoriques, réponses opérationnelles

INTRODUCTION

Gilles Bénéplanc

L'extrême gravité de la catastrophe de Fukushima remet en cause toute l'industrie nucléaire civile en posant une question très claire à l'ensemble des acteurs et tout particulièrement aux pouvoirs publics. Peut-on gérer les risques nucléaires ? Chacun comprend l'enjeu de ce questionnement et ses conséquences ; cela est évident si la réponse à cette question est négative mais aussi s'il n'est pas possible d'y apporter une réponse convaincante, dans un sens ou dans un autre.

La rubrique de *Risques* souhaite contribuer à ce débat complexe et passionné.

Nous tenons à remercier tout particulièrement le professeur Pierre Béra, qui a organisé fin avril dernier, au Conservatoire national des arts et métiers, une conférence sur les risques nucléaires ; nous remercions également les intervenants du colloque qui ont contribué à cette rubrique.

Revenons en arrière pour bien comprendre le contexte de ce questionnement des risques nucléaires. La gestion des risques a toujours été une problématique centrale de l'industrie nucléaire civile. Il ne s'agit pas d'une industrie comme les autres pour au moins deux raisons. L'industrie nucléaire repose sur une technologie de pointe qui suppose la maîtrise d'un processus de fission neutronique susceptible de diverger et doté d'un grand pouvoir de destruction. Sans doute plus important est tout ce qui relève de la perception de la filière nucléaire par la société en général et les

individus en particulier. Ainsi, pendant des années, les débats se sont souvent résumés à des actes de foi : croire ou ne pas croire en la sûreté nucléaire, croire ou ne pas croire que la production d'électricité nucléaire est économiquement performante. Force est de constater que les complexités techniques, le flou de certaines hypothèses des modèles économiques et, par-dessus tout, les postures des uns et des autres ne facilitent en rien la compréhension du sujet.

Revenons à la gestion des risques. Les promoteurs de la filière et les pouvoirs publics ont très vite compris l'importance de la gestion du risque nucléaire pour le développement à grande échelle de cette énergie. Dès l'origine, un cadre spécifique a été dessiné en s'appuyant sur les principes suivants :

- Cadre juridique supranational ;
- Canalisation de la responsabilité sur l'exploitant d'installation nucléaire ;
- Limitation du montant de la responsabilité de l'exploitant (comme contrepartie de la canalisation) ;
- Garanties financières apportées par le biais d'une collaboration public-privé ;
- Création d'organismes spécifiques et indépendants pour mesurer et auditer les risques.

Ainsi, le dispositif de gestion des risques apparaît fort et cohérent, et beaucoup pensent qu'il figure une sorte de modèle pour la gestion des risques complexes, qu'ils soient industriels ou financiers. La sophistication du montage est grande, mais elle

concourt à sa fragilité ; il suffit qu'un des éléments constitutifs se montre défaillant pour que l'ensemble soit remis en cause. Garanties financières jugées trop faibles, doutes sur les organismes de contrôle, moindre coopération internationale ; les éléments de fragilisation du dispositif de gestion des risques ne manquent pas.

Les deux premiers articles de cette rubrique analysent de façon détaillée ce qui s'est passé à Fukushima et mettent en perspective cette catastrophe avec des accidents nucléaires antérieurs. L'article de **Bertrand Mercier** et **Patrick Raymond** détaille l'enchaînement des événements dans la centrale, qui a conduit à la fusion des réacteurs, aux explosions et au rejet des matières radioactives. Même si, à l'heure actuelle, l'analyse de l'accident ne peut être que partielle, il semblerait qu'une prise en compte du retour d'expérience de l'accident de Three Mile Island aurait réduit la gravité de cette catastrophe de façon significative. Suit l'article de **Roland Masse**, qui étudie les conséquences sanitaires de Fukushima en comparant l'accident à celui qui s'est produit à Tchernobyl en 1986. Si les effets devraient être beaucoup moins graves qu'en 1986, l'auteur souligne l'importance de gérer les conséquences de la catastrophe dans leur ensemble : celles directement liées aux doses de radioactivité reçues mais plus généralement aux dommages collatéraux sur le bien-être de la population (traumatisme postaccident, crise sociale, perte de foi dans l'avenir ou développement de comportements addictifs).

Dans son article, **Guy Turquet de Beauregard** analyse le concept de sûreté nucléaire, qui englobe les principes de gestion des risques élaborés pour faire face à ce risque extrême et spécifique : très faible possibilité de survenance mais dommages potentiels extrêmement élevés. Ce corps de doctrine, maintenant transcrit dans le texte réglementaire, s'articule autour du concept de défense en profondeur, que l'auteur décrit précisément. Il met en exergue qu'un point fondamental de la sûreté nucléaire est l'existence d'une autorité indépendante, seule à même de garantir

une analyse la plus objective possible des risques vis-à-vis du public et des exploitants.

Alain Stanislas décrit le volet assurantiel et indemnitaire de la catastrophe de Fukushima en passant en revue l'assurance dont dispose l'exploitant japonais Tepco et les dispositifs qui seraient applicables en France pour un événement similaire. Si, effectivement, les porteurs de risques – assureurs et réassureurs – continueront de jouer un rôle important, ils devront évoluer pour s'adapter à la nouvelle réglementation des risques nucléaires mais aussi à la réglementation Solvabilité II.

L'article de **Daniel Zajdenweber** propose une analyse originale de la question de l'évaluation des risques nucléaires. Sa démarche, qui est celle d'un économiste, s'appuie sur des outils mathématiques non standard, dans le sens où ils ne sont pas ceux le plus couramment utilisés dans la gestion des risques. Ainsi, l'auteur montre que s'il n'est pas possible d'évaluer le risque au plan microéconomique – celui d'une centrale –, il existe un équilibre au plan macroéconomique – celui de l'ensemble du parc nucléaire. Dans ce dernier cas, il serait possible de déterminer le nombre optimal de réacteurs nucléaires dans le monde au-delà duquel le risque total serait trop grand.

L'article de **Patrick Lagadec** et **Benjamin Topper**, qui clôt cette rubrique, pose la question de la gestion des mégarisques et des crises qui en résultent. Au cours des dernières décennies, la science de gestion des risques, malgré ses avancées, n'est pas parvenue à appréhender les nombreux événements, de plus en plus complexes et imprévus – les « cygnes noirs » –, qui ont généré les principales crises ou catastrophes. Les auteurs analysent pourquoi il est nécessaire de continuer à investir dans une nouvelle vision, plus globale et intégrée, de l'analyse et de la gestion des risques, laquelle ne pourra se concrétiser sans une plus grande collaboration entre les acteurs concernés.

QUE S'EST-IL PASSÉ À FUKUSHIMA ?

Bertrand Mercier et Patrick Raymond

Direction de l'énergie nucléaire

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

La centrale nucléaire de Fukushima I est implantée sur une plate-forme creusée dans le roc à 10 mètres au-dessus du niveau de l'océan. Malheureusement, l'amplitude du tsunami qui a ravagé la côte nord-est du Japon le 11 mars 2011, à la suite du séisme de Honshu (magnitude 9), a atteint localement 14 mètres.

De ce fait, de nombreux équipements utiles au maintien de la sûreté des six réacteurs nucléaires ont été mis hors d'usage. C'est le cas, en particulier, pour les groupes électrogènes des réacteurs 1 à 4. Le réseau électrique du nord du Japon ayant été lui endommagé par le séisme, il y a eu perte totale des alimentations électriques pendant plusieurs jours, ce qui a conduit inexorablement à la fusion partielle du cœur des réacteurs 1 à 3, en fonctionnement ce jour-là, c'est-à-dire à un accident de niveau 5 sur l'échelle Ines.

Les explosions d'hydrogène qui se sont produites sur les réacteurs 1 et 3 ont fortement aggravé les conséquences de cet accident, qui a dû être reclassé au niveau 7 (maximal).

Cette aggravation aurait-elle pu être évitée ? Ce n'est pas impossible, mais il aurait fallu pour cela que l'exploitant prenne en compte le retour d'expérience de l'accident de Three Mile Island (1979). Quoi qu'il en soit, l'analyse préliminaire de cet accident, lequel, au moment où ces lignes sont écrites, ne peut pas être considéré comme terminé, démontre l'importance de bien intégrer le retour d'expérience obtenu, même sur des incidents plus mineurs.

L'accident de Fukushima I est la conséquence directe de deux événements d'une ampleur tout à fait exceptionnelle : un séisme de magnitude 9 et un tsunami d'une amplitude supérieure à 10 mètres.

Pour autant, ces deux événements ne sont pas indépendants, car le tsunami, qui est le principal responsable de l'accident, résulte bien évidemment du séisme. Un tsunami d'une telle ampleur était-il imprévisible ?

Quoi qu'il en soit, ce tsunami a entraîné la perte des alimentations électriques, puis la fusion du cœur

des réacteurs 1 à 3, ce qui constituait déjà un accident sérieux (niveau 5 sur l'échelle Ines).

Celui qui analyse a posteriori cet accident peut être conduit à observer que les explosions d'hydrogène, qui semblent avoir provoqué les plus gros dégâts et les plus gros impacts radiologiques sur l'environnement, n'étaient peut-être pas une fatalité.

Après quelques généralités sur le concept de défense en profondeur, et avant d'analyser ce qui s'est passé à Fukushima, nous décrivons brièvement deux événements passés dont le retour d'expérience ne semble pas avoir pleinement été considéré par l'exploitant des centrales nucléaires de Fukushima I et II.

Généralités sur la sûreté nucléaire

La sûreté d'un réacteur nucléaire repose sur le concept de « défense en profondeur » : celle-ci consiste à prendre en compte de façon systématique les défaillances des dispositions mises en place et à se prémunir contre leurs conséquences potentielles par des lignes de défense successives.

C'est ainsi que, sur un réacteur, plusieurs mécanismes permettent de maîtriser la réactivité neutronique du cœur. Par exemple, l'introduction dans le cœur de barres de sécurité permet d'arrêter la réaction neutronique en moins d'une seconde, et un second système d'arrêt d'urgence de technologie différente peut pallier la défaillance du premier.

Par ailleurs, si l'on peut empêcher qu'un accident de niveau 5 sur l'échelle Ines ne dégénère en accident de niveau 7, il ne faut pas s'en priver. En l'occurrence, pour les réacteurs de Fukushima qui ont été conçus et réalisés dans les années 1970, il ne semble pas que le risque d'explosion d'hydrogène ait fait l'objet d'une réévaluation après l'accident de TMI (1979).

Bien sûr, le risque zéro n'existe pas, mais, si les conséquences d'un accident sont jugées inacceptables, il faut que sa fréquence annuelle d'occurrence soit très faible (typiquement inférieure à 10^{-5} par réacteur et par an).

Que faut-il maîtriser ?

Pour mémoire, beaucoup de produits de fission sont hautement radioactifs. Il est impératif de faire en sorte qu'ils ne se répandent pas dans la biosphère. Trois barrières sont introduites entre eux et l'environnement : 1) la gaine entourant le combustible ; 2) la cuve ; 3) l'enceinte du réacteur.

Pour maîtriser l'intégrité de ces trois barrières, il est essentiel de contrôler la température et la pression dans le réacteur. Or, même après l'arrêt total des réactions neutroniques, il reste une puissance thermique

résiduelle à évacuer, puissance trouvant son origine dans la désintégration radioactive des produits de fission.

Typiquement, immédiatement après l'arrêt des réactions neutroniques, la puissance résiduelle est de l'ordre de 6 % de la puissance nominale. Du fait de la décroissance des produits de fission à vie courte, elle descend à 1 % au bout de vingt-quatre heures, puis à 0,5 % au bout d'une semaine.

Pour un réacteur de 785 MWe (cas des réacteurs 2 et 3 de Fukushima I) et donc de 2 500 MWth, il faut continuer à évacuer une puissance thermique résiduelle de 25 MWth un jour après l'arrêt, 12 MWth une semaine plus tard...

Les leçons

■ Leçons de l'accident de Three Mile Island (28 mars 1979)

L'origine de cet accident a été la défaillance des pompes principales d'alimentation en eau de refroidissement du circuit secondaire. L'injection de sécurité s'est mise normalement en marche, mais les opérateurs ont fait face à une situation à laquelle ils n'étaient pas préparés, du fait que la soupape de décharge du pressuriseur était restée partiellement ouverte, alors qu'ils la croyaient fermée. Ils ont mis quelques heures à s'apercevoir de leur erreur d'appréciation, mais cela a suffi pour que les crayons combustibles se retrouvent partiellement dénoyés, conduisant à la perte de la première barrière et à une fusion partielle du cœur.

Cet accident a eu un impact (limité) sur l'environnement du fait que, outre les gaz rares que l'on ne peut pas filtrer, de la vapeur d'eau fortement contaminée s'est échappée dans l'enceinte par la soupape du pressuriseur, et qu'il a fallu faire quelques rejets volontaires dans l'environnement pour maîtriser la pression dans l'enceinte. Il a été classé au niveau 5 sur l'échelle Ines.

Le retour d'expérience établi par EDF est qu'il est préférable de mettre en place un dispositif d'éventage de l'enceinte muni d'un filtre à sable, afin de pouvoir effectuer de tels rejets.

Cet accident a également démontré que le risque hydrogène devait être pris en compte : en effet, lorsque le combustible est dénoyé, la température de la gaine des combustibles (qui est en zirconium) peut monter au-delà de 1 000 °C. Or, la réaction exothermique zirconium-eau s'emballé à haute température et produit de l'hydrogène.

À Three Mile Island l'importance de ce mécanisme a été démontrée : 300 kg d'hydrogène ont été émis (comme à Fukushima) et se sont échappés dans l'enceinte. Toutefois, l'enceinte des PWR est volumineuse (50 000 m³), et l'explosion qui s'y est produite a fait monter la pression à 2 bars, alors que celle-ci est dimensionnée à 6 bars.

Malgré cela, dans l'objectif d'améliorer la sûreté de ses centrales, EDF a installé sur tous ses réacteurs des recombineurs catalytiques passifs capables de consommer l'hydrogène éventuellement créé par une réaction zirconium-eau.

Rien de tel n'avait été fait à Fukushima.

■ Leçons de l'incident du Blayais (27 décembre 1999)

Cet incident résulte de la tempête qui a frappé le sud-ouest de la France, simultanément à une grande marée. La centrale du Blayais était protégée par une digue de 5,2 mètres de hauteur capable de faire face aux marées du siècle, mais pas à la conjonction d'une grande marée et d'une tempête d'ampleur exceptionnelle : les vagues de 2 à 3 mètres d'amplitude ont pu franchir la digue, de sorte que les sous-sols d'un certain nombre de bâtiments auxiliaires ont été inondés.

La tempête ayant atteint les pylônes des lignes à haute tension, il y a eu arrêt d'urgence sur les quatre réacteurs, mais l'exploitant a facilement évité l'accident du fait que les groupes électrogènes ont normalement démarré.

EDF a même redémarré un des quatre réacteurs pour alimenter les trois autres en électricité.

À la suite de cet incident (classé Ines niveau 2), l'ASN a demandé aux exploitants de réacteurs de revoir le risque d'inondation. La notion de « crue majorée de sécurité » prend en compte le retour d'expérience du Blayais.

Au Blayais même, la hauteur de la digue est depuis quelques années de 8,20 mètres.

Prise en compte du risque tsunami au Japon

A lors que plusieurs tsunamis ont affecté la côte nord-est du Japon, notamment en 1896, Tepco a choisi de construire une digue « anti-tsunami » d'une hauteur de 6,5 mètres.

On trouve sur Internet une étude de Tepco datant de 2002, étude dans laquelle on voit que l'opérateur s'est intéressé au séisme de magnitude 9,5, comme celui qui s'est produit au Chili en 1960. Ce séisme avait en effet induit un tsunami dont les répercussions ont été une vague d'une amplitude de 3 mètres sur la côte pacifique du Japon. Tepco a mis au point une méthode de calcul qui permettait de retrouver ce résultat, puis extrapolé cette méthode pour les tsunamis en champ proche. Il en a déduit que le tsunami le plus pénalisant aurait une amplitude de 5,7 mètres.

En réalité, l'amplitude du tsunami qui a ravagé la côte de Fukushima était localement de 14 mètres !

■ Description des réacteurs accidentés

Il y a six réacteurs installés à Fukushima I : ce sont les réacteurs 1, 2, 3 et 4 qui ont le plus souffert. Tous les quatre sont des BWR avec une enceinte de confinement de type Mark I.

Celle-ci est constituée d'une enceinte sèche, en forme de poire, d'environ 5 000 m³ et d'une enceinte humide en forme de tore, de 34 mètres de diamètre et d'un volume sensiblement équivalent. Le dessin fourni en annexe (figure 1) montre que le bâtiment réacteur abrite également en partie supérieure une piscine d'entreposage pour les combustibles usés située dans un hall de manutention. Ce hall est surmonté d'une structure à base de poutres métalliques

et d'un bardage, qui n'est volontairement pas conçu pour résister à une explosion.

■ Impact du séisme

Le 11 mars 2011 à 14 h 46 survient le séisme initiateur. Ce séisme est très puissant ($M = 9$) mais son épicentre est localisé à 130 km de Fukushima. Il faut noter que les spécialistes n'attendaient pas un séisme aussi puissant à cet endroit-là. Les accélérations ressenties à terre ont dépassé localement 1 g, mais à Fukushima même elles ont été comprises entre 0,35 g et 0,55 g.

Ces accélérations semblent avoir provoqué peu de dégâts sur les réacteurs de Fukushima I, ce qui est compréhensible puisque ceux-ci ont été dimensionnés à 0,4 g.

Le séisme a logiquement provoqué un arrêt d'urgence sur les réacteurs 1, 2 et 3, alors en fonctionnement, d'où l'arrêt en moins d'une seconde des réactions neutroniques.

Le séisme a également provoqué une panne de tout le réseau électrique du nord du Japon, ce qui n'est pas surprenant. Cette panne a été compensée par le démarrage des groupes électrogènes qui ont permis de faire fonctionner les circuits de refroidissement du réacteur à l'arrêt.

Donc, après le séisme, les réacteurs 1, 2 et 3 pouvaient être conduits vers un état sûr.

Il faut tout de même noter que le séisme a pu provoquer d'autres dégâts : endommagement d'ouvrages de génie civil, perte d'étanchéité de composants mécaniques, dommages sur les piscines d'entreposage des combustibles irradiés et perte des alimentations en eau douce.

■ Impact du tsunami

Le tsunami s'est produit à 15 h 41. Il a dévasté tout ce qui était situé sur la plate-forme rocheuse où sont implantés les quatre réacteurs, à 10 mètres au-dessus de l'eau, à commencer par la station de pompage de l'eau de mer utilisée pour refroidir l'eau du circuit primaire, mais il a également inondé les réservoirs de fuel des groupes électrogènes (en fait

12 sur 13) qui se sont arrêtés au bout de quelques minutes. (À ce sujet, il faut noter que certains espaces situés à proximité immédiate de la centrale sont à 20 ou 30 mètres d'altitude et qu'a posteriori il s'avère regrettable que ces groupes électrogènes et leurs réservoirs n'y aient pas été installés.)

Perte totale des alimentations électriques : la situation est devenue extrêmement préoccupante.

Avec le recul actuel, on peut avoir l'impression que les équipes d'exploitation (mais elles étaient probablement sous le choc) n'ont pas appréhendé l'urgence de la situation. Par exemple, la décision d'un refroidissement ultime à l'eau de mer aurait probablement pu être prise plus tôt.

Fonctionnement du RCICS

Pendant les heures qui ont suivi l'arrivée du tsunami, le RCICS (Reactor Core Isolation Cooling System), circuit de refroidissement réputé « passif » et permettant de conduire le réacteur vers l'arrêt à froid, a continué à fonctionner. Pour les réacteurs 2 à 6, ce circuit (voir schéma en annexe, figure 2) utilise la vapeur qui continue à se former dans le cœur pour faire tourner une turbine, avant de l'envoyer pour condensation dans le tore. La turbine actionne une pompe qui, de son côté, puise l'eau stockée dans les réserves d'eau claire puis dans le tore. (N.B. – Le réacteur 1 n'est pas doté de cette turbopompe mais d'un échangeur-condenseur en piscine qui évacue la puissance résiduelle et favorise la convection naturelle dans la cuve.)

L'opérateur dispose de deux jours environ pour pouvoir mettre en route le circuit de refroidissement à l'arrêt qui nécessite une alimentation électrique. Or, il n'a pas été possible de retrouver une source d'énergie dans ce délai sur les réacteurs 1, 2 et 3.

Comme il est prévu en cas de perte totale des alimentations électriques, des batteries et un système d'air comprimé permettent d'alimenter le contrôle commande, d'actionner et de réguler des vannes nécessaires. L'épuisement de ces ressources a conduit à l'arrêt prématuré du RCICS, et c'est une des causes de l'aggravation de la situation. De petits groupes

électrogènes auraient peut-être pu être d'un grand secours pour l'exploitant.

■ Que s'est-il passé après l'arrêt du RCICS ?

À l'arrêt du RCICS, la conduite à tenir consiste à dépressuriser le réacteur en évitant de perdre trop d'eau liquide, et ce afin de retrouver des conditions à basse pression où il sera plus facile d'injecter de l'eau et de maîtriser à la fois l'évacuation de la puissance résiduelle et le noyage des éléments combustibles. Pour cela, il faut ouvrir la soupape de sécurité illustrée en bleu sur la figure 4 ; c'est ce qu'a fait Tepco.

La vapeur s'est condensée dans le tore. Le niveau d'eau a baissé dans la cuve du fait de la vaporisation de l'eau, dénoyant les crayons combustibles sur une hauteur conséquente. Les crayons n'étant plus refroidis, leur température est montée à 1 000 °C ou 1 200 °C, et, dans un scénario tout à fait similaire à celui de Three Mile Island, il y a eu production d'hydrogène dans la cuve par réaction zirconium-eau et évacuation de cet hydrogène dans le tore.

En parallèle, il y a eu dégradation de la gaine des combustibles (perte de la première barrière) : les produits de fission gazeux (iode, krypton) des combustibles dégradés et des aérosols ont également été transférés dans le tore.

Conscient des risques de fusion du cœur des réacteurs 1, 2 et 3, Tepco a mis en place un mode de refroidissement illustré sur la figure 4.

Il s'agit d'un mode de type gavé-ouvert : des pompes à moteur thermique injectent de l'eau sous pression dans les bâches à eau d'alimentation du RCICS. C'est pour que cette eau froide puisse pénétrer dans la cuve qu'il a fallu faire baisser la pression par des décharges volontaires via la soupape de sécurité.

Il faut noter que, les alimentations en eau douce ayant été elles aussi perdues, Tepco a dû mettre en place une noria de camions-citernes pour aller pomper l'eau de mer.

De cette façon, il a réussi tant bien que mal à maîtriser la température du cœur des réacteurs, mais la température puis la pression sont montées dans le tore et dans l'enceinte de confinement à un niveau tel qu'il a fallu faire des décharges dans le bâtiment réacteur.

La pression de l'enceinte sèche (dimensionnée à 4 bars) est montée jusqu'à 8 bars : elle a dû elle aussi être éventée pour ne pas risquer de rompre.

Peut-être Tepco aurait-il pu éviter les explosions d'hydrogène si ces décharges s'étaient faites directement dans la cheminée du réacteur, mais la conception du BWR Mark I est ainsi faite que la ventilation de l'enceinte ne peut se faire que dans la partie supérieure du bâtiment réacteur. En l'absence de ventilation, l'hydrogène s'est accumulé dans le hall des piscines des réacteurs 1 et 3, et on estime à environ 300 ou 400 kg la masse d'hydrogène qui a explosé en dégageant une énergie de l'ordre de 60 GJ.

Concernant le réacteur 2, l'explosion qui s'est produite le 15 mars a eu lieu au niveau du tore du fait d'une surpression importante liée à la non-ouverture de la vanne de dépressurisation pour éviter une explosion hydrogène comme sur les réacteurs 1 et 3. Le confinement par l'enceinte n'y est plus assuré.

Concernant le réacteur 4, dont le cœur avait été déchargé le 30 novembre 2010 dans la piscine d'entreposage, trois explications ont été avancées à son explosion le 15 mars :

- L'hypothèse d'une explosion d'hydrogène due au dénoyage des combustibles entreposés dans les piscines endommagées par le séisme ou à l'insuffisance du refroidissement a pu être avancée. Mais des mesures récentes, corroborées par des photographies, montrent que le combustible n'est pas très endommagé.
- Une autre hypothèse privilégie la radiolyse, qui aurait conduit à un dégagement d'hydrogène. Mais elle n'explique pas pourquoi cela ne s'est pas produit sur le réacteur 2.
- Enfin, il pourrait y avoir eu une explosion chimique dans le bâtiment réacteur.

■ Conséquences des explosions

Quelles qu'en soient les causes (hydrogène ou autre), l'explosion des parties supérieures des réacteurs 1, 3 et 4 (voir photo en annexe, figure 3) a vraiment marqué une dégradation très sérieuse de la situation.

En particulier, le 14 mars, l'explosion du réacteur 3 a projeté de nombreux éléments, notamment des structures lourdes comme, vraisemblablement, la machine de chargement du combustible, à une bonne centaine de mètres de hauteur.

Ces projections ont endommagé 70 % des camions-citernes utilisés par Tepco pour refroidir le cœur dans les conditions que l'on a vues.

Des éléments irradiants, probablement en provenance de la piscine d'entreposage des combustibles, ont été dispersés. Le niveau des radiations est monté au-dessus de 100 mSv/h en de nombreux endroits situés en extérieur et ponctuellement à 1 Sv/h.

Pour mémoire, en France, le Code du travail limite à 20 mSv/an la dose admissible pour un travailleur du nucléaire, et une zone où le débit de dose est supérieur à 100 mSv/h doit être classée rouge (soit interdite d'accès).

Les intervenants japonais ont eu l'autorisation d'aller jusqu'à une dose maximale de 250 mSv.

À l'évidence, les conditions d'intervention sont devenues très contraignantes sur le site à partir du 14 mars.

Il faut saluer le courage et l'abnégation des opérateurs, qui ont réussi à maintenir un refroidissement suffisant pour les trois cœurs concernés, à rétablir les alimentations électriques partout où c'était possible et à remettre en service de nombreuses chaînes de mesure.

Une autre conséquence de ces explosions est que l'étanchéité des piscines d'entreposage ne semble plus effective au moins sur les réacteurs 1, 3 et 4.

Il se peut qu'il en soit de même pour les enceintes et également pour les circuits connectés aux réacteurs.

De toutes façons, le mode de refroidissement gavé-ouvert mis en place par Tepco revient à injecter 7 m³/h d'eau froide et par réacteur. Il faut bien que cette eau aille quelque part.

Une partie est sans doute vaporisée et rejetée dans l'atmosphère. Il se peut qu'une autre partie soit à l'origine des milliers de mètres cubes d'eau fortement contaminée que l'on a trouvés dans le bâtiment des turbines et dans les galeries techniques de la centrale, avec le débordement constaté dans la mer, lequel a heureusement pu être colmaté.

Conclusion

Le challenge actuel est de récupérer toutes ces eaux contaminées dans des conteneurs ad hoc et de mettre rapidement en place un procédé pour les décontaminer. Ensuite, il sera nécessaire de nettoyer et de décontaminer l'intérieur des bâtiments réacteurs, et de reconstruire les murs externes pour remettre en route un système de confinement secondaire afin de mener à bien les opérations minimales de réparation à l'intérieur des bâtiments réacteurs.

Il sera alors indispensable de restaurer l'étanchéité des réacteurs et des piscines de stockage en colmatant les fuites et, in fine, de mettre en fonctionnement un système de refroidissement des combustibles. Ceci, avant de commencer toute opération de retrait des matières combustibles restantes.

En conclusion, l'analyse de l'accident de Fukushima démontre l'importance de bien prendre en compte le retour d'expérience accumulé, même sur des incidents plus mineurs. Elle démontre aussi que le concept de réévaluation de sûreté décennale, introduit en France par la loi du 13 juin 2006, n'est pas un gadget.

Figure 1 : Vue d'artiste du BWR Mark I

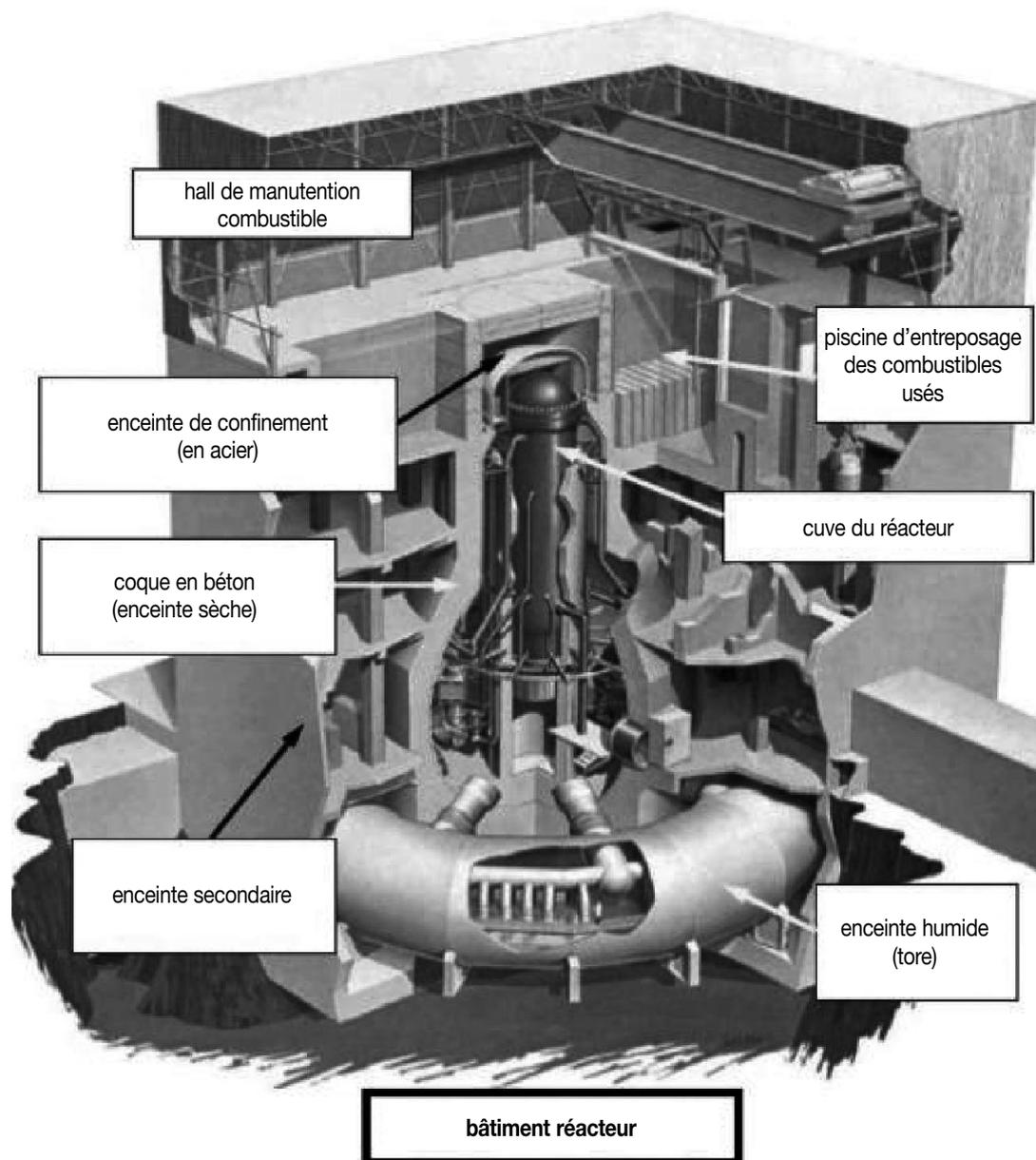


Figure 2 : Schéma du RCICS (circuit de refroidissement « passif »)

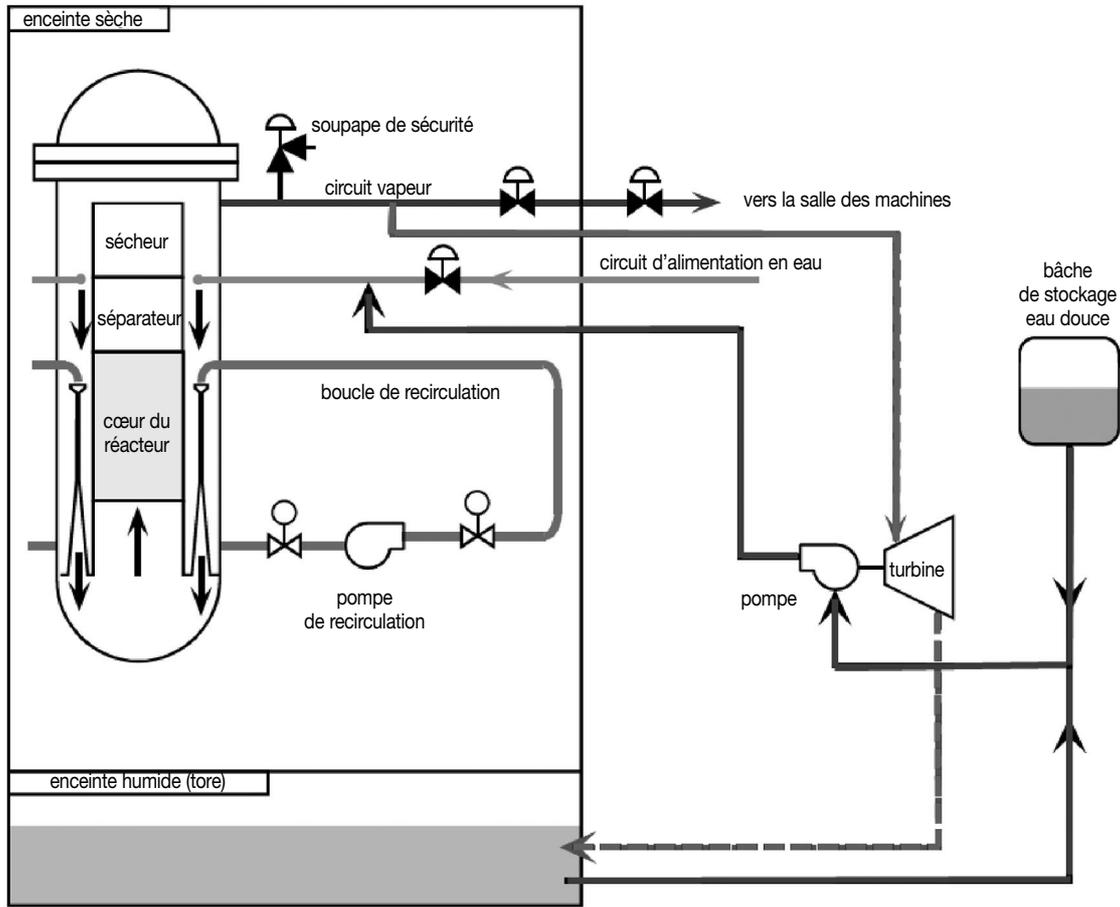
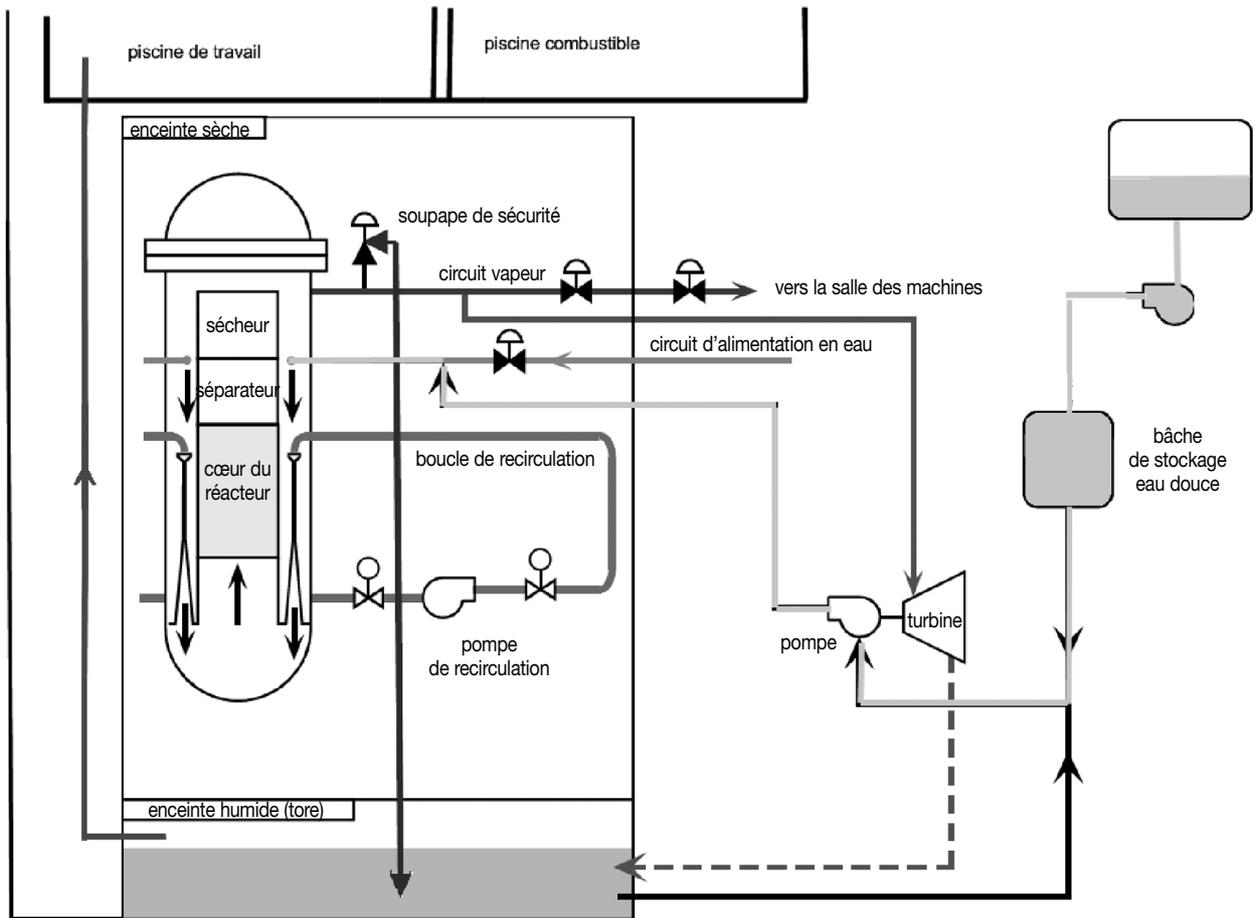


Figure 3 : Vue aérienne des réacteurs 1 à 4 le 20 mars 2011.

Le réacteur 1 est le plus éloigné ; le réacteur 4, le plus proche.
Noter, à gauche du réacteur 2, le talus situé à 20 ou 25 mètres au-dessus du niveau de la mer.



Figure 4 : Mode de refroidissement mis en place après l'arrêt du RCICS



FUKUSHIMA : QUELS RISQUES SANITAIRES ?

Roland Masse

Académie des technologies

Ancien directeur de l'Office de protection contre les rayonnements ionisants

Le séisme et le tsunami du 11 mars ayant ravagé le Japon ont occasionné directement la mort de près de 30 000 personnes. Avant que le pays commence à déblayer ses décombres pour reconstruire, il lui faut compter sur une facture rapidement évaluée par l'OCDE à 297 milliards de dollars, auxquels devront s'ajouter le coût du démantèlement de 6 centrales nucléaires, celui de la réhabilitation des zones contaminées par les radionucléides des réacteurs 1, 2 et 3 du site de Fukushima Daiichi et celui de l'exclusion d'une zone contaminée durablement. Cette situation, qui aboutit à diminuer de moitié la croissance escomptée en 2011, aura aussi un coût sanitaire en obligeant à des choix qui pénaliseront le bien-être des citoyens.

Mais qu'en est-il des conséquences sanitaires de l'accident nucléaire lui-même ? On pourrait penser qu'elles sont considérables en raison de la dramatisation médiatique qu'il a suscitée. Il est encore évidemment trop tôt pour en tirer un bilan définitif, mais on peut déjà les situer par rapport à l'accident de Tchernobyl du 26 avril 1986 ¹.

Les conséquences sanitaires

La résistance des installations au séisme a été bonne malgré l'amplitude du phénomène. En conséquence, c'est un accident qui s'est produit sur des réacteurs en cours d'arrêt et non en pleine puissance. La libération des produits radioactifs n'a pas été due à un emballement de la réaction en chaîne, mais à divers accidents impliquant des explosions d'hydrogène par défaut de refroidissement du combustible dans sa gaine d'alliage de zirconium. Malgré la multiplicité des conséquences du noyage des installations par le tsunami, les quantités libérées dans l'environnement par l'ensemble des réacteurs n'ont pas dépassé 10 % des quantités totales libérées à Tchernobyl, comme l'a publié dès le 25 mars

l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). En fait, seuls les éléments gazeux (essentiellement le xénon 133), les tellures, iodes et césiums ont contaminé l'environnement, affectant essentiellement une bande d'environ 450 km² en direction du nord-ouest, les vents dominants ayant largement évacué le panache vers l'océan. Les éléments réfractaires, malgré la fusion partielle du cœur, n'ont pas été relâchés ; la température atteinte n'était pas suffisante.

Les quantités restent cependant considérables à l'échelle des unités de mesure de la radioactivité, on parle de pétabecquerels, soit 10¹⁵ becquerels : 27 000 curies (Ci) par pétabecquerel (PBq) dans l'ancien système d'unités. Pour l'iode 131, Tchernobyl c'est 1 500 PBq et Fukushima environ 90 PBq, pour le césium 137, 85 PBq pour Tchernobyl, environ 10 pour Fukushima. Ce sont les radioéléments les plus

significatifs pour la prévision des effets à long terme. Leurs quantités émises dans le système de notification de l'échelle INES (International Nuclear Event Scale) aboutit à un niveau 7, soit le plus élevé de l'échelle.

L'iode n'irradie pratiquement que la thyroïde, le césium irradie de manière homogène le corps entier. L'évaluation des doses est donc relativement facile à faire. Ce serait plus compliqué pour les produits de fission réfractaires du cœur du réacteur : ruthénium, strontium, zirconium, terres rares et plutonium, car leur comportement environnemental et métabolique est complexe, mais ces éléments, que l'on trouve en abondance à proximité de Tchernobyl, ne se rencontrent qu'à l'état de traces à Fukushima. À propos du plutonium, il a été nécessaire de vérifier qu'il s'agissait bien de celui de la centrale et non des retombées des essais nucléaires aériens des années 1960 tellement les quantités étaient faibles, et cette vérification a montré que dans 2 cas sur 3 on avait bien affaire aux retombées des essais des années 1960.

Du point de vue de la cartographie des doses, réalisée par survol aérien, on constate que les valeurs de doses externes les plus élevées dans les zones de dépôt radioactif sont en général inférieures à 30 millisieverts (mSv) par an, n'excluant pas quelques points singuliers. Dans le périmètre des 30 kilomètres autour de Fukushima Daiichi, qui ont fait l'objet de contrôles par l'Agence de Vienne le 5 avril, les valeurs variaient en débit de 0,04 micro Sv par heure, ce qui est une valeur normale, à 2,2 micro Sv ce qui correspond bien à 20 mSv/an, compatible avec des niveaux de contamination des sols en surface supérieurs à plusieurs centaines de milliers de becquerels par mètre carré. Il sera nécessaire de préciser la cartographie complexe de ces zones contaminées dont la plupart ont été rapidement évacuées.

Malgré le désastre provoqué par le séisme et le tsunami, l'évacuation des zones sous les retombées radioactives a été rapidement effectuée. Selon le communiqué de l'agence de sûreté NISA (Nuclear and Industrial Safety Agency) du 4 avril, la décision d'évacuer le périmètre de 10 kilomètres autour de

Fukushima Daiichi (F1) a été prise le 12 mars à 5 h 44, et celle de la zone des 20 kilomètres le 12 mars à 18 h 25, après des mesures transitoires de confinement. L'iode stable a été mis à la disposition des évacués à partir du 15 mars par les autorités locales, sous contrôle de la cellule de crise locale. Le nombre d'évacués est en revanche imprécis, les chiffres donnés par les médias varient de quelques dizaines de milliers (BBC News) à 140 000 (WNC News du 12 mars). Le nombre d'habitations dans la zone des 20 kilomètres est de l'ordre d'une trentaine de milliers. Une zone de 10 kilomètres a également été évacuée autour de Fukushima Daini (F2), et, à partir du 25 mars, une zone de confinement puis d'évacuation sur la base du volontariat a été décidée dans le périmètre de 20 à 30 kilomètres autour de F1. Des contrôles de contamination corporelle ont été pratiqués en cours d'évacuation ; les niveaux publiés sont faibles.

Associée aux mesures multiples de la radioactivité de l'air de l'eau et des sols, la chaîne alimentaire a été contrôlée de manière apparemment efficace. Sur 2 086 mesures effectuées par le ministère de la Santé, environ 10 % des valeurs seulement dépassaient les limites de commercialisation dans les zones en périphérie des zones évacuées. Ces niveaux de contamination ont été confirmés par l'Agence de Vienne. Les interdictions temporaires de vente et de consommation de légumes, de champignons, de viandes et de poissons locaux ont été largement diffusées. Les quantités considérées comme acceptables au Japon étaient pour l'eau de 300 becquerels par litre (100 Bq/l pour les enfants) pour ce qui est de l'iode 131 et de 200 Bq/l pour le césium 137 ; dans les produits laitiers, 300 becquerels par kilo pour l'iode, 200 Bq/kg pour le césium ; pour la viande, les œufs et le poisson, 500 Bq/kg pour le césium alors que le niveau de 2 000 Bq/kg était considéré comme acceptable pour le poisson. Ces valeurs diffèrent quelque peu de celles recommandées par notre Codex alimentarius. Les restrictions concernant l'utilisation de l'eau de ville ont toutes été levées le 10 mai.

On ne dispose pas actuellement de bilan des mesures de rétention d'iode radioactif dans les

thyroïdes. Toutes les mesures connues, obtenues sur des voyageurs, indiquaient des niveaux très faibles.

■ La situation des liquidateurs et des pompiers

Les niveaux d'exposition des « liquidateurs », les personnels d'intervention chargés de refroidir les réacteurs endommagés, sont nettement plus élevés. Trente d'entre eux ont dépassé la dose de 100 mSv au 29 avril. Trois ont enregistré une dose supérieure à 170 mSv et deux ont subi une contamination cutanée de la jambe à un niveau ne causant pas de brûlure radiologique (2 à 3 Sv). Les doses externes sont restées dans la limite de 250 mSv fixée par les autorités japonaises pour répondre aux situations d'urgence radiologique.

Le nombre de liquidateurs exposés quotidiennement varie entre 50 et 250 sur le site F1 et s'élève à environ 600 sur le site F2, zone de repli. Il est évident que l'on n'est pas du tout dans la situation de Tchernobyl, où leur nombre total a été réévalué en 2011 par l'UNSCEAR (comité des Nations unies pour l'étude des effets des radiations atomiques, créé en 1955) à 530 000 avec une dose d'exposition individuelle moyenne de 117 mSv.

Parmi les pompiers intervenus pour éteindre l'incendie fin avril 1986 à Tchernobyl, 237 avaient présenté des signes d'irradiation aiguë (au-dessus de 1 000 mSv), 134 avaient été hospitalisés avec des doses comprises entre 800 et 16 000 mSv, 28 en moururent dans la plage de doses de 4 000 à 16 000 mSv, la plupart atteints de brûlures radiologiques cutanées consécutives à des irradiations locales plus de dix fois supérieures à la dose limite pour le corps entier. Dans cette cohorte, 33 décès supplémentaires ont été déplorés dans les vingt ans qui ont suivi, dont 19 au sein du groupe ayant présenté des symptômes d'irradiation aiguë. Les causes de la mort ne sont pas toutes attribuables à l'irradiation. 4,6 % de cancers ont été relevés dans ce groupe de liquidateurs, ce qui ne les distingue pas de la population générale. On mesure à cette échelle le sérieux avec lequel l'accident de Fukushima a été géré.

Qu'a-t-on appris de Tchernobyl vingt-cinq ans après la catastrophe ?

Le tout dernier rapport du comité UNSCEAR actualise le bilan des conséquences sanitaires et médicales (rapport UNSCEAR, annexe D : « Health effects due to radiation from the Chernobyl accident », United Nations, New York 2011) onze ans après la première évaluation qu'il avait réalisée du désastre (rapport UNSCEAR, 2000).

La première information est la confirmation de 7 000 cancers de la thyroïde, en très grande majorité chez les jeunes enfants (voir A. Aurengo dans ce numéro). Le nombre de décès connus depuis 2006 est de 15, sans doute en augmentation depuis cette date, mais à l'avenir, il ne devrait pas dépasser 5 % à 10 % de l'ensemble des cas opérés. Les doses thyroïdiennes moyennes ont été évaluées à 500 mSv. Dans la zone affectée par les retombées d'iode vivaient plus de 2 millions d'enfants. Les doses thyroïdiennes moyennes attribuées à 6,4 millions d'habitants de ces régions étaient de 100 mSv. Par rapport à Fukushima, on se trouve manifestement dans un tout autre ordre de grandeur : on peut envisager au Japon des dépassements de doses thyroïdiennes, mais elles ne peuvent affecter qu'un nombre très limité d'enfants et à des niveaux manifestement inférieurs à ceux de Tchernobyl. Les mesures de protection ont été mises en place rapidement, la consommation de produits laitiers locaux, à l'origine de la catastrophe à Tchernobyl, ne peut être du même ordre de grandeur ; la carence en iode, facteur aggravant, n'affecte pas le Japon.

La seconde information du rapport UNSCEAR 2011 est plus rassurante pour les riverains de Tchernobyl. Ni chez les 530 000 liquidateurs ni chez les 6 400 000 habitants des zones contaminées (plus de 37 000 Bq/m² déposés sur le sol), on ne distingue d'augmentation établie du nombre des cancers

(à l'exception des cancers thyroïdiens chez les enfants), ni de toute autre pathologie en relation avec l'exposition reçue. Cette information concerne bien sûr les maladies congénitales et héréditaires. C'est une information dérangeante, qui ne coïncide pas avec les alarmes médiatiques récurrentes, mais elle s'appuie sur l'expérience acquise par soixante-cinq années de réunions annuelles du comité UNSCEAR, réunissant les épidémiologistes et radiobiologistes de référence de l'ensemble du monde scientifique dans ce domaine, ceux qui publient leurs données dans les revues soumises à l'évaluation des pairs. Elle est cohérente avec ce que l'on sait des survivants de Hiroshima-Nagasaki et des données de l'irradiation médicale. On comprend pourquoi l'OMS a tenu à préciser que les conséquences sanitaires de l'accident de Fukushima seraient minimales.

Ces conclusions contrastent avec le ressenti des populations riveraines de l'accident de Tchernobyl, qui attribuent une grande part de leurs maux à l'irradiation. En 2000, le choc entre l'évidence médiatique et le dire des experts fut tel que le secrétaire général de l'ONU, Kofi Annan, dépêcha l'office de coordination des affaires humanitaires (OCHA) pour faire le point sur la situation. Kofi Annan déclara : « Plus de sept millions de nos frères ne peuvent se payer le luxe d'oublier. Ils continuent à souffrir chaque jour de ce qui s'est passé. [...] On ne connaîtra peut-être jamais le nombre de victimes, trois millions d'enfants ont besoin d'être soignés, beaucoup mourront prématurément. » Néanmoins, à l'occasion de réunions conjointes entre les experts médicaux et les représentants de l'OCHA, qui débutèrent à Kiev en avril 2001 et aboutirent en février 2002 à un rapport commun de l'OCHA, l'OMS, l'Unicef et le Pnud (Programme des Nations unies pour le développement) confirmèrent les conclusions de l'UNSCEAR, comme le fit le rapport du Forum Tchernobyl publié par l'OMS en 2005.

Le rapport UNSCEAR 2011, pour sa part, reprend les conclusions du Forum Tchernobyl pour établir la distinction nécessaire entre l'accident lui-même et ses conséquences radiopathologiques, celles qui

sont imputables aux doses reçues, et les conséquences sociales de l'accident : crise économique, pauvreté, détresse des évacués, carences alimentaires, perte de confiance en l'avenir manifestée, entre autres, par une émigration des classes jeunes, le refus d'enfant et le refuge dans des conduites à risque (alcoolisme et tabagisme). Ces effets collatéraux ont sans aucun doute un effet majeur sur le bien-être des populations affectées qui vivent finalement abandonnées depuis vingt-cinq ans dans un état de stress post-traumatique chronique, entretenu par la constatation quotidienne de la contamination irréversible de leur milieu de vie. Ces effets n'ont aucun lien avec les doses reçues, mais le prix sanitaire en est sans doute élevé. Il exige que la gestion de crise postaccidentelle soit considérée comme une priorité.

Est-ce que le Japon saura gérer ce type de crise ?

Tout l'enjeu de l'utilisation de l'énergie nucléaire en dépend. Toutes les études montrent, comme le rappelle l'étude ExternE européenne, que l'énergie nucléaire est économe en termes de pertes de vies même en incluant les accidents de type Tchernobyl, au même niveau que l'hydraulique et l'éolien, et que son coût est très inférieur au coût sanitaire de la combustion des énergies fossiles et de la biomasse.

Réalise-t-on seulement que l'épidémiologie montre qu'en Europe plus 250 000 décès par an sont dus directement à l'inhalation de particules fines, aux oxydes d'azote et à la production photochimique d'ozone résultant de la combustion du pétrole, du gaz et du charbon ? Le bois et les substances organiques brûlées sont aussi générateurs de ces toxiques, et l'OMS alerte l'opinion en évaluant à 1,6 million de morts par an le coût sanitaire de ces combustibles utilisés à foyer ouvert dans les pays en voie de développement. Et on ne tient pas compte ici du coût sanitaire probable vers lequel nous entraîne la production de gaz à effet de serre.

De son côté, comme on l'a vu, le nucléaire entraîne des effets sanitaires dus à l'exposition de l'homme aux radiations ionisantes, mais encore faut-il les situer à des niveaux compatibles avec la réalité des faits épidémiologiques que le public ignore manifestement. Un important effort de pédagogie est donc à faire. Dans l'immédiat, cependant, l'urgence est de maintenir la confiance des Japonais envers les autorités chargées

de la gestion de crise pour ne pas se trouver en face d'une crise majeure, due, elle, au stress postaccidentel, éventuellement aggravée par des fantasmes et des décisions politiques maladroites.

Note

1. *Cet article a été terminé le 15 mai 2011.*

LA GESTION D'UN RISQUE EXTRÊME LA RÉPONSE PAR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Guy Turquet de Beauregard

IBA Molecular Vice President

Ancien exploitant nucléaire

Ancien conseiller industriel au cabinet du Premier ministre

L'article décrit les défis de la sûreté des installations nucléaires. Il présente la démarche et l'organisation qui président, en France, à la sûreté nucléaire en indiquant les motivations et la logique des tests de résistance (« stress tests ») à la suite de l'accident de Fukushima.

La sûreté nucléaire procède historiquement de l'ambition de se prémunir d'un risque potentiellement extrême, la dispersion de matières radioactives, et, s'il se produit, d'organiser la gestion de la crise en résultant. Elle touche donc toutes les installations nucléaires, même si les réacteurs sont par essence et par expérience les plus concernés.

Le cas récent des réacteurs de Fukushima sert malheureusement de pédagogie accélérée pour la mesure des enjeux qui sont en cause.

Comment apprécier le risque ?

La complexité de ce problème se traduit au départ par une équation simple :
Risque nucléaire = P * G
où P est la probabilité de survenance d'un accident nucléaire, et G la gravité des effets et des conséquences.

La difficulté de cette équation, et donc l'appréciation du risque, réside dans le contenu des termes : d'une part, P, qui doit être proche de zéro, et, d'autre part, G, qui a une valeur potentiellement considérable. Que vaut ainsi le produit de zéro multiplié par l'infini, et donc comment apprécier le risque ? Si la probabilité d'un événement est très faible, pourquoi l'étudier, et donc pourquoi en évaluer les conséquences ? La stratégie de l'autruche est dans ce cas très tentante. L'exemple de la centrale de Fukushima est caractéristique.

Pourquoi faire un mur de protection du site nucléaire supérieur à 6,5 mètres, hauteur du tsunami le plus important connu au Japon ? Pourquoi encore étudier le risque de noyage de la centrale si le mur est suffisant ?

La démarche opérée en sûreté nucléaire consiste à s'obliger à étudier de manière systématique la valeur de P, dans toutes les configurations de menaces possibles, et à évaluer la valeur de G correspondante. L'évaluation de la gravité G suppose d'effectuer

systématiquement les études d'impact des événements. Par exemple, si la probabilité d'un tsunami supérieur à 6,5 mètres est très faible à Fukushima, mais si les conséquences sont considérables – avec la destruction de réacteurs, la contamination et donc la paralysie économique d'une région entière, et, enfin, le risque d'un rejet massif du nucléaire par les Japonais –, ne faut-il pas revoir cette hauteur de mur ou les conditions de refroidissement des réacteurs en cas de noyage, voire ne pas autoriser de centrale nucléaire au niveau de la mer ?

■ Les conséquences sanitaires, économiques et politiques des accidents nucléaires sont d'une importance telle qu'elles doivent mobiliser en amont et préventivement tous les acteurs, et pas seulement en cas d'accident. Il s'agit de rendre des comptes à tous et à tout moment sur l'état de sûreté des installations. Elles expliquent directement les approches basiques de la sûreté nucléaire telle qu'elle a été définie internationalement :

◆ Les risques potentiellement graves des accidents nucléaires forcent à une approche démocratique et donc « politique » de la sûreté, qui se traduit immédiatement par la nécessité d'une autorité indépendante garante pour le public d'une appréciation la plus objective possible à la fois vis-à-vis des exploitants et des pouvoirs publics. C'est le choix français fait en 2006 de créer une autorité administrative indépendante, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

◆ Une approche technique exhaustive de l'évaluation des risques, des parades possibles, des conséquences des accidents et de la gestion de crise.

C'est pour sortir de cette complexité, et surtout pour ne pas reproduire les accidents du passé, que les spécialistes du risque ont créé les concepts actuels de la sûreté nucléaire. L'histoire du nucléaire est, comme toutes les nouvelles industries, jalonnée d'accidents mais dont les conséquences potentiellement très graves sont à la fois immédiates et très pérennes. Néanmoins, au regard des avantages considérables de cette énergie, les décideurs politiques ont exigé des acteurs, tant des régulateurs que des exploitants

nucléaires, les actions propres à réduire au minimum les risques afin que ces derniers soient perçus comme acceptables par le public.

Le concept de « défense en profondeur »

Les spécialistes du nucléaire ont bâti un corpus de doctrines applicables à la conception, à l'exploitation et au démantèlement des installations nucléaires. Ce corpus repose sur le concept de « défense en profondeur ». Cette démarche est, en France, soigneusement transcrite dans les textes de lois, dans de nombreux décrets ou arrêtés, qui lui confèrent une valeur légale puissante. La défense en profondeur suppose un travail à cinq niveaux :

■ Etudier toutes les anomalies connues et imaginables

Il s'agit de concevoir et exploiter une installation en balayant exhaustivement toutes les anomalies connues et imaginables. Cela concerne autant les défaillances d'origine interne (comme les erreurs humaines en salle de commande, voire l'erreur de lecture de position de vanne à Three Mile Island en 1979, ou comme la durée de tenue au feu d'une paroi) que les défaillances d'origine externe (comme l'effet du tsunami à Fukushima sur un organe de sûreté essentiel, le système de refroidissement du combustible nucléaire).

Ce travail considérable balaie une liste référencée et reconnue touchant à tous les équipements, à tous les modes opératoires, à toutes les agressions (vent, neige, séisme, etc.) et au management de la sûreté en général. Cela conduit à l'identification de « barrières » successives qu'il convient de préserver au maximum. Par exemple, les trois barrières à protéger entre le combustible du réacteur et l'extérieur sont la gaine étanche du combustible, le circuit primaire du réacteur et l'enceinte en béton de ce même réacteur.

■ Être en mesure de vérifier que l'installation reste dans le domaine de fonctionnement autorisé

Être en mesure de vérifier par les moyens appropriés que l'installation reste dans le domaine de fonctionnement autorisé par le premier niveau décrit ci-dessus. Cela se traduit par une batterie très complète de capteurs de surveillance permanente de l'installation (détecteurs de position, de pression, de température ; détecteurs de contamination...) et un programme de contrôle exhaustif annuel de l'état des matériels et bâtiments.

Ce niveau de défense oblige aussi les exploitants à remettre en cause tous les dix ans la qualité de sûreté de leur installation, c'est le réexamen de sûreté décennal. Ce réexamen concerne, outre la conformité de l'autorisation initiale, une amélioration de la sûreté prenant en compte les progrès reconnus dans ce domaine.

■ Limiter les conséquences des défaillances

Il s'agit de supposer que des défaillances restent possibles malgré les deux premiers niveaux de défense en profondeur. Il s'agit de concevoir les systèmes de sauvegarde puissants en cas de défaillance ou accidents soigneusement inventoriés là encore suivant les standards internationaux reconnus. Ces systèmes doivent être intégrés dès la conception. Dans le cas de Fukushima, un système de refroidissement de sauvegarde situé en hauteur, inutile en cas de fonctionnement normal, aurait peut-être épargné la fusion du cœur du réacteur.

■ Limiter les conséquences des accidents

Des accidents restent possibles. Il y a donc lieu de limiter leurs conséquences ainsi que la dégradation des conditions accidentelles. Il s'agit des actions

menées à l'intérieur du site nucléaire lors d'un accident ou plus probablement en cas de défaillances multiples. La sûreté nucléaire se situe là dans la préparation à de tels événements par une organisation de crise et la rédaction de procédures d'urgence internes (le « plan d'urgence interne »). Ce niveau suppose des exercices nombreux (plusieurs par an) afin de protéger les personnels présents et de garder une capacité de gestion de la crise à tout moment.

■ Limiter les conséquences radiologiques externes

En cas de rejets importants il y a lieu de prévoir comment limiter les conséquences radiologiques externes pour les populations. C'est le dernier niveau de défense possible après l'échec des quatre premiers niveaux. Il met en œuvre tous les pouvoirs publics localement et nationalement à partir de plans d'intervention conçus suivant les scénarios types. La gestion de Fukushima nous donne le type de mesures de contrôle de l'environnement par les pouvoirs publics japonais.

Le courrier envoyé le 23 mars 2011 par le Premier ministre français à l'ASN après l'accident de Fukushima vise à réévaluer ces cinq niveaux (*stress tests*) en prenant en compte les leçons de l'accident japonais.

Il pointe en particulier deux aspects critiques de Fukushima, la simultanéité d'agressions extrêmes (séisme et tsunami) avec ses conséquences ainsi qu'une gestion de crise devenue très complexe dans la définition des priorités et la mise en œuvre de moyens de secours eux-mêmes très dégradés. Imaginons l'état de concentration réel des personnels de l'installation nucléaire ayant eux-mêmes tout perdu, famille et maison.

Les études réalisées pour les cinq niveaux de défense en profondeur donnent lieu au référentiel de sûreté de l'installation, qui engage formellement l'exploitant sur son site et qui constitue le document de référence légal pour le contrôleur qu'est l'Autorité de sûreté.

■ Pour une bonne exécution de la défense en profondeur

À ce stade, trois aspects essentiels de la sûreté nucléaire doivent être mentionnés pour une bonne exécution de la défense en profondeur : la culture de sûreté, le retour d'expérience et le rôle donné par la loi au régulateur en France, l'ASN.

Toutes les lois promulguées par les gouvernements, tous les rapports, toutes les procédures rédigées par les exploitants supposent un préalable fondamental que tous les spécialistes appellent la « culture de sûreté ».

◆ La culture de sûreté est une attitude permanente de remise en question personnelle, d'engagement et de responsabilité par rapport à l'évaluation du risque. Beaucoup d'incidents proviennent d'un manque de questionnement devant une situation nouvelle qui demande une évaluation de sûreté.

Cette culture doit émaner d'abord des dirigeants politiques, puis des chefs d'entreprises, et enfin des acteurs dans les installations. Dans le cas de l'accident de Tchernobyl, les carences observées sur ce point précis à tous niveaux dans le pays sont très édifiantes. Il est essentiel de l'évaluer. Cette culture est mesurée en France pour les exploitants, entre autres méthodes, au travers des écarts, anomalies ou incidents qui sont déclarés de manière systématique.

Près de 900 événements sont ainsi déclarés par les exploitants à l'ASN, ce qui est loin d'être le cas à l'étranger. Imaginons que chaque automobiliste français doive s'arrêter au poste de police pour dénoncer un écart majeur au Code de la route qu'il aurait commis... C'est le cas des exploitants nucléaires en France.

◆ Un autre aspect essentiel de la sûreté est le « retour d'expérience » car il impose à tous, au régulateur comme aux exploitants, de faire méthodologiquement

et formellement l'analyse de tous les événements, écarts ou accidents passés pour démontrer que les leçons apprises à cette occasion sont traduites effectivement dans l'exploitation des installations. Ce retour d'expérience intervient aux cinq niveaux de la défense en profondeur. Il donne lieu, dans les documents de référentiel, à une revue systématique.

◆ Enfin, on l'a vu plus haut, l'importance de l'indépendance donnée par la loi à l'ASN dans l'exercice de son contrôle de la sûreté nucléaire. Cette loi, dite « loi de transparence » ou « loi TSN », qui a présidé à la création de l'ASN, a aussi institué deux puissants et subtils leviers de régulation pour assurer la mission de sécurisation : d'une part, en obligeant l'ASN à publier le maximum de documents concernant le contrôle exercé chez les exploitants – elle contraint corrélativement ces derniers à une rigueur particulière en réponse à ces publications ; d'autre part, la loi donnant officiellement au comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) des exploitants une légitimité pour s'exprimer sur la sûreté, elle crée de facto une plus grande responsabilisation des acteurs de terrain du nucléaire.

Conclusion

On voit que, face aux enjeux sanitaires et économiques de l'énergie nucléaire, le gouvernement s'est donné tous les atouts législatifs pour assurer un niveau de sûreté satisfaisant, et ce dans une logique de progression.

Il est frappant de constater combien l'ensemble des méthodologies mises au point par le monde nucléaire peut s'appliquer aux autres menaces ou aux autres risques que le monde globalisé d'aujourd'hui se doit désormais de prendre en compte. Chacun songera au risque systémique financier. Les décideurs politiques pourraient largement puiser dans l'organisation de la sûreté nucléaire pour inspirer les nouvelles règles de gouvernance de ces risques.

TMI... FUKUSHIMA DAIICHI

Alain Stanislas

Directeur d'Assuratome

Il y a quelques années, si vous demandiez à un Américain ce que lui évoquait le sigle TMI, invariablement, il vous répondait : « Three Mile Island », l'accident nucléaire survenu dans la centrale de l'État de Pennsylvanie en 1979.

Aujourd'hui, pour un Américain de moins de 40 ans, TMI signifie... « Too Much Information » !

En ce qui concerne Tchernobyl, des informations de toute nature et souvent contradictoires, entretiennent le doute depuis vingt-cinq ans sur les réelles conséquences humaines et financières de la catastrophe.

Les Japonais sauront-ils tirer les conséquences de ces précédents, et pourrons-nous disposer d'éléments suffisamment précis sur l'accident dans la centrale de Fukushima provoqué par le tsunami du 11 mars 2011 pour en tirer des leçons ?

À observer les précautions prises par les autorités françaises lors des points presse quotidiens qui ont suivi le tsunami, on a bien compris que, cette fois, l'information concernant la situation dans la centrale nucléaire de Fukushima n'allait pas être « TMI » !... mais que, au contraire, elle allait être distillée avec parcimonie pendant une période indéfinie.

Quelle assurance au Japon ?

Sur le plan de l'assurance, cet accident pose évidemment la question de ses conséquences financières pour les dommages d'irradiation et de contamination radioactive subis par les tiers (dommages corporels et dommages aux biens), mais aussi par l'exploitant lui-même pour les pertes directes constatées sur les installations et les pertes d'exploitation consécutives à la mise hors service définitive de quatre voire six réacteurs totalisant une puissance de plus de 4 500 MWe.

En ce qui concerne les dommages, l'exploitant de la centrale Tepco (Tokyo Electric Power Company) n'était pas assuré au moment du sinistre, n'ayant pas

souhaité reconduire sa police d'assurance en août 2010. En revanche, en RC, garantie obligatoire, la police d'assurance émise par le JAEIP (Japan Atomic Energy Insurance Pool) était bien en vigueur. À hauteur de 120 milliards de yens, soit environ 1 milliard d'euros, les dommages aux tiers résultant d'un accident nucléaire sont couverts sauf si de tels dommages sont causés par un tsunami, un tremblement de terre ou un incendie consécutif.

Aux termes de la loi japonaise [loi n° 147/148 du 17 juin 1961 modifiée], c'est l'État qui devrait indemniser les victimes, sauf si, comme la presse l'a rapporté récemment, des dispositions spéciales sont mises en œuvre pour faire participer, par solidarité, les autres exploitants nucléaires japonais aux indemnisations.

Une certitude, en tout cas, quelles que soient les sources de financement, l'indemnisation des victimes qui se trouvaient dans l'environnement de la centrale sera compliquée du fait de la quasi-concomitance des deux événements, le tsunami et l'accident nucléaire. Il y a en effet des victimes du tsunami qui ont subi des dommages dus à la vague et/ou au tremblement de terre mais qui n'ont pas subi de dommages dus à la radioactivité ; d'autres qui ont été contaminées et qui ne pourront réclamer que pour des dommages corporels et matériels dus à la radioactivité ; et, surtout, des victimes qui ont subi les deux à la fois. Le moment venu, des enseignements seront sans doute à tirer de l'expérience vécue par les Japonais sur ce plan.

Comment fonctionnerait l'assurance en France ?

En France, pour les dommages à l'installation elle-même, les polices couvrant les risques nucléaires réassurées par Assuratome ne comportent pas d'exclusion pour les tremblements de terre, étant précisé que les catastrophes naturelles font l'objet d'une réassurance pour compte commun des membres auprès de la CCR Caisse centrale de réassurance. Mais les exploitants nucléaires français n'ont pas plus d'obligation légale que les japonais de s'assurer pour les dommages à leurs installations ou pour leurs pertes d'exploitation.

Cette obligation existe en revanche aux États-Unis pour un montant minimal de 1,06 milliard de dollars, car un sinistre peut non seulement causer la destruction de l'installation nucléaire et la perte des revenus correspondants, mais également entraîner des frais conséquents pour la dépollution et « la mise à l'état sûr » du site. Par exemple, pour TMI, l'assurance couvrirait jusqu'à une limite de 300 millions de dollars (de 1979), alors que le seul coût relatif aux opérations de mise à l'état sûr, toujours en cours, dépasse déjà un milliard de dollars. Cette garantie obligatoire instaurée après TMI permet ainsi de s'assurer que l'exploitant disposera des fonds réservés pour procéder aux

opérations de stabilisation de l'installation, lesquelles, en l'absence d'assurance, pourraient être à la charge de la collectivité.

En RC, les exploitants français ont l'obligation « d'avoir et de maintenir » une assurance ou une autre garantie financière approuvée par le ministre de l'Économie et des Finances (art. 7 de la loi du 30 octobre 1968 modifiée). Il s'agit d'un régime spécial qui repose sur les textes suivants :

- la Convention de Paris du 29 juillet 1960 modifiée, sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire ;
- la Convention de Bruxelles du 31 janvier 1963, complémentaire à la Convention de Paris ;
- la loi n° 68-943 du 30 octobre 1968 (modifiée par la loi n° 90-488 du 16 juin 1990) relative à la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire.

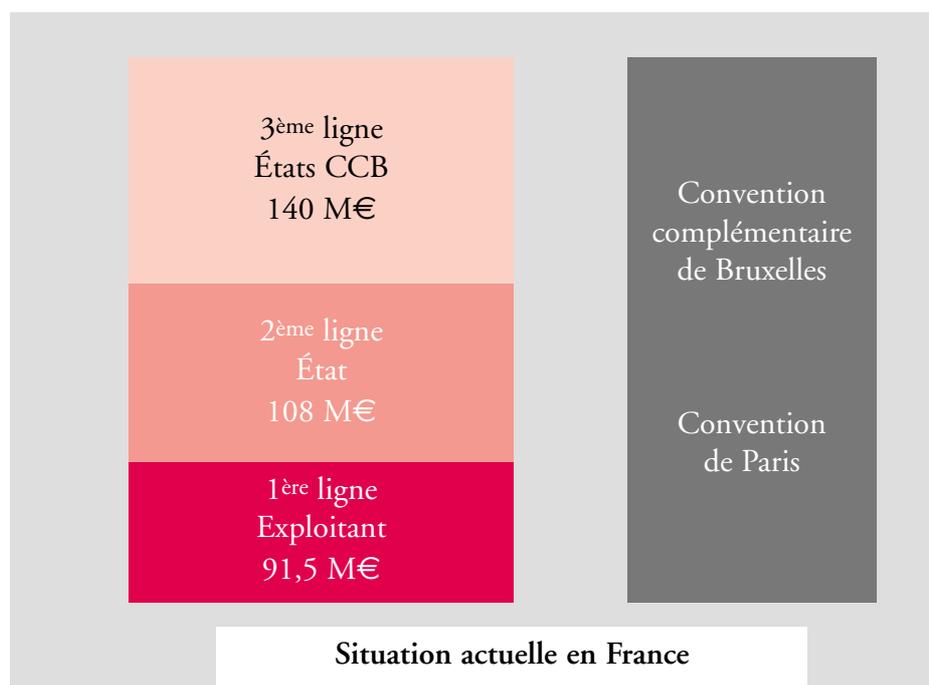
Ce régime déroge sur plusieurs points au droit commun de la responsabilité civile :

- L'exploitant est seul responsable des dommages aux personnes et aux biens causés par un accident nucléaire. Toute action ne pourra donc être intentée qu'à l'encontre de celui-ci.
- Le régime juridique introduit le principe de la responsabilité « objective » de l'exploitant nucléaire, en dispensant la victime d'apporter la preuve de la faute de l'exploitant, lequel est responsable de plein droit des accidents nucléaires survenus dans son installation ou au cours d'un transport effectué pour son compte, y compris en cas d'acte de terrorisme.

La responsabilité de l'exploitant est limitée dans son montant et dans le temps à 91 469 410 euros dans la loi française (pour un transport ou une installation à risque réduit : 22 867 353 euros).

Au-delà du montant de la responsabilité de l'exploitant, les victimes sont indemnisées dans les conditions et limites fixées par la Convention complémentaire de Bruxelles :

- jusqu'à 175 millions de DTS*, soit près de 200 millions d'euros, par l'État de l'installation ;
- jusqu'à 300 millions de DTS*, soit près de 340 millions d'euros, par les parties contractantes à cette convention, y compris la France.



* Base : 1 DTS = ± 1,12 euro.

L'article 15 de la loi du 30 octobre 1968 prévoit que la victime peut agir en réparation dans un délai de trois ans, soit à compter du moment où elle a eu connaissance du dommage et de l'exploitant responsable, soit à compter du moment où elle a dû raisonnablement en avoir connaissance. Le délai au-delà duquel aucune action ne peut plus être intentée est fixé, par la Convention de Paris, à dix ans à compter du jour de l'accident.

L'État assure en outre l'indemnisation des dommages dont la réparation n'a pu être demandée parce que le dommage est apparu après ce délai de dix ans. Mais deux conditions sont posées : l'action doit être introduite dans un délai maximal de cinq ans (ce qui fait un total de quinze ans) et le montant total des indemnités allouées ne peut dépasser le montant d'indemnisation maximal prévu par la loi. Sont indemnisables les dommages aux personnes et aux biens, à l'exclusion de l'installation nucléaire elle-même et des autres installations nucléaires qui se trouvent sur le même site, ainsi que les biens situés sur ce site et utilisés en rapport avec l'une de ces installations.

■ Deux protocoles

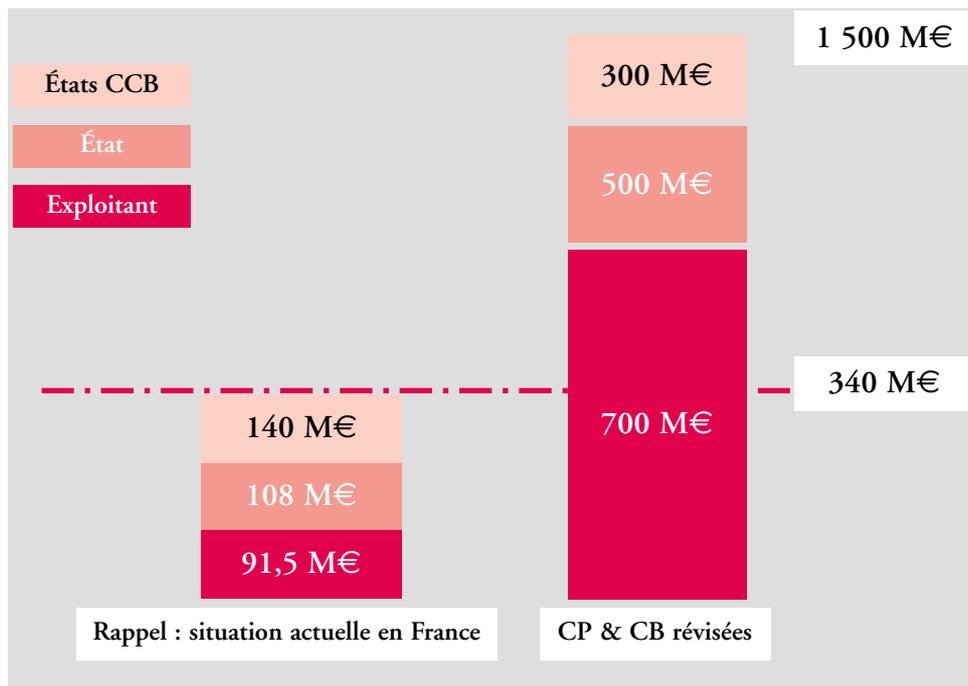
Deux protocoles, signés à Paris le 12 février 2004 mais non encore en application, sont venus modifier les Conventions de Paris et de Bruxelles sur plusieurs points importants.

◆ Pour la Convention de Paris :

- Augmentation des montants de la responsabilité incombant à l'exploitant nucléaire, laquelle est portée à un minimum de 700 millions d'euros.

Ce relèvement concerne également les installations à faible risque, où la responsabilité de l'exploitant est portée à 70 millions d'euros au minimum, et les accidents en cours de transport de substances nucléaires, où elle est fixée à 80 millions d'euros au minimum.

- Allongement du délai de prescription qui passe de dix à trente ans pour les dommages corporels.
- Élargissement de la notion de dommage indemnifiable aux dommages immatériels ainsi qu'au coût des mesures de sauvegarde et des mesures de restauration d'un environnement dégradé.
- Suppression de l'exonération de responsabilité de l'exploitant nucléaire en cas de « cataclysmes naturels de caractère exceptionnel ».



- Extension du champ d'application géographique de la convention aux dommages nucléaires subis sur les territoires ou dans la zone maritime des États non contractants à la convention, selon des modalités très précises.

◆ Pour la Convention de Bruxelles :

La principale modification introduite par le protocole d'amendement est l'augmentation de la troisième tranche, alimentée par des contributions de toutes les parties contractantes, qui sera portée d'un maximum de 125 millions de DTS à un maximum de 300 millions d'euros.

Le régime révisé des Conventions de Paris et de Bruxelles fournira par conséquent un montant total de réparation de 1 500 milliards d'euros, contre un peu moins de 340 millions d'euros actuellement.

Par comparaison, aux États-Unis, les sommes disponibles pour les indemnisations sont supérieures à 10 milliards de dollars grâce à un mécanisme astucieux fondé sur le Price Anderson Act de 1957, qui combine la constitution de réserves faisant appel, d'une part, à un pourcentage des primes d'assurance versées dans un fonds géré par les assureurs, et, d'autre

part, au paiement d'une prime rétrospective par réacteur prédéterminée et plafonnée sur une période de dix ans suivant un sinistre grave.

■ Prise en compte de ces modifications par l'assurance

Ces modifications ont eu pour première conséquence un besoin accru de couverture de la part des exploitants, auquel les assureurs étaient prêts à répondre dès 2004.

Il était toutefois nécessaire à cette occasion de rappeler les limites de « l'assurabilité » et de prévoir qu'une refonte des conditions de garantie des polices responsabilité civile de l'exploitant nucléaire allait être entreprise. Certains postes de préjudices nouveaux, comme les mesures de sauvegarde, ou l'imprécision de certains termes juridiques pour les dommages à l'environnement par exemple, ou encore l'allongement de la période de prescription pour les dommages corporels ont ainsi fait l'objet d'études au sein de la commission technique d'Assuratome.

En parallèle, de nombreuses discussions avaient lieu avec les pouvoirs publics et les exploitants

afin « d'objectiver » les difficultés résultant de ces modifications et de rechercher ensemble des solutions raisonnables. Avec le temps et l'évolution des marchés, par exemple en matière de dommages à l'environnement, et aussi grâce à l'augmentation progressive des capacités disponibles, les positions se sont rapprochées, et on peut pronostiquer que les quelques sujets n'ayant pas encore fait l'objet d'une prise de position définitive de la part des pouvoirs publics trouveront une solution « à chaud », pendant la période légale de trois mois, entre l'annonce de la ratification officielle des protocoles de révision et la date de leur mise en application.

En principe, la ratification devrait intervenir rapidement car, sur les quinze pays européens concernés, seuls les Anglais, les Belges et les Italiens tardent à apposer leur signature sur le document. Reste à espérer que la récente initiative de la Commission européenne, qui s'appuie sur l'article 98 du traité Euratom pour lancer une étude visant à améliorer la cohérence des obligations de garantie financière qui pèsent sur les exploitants nucléaires européens, ne sera pas un prétexte pour repousser à nouveau la ratification attendue depuis déjà sept ans.

Le contrôle des engagements des assureurs et des réassureurs

La violence du tsunami du 11 mars 2011 et l'importance des pertes financières qu'il va entraîner obligent les marchés à revoir leur modélisation pour les risques liés aux événements naturels de caractère catastrophique, afin de mieux appréhender les effets en cascade d'une catastrophe d'une telle ampleur et de s'assurer que tous les risques de cumul ont été identifiés, notamment en additionnant les expositions aux événements naturels et celles résultant d'un accident nucléaire.

Dans le domaine de l'assurance des risques nucléaires, plusieurs sites, en France comme dans

d'autres pays proches géographiquement les uns des autres, peuvent être affectés par un même cataclysme désormais non exclu dans le protocole de révision de la Convention de Paris. Il s'ensuit que, la garantie RC étant accordée par site nucléaire, il a été prévu que dès la mise en application des nouvelles dispositions, les nouveaux contrats pour les zones à risques devront comporter une limite par événement, même si plusieurs exploitants sont concernés, de sorte que les assureurs ne soient pas exposés à un risque non maîtrisé.

De la même manière, la reconstitution automatique de la garantie, qui était acceptable pour les assureurs lorsque la limite était de 91 millions d'euros, ne le sera plus avec 700 millions d'euros. D'une façon générale, l'organisation en pools, où chaque membre souscrit en réfaction nette sans avoir recours à la réassurance, est l'élément fondamental pour les apporteurs de capacités, qui connaissent ainsi le montant exact de leurs engagements pour les exploitants nucléaires. Chaque membre peut ainsi exposer, sans crainte des cumuls inconnus, la totalité de sa capacité au sein du pool auquel il adhère. C'est par ailleurs une des raisons d'être et la mission permanente des pools de veiller aussi à la maîtrise des cumuls dossier par dossier.

À titre d'exemple, les contrats dommages comportent, pour les plus importants d'entre eux, une limite par sinistre et par année d'assurance, et, si besoin, une limite pour la contamination radioactive entre plusieurs sites d'un même exploitant. De plus, en France, une limite spécifique, au-delà de la limite légale de responsabilité de l'exploitant nucléaire, a été introduite dans les contrats RC afin de couvrir les frais importants qui seraient engagés par les assureurs sur une très longue période, pour la gestion interne et externe des sinistres. Sans cette limite contractuelle, les assureurs seraient exposés à des frais de gestion dont le montant pouvait être considérable sans en connaître la limite.

Enfin, les risques de cumul « cachés » sont très réduits, notamment en raison de la position du marché de ne pas souscrire, sauf cas particulier

identifié, de polices RC professionnelles pour les multiples entreprises intervenant dans l'industrie nucléaire. Leurs besoins de couverture sont en général réglés par la négociation de clauses d'abandon de recours de la part de l'exploitant, qui lui-même prévoit en général, dans son contrat d'assurance dommages, un abandon de recours par ses assureurs contre les fournisseurs et sous-traitants. Dans certains cas, la souscription d'une police tous risques chantiers par le maître de l'ouvrage couvrant également l'ensemble des intervenants est préférée et répond aux besoins de protection des intervenants.

La gestion des sinistres nucléaires et les indemnisations

L'accident de Fukushima a démontré la vulnérabilité de cette centrale nucléaire aux tsunamis. Il a rappelé durement aux assureurs le potentiel d'exposition que représente un tel accident. Le retour d'expérience a déjà commencé sur le plan de la sûreté nucléaire, et toutes les installations pourront s'en inspirer. Bien que les processus d'indemnisation des victimes japonaises ne soient pas encore connus, ils ne seront pas, en principe, sous la responsabilité des assureurs de l'exploitant, puisque les contrats ne doivent pas jouer. Il n'y aura donc pas d'accès direct à l'information, et il faudra patienter avant d'avoir un retour d'expérience sur ce sujet.

En France, selon les principes de la RC nucléaire, l'indemnisation est facilitée si on la compare à d'autres situations d'accidents de grande ampleur, du simple fait que seul l'exploitant nucléaire est responsable. Cependant, la limitation légale en montant de la responsabilité de l'exploitant nucléaire implique qu'il n'y a pas de principe de réparation intégrale du préjudice.

Aux termes de l'art. 7 (j) de la Convention de Paris, « chaque partie contractante prend les dispositions nécessaires pour que les personnes ayant subi des dommages nucléaires puissent faire valoir leurs droits

à réparation sans avoir à entamer des procédures différentes selon l'origine des fonds destinés à cette réparation ». La mobilisation de plusieurs « tranches » de financement (exploitant, État, communauté des États de la Convention de Bruxelles) implique de mettre en place un mécanisme de gestion entre les tranches dans lequel l'État a nécessairement un droit de regard, d'ailleurs prévu à l'article 6 de la loi de 1968 ainsi rédigé : « L'exploitant devra dénoncer à l'agent judiciaire du Trésor toute demande d'indemnisation des victimes. »

Dans cet esprit et afin de permettre une continuité dans la gestion des sinistres initiée par les assureurs et l'utilisation des moyens mis en place, Assuratome a proposé au ministère des Finances, dès 1995, une convention pour la gestion des sinistres nucléaires entre les assureurs et l'État. Le texte final, daté du 2 juin 1998, a fait l'objet d'une étude détaillée par le service juridique de l'agence judiciaire du Trésor. Malgré la prise en compte de l'ensemble des remarques et questions de l'Administration par un courrier du 18 janvier 1999, celle-ci a décidé de ne pas signer la convention de gestion en attendant de reprendre les études d'une manière plus globale et en invoquant la nécessité d'un appel d'offres européen pas encore lancé.

La gestion des sinistres en cas d'accident nucléaire grave se situe dans un contexte plus global de crise nucléaire, et l'État français à cet égard est en avance par rapport aux autres pays, puisqu'il est le seul à disposer officiellement, depuis plusieurs années, d'une structure dédiée à la gestion d'une crise consécutive à un accident nucléaire comprenant également une partie indemnisation. Il s'agit du Codirpa (Comité directeur pour la gestion de la phase postaccidentelle, dans le cas d'un accident nucléaire ou d'une situation radiologique), créé sous l'égide de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) indépendante. On peut déjà prévoir que l'accident de Fukushima aura des conséquences sur les travaux en cours, en particulier sur les scénarios de crise, qui devront être fortement aggravés, de même que la durée prévisible de la gestion de la crise, sans oublier l'actualisation consécutive de son coût.

Exception française oblige, on ne peut pas évoquer la gestion des sinistres nucléaires sans faire la distinction entre les sinistres nucléaires résultant d'un acte de terrorisme et ceux résultant d'une autre cause. Pour ces derniers, la situation est plus simple car elle n'implique a priori que la police d'assurance ou la garantie financière de l'exploitant avec des possibilités de recours très limitées.

En revanche, pour les assureurs, le sinistre nucléaire résultant d'un acte de terrorisme perpétré dans une installation nucléaire civile entraîne une situation plus complexe, puisque, depuis la loi du 9 septembre 1986 relative à la lutte contre le terrorisme et aux atteintes à la sûreté de l'État, des mécanismes spécifiques sont en place.

S'agissant des dommages corporels, l'indemnisation des victimes est du ressort du FGTI (Fonds de garantie des victimes des actes de terrorisme et d'autres infractions). (Art. L.126-1 et L.422-1 et suivants du Code des assurances).

Pour les dommages matériels, depuis la loi n° 2006-64 du 23 janvier 2006 qui a modifié l'art. L.126-2 du Code des assurances, les contrats d'assurances garantissant les dommages d'incendie... ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur ouvrent droit à la garantie de l'assuré pour les dommages matériels directs causés aux biens assurés par un acte de terrorisme.

Le terrorisme n'étant pas une cause d'exonération de responsabilité pour l'exploitant nucléaire, le FGTI, d'une part, et les assureurs dommages, d'autre part, se retourneraient contre l'exploitant nucléaire et son assureur ou son garant financier afin de récupérer les indemnités versées aux victimes.

Ces mécanismes ne couvrent pas l'ensemble des dommages nucléaires au sens de la responsabilité

civile des protocoles de 2004, tels que les dommages immatériels, les dommages à l'environnement, aux cultures, aux animaux, etc. Il en résulte que la gestion des dossiers sera lourde et ne pourra être confiée qu'à des professionnels de l'indemnisation des sinistres. Mais les spécificités françaises vont encore plus loin, puisque, au-delà des indemnisations au sens de la loi, des aides et secours d'urgence pourraient être versés aux victimes selon deux sources : des aides de première nécessité versées par les exploitants, différentes selon les exploitants, et des secours d'urgence qui seraient versés par l'État à certaines victimes seulement. Ces aides et secours sont dans leur principe distincts mais pourraient se cumuler.

On voit déjà, sans avoir encore évoqué la priorité accordée par décret à l'indemnisation des dommages corporels, option ouverte dans la Convention de Paris et retenue par la loi française de 1968 modifiée (art. 13), qu'un « guichet unique » préétabli évitera de prendre un retard considérable dans les indemnisations, alors que, dans le même temps, une pression très forte s'exercera pour que des acomptes puissent être versés dans des délais très rapprochés par rapport à la date d'un sinistre grave.

Too much information ?

Comment communiquer ? Quel message, pour qui ? Qui est habilité à communiquer ? C'est aussi à ces questions qu'il faudra répondre en priorité lors des prochains exercices de gestion de crise d'un accident nucléaire pour être certains que les assureurs, grâce à leur expérience dans le règlement des sinistres, pourront optimiser leur contribution à la gestion de la crise, dont il faut anticiper également les conséquences transfrontières.

LE RISQUE NUCLÉAIRE EST-IL ÉVALUABLE ?

Daniel Zajdenweber

Professeur émérite à l'université Paris-Ouest – Nanterre-La Défense

Le risque nucléaire est générateur de dommages extrêmes catastrophiques pour les exploitants des centrales, les populations environnantes et le monde entier. Il est impossible d'évaluer ce risque au niveau microéconomique d'une centrale. En revanche, grâce à des outils mathématiques « non standard », il est possible de déterminer le risque marginal d'un parc de réacteurs et donc le nombre de réacteurs à ne pas dépasser dans le monde entier.

Inévitablement, la catastrophe de Fukushima, à l'instar de celle de Tchernobyl vingt-cinq ans auparavant, repose la lancinante question de l'évaluation des risques liés à l'industrie nucléaire. Si on admet que le « risque zéro » n'existe pas, faut-il pour autant considérer que les dommages causés par les accidents dans les centrales nucléaires sont par nature apocalyptiques, comme le laissent prévoir certains militants de l'arrêt total de toute l'industrie nucléaire ? Entre le « presque zéro » des uns et le « quasi-infini » des autres, y a-t-il une évaluation rationnelle possible qui pourrait guider les décideurs dans leur choix d'investir ou de désinvestir dans le secteur nucléaire, notamment dans la production d'énergie électrique ?

Des dommages extrêmes gigantesques

La réponse n'est pas simple car elle remet en cause les principes de base de l'évaluation actuarielle des risques. En effet, le risque nucléaire n'est pas évaluable en faisant appel aux techniques statistiques « standard » fondées sur

les moyennes et sur les écarts moyens par rapport à la moyenne. Les rares désastres extrêmes et irréversibles à l'échelle des durées des vies humaines sont si élevés que le calcul d'une moyenne n'a plus de signification.

La catastrophe de Tchernobyl le montre de façon presque caricaturale. En dépit d'une absence d'évaluation des dommages directs et indirects par les autorités soviétiques de l'époque (« black-out » politique ou incapacité à procéder à une évaluation ?), diverses sources ont pu rassembler des informations éparses au cours des vingt-cinq dernières années depuis la catastrophe.

Le UN Chernobyl Forum 2003-2005 (organisé à l'initiative de l'IAEA) a publié un rapport détaillé ¹ qui donne un ordre de grandeur crédible mais partiel des montants des dommages, afin d'éclairer les gouvernements des trois pays victimes directes de la catastrophe, la Russie, l'Ukraine et la Biélorussie.

La méthode utilisée par ce forum était celle du « coût de remplacement ». Combien ont coûté le relogement et la construction des infrastructures publiques nécessaires à la vie quotidienne des centaines de milliers de personnes affectées par la catastrophe, parmi lesquels 43 000 habitants de la ville de

Pripiat, totalement évacuée ? La réponse est : 130 037 appartements ou maisons, 111 292 places dans les écoles, 33 475 places dans les jardins d'enfants, 11 220 lits d'hôpitaux et 38 781 visites par jour dans les dispensaires.

Autrement dit, les seuls coûts immobiliers ont représenté l'équivalent de la construction en France d'une ville comme Nantes – Saint-Nazaire.

À ces coûts déjà énormes, il faut évidemment ajouter les coûts tangibles : ceux du réacteur détruit et des réacteurs voisins arrêtés prématurément, les pertes d'exploitation, la construction du sarcophage et de sa future enveloppe en acier, leur surveillance, les vies humaines perdues ou rendues malades dans la population environnante et chez les « liquidateurs », dont les montants ne sont pas évalués par le forum, faute de données fiables, auxquels enfin il faut rajouter les coûts intangibles liés aux effets négatifs sur l'industrie électronucléaire mondiale et la perte durable d'espace habitable dans la région contaminée.

Au total, les coûts directs et indirects de la catastrophe de Tchernobyl pourraient être équivalents à la reconstruction d'une grande ville française comme Toulouse.

Il est encore trop tôt pour évaluer les dommages causés par les réacteurs de Fukushima sinistrés, dont l'origine n'est pas la même que celle de Tchernobyl (imprudence et maladresse des ingénieurs et absence d'enceinte de confinement en Union soviétique ; sous-évaluation des hauteurs extrêmes des vagues des tsunamis dans une région exposée à ce type de phénomène tellurique au Japon), mais d'ores et déjà on peut admettre que les dommages immobiliers seront du même ordre de grandeur que ceux de Tchernobyl. Estimer un coût moyen attendu d'un accident de ce type, alors qu'il n'y en a eu que deux dans la jeune histoire de l'industrie nucléaire, trois si on prend en compte celui de Three Mile Island en 1979 qui frôla la catastrophe, relève de l'impossible, tant la dispersion des dommages effectivement recensés est grande et tant les dommages totaux sont mal connus.

Des modèles « non standard »

Le modèle statistique standard ne s'appliquant pas à ce type de risque, il faut faire appel à d'autres modèles qui prennent en compte son caractère particulier. Essentiellement, l'importance des valeurs extrêmes. Elles sont très éloignées des nombreuses valeurs des petits dommages dus aux nombreux petits incidents ou anomalies, classés de 1 à 3 sur l'échelle internationale des événements nucléaires (Ines) ².

En France, les opérateurs des 58 réacteurs installés en déclarent plus de 700 par an, soit plus d'un par mois et par réacteur. Ces incidents font rarement l'objet d'une information au grand public. Ils sont considérés comme « normaux » et comparables aux incidents d'une installation industrielle complexe, par exemple une raffinerie. De fait, les dommages dus à ces incidents sont limités, locaux et réversibles.

En France, le dernier incident grave (niveau 3) a eu lieu en 1981 à La Hague, qui n'est pas une centrale électronucléaire mais un centre de retraitement des combustibles usés.

En revanche, les accidents graves, classés 6 ou 7, échelon maximal attribué aux catastrophes de Tchernobyl et de Fukushima, sont caractérisés par des dommages directs et indirects extrêmement coûteux, parfois irréversibles pour l'environnement et ayant des effets externes eux aussi extrêmes ³. Il s'agit, d'une part, des nuages de radioéléments susceptibles de contaminer la planète entière, soit par les vents, soit par les courants marins, et, d'autre part, des conséquences sur l'allocation des ressources dans le secteur de l'énergie.

Les deux accidents graves antérieurs à celui de Fukushima ont affecté les décisions des hommes politiques et freiné l'expansion du nucléaire dans la plupart des pays, notamment aux États-Unis et en

Allemagne. L'accident de Fukushima aura des conséquences semblables qui affecteront le secteur de la production d'électricité dans le monde.

Des queues de distribution très longues

Si on fait le bilan de tous les accidents ou incidents de l'industrie nucléaire, on constate que moins de 1 % des événements sont à l'origine de plus de 99 % du montant total des dommages, une asymétrie typique d'une distribution « à longue queue » et même « à très longue queue » (« *heavy tailed distribution* », dans le jargon des statisticiens anglo-saxons), dans laquelle les dommages sont reportés sur l'axe des abscisses et leur fréquence sur l'axe des ordonnées. Or, pour décrire ce genre de distribution « à longue queue », le calcul des probabilités dispose de deux modèles voisins.

Ils sont de longue date connus des économistes puisqu'ils ont été tous deux élaborés à l'occasion de problèmes économiques, le plus ancien remontant au début du XVIII^e siècle et le plus récent à la fin du XIX^e siècle.

Outre leur forte asymétrie, ces deux modèles ont pour propriété remarquable de ne pas avoir d'espérance mathématique ou, ce qui dans les distributions asymétriques positives revient au même et constitue un paradoxe linguistique, ils ont une espérance mathématique infinie.

Un jeu sans espérance

Le plus ancien modèle est le jeu connu sous le nom de « paradoxe de Saint-Petersbourg ». Il a été inventé par Nicolas Bernoulli en 1713. Il a fait l'objet de très nombreuses discussions, notamment de la part de son cousin, Daniel Bernoulli, de l'Académie des sciences de

Saint-Petersbourg – d'où le nom du jeu –, lequel proposa en 1738 une analyse de ce jeu qui introduisait la fonction d'utilité du joueur à l'origine de la pensée économique du risque et de l'assurance. Il s'agit d'une variante du jeu de pile ou face, d'où la simplicité de sa règle :

Une pièce supposée parfaitement symétrique est lancée N fois jusqu'à ce que face tombe ; le jeu s'arrête alors. Les gains G sont fonction de N . Ils croissent comme les puissances de 2 : ils doublent à chaque lancer. Il n'y a pas de limite pour N , autrement dit, tant que le côté face ne tombe pas, les gains croissent :

$$N = 1 \rightarrow G = 2 ;$$

si face tombe au premier lancer, le joueur gagne 2.

$$N = 2 \rightarrow G = 4 ;$$

si face tombe au deuxième lancer, le joueur gagne 4.

$$N = 3 \rightarrow G = 8 ;$$

si face tombe au troisième lancer, le joueur gagne 8.

...

$$N = n \rightarrow G = 2^n.$$

Pour déterminer le prix à payer pour entrer dans le jeu afin qu'il soit équitable, il faut estimer son espérance mathématique $E(G)$ à partir des probabilités de chaque gain. Or, il y a une probabilité de $1/2$ pour que face tombe au premier lancer, de $1/4$ pour qu'elle tombe au deuxième, de $1/8$ au troisième, ..., soit de $1/2^n$ au n ème lancer. Donc :

$$E(G) = 2 \times 1/2 + 4 \times 1/4 + 8 \times 1/8 + \dots + 2n \times 1/2^n \\ = 1 + 1 + 1 + \dots + 1 \rightarrow \infty .$$

Il faudrait payer un droit d'entrée infini pour que le jeu soit équitable. Comme la durée moyenne espérée d'une partie est de deux lancers seulement, il y a un paradoxe qui provient de la disproportion entre le droit d'entrée infini et les gains les plus probables qui dépassent rarement 8 ou 16.

De fait, les simulations par ordinateur ⁽⁴⁾ montrent que l'immense majorité des parties sont courtes, avec des gains dérisoires compris entre 2 et 4, mais que quelques rares parties peuvent être très longues (plus de 10 résultats face à la suite) avec de très gros gains, d'où une distribution empirique très asymétrique, à très longue queue, comme dans la distribution des dommages dus aux accidents nucléaires. Toutefois, l'intérêt du modèle du jeu de Saint-Petersbourg porte au-delà de l'analogie formelle entre les distributions des dommages dans le nucléaire et les distributions des gains dans un casino.

Ce jeu est en effet un modèle simplifié d'un processus de croissance exponentielle avec date d'arrêt aléatoire. Tant que face ne tombe pas, les gains croissent de façon exponentielle, ici avec un taux de croissance de 100 % à chaque lancer. Mais il en va de même avec des taux de croissance plus faibles. L'essentiel est que le taux de décroissance des probabilités de continuer soit le même que le taux de croissance des gains.

Or, la réaction nucléaire, à la base de toute son industrie, militaire et civile, est un phénomène physique à croissance exponentielle. Un réacteur n'est pas autre chose qu'une réaction en chaîne limitée par des éléments modérateurs (eau légère ou lourde, graphite) et par des systèmes emboîtés de protection qui en principe l'arrêtent ou la confinent (barres de contrôle, cuve, enceinte de confinement).

En cas d'accident ou de non-fonctionnement des systèmes de sécurité, comme à Fukushima où l'électricité a totalement manqué en raison de la submersion du site, la croissance exponentielle des émissions de neutrons surchauffe l'installation, qui est partiellement détruite (Three Mile Island) ou totalement détruite (Tchernobyl, Fukushima).

Chaque étape franchie dans le contrôle défaillant de la réaction en chaîne peut être l'équivalent du lancer de la pièce qui interrompt le jeu ou, au contraire, le laisse continuer avec des dommages totaux de plus en plus graves. Pis, dès lors que l'installation est

endommagée, le jeu continue avec la dissémination des radioéléments. Les dommages sur les hommes et l'environnement ne sont plus limités que par l'action des pompiers et des liquidateurs, qui s'efforcent, à leurs risques et périls, d'arrêter le jeu. Plus ils tardent à l'arrêter, plus les dommages ultimes sont étendus et coûteux.

Distribution de Pareto

L'autre modèle susceptible de décrire les distributions des dommages dans le nucléaire avec leur longue queue est la « loi de Pareto », du nom de l'économiste qui l'a découverte en analysant les distributions des revenus et des fortunes en Europe (1896). Il s'agit d'une distribution fréquemment observée en économie et en assurance, car de nombreux phénomènes ont des probabilités distribuées selon cette loi, notamment les catastrophes climatiques, les tremblements de terre, les fluctuations boursières, etc ⁵. Les mathématiciens ont démontré que cette distribution s'ajuste à toutes les distributions des valeurs extrêmes d'un échantillon d'observations, dès lors que ces valeurs extrêmes peuvent atteindre des niveaux très élevés sans limite a priori. A contrario, elle ne s'ajuste pas aux distributions d'extrêmes comme celles des tailles des êtres humains, pour lesquelles les valeurs géantes (plus de 2,1 m) sont assez proches des valeurs moyennes (1,70 m environ).

La loi de Pareto a pour expression mathématique simplifiée : Probabilité ($X > x$) = K/x^a
Elle est d'autant plus asymétrique que l'exposant a est petit. Notamment, lorsque $a \leq 2$, elle n'a plus de variance, elle est infinie. Lorsque $a \leq 1$, elle n'a plus d'espérance.

Le cas particulier $a = 1$ correspond au cas du jeu de Saint-Petersbourg, qui peut être assimilé à une version discrète de la loi de Pareto. Ainsi, le modèle du jeu de Saint-Petersbourg est à la fois un modèle physique, bien que très simplifié ⁶, et un modèle statistique, pour lequel l'espérance est infinie.

Loi des grands nombres sans espérance

Puisque le droit d'entrée est infini, le jeu est évidemment injouable, faute de joueurs suffisamment riches. En revanche, les propriétés mathématiques du jeu sont telles qu'il est possible d'évaluer un portefeuille de parties. Le problème n'est plus de déterminer le droit d'entrée d'une partie isolée, mais celui de l'ensemble des parties jouées correspondant au parc des réacteurs nucléaires du monde entier (438 en 2011). En effet, une forme particulière de la loi des grands nombres, démontrée en 1937 par W. Feller ⁷, montre que le gain total d'un portefeuille composé de n parties du jeu de Saint-Pétersbourg tend vers $n \log_2 n$, lorsque le nombre n tend vers l'infini. Autrement dit, le gain moyen d'une partie varie avec n . Plus il y a de parties engagées, plus le droit d'entrée pour une partie doit être élevé ($= \log_2 n$). C'est l'inverse du résultat obtenu dans le cas « classique » de la loi des grands nombres, qui s'applique lorsque l'espérance mathématique existe. Dans ce cas « classique », plus il y a de parties, plus le gain moyen se rapproche de l'espérance mathématique qui reste constante. W. Feller remarquait, non sans humour, que son théorème, même s'il résolvait le paradoxe de Saint-Pétersbourg, n'avait pas une grande utilité pratique car les casinos faisant varier le droit d'entrée avec le nombre de joueurs n'existent pas. Pourtant ce jeu est joué, et il convient d'en évaluer les gains, c'est-à-dire les dommages totaux supportés par le monde entier, puisque les effets externes (contaminations et impacts sur le secteur de l'énergie) concernent le monde entier et pas seulement les exploitants des centrales nucléaires et les populations proches de ces centrales.

Dans le contexte d'un parc mondial de réacteurs nucléaires de taille n , ce théorème signifie que le risque total croît plus vite que le nombre n de réacteurs. Par exemple, avec 438 réacteurs en 2011, on a un risque total $\log_2 n = 3\ 854$. Si le parc devait augmenter et passer à $n = 512$, on aurait un risque total égal à $512 \times 9 = 4\ 608$. Soit une augmentation de près

de 20 % alors que le parc mondial n'aurait crû que de 17 % environ. Inversement, si le parc devait diminuer, le risque total s'en trouverait sensiblement diminué. Par exemple, avec $n = 256$, le risque total est égal à $256 \times 8 = 2\ 048$.

Coût marginal croissant

Pour les économistes, cette propriété remarquable de l'évolution du risque total d'un grand parc de réacteurs nucléaires de varier avec le nombre de réacteurs multiplié par le logarithme de ce nombre ⁸ signifie que le coût marginal d'un parc de réacteurs croît avec la taille du parc. Or, l'un des principes fondamentaux de la science économique est de déterminer la taille optimale d'un parc ou un niveau de production par le moyen de l'égalité du coût marginal avec la recette marginale. Autrement dit, si les décideurs évaluent le gain apporté par la mise en exploitation d'un réacteur, ils sauront s'ils doivent augmenter la taille du parc ou, à l'inverse, la réduire en comparant le gain marginal avec le supplément de coût supporté par le monde entier. Tant que le gain marginal est supérieur au coût marginal, ils peuvent continuer de créer de nouveaux réacteurs. Mais, si après analyse des gains marginaux, il appert que le coût marginal des dommages potentiels reste supérieur au gain marginal, alors la décision doit être de réduire la taille du parc, donc de fermer des réacteurs.

Conclusion

La question soulevée par le titre de cet article sur la possibilité d'évaluer le risque nucléaire appelle deux réponses opposées selon le niveau économique où elle est posée. Au niveau microéconomique, celui d'une centrale, il ne peut y avoir de réponse satisfaisante. Le calcul actuariel ne s'applique pas car les dommages en cas d'accident catastrophique sont tellement énormes que la notion même de dommage moyen ou attendu n'a plus de sens. D'ailleurs, aucun exploitant ni aucun assureur ne supportent le vrai coût d'une catastrophe.

En fait, c'est la collectivité tout entière, via l'État, qui supporte l'essentiel du coût. Pis, en raison des effets externes mondiaux, c'est l'ensemble de la population mondiale qui subit les conséquences d'un réacteur en fusion. En revanche, au niveau macroéconomique, celui du parc mondial de réacteurs, il est possible d'évaluer le risque, grâce à une loi des grands nombres particulière qui s'applique aux phénomènes aléatoires sans moyenne. Dans ce cas, le risque nucléaire mondial est évaluable, il peut même déterminer le nombre optimal de réacteurs, qu'il convient de ne pas dépasser, pour que le risque ne soit pas trop grand.

Le problème de l'évaluation des risques se transforme alors en celui de déterminer quelle instance supranationale aura le pouvoir de faire ce calcul et de contraindre l'ensemble des opérateurs à limiter, voire à réduire, leur activité.

Notes

1. Il est disponible sur le Net.
2. Cf. Tertrais (2011).
3. En 1957, un accident à l'usine de retraitement de Tchéliabinsk, en Union soviétique, a été classé 6 sur l'échelle Ines. Mais ses dommages totaux n'ont pas été divulgués (voir Tertrais, op. cit.). L'accident de Three Mile Island a été classé 5, mais il s'en est fallu de peu qu'il ne devienne un accident classé 7.

4. Cf. Zajdenweber (1994).

5. Cf. Zajdenweber (2009).

6. En effet, notre modèle du jeu de Saint-Petersbourg ne tient pas compte des changements de technologies dans le fonctionnement des réacteurs (EPR par exemple, donné comme « plus sûr ») ni dans les différences entre les probabilités de passage d'un lancer au suivant.

7. Cf. Feller (1950). Sur l'histoire de ce théorème, voir Zajdenweber (1994, op. cit.).

8. Le logarithme en base 2 du théorème provient du taux de croissance des gains (100 %). Si le taux devait être différent, par exemple plus faible, il faudrait changer la base du logarithme.

Bibliographie

- FELLER W., *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, vol. I-II, John Wiley & Sons, New York, 1950.
- TERTRAIS B., *Atlas mondial du nucléaire*, éditions Autrement, Paris, 2011.
- ZAJDENWEBER D., « Équité et jeu de Saint-Petersbourg », *Revue économique*, n° 1, vol. 45, 1994, pp. 21-45.
- ZAJDENWEBER D., *Économie des extrêmes : Krachs, catastrophes, inégalités*, Flammarion, Paris, 2009.

MÉGARISQUES : DÉFIS THÉORIQUES, RÉPONSES OPÉRATIONNELLES

Patrick Lagadec

*Directeur de recherche à l'École polytechnique,
spécialiste des risques et crises hors cadres*

Benjamin Topper

*Physicien théoricien UPMC-ENS Ulm, France
Conseiller scientifique junior, chargé d'étude
Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques
et technologiques (OPECST)*

Ces dernières décennies, la science des risques et des crises a développé des pratiques sans cesse plus étoffées pour comprendre et gérer des événements de plus en plus complexes. Pourtant, les « cygnes noirs » deviennent la norme et se multiplient. Pour faire face aux crises modernes, « faire plus » ne va pas suffire : il va falloir « faire autre chose ». Un changement de paradigme s'impose, fondé sur une compréhension plus précise de la dynamique des systèmes complexes. Cette contribution est une invitation à changer notre vision du risque global et de la gestion des crises, ainsi qu'un plaidoyer pour des innovations franches dans l'éducation et la formation de tous les acteurs concernés.

De Tunis à Fukushima

La vision était gravée dans le marbre : rien de nouveau ne se passerait dans les pays arabes, sous le strict contrôle de dictateurs en place depuis des décennies. Mais ce qui semblait impossible la veille des événements fit brutalement irruption ; nos cartes sont devenues globalement illisibles, les dynamiques imprévisibles.

Tout a commencé avec un seul homme, Mohamed Bouazizi, un pauvre chômeur tunisien de 26 ans, qui s'est immolé devant un bâtiment du gouvernement le 17 décembre 2010. Un mois plus

tard, Ben Ali fuyait en Arabie Saoudite. La « marche folle de l'histoire » (Tuchman, 1984) allait déferler sur tout le Moyen-Orient.

Le 11 mars, un terrible tremblement de terre doublé d'un tsunami majeur frappait le Japon, déclenchant une série de catastrophes nucléaires. Le tableau fait exploser nos cartographies conventionnelles : une bande côtière anéantie, des contaminations fortes en taches de léopard jusqu'à 60 kilomètres, la troisième puissance économique mondiale touchée dans son approvisionnement énergétique et ses capacités de production, l'industrie mondiale exposée à des arrêts de production en raison de ruptures d'approvisionnement en pièces critiques – avec, peut-être plus encore, des

effets de décrochages encore difficiles à cerner en termes de confiance en la technologie, la gouvernance, le progrès.

Avant même de disposer de tous les retours d'expérience nécessaires, le diagnostic de base s'impose : les Japonais étaient très bien préparés à la menace bien connue – le tremblement de terre – mais pas à un défi hors cadre. Ce décrochage entre les compétences à disposition et les défis à traiter est en réalité un défi général. Il avait déjà été souligné par la Chambre des représentants dans les analyses post-Katrina : « Pourquoi avons-nous constamment une catastrophe de retard ? » (US House of Representatives, 2006). Il vient d'être à nouveau énoncé, cette fois par le directeur général de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA, Vienne, 21 mars 2011) : « Le cadre actuel d'intervention d'urgence internationale doit être réévalué. Il a été conçu en grande partie dans le sillage de la catastrophe de Tchernobyl en 1986, avant la révolution de l'information. Il reflète les réalités des années 1980, et non du XXI^e siècle. »

Les crises modernes : de nouvelles terra incognita

Même si, bien entendu, il y avait toujours matière à progrès, nécessité d'efforts soutenus, et occasions d'accidents et même de crises sévères, le monde des risques et de leur maîtrise était parvenu à une maturité certaine. Surtout si l'on chaussait les lunettes de l'historien du temps long, en s'arrachant aux logiques médiatiques.

Le risque ? Une longue histoire d'avancées chèrement conquises, des décennies récentes de réels triomphes. Grâce à des savoirs toujours plus affinés, des savoir-faire toujours plus efficaces. Comme le rappelle Peter L. Bernstein dans son livre *Against the Gods: The Remarkable Story of Risks*, le fil rouge de notre dialogue avec le risque et sa domestication depuis

des siècles a été la détection de plus en plus élaborée des régularités identifiables dans les séries du passé. L'intelligence et le pilotage des risques reposent sur ce principe de continuité qui permet le calcul et l'extrapolation : « Les meilleures décisions sont fondées sur la quantification et les nombres, déterminés par les modèles du passé ». (Bernstein, 1996).

D'autres principes cardinaux ont marqué et permis cette longue marche vers la maîtrise des risques. Ces derniers étaient bien pensés comme des occurrences isolées, indépendantes, limitées – tant en probabilité qu'en gravité –, connues, mesurées et mesurables, contrôlées et contrôlables, assurées et assurables. Plus prégnant et plus implicite encore, l'édifice a reposé sur un principe de stabilité générale : les risques apparaissent dans des contextes stables, ancrés sur des socles naturels et civilisationnels solides.

Fukushima vient, après une longue série d'événements « non conformes » – destruction du réseau électrique Québec-Ontario en 1998, tempêtes de 1999 en Europe, 11 Septembre, canicule de 2003 en Europe, black-out de 2003 en Amérique du Nord, Katrina en 2005, Lehman Brothers en 2008, etc. –, mettre brutalement en question les hypothèses fondatrices. La vision du risque comme simple difficulté « résiduelle », « accident » intrinsèquement « rare », problème d'impureté spécifique et limitée dans un ensemble structurellement solide, ne fonctionne plus : d'une part, les événements à considérer ne rentrent plus dans ces cadrages traditionnels ; d'autre part, les contextes globaux, les socles essentiels ne tiennent plus comme par le passé.

La puissance de destruction d'un événement singulier peut avoir des impacts majeurs sur les systèmes globaux, et sur des temps indéterminés – on sort du risque « raisonnablement » limité. L'interdépendance des activités, dans un monde dont le principe de performance tient largement de la disparition de la résilience et de la généralisation des flux tendus, entraîne ipso facto des effets de contamination foudroyants – on quitte le monde des risques indépendants.

Tempêtes de décembre 1999	11 Septembre, 2001	Katrina, 2005	Lehman Brothers, 2008
« Personne ne semble avoir anticipé, dès les premiers signes alarmants, le scénario d’emballement qui a eu cours ». (Sanson, 2000).	« Le matin du 11 septembre, le protocole existant se révèle en tout point inadapté aux événements ». 9/11 Commission (9/11 Commission, 2004).	« Ce n’était pas un cyclone. C’était une arme de destruction massive – sans dimension criminelle ». Amiral Thad Allen (Allen, 2008).	« Personne ne sait que faire. Nous sommes dans un nouveau monde. Avec d’autres règles du jeu ». Harry Reid, leader de la majorité sénatoriale (Reid, 2008).

Des bouleversements de nos environnements naturels, géostratégiques, sociétaux, etc., conduisent à fabriquer des contextes eux-mêmes fortement criso-gènes, donnant potentiellement une puissance de résonance inconnue à toute perturbation, et provoquant des suites de crises spécifiques inédites. Bien entendu, on peut toujours arguer que toutes les preuves n’ont pas encore été présentées par la science ; c’est indubitable, comme est indubitable le fait que ces preuves seront apportées lorsque les marges de liberté seront devenues très faibles – la production de la connaissance n’est plus en rapport avec la vitesse et la force de frappe des défis à traiter.

Ces problèmes n’avaient pas été totalement passés sous silence au cours de cette longue histoire de conquête de la maîtrise des risques retracée par Bernstein. Mais, étant donné les modestes puissances de destruction en jeu, les indépendances relatives entre événements, la lenteur des dynamiques, on pouvait par approximation oublier ces réserves. Même si, bien entendu, la théorie pouvait être prise en défaut quelques rares fois par siècle – ainsi de la Peste noire qui vient en trois années par la route de la soie, la Méditerranée et les grandes voies de circulation routière ; ou du grand incendie de Londres ; ou de la Grippe espagnole qui combine virus nouveau et temps de guerre, entraînant des densités de populations humaines inhabituelles. L’exception, cependant, ne suffisait pas à détruire la règle.

Il en va différemment aujourd’hui. Les événements restent de moins en moins dans le jardin clos des risques domestiqués. Il est dès lors impératif de

revenir sur toutes les réserves théoriques à la marge, formulées par les penseurs du risque les plus avertis. Bernstein ne manque pas de les relever : les calculs sont justes et l’extrapolation fondée... aussi longtemps que la Nature reste dans les modèles habituels (Keynes, *in* Bernstein, p. 4), que les dés sont honnêtes (Cardano, *in* Bernstein, p. 45), que tout le monde accepte les règles (Bernstein, p. 67). Et Bernstein finit par énoncer, certes prudemment, un constat majeur : « Discontinuités, irrégularités, volatilités semblent proliférer, plutôt que diminuer » (Bernstein, p. 329).

Perte des repères, inconfort majeur de la rupture

Le choc est d’autant plus rude que nos calculs marchaient si bien, que la démarche de domestication de l’aléa ne cessait de progresser, en nous procurant un confort si bienvenu lorsqu’il est question de possible échec, ébranlement, déstabilisation.

Rappelons-nous ce bon temps où l’on avait tout en main pour rassurer et se rassurer soi-même. Ainsi en matière financière, lorsque le FMI pouvait écrire dans son rapport d’avril 2006 sur la stabilité financière mondiale : « On reconnaît de plus en plus que la dispersion du risque de crédit par les banques auprès d’un groupe d’investisseurs plus large et plus diversifié, plutôt que de conserver ces risques dans leur bilan, a contribué à rendre le système bancaire et l’ensemble du

système financier plus résilient. On peut se rendre compte de cette résilience par la réduction du nombre de faillites bancaires et le niveau plus consistant des réserves bancaires. En conséquence, les banques commerciales sont probablement moins vulnérables aujourd'hui à des chocs économiques ou de crédit ».

On aura sans doute quelque difficulté à l'admettre, mais les mots de Buffon (*Théorie de la Terre*, 1749) marquent encore lourdement nos esprits, nos outils et nos pratiques : « Des causes dont l'effet est rare, violent et subit, ne doivent pas nous toucher, elles ne se trouvent pas dans la marche ordinaire de la Nature ; mais des effets qui arrivent tous les jours, des mouvements qui se succèdent et se renouvellent sans interruption, des opérations constantes et toujours réitérées, ce sont là nos causes et nos raisons ». Tolérer la discontinuité, c'est faire son deuil, au moins partiel, d'un ancrage aussi sécurisant.

Certes, il reste de larges territoires protégés où les techniques nominales peuvent heureusement s'appliquer. Mais il faut s'attendre à devoir de plus en plus plonger dans des *terrae incognitae* bien barbares. C'est d'ailleurs le titre du dernier chapitre de Bernstein : « Awaiting the Wildness » (« En attendant les barbares », dans la traduction française du livre).

Et c'est bien la confrontation au retour à l'état sauvage de nos risques domestiqués qui déclenche des paralysies répétées de nos systèmes et des personnes qui tiennent les rênes. La rupture des enjeux, le délogement des repères engendrent des blocages souvent brutaux. La sidération du 11 Septembre, l'absence sur la canicule 2003, la paralysie quasi générale lors de Katrina, des « blancs » à Fukushima, à commencer par la « disparition » du président de Tepco, rappelant l'affligeante prestation du CEO de BP lors de la catastrophe de Deepwater Horizon...

Dans ces univers déchirés, qui laissent sans script et sans radar, les bonnes vieilles règles de gestion de crise – qu'il ne faut certes jamais oublier (Fink, 1986 ; Heath, 1998 ; Lagadec P., 1993 ; Daniell, 2000) – s'avèrent pourtant rapidement inopérantes, voire

contre-productives. Les théories elles-mêmes appellent bien des refondations (Rosenthal, 1989, 2001).

Lorsque les « cygnes noirs » (Taleb, 2007) deviennent, non plus une occurrence à ne pas négliger, mais une espèce proliférante, il faut se mettre à la construction d'autres ancrages théoriques, d'autres logiques d'action (Lagadec P., 2006, 2007 ; Weick et Sutcliffe, 2007 ; Ramo, 2009).

Pour nous aider à faire les passages de frontières nécessaires, il est précieux de se mettre à l'écoute de ce que peuvent nous apporter les sciences dures, qui ont déjà bien réfléchi sur les mondes de haute complexité, marqués par la non-linéarité, la montée aux extrêmes.

Systemes complexes : quand l'imprévisible devient la règle

En physique, le traitement de systèmes complexes commence en général par une linéarisation des équations afin de réduire leur complexité. Cette façon de faire, valable dans des conditions et au prix d'hypothèses précises et contraignantes, conduit à des résultats quantitatifs qui permettent aux physiciens d'avoir une idée des processus qui ont lieu proches de la situation d'équilibre.

Le théorème de Lyapunov sur la stabilité des systèmes nous apprend que, « au voisinage de son point d'équilibre, les solutions d'un système non linéaire sont similaires à ceux de l'équivalent système linéaire ». En d'autres termes : tant que le système est proche de son point d'équilibre, il est possible de conserver les techniques habituellement utilisées pour les systèmes linéaires afin d'obtenir des réponses sur le comportement du système non linéaire. Il s'agit d'un théorème non trivial qui permet d'expliquer pourquoi les techniques de gestion des risques et des crises pouvaient encore être utilisées efficacement durant la décennie précédente, en dépit d'une accentuation évidente de la complexité.

L'approche actuelle des situations de crise est calquée sur cette approche réductrice mais fait totalement fi des hypothèses simplificatrices. Les crises majeures récentes (tableau ci-dessus) ne font que nous rappeler que notre caractérisation actuelle des crises est inefficace dès que l'on s'éloigne un tant soit peu d'un point d'équilibre (Viscusi et Zeckhauser, 1990).

Soyons plus précis : quels sont les éléments nous permettant d'affirmer que l'approche actuelle n'est plus valide ? L'approche actuelle, que l'on peut considérer comme analogue à une approche linéarisée, se base sur les deux propriétés suivantes :

(i) un « temps caractéristique » lent par rapport au « temps de régulation » ; dit autrement, une fois le risque identifié, il y a suffisamment de temps pour agir avant que quelque chose d'irréversible ne se passe ;

(ii) un jeu d'acteurs bien défini et des interactions spatialement limitées entre les différents acteurs ; une fois le risque identifié, on a suffisamment de contrôle spatial sur les acteurs pour pouvoir agir avant que quelque chose d'irréversible ne se produise.

Ces deux propriétés permettaient un contrôle efficace globalement satisfaisant des situations de crise. Le domaine de validité qu'elles impliquent est clairement devenu inadéquat.

■ Le vecteur temps est en mutation

Avec les transports modernes, les maladies peuvent se propager en quelques heures : le Sras, le virus H1N1... En finances, les décisions doivent être prises rapidement, et le temps de la régulation (~ seconde) est beaucoup plus long que le temps des acteurs (~ milliseconde) (CFTC/SEC Report, 2010). Quant aux moyens modernes de communication, ils imposent l'instantanéité : ils conduisent à un déluge d'informations (qui a joué un rôle clé dans les révolutions du monde arabe), et une propagation des rumeurs non vérifiées en quelques instants (Twitter, etc.). Le président Obama est en réunion ultra-secrète dans la *war room* de la Maison-Blanche pour suivre l'intervention des

Seals dans l'opération contre Ben Laden, et un adepte de Twitter lance déjà une information stupéfiante sur le Net dès qu'il entend des vols d'hélicoptères inhabituels...

■ De même le vecteur spatial

Les entreprises sont globales, elles s'appuient sur une gestion à flux tendu, alors que les autorités de contrôle et la réglementation ne sont efficaces qu'à l'échelle nationale. Plus important encore, l'interconnectivité et l'interdépendance se sont accrues exponentiellement, en entraînant des perturbations majeures telles que les défaillances des systèmes électriques en Amérique du Nord en août 2003.

Les signaux d'alerte sont nombreux, et le temps est venu de reconnaître que « plus de la même chose » n'est pas suffisant.

La nécessité, dans le cadre actuel de gestion de crise, d'ajouter de plus en plus de paramètres pour décrire le comportement du système aurait dû être une indication claire que quelque chose avait changé. En effet, il n'est pas possible de décrire la dynamique d'un système non linéaire à l'aide d'un patchwork de paramètres simples.

■ Un changement de paradigme s'impose

Même si l'on ne dispose pas déjà des réponses clés en main, l'honnêteté scientifique impose de rappeler une exigence : face à un grand nombre de situations ne rentrant plus « dans le cadre », un changement de paradigme s'impose (Kuhn, 1962) – il faut d'autres visions pour d'autres solutions. Pareille mutation est notamment indispensable pour prendre en considération des comportements aberrants, imprévisibles, non gérables dans le registre du linéaire.

Un système non linéaire implique en effet, dans la plupart des cas, des comportements imprévisibles, comme peut l'être l'inversion du champ magnétique

terrestre ou de l'ENSO en climatologie. Il nous faut à présent nous préparer à l'imprévisible et non prévoir le prévisible, car le prévisible n'est plus la règle.

La physique a développé des techniques pour tenter de contrôler ou pour permettre une meilleure compréhension de certains systèmes non linéaires, comme la méthode de Pyragas basée sur une série de boucles de rétroactions ou la méthode OGY basée sur la linéarisation. Comme nous le verrons dans la partie suivante, en acceptant le caractère imprévisible des systèmes non linéaires et en mettant à profit la philosophie derrière ces deux méthodes, il est possible de bâtir une vision nouvelle de la gestion des crises sur les recommandations suivantes :

(i) Une sortie des automatismes : il est toujours utile de préparer des plans, mais il faut dès à présent réaliser qu'ils ne seront probablement d'aucun secours dans une situation de crise, ou tout au moins en matière de pilotage stratégique.

(ii) Une prise de recul : l'intervention organisée d'acteurs extérieurs non submergés dans les contraintes opérationnelles immédiates, rompus à la préparation aux défis hors cadres, pour ouvrir le champ de l'intelligence stratégique, échapper aux effets d'aveuglement, de conformité, d'enfermement qui marquent rapidement les logiques de pilotage.

(iii) Une réorientation stratégique : dans des logiques temporelles souvent marquées par l'extrême vitesse, des rythmes très différents entre acteurs, entre pré-occupations, entre objectifs, un défi majeur est moins dans le « faire » que dans le « savoir que faire et avec qui ».

(iv) L'innovation comme principe d'action : le méga-choc fait systématiquement bouger les lignes. La seule voie de sortie pertinente consiste à inventer de nouvelles visions, à ouvrir résolument de nouveaux terrains d'action, à construire de nouvelles convergences entre les acteurs, sur les principes, les objectifs et les modes opératoires.

Ces quatre points convergent donc vers l'émergence d'une nouvelle philosophie de la gestion de crise ainsi que vers la création de « forces de réflexion rapide » (FRR), à même de réfléchir et de faire des propositions lors des situations extrêmes.

Recommandations et perspectives

■ Se préparer à être surpris

Accumuler des plans, des règles, des comités de coordination, des « meilleures pratiques » de communication reste la norme, y compris dans les recommandations des rapports d'enquête. On continue à préparer les intervenants à gérer sur la base de règles établies, ancrées sur des socles solides. Et ces intervenants sont choisis, recrutés, promus, en fonction de leur niveau d'excellence... à l'intérieur des domaines de référence. Dès lors, à l'instant même où les intéressés découvrent que la situation ne correspond pas à ces cadrages de référence, ils sont fortement exposés à un risque élevé de sidération et d'effondrement. Comme le dit en substance Sun Tse : « Si vous n'avez pas le bon paradigme, vous serez défait à chaque bataille ».

C'est là une invitation à opérer une rupture dans la vision des crises et du pilotage de crise, dans la formation et l'entraînement de tous les acteurs impliqués. Ce qui fut bien souligné dans les rapports post-Katrina : « La préparation des responsables ne devrait pas fuir les exercices sur scénarios extrêmes qui "cassent" le système de sécurité nationale ». (White House, 2006). L'exigence de rupture est tout aussi forte et éprouvante en matière théorique, comme Todd LaPorte (Berkeley) l'a souligné il y a déjà fort longtemps : « Quelles sont nos obligations intellectuelles lorsque nous sommes encombrés de théories faites pour les systèmes simples, qui restent la référence alors même que le règne de la simplicité se désagrège de plus en plus ? » (LaPorte, 1975).

■ Force de réflexion rapide

« Les responsables publics sont submergés par les crises [...] ils n'ont guère le temps de prendre du recul et de considérer les tableaux à traiter avec toute la largeur de vue nécessaire » (Hamilton, 2006). Il en va

de même dans le secteur privé. Le défi est de parvenir à implanter cette capacité de recul dans l'architecture institutionnelle existante. L'innovation la plus prometteuse est certainement la démarche de « force de réflexion rapide ».

En termes opérationnels, il s'agit d'un groupe de personnes à la disposition des dirigeants, qui peuvent se mobiliser pour clarifier les enjeux, anticiper les pièges à éviter et esquisser de nouvelles perspectives et lignes d'action. Les membres d'une FRR doivent être choisis avec des critères de diversité et d'ouverture ; ils doivent être stimulés, et non pas paralysés, par la confrontation à l'inconnu, n'avoir aucune difficulté à poser eux-mêmes des questions surprenantes, à rechercher des signaux aberrants (ce qui est autre chose que les signaux dits « faibles »). De façon adjacente aux cellules de crise « tactiques », entièrement focalisées sur la production de réponses opérationnelles immédiates, l'équipe FRR ouvre un questionnement immédiat sur quatre lignes essentielles :

- *De quoi s'agit-il véritablement ?* Il est en effet crucial de comprendre la nature profonde de la crise et d'être tout autant en mesure d'anticiper les mutations possibles des défis à relever.
- *Quels sont les pièges majeurs à éviter ?* Lorsque la pression des événements se fait extrême, la tendance immédiate est de s'engouffrer dans des impasses, de tomber dans des ornières qui scelleront rapidement la défaite. Et la première erreur funeste est de se tromper sur la qualification de l'événement.
- *Quelle est la carte des acteurs, quels réseaux seront à impliquer ?* Une crise majeure va provoquer des ébranlements majeurs, de nouveaux réseaux vont émerger. Cartographier les nouvelles constellations d'acteurs devient crucial. Trop souvent, on en reste aux carnets d'adresses de référence.
- *Quelles sont les quelques initiatives décisives possibles ?* Souvent, sous le choc de l'événement, les systèmes tendent à enfermer les décideurs dans des logiques dépassées, du recueil d'informations dépourvues de pertinence à l'application de méthodes inadéquates, le tout empaqueté dans des communications qui tournent à vide. L'important est au contraire de discerner au plus vite les deux ou trois

initiatives qui pourront ouvrir de nouvelles dynamiques, en termes opérationnels, comme en termes de confiance, d'adhésion, de projet collectif.

Cette innovation de la FRR a déjà été mise en application, en exercice comme sur crise réelle. Électricité de France, depuis 2006, a été la première grande organisation d'envergure internationale à faire place à cette démarche au sein de son plateau de crise, de ses pratiques et de ses politiques (Bérroux, Guilhou et Lagadec, 2007, 2008). Aéroports de Paris s'en est aussi inspiré. Des efforts sont consacrés en ce moment même à former des gens capables d'utiliser et de mettre en œuvre une telle FRR dans divers pays comme la Belgique, pour son système de chemins de fer, ou en Suisse.

Les nombreux retours d'expérience montrent que ces forces de réflexion rapide sont essentielles pour les comités exécutifs, afin, par exemple, de les alerter sur les modalités de la réponse organisationnelle, mais aussi et surtout pour les épauler au cours des épisodes difficiles – aussi bien en anticipation qu'en réaction.

Dans cette optique, la FRR apporte une véritable capacité d'aide à l'exploration et à la découverte performante lors du passage en terra incognita. Il s'agit d'une nouvelle approche de gestion de crise pour un monde de plus en plus complexe.

■ Un exemple de projet en cours : The Center for Transatlantic Relations Advanced Seminars

En 2006, le centre pour les relations transatlantiques (SAIS, Johns Hopkins University) a lancé le projet « crises non conventionnelles, réponses non conventionnelles : réformer le leadership à l'ère des mégacrisis et de l'hypercomplexité » (Lagadec E., 2009).

Une plate-forme internationale de dirigeants et d'experts a été mise en place afin qu'ils puissent partager leurs questions, leurs pratiques et leurs innovations. Cette plate-forme rassemble des hauts

fonctionnaires du secteur public (DHS, Fema), des secteurs critiques (énergie, banques, transports, information, etc.), des ONG, la Croix-Rouge, et les universitaires des deux rives de l'Atlantique avec une règle exigeante : les seules questions explorées sont celles qui ne sont pas connues, pour lesquelles il n'existe pas de solution prête à l'emploi ou de plan préétabli.

De façon générale – et l'accident de Fukushima semble accentuer fortement la prise de conscience, peut-être d'initiatives –, on note une nouvelle conscience de l'urgence à développer de nouvelles intelligences, de nouveaux leaderships, de nouvelles alliances sur cette question des vulnérabilités majeures d'un monde en mutation accélérée.

Bibliographie

9/11 Commission Report (The), "Final Report of the National Commission on Terrorist Attacks Upon the United States", Authorized Edition, W. W. Norton & Company, New York, 2004, p. 18.

ALLEN T. (Admiral), "Hurricane Katrina: Framing the Issue – A Weapon of Mass Destruction Without Criminal Dimension", video-taped communication to H. De Smet, Department of Economics, Management & Leadership, Royal Military Academy, Brussels, 2008.

BERNSTEIN P. L., *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*, John Wiley & Sons, New York, 1996.

BÉROUX P. ; GUILHOU X. ; LAGADEC P., "Implementing Rapid Reflection Forces", *Crisis Response Journal*, vol. 3(2), 2007, pp. 36-37.

BÉROUX P. ; GUILHOU X. ; LAGADEC P., "Rapid Reflection Forces Put to the Reality Test", *Crisis Response Journal*, vol. 4(2), 2008, pp. 38-40.

CFTC/SEC Report, "Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010".

DANIELL M. H., *World of Risk: Next Generation Strategy for a Volatile Era*, John Wiley & Sons, New York, 2000.

FINK S., *Crisis Management: Planning for the Inevitable*, Amacom, American Management Association, 1986.

HAMILTON L. H., "Prologue", in KEAN T. H. ; HAMILTON L. H., *Without Precedent : The Inside Story of the 9/11 Commission*, Alfred A. Knoff, New York, 2006.

HEATH R., *Crisis Management for Managers and Executives*, Financial Times Management, Pitman, London, 1998.

KUHN T., *The Structure of Scientific Revolution*, University of Chicago Press, 1962.

LAGADEC E., *Leadership in Unconventional Crises: A Transatlantic and Cross-Sector Assessment*, Center for Transatlantic Relations, The Paul Nitze School of Advanced International Studies, The Johns Hopkins University, Washington DC, 2009.

LAGADEC P., *Preventing Chaos in a Crisis: Strategies for Prevention, Control and Damage Limitation*, McGraw Hill, 1993.

LAGADEC P., "Crisis Management in the Twenty-First Century: 'Unthinkable' Events in 'Inconceivable' Contexts", in Rodriguez H. ; Quarantelli E. L. ; Dynes R., *Handbook of Disaster Research*, Springer, 2006, chap. 30, pp. 489-507.

LAGADEC P., "Over the Edge of the World", *Crisis Response Journal*, vol. 3(4), pp. 48-49, 2007.

LAPORTE T. R., *Organized Social Complexity: Challenge to Politics and Policy*, Princeton University Press, 1975.

RAMO J. C., *The Age of the Unthinkable: Why the New World Disorder Constantly Surprises Us and What We Can Do About It*, Little, Brown and Company, New York, 2009.

REID H. (Senate Majority Leader), interview on economy, ABC News, 17 September, 2008, <http://abcnews.go.com/video/playerIndex?id=5824988>

ROSENTHAL U. ; CHARLES M. T. ; HART P. 't, *Coping with Crises: The Management of Disasters, Riots and Terrorism*, Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 1989.

ROSENTHAL U., BOIN R. A., Comfort L. K. (Ed.), *Managing Crises: Threat, Dilemmas, Opportunities*, Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 2001.

SANSON G. (président de la mission interministérielle), « Évaluation des dispositifs de secours et d'intervention mis en œuvre à l'occasion des tempêtes des 26 et 28 décembre 1999 », rapport d'étape de la mission interministérielle, Premier ministre, juillet 2000, p. 38.

TALEB N. N., *Le Cygne noir, la puissance de l'imprévisible*, Les Belles Lettres, Paris, 2008 (*The Black Swan: The Impacts of the Highly Improbable*, 2007).

TUCHMAN B., *La Marche folle de l'histoire*, Robert Laffont, Paris, 1985 (*The March of Folly*, 1984).

US House of Representatives, "A Failure of Initiative: Final Report of the Select Bipartisan Committee to Investigate the Preparation for and Response to Hurricane Katrina", US Government Printing Office, 15 February, 2006.

VISCUSI W. K. ; ZECKHAUSER R. J., "Risk Within Reason", *Science*, vol. 248(49554), 1990, pp. 559-564. [DOI:10.1126/science.2333509].

WEICK K. E. ; SUTCLIFFE K. M., *Managing the Unexpected: Resilient Performance in an Age of Uncertainty*, John Wiley & Sons, 2007.

WHITE HOUSE (The), "The Federal Response to Hurricane Katrina: Lessons Learned", 2006.

3.

Longévité et vieillissement, défis et opportunités

■ Christine Chevallier,
Introduction

■ Jacques Vallin
Quel avenir pour l'espérance de vie ?

■ Jean-David Ponci
La biologie du vieillissement : une fenêtre sur la science et sur la société

■ Didier Blanchet
*Vieillesse, baby-boom et allongement de la durée de vie :
des relations qui gagnent à être précisées*

■ Christine Chevallier-et François-Xavier Albouy
*L'augmentation de l'espérance de vie :
nouvelles opportunités de croissance ?*

■ David Blake, Tom Boardman, et Andrew Cairns
Des obligations indexées sur la longévité ?

■ Estelle Adam et Trung-Lap Nguen
Les Variables Annuities : des contrats controversés

INTRODUCTION

Christine Chevallier

Professeuse à l'ESC La Rochelle

Membre de la Fondation du risque

Le risque de longévité est un phénomène différent de celui du vieillissement de la population. Le vieillissement est une modification de la structure par âge de la population. L'allongement de la vie humaine est un phénomène séculaire avec une tendance lourde d'augmentation et des sauts quantitatifs grâce à des découvertes médicales et scientifiques. Ce phénomène est universel et concerne l'ensemble des pays. Il pose aux opérateurs voyageurs un risque de solvabilité qui doit être pris en compte.

Jacques Vallin revient sur la question de l'évolution à venir de l'espérance de vie. Peut-on imaginer que la formidable progression de la durée de vie moyenne observée depuis deux siècles et demi se poursuive encore longtemps, et jusqu'où ira-t-elle ? Deux thèses s'opposent. La première se base sur l'idée que la transformation historique de nos sociétés, qui a permis l'évolution passée de l'espérance de vie, est peut-être sur le point de s'achever car les limites de la biologie humaine seraient sur le point d'être atteintes. La seconde tend à considérer qu'il est impossible de fixer une limite aux progrès de l'espérance de vie, qui pourraient continuer indéfiniment. Finalement, l'auteur rappelle que l'évolution à venir de l'espérance de vie dépendra, en grande part, de la réalité des phases de transition sanitaire à venir, en d'autres termes des innovations médicales, sociales, politiques ou culturelles susceptibles d'allonger la vie.

Face à la thèse d'une espérance de vie sans limite, thèse défendue par certains scientifiques, et qui se

base sur une nouvelle conception de la vieillesse considérée comme une maladie pouvant être soignée, *Jean-David Ponci*, dans un entretien, nous invite à la prudence. En effet, la recherche scientifique, aussi rigoureusement soit-elle menée, reste soumise à l'interprétation subjective des résultats. Selon lui, l'objectivité scientifique est surtout mise à mal lorsque la science se charge de fournir une explication globale sur la fonction du vieillissement dans la nature : si commencer à comprendre le vieillissement, c'est s'autoriser la possibilité de le modifier et prétendre atteindre l'immortalité chez l'homme, cela ne paraît pas légitime selon les connaissances scientifiques actuelles, notamment parce que cette thèse exclut l'hypothèse probable d'un lien entre capacité reproductrice et vieillissement.

Face à l'évolution de l'espérance de vie et au vieillissement des populations, les décideurs semblent donc demeurés en situation d'incertitude. Néanmoins, il convient de tenter de comprendre au mieux ces phénomènes afin d'émettre des recommandations et de proposer des solutions concrètes aux risques auxquels nos sociétés sont exposées.

Dans son article, *Didier Blanchet* clarifie la vraie contribution de la longévité au vieillissement. Baby-boom, gains futurs et gains passés d'espérance de vie : le problème de la décomposition des facteurs du vieillissement n'est pas neutre vis-à-vis des options offertes en matière de politique économique, notamment concernant les retraites. En France, particulièrement, la prédominance du vieillissement par le haut, à distinguer du vieillissement par le bas, laisse peu de

marge pour des corrections par une politique familiale ou une politique migratoire. En revanche, l'allongement de la durée de vie n'implique pas forcément une élévation de l'âge de la retraite induisant une diminution de la durée de la retraite d'une génération à l'autre. Le coût social et psychologique de la remontée de l'âge de la retraite devrait donc être ressenti différemment dès lors qu'on le considère comme une bonne nouvelle.

Dans le même ordre d'idée, l'article de **Christine Chevallier** et de **François-Xavier Albouy** nous incite à changer de point de vue sur les conséquences de l'augmentation de l'espérance de vie. Plutôt que de n'y voir que le développement massif du nombre de personnes dépendantes nécessitant des transferts sociaux considérables, ils nous rappellent que l'augmentation de l'espérance de vie peut être avant tout bénéfique, non seulement pour chacun de nous mais sans doute aussi pour la collectivité. En effet, historiquement, l'augmentation du capital humain s'est révélée concomitante et même un des déterminants de périodes de croissance et de modernisation rapide des économies et des structures productives. Les auteurs nous invitent donc à considérer le phénomène de longévité comme une opportunité formidable de relance de l'économie, d'autant plus qu'il ne s'agit pas d'un épiphénomène mais d'un phénomène structurel majeur. Toutefois, pour découvrir ces nouveaux territoires, il reste nécessaire de consentir des investissements lourds et de long terme.

D'ailleurs, l'allongement de la durée de vie pose, d'ores et déjà, des questions de stratégie financière à de nombreuses institutions. Les sociétés d'assurance

et les fournisseurs de plans de retraite sont confrontés au risque d'un allongement moyen de la vie des retraités plus important que prévu. Comment gérer ce risque ? Le risque de longévité est considérable et pourrait affecter négativement le marché des rentes viagères par une augmentation des prix et/ou une diminution de l'offre de produits financiers aux ménages retraités pour compenser la diminution de leurs revenus. Dans leur article, **David Blake**, **Tom Boardman** et **Andrew Cairns** préconisent une participation de l'État, qui proposerait aux assureurs une couverture de ce risque par le biais d'instruments tels que les « *survivor bonds* » ou les « *longevity bonds* », obligations dont le montant des coupons est contingent au taux de survie d'une cohorte de population donnée. Ce système présente de nombreux avantages, il permettrait notamment d'atténuer les limites de l'assurabilité du risque de longévité découlant de son caractère non diversifiable, en utilisant les marchés de capitaux et en répartissant sa charge sur plusieurs générations grâce à l'intervention de l'État.

Estelle Adam et **Trung-Lap Nguyen** analysent les « *variable annuities* », qui permettent de constituer un complément de retraite à l'instar des rentes viagères. Très populaires aux États-Unis et au Japon, ces produits ne se développent pas en Europe et particulièrement en France. Pourtant leurs caractéristiques techniques correspondent aux demandes de certains types d'épargnant, notamment parce que l'épargne constituée reste à la libre disposition de ce dernier. Les auteurs fournissent une fine analyse des caractéristiques du produit afin qu'il soit à la fois rentable pour l'assureur de le vendre et intéressant pour des assurés de l'acheter.

QUEL AVENIR POUR L'ESPÉRANCE DE VIE ?

Jacques Vallin

Ined

En deux siècles et demi, l'espérance de vie à la naissance a plus que doublé, passant de moins de 30 ans à plus de 80 dans les pays les plus avancés. En France, par exemple, alors qu'elle n'était que de 28 ans au milieu du XVIII^e siècle (Blayo, 1975), elle a franchi les 80 ans en 2004 (Pison, 2005). En 2010, elle était de 78 ans pour les hommes et 85 ans pour les femmes. Elle atteint même aujourd'hui 86,5 ans chez les Japonaises qui, depuis deux décennies, détiennent le record mondial. Peut-on imaginer que cette formidable progression de la durée de vie moyenne se poursuive encore longtemps et jusqu'où ? La transformation historique de nos sociétés, qui a donné au plus grand nombre les moyens de vivre à peu près aussi longtemps que peut vivre un homme, n'est-elle pas au contraire sur le point de toucher à sa fin du fait que cet immense succès nous a conduits à des niveaux d'espérance de vie qui frisent les limites imposées par la biologie à l'organisme humain ? Pour tenter de répondre, il faut en fait se poser deux questions, la seconde dépendant fortement de la réponse à la première, mais pas seulement. Quel est, d'une part, l'âge extrême que pourrait, idéalement, espérer atteindre l'individu le plus favorisé, tant par son patrimoine génétique que par les conditions dont il pourrait bénéficier tout au long de sa vie ? Mais, d'autre part, même à supposer que tous les individus puissent devenir un jour parfaitement égaux sur le plan économique et social, on imagine aisément que leurs potentiels biologiques sont assez différents pour qu'ils ne puissent pas tous approcher d'aussi près ce maximum ultime de vie. L'avenir de l'espérance de vie dépendra évidemment de la combinaison des réponses données à ces deux questions ¹.

Jusqu'à quel âge un être humain peut-il vivre ?

Jeane Calment est décédée en 1997 à un peu plus de 122 ans. Bien que dûment vérifié et homologué, le cas continue d'étonner tant il reste exceptionnel, unique même. Mais, depuis, l'Américaine Sarah Knauss a atteint 119 ans et la Canadienne Marie-Louise Meilleur 117,

tandis que l'on relevait, dans le monde, entre 1990 et 2004, 2 décès à 116 ans et 12 cas à 115 (dont un homme) (Jeune *et al.*, 2010). Loin d'être des « valeurs aberrantes », les trois premiers cas extrêmes semblent bien constituer ce que les statisticiens appellent la « queue de distribution » épuisant l'univers des vies humaines observées aux alentours de 120 ans.

Peut-on dire pour autant que 122 ans est la limite extrême de la vie humaine ? Pour le savoir, il faut se demander si ces cas extrêmes récemment observés

indiquent que la vie maximum a augmenté ou s'ils ne font que révéler aujourd'hui une caractéristique permanente de l'espèce humaine.

Un des pionniers de la recherche sur le vieillissement, Leonard Hayflick (1996) écrivait au milieu des années 1990 : « *il n'y a aucune preuve que la durée de vie maximum humaine soit différente de ce qu'elle était il y a 100 000 ans. Elle est toujours d'environ 115 ans* ». Au même moment, Jeanne Calment fêtait son 120^e anniversaire (en 1995) ! Ce faisant, réfutait-elle la thèse de l'immuabilité ou rectifiait-elle seulement le niveau du plafond imposé par Léonard Hayflick ? Si la longévité humaine ne dépend que du patrimoine génétique, Léonard Hayflick a sans doute raison de penser qu'elle n'a guère pu évoluer en 100 000 ans, délai un peu court au regard des grands changements qui commandent à l'évolution des espèces. Il serait encore plus absurde d'attendre de l'évolution naturelle l'explication d'une augmentation toute récente. Mais peut-on avoir la certitude que celle-ci a réellement eu lieu ? Encore faudrait-il savoir s'il était autrefois impossible à un être humain d'atteindre les âges extrêmes observés aujourd'hui.

Paul Vincent (1951), après avoir calculé les risques de décès aux grands âges dans quatre pays européens (France, Suède, Pays-Bas, Suisse) grâce à la méthode des générations éteintes, s'est fondé sur la loi de Gompertz pour ajuster les quotients de mortalité par âge observés entre 98 et 104 ans et prolonger l'exponentielle jusqu'à l'âge où le quotient atteint 1 pour estimer à un peu moins de 110 ans la limite de la vie humaine, personne ne pouvant survivre à une probabilité de décès de 100 % ! Vingt ans plus tard, l'application de la même méthode à des données plus récentes (Depoid, 1973) aboutissait à une nouvelle limite, plus élevée, de 117 ans pour les hommes et 119 ans pour les femmes. Était-ce à dire que la longévité humaine avait entre-temps augmenté ? Hélas, il y avait, à la base de ces travaux, une erreur d'interprétation, la croissance exponentielle avec l'âge mise en évidence par Gompertz est le propre de la force instantanée de mortalité, qui tend vers l'infini, et non des quotients annuels de mortalité qui tendent

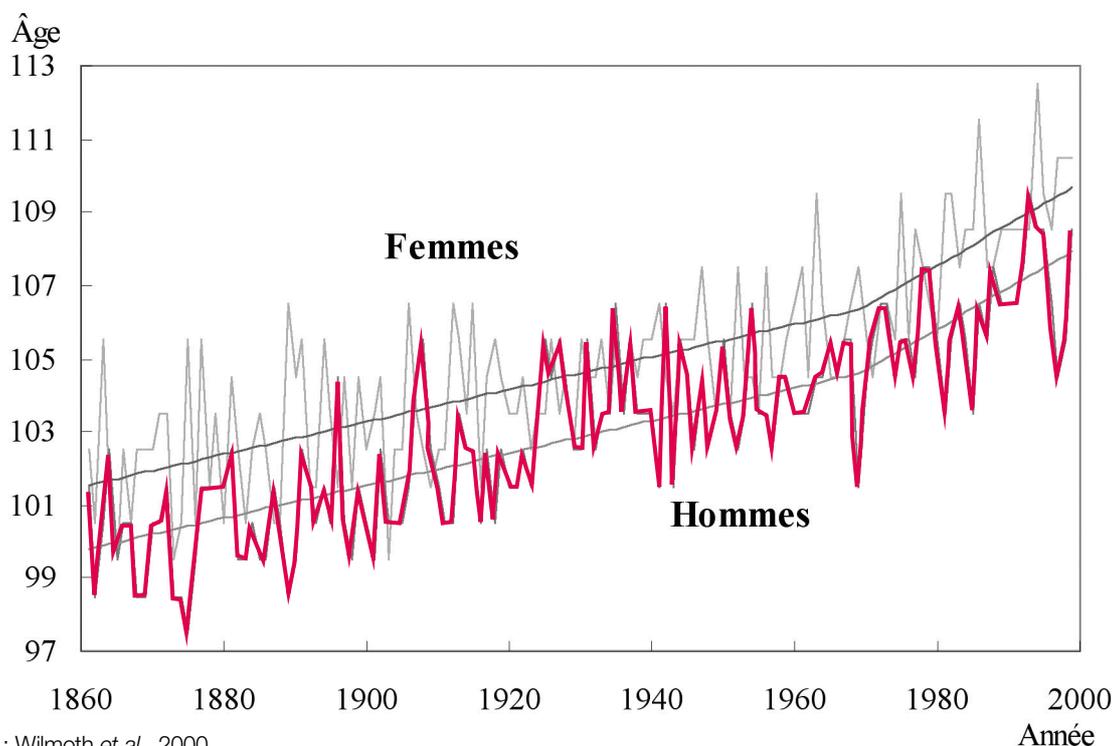
vers 1 sans jamais pouvoir atteindre cette limite. En l'absence d'autre tentative d'estimation théorique de la vie maximum, on doit se contenter d'examiner de près des données empiriques.

La difficulté majeure est que l'on manque cruellement de données fiables sur la survie aux grands âges. Sans parler des écrits bibliques attribuant des durées de vie extravagantes aux premiers patriarches (Adam, 930 ans, Henoch 965, Mathusalem, 969), la littérature abonde de cas plus modestes mais tout aussi faux de super-centenaires de 120, 130 ou 140 ans, qui auraient été observés ici ou là, souvent dans des sortes de niches écologiques propices aux très longues vies (montagnes du Caucase, vallée andine de Vilcabamba). Tout cela ne tient qu'à l'exagération de l'âge des vieillards due à la valorisation sociale du grand âge, en l'absence d'état civil précis. Il est en réalité très improbable que, jusqu'à ces dernières décennies, quiconque ait pu vivre beaucoup plus de cent ans. Il était même très rare, autrefois, que cet âge soit atteint (Vallin et Meslé, 2001).

On le voit clairement à la lecture de l'évolution séculaire de l'âge maximal au décès observé chaque année dans un pays comme la Suède, disposant de longue date d'un excellent enregistrement des naissances (figure 1). Au milieu du XIX^e siècle, l'âge maximal au décès oscillait entre 100 et 105 ans pour les femmes et entre 97 et 102 pour les hommes. Depuis une vingtaine d'années, il se situe entre 107 et 112 ans chez les femmes et entre 103 et 109 ans chez les hommes. Malgré les très fortes fluctuations inhérentes à la rareté des candidats à de tels records, la tendance est très nettement à la hausse. De plus, ce phénomène s'est récemment accéléré : la pente de la droite de régression pour les années 1970 à 1997 est beaucoup plus forte que celle ajustant la période 1851-1969. Et le seuil des 110 ans paraît n'avoir jamais été franchi avant les années 1980.

Cela ne signifie pourtant pas nécessairement que la longévité humaine ait augmenté. Le phénomène peut en effet résulter en partie d'un simple jeu statistique lié à l'évolution de l'effectif des personnes âgées,

Figure 1. Évolution de l'âge au décès le plus élevé observé au cours de l'année, depuis 1861 en Suède, selon le sexe



Source : Wilmoth *et al.*, 2000

lui-même lié au progrès sanitaire. Non seulement, à partir de la fin du XVIII^e siècle, l'Europe a connu une période d'accroissement exceptionnel de sa population, ce qui en soi aurait suffi à permettre l'émergence d'un nombre croissant de personnes très âgées, mais cette croissance est allée de pair avec un vieillissement de la population qui a ouvert encore plus grand l'accès aux très grands âges. Alors que jadis à peine 5 % de la population avait plus de 60 ans, cette proportion dépasse aujourd'hui 20 % et ne tardera pas à atteindre 30 %. Ce seul fait accroît évidemment la probabilité pour certains de parvenir à des âges très élevés.

Qui plus est, depuis la révolution cardiovasculaire des années 1970, la mortalité des personnes âgées a beaucoup baissé et de plus en plus de personnes approchent ou dépassent 100 ans.

Mais plus la baisse de la mortalité porte sur des âges élevés, plus on est en droit de se demander si, au-delà de l'effet de nombre, il n'y a pas aussi un réel

allongement de la durée maximale de la vie humaine. Or la baisse aux très grands âges est aujourd'hui avérée, même à 100 ans, phénomène entièrement nouveau puisque, jusqu'aux années 1970 ou 1980, l'espérance de vie à 80 ans n'avait encore jamais augmenté de façon significative. Mieux, alors que, jusqu'à présent, la baisse de la mortalité provoquait une concentration des âges au décès de plus en forte à un âge de plus en plus élevé, il semble qu'au Japon une déconcentration se soit amorcée malgré la poursuite de l'augmentation de l'âge modal (Cheung et Robine, 2007), donnant une certaine force à la présomption d'une avancée récente de la vie maximum.

De deux choses l'une, ou bien il existe une limite immuable et celle-ci se situe sans doute un peu au-dessus de 120 ans, ou bien la limite a récemment évolué et cela ne peut résulter d'une évolution de la biologie de l'homme mais tient plutôt à la capacité de ce dernier à modifier son environnement et son comportement en faveur de l'allongement de la vie.

Hélas, la question de savoir si les 122 ans de Jeanne Calment marquent bien une limite infranchissable ou ne constituent qu'un record exceptionnel mais transitoire reste entière. Autrement dit, il y a sûrement une limite à la vie humaine, mais nous ne la connaissons pas vraiment.

Jusqu'où l'espérance de vie peut-elle encore augmenter ?

Quelle que soit la réalité de cette vie maximum, il n'y a guère de doute qu'elle ne puisse être approchée que par une infime fraction de l'humanité, tant la variabilité individuelle du potentiel vital est grande.

On pourra peut-être bientôt parvenir à une éradication quasi totale de la mortalité aux jeunes âges, on ne pourra sans doute jamais empêcher complètement que le processus du vieillissement biologique varie d'un individu à l'autre et conduise à une durée de vie moyenne sensiblement inférieure à la vie maximum. Si les 122 ans de Jeanne Calment fixaient réellement la limite précédente, il suffirait de savoir de combien on peut encore rapprocher l'espérance de vie maximale observée aujourd'hui (les 86 ans des Japonaises) de ce maximum de 122 ans. Cette condition n'étant pas remplie, on doit se résoudre à tenter de répondre sans bénéficier de ce garde-fou.

Nombre d'auteurs ont tenté de prévoir le niveau au-delà duquel l'espérance de vie, butant sur les limites de la biologie humaine, ne pourrait plus augmenter. Le plus souvent, cependant, les limites annoncées ont été rapidement dépassées. À la fin des années 1920, Louis Dublin (1928), s'appuyant sur l'évolution des tables de mortalité américaines, avait calculé que l'espérance de vie des femmes ne pourrait jamais dépasser 64,7 ans, seuil que l'Australie avait en fait déjà franchi dès 1925. Un quart de siècle plus tard, Jean Bourgeois-Pichat (1952), se basant sur les causes de décès observées en Norvège pour éliminer ce qu'il appelait la « mortalité endogène », difficilement réductible, situait cette limite à 76,3 ans pour les

hommes et 78,2 ans pour les femmes, niveau que l'Islande atteignit en 1975 sans pour autant cesser de progresser. Il est vrai que, trente ans plus tard, Bernard Benjamin (1982), reprenant l'idée de Jean Bourgeois-Pichat, mais travaillant sur une liste de causes endogènes plus adéquate, concluait à une limite sensiblement plus élevée : 81,3 ans pour les hommes et 87,1 pour les femmes ; tandis qu'à la fin des années 1980, Jay Olshansky *et al.* (1990), suivant une voie assez différente en s'appuyant sur le concept de « mortalité prématurée », fixaient cette limite à un niveau très comparable (85 ans pour l'ensemble des deux sexes).

Or, les femmes françaises ont déjà franchi le seuil de 85 ans et les Japonaises dépassé celui de 86 ans. Finalement, tout porte à croire que même l'espérance de vie « hypothétique limite » de 91,4 ans proposée par Josianne Duchène et Guillaume Wunsch (1990), supposant qu'une mortalité uniquement due à la sénescence produirait une concentration des âges au décès entre 85 et 95 ans, sera elle-même dépassée à plus ou moins longue échéance.

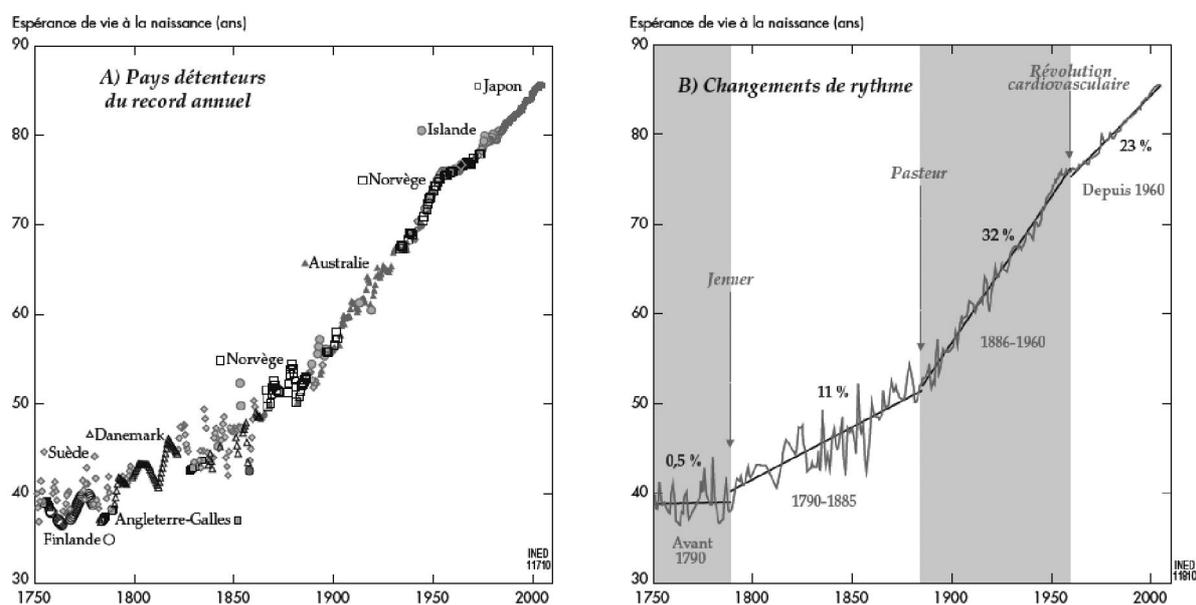
Faut-il donc admettre qu'il est impossible de fixer une limite au progrès de l'espérance de vie ? Et conclure que ces derniers continueront à nous étonner encore longtemps, voire à se perpétuer indéfiniment ?

Pour en juger, Jim Oeppen et James Vaupel (2002) ont eu l'idée de scruter l'évolution séculaire de l'espérance de vie la plus élevée atteinte chaque année par le pays le plus avancé. En mettant bout à bout ces records observés au fil des ans, ils obtenaient une série de points se situant presque parfaitement ² sur une droite de pente de 25 %, indiquant que l'espérance de vie maximum observée avait imperturbablement augmenté de trois mois par an depuis 1841 (année de départ de leur base de données). Si l'on avait été proche d'atteindre une limite, écrivaient-ils, on aurait dû voir ce rythme fléchir depuis quelques décennies. Puisqu'il n'en est rien, il n'y a aucune raison de penser que la progression de l'espérance de vie puisse s'arrêter avant longtemps.

C'était conclure un peu vite. Cette même méthode, récemment reprise en l'ouvrant à un champ historique plus large (partant de 1750 et non de 1841), mais aussi et surtout en éliminant plus sévèrement les données douteuses, a révélé que la droite d'Oeppen-Vaupel se brisait en plusieurs segments de pentes différentes correspondant chacune à une grande étape de la transition sanitaire (figure 2). Les premiers succès remportés sur la faim et les grandes

épidémies entre la fin du XVIII^e siècle et les années 1880 se sont traduits par une progression d'un peu plus d'un mois par an. Le coup d'accélérateur donné par la révolution pasteurienne a porté ce rythme à quatre mois par an de 1885 à 1960. Depuis, au contraire, si la progression de l'espérance de vie a pu se poursuivre grâce à la révolution cardiovasculaire, le rythme en a été plus modeste, de l'ordre de deux mois et demi par an (Vallin et Meslé, 2009, 2010).

Figure 2. Évolution annuelle de l'espérance de vie féminine nationale la plus élevée observée à un moment donné dans le monde (1750-2005)



NB. Le graphique de gauche indique les pays qui à tour de rôle détiennent le record d'espérance de vie de l'année. Le graphique de droite illustre les changements de rythme mesurés par la pente (en pourcentage) des droites d'ajustement. Une pente de 10 % signifie que l'espérance de vie augmente d'un dixième d'année chaque année ; 20 % un cinquième d'année ; 33 % un tiers d'année.

Ce ralentissement tient évidemment au fait que plus l'espérance de vie augmente, plus sa progression repose sur la baisse de la mortalité aux grands âges, dont le poids dans l'évolution de l'espérance de vie est beaucoup plus modeste que ne l'était jadis celui de la mortalité infantile. Les bénéfices de la révolution cardiovasculaire arrivant bientôt à leur terme, c'est sur le progrès de l'espérance de vie à 80 ou 90 ans qu'il

faudra bientôt compter pour maintenir le rythme. De fait, la baisse de la mortalité à plus de 80 ans s'est vivement accélérée à la fin des années 1990, signe, peut-être, d'une nouvelle étape du progrès sanitaire relevant d'une nouvelle approche de la lutte contre le vieillissement (Vallin et Meslé, 2004 ; Meslé et Vallin, 2006).

Finalement, pour répondre à la question initiale, tant en ce qui concerne la vie maximum qu'à propos de l'espérance de vie, il faudrait en savoir plus sur la réalité et l'avenir de cette nouvelle phase de la transition sanitaire et de celles qui pourraient suivre. Il faudrait imaginer toutes les innovations médicales, sociales, politiques et culturelles susceptibles d'allonger la vie. Sur le plan technologique, nul doute que la chirurgie

réparatrice et les thérapies géniques, s'appuyant notamment de plus en plus sur les nanotechnologies, sont porteuses d'innovations futures. Mais les changements politiques, économiques et sociaux qui permettraient d'en diffuser les bénéfices à tous seront-ils au rendez-vous ? Toujours est-il que si la progression de l'espérance de vie, dans les pays les plus favorisés, a encore de beaux jours devant elle, rien ne permet d'affirmer qu'elle peut se poursuivre longtemps à son rythme actuel. Il est très probable que l'espérance de vie dépasse un jour 100 ans et que Jeanne Calment ne reste pas un cas isolé. Mais rien ne permet de dire si les choses en resteront là ou non. Tout dépendra en effet de plus en plus de la réalité de l'augmentation de la vie maximum sur laquelle nous ne pouvons faire encore que des suppositions.

Notes

1. *Ce qui suit reprend et développe un article publié dans le Dictionnaire de démographie et des sciences de la population, Vallin, 2011.*

2. *Coefficient de corrélation de 0,992.*

Bibliographie

BENJAMIN B., "The Span of Life", *Journal of the Institute of the Actuaries*, vol. 109, 1982, pp. 319-340.

BLAYO Y., « La mortalité en France de 1740 à 1829 », *Population*, vol. 50, n° spécial « Démographie historique », 1975, pp. 123-142.

BOURGEAIS-PICHAT J., « Essai sur la mortalité biologique de l'homme », *Population*, vol. 7, n° 3, 1952, pp. 381-394.

CHEUNG S. L. K. ; ROBINE J.-M., "Increase in Common Longevity and the Compression of Mortality: The case of Japan", *Population Studies*, vol. 61, n° 1, 2007, pp. 85-79.

DEPOID F., « La mortalité des grands vieillards », *Population*, vol. 29, n° 4-5, 1973, pp. 755-792.

DUBLIN L., *Health and Wealth*, New York, Harper, 1928.

DUCHÈNE J. ; WUNSCH G., « Les tables de mortalité limite : quand la biologie vient au secours du démographe », in Loriaux M. ; Rémy D. ; Vilquin E. (dir),

Population âgée et révolution grise. Chaire Quételet '86, Bruxelles, Éditions Ciaco, 1990, pp. 321-332.

HAYFLICK L., *How and Why we Age*, New York, Ballantine Books, 1996.

JEUNE B. ; ROBINE J.-M. ; YOUNG R. ; DESJARDINS B. ; SKYTHE A. ; VAUPEL J. W., "Jeanne Calment and her Successors. Biographical notes on the longest living humans", in Maier H. et al. (éd.), *Supercentenarians*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2010, pp. 285-323.

MESLÉ F. ; VALLIN J., "Diverging Trends in Female Old-Age Mortality: the United States and the Netherlands versus France and Japan", *Population and Development Review*, vol. 32, n° 1, 2006, pp. 123-145.

OEPPEL J. ; VAUPEL J. W., "Broken Limits to Life Expectancy", *Science*, vol. 296, n° 10, mai 2002, pp. 1029-1031.

OLSHANSKY S. J. ; CARNES B. A. ; CASSEL C., "In Search of Methuselah: Estimating the Upper Limits to Human Longevity", *Science*, vol. 250, 1990, pp. 634-640.

PISON G., « France 2004 : l'espérance de vie franchit le seuil des 80 ans », *Population et Sociétés*, n° 410, mars 2005, pp. 1-4.

VALLIN J., « Y a-t-il une limite à la vie humaine », in MESLÉ F. ; TOULEMON L. ; VÉRON J., *Dictionnaire de démographie et des sciences de la population*, Paris, Armand Colin, 2011, pp. 254-259.

VALLIN J. ; MESLÉ F., « Vivre au-delà de 100 ans », *Population et Sociétés*, n° 365, février 2001, pp. 1-4.

VALLIN J. ; MESLÉ F., Convergences and Divergences in Mortality. A New Approach to Health Transition, *Demographic Research*, special collection 2, "Determinants of Diverging Trends in Mortality", 2004, pp. 12-43.

VALLIN J. ; MESLÉ F., "The Segmented Trend Line of Highest Life Expectancies", *Population and Development Review*, vol. 35, n° 1, 2009, pp. 159-187.

VALLIN J. ; MESLÉ F., « Espérance de vie : peut-on gagner 3 mois par an indéfiniment ? », *Population et Sociétés*, n° 473, décembre 2010, pp. 1-4.

VINCENT P., La mortalité des vieillards, *Population*, vol. 6, n° 2, 1951, pp. 181-

LA BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT : UNE FENÊTRE SUR LA SCIENCE ET SUR LA SOCIÉTÉ

Jean-David Ponci

Philosophe des sciences (1)

Entretien réalisé par Christine Chevallier

Risques : Dans votre ouvrage, *La biologie du vieillissement : une fenêtre sur la science et sur la société*, vous vous intéressez à l'interaction entre la recherche scientifique et certaines conceptions fondatrices de nos sociétés. Historiquement, quel a été le lien entre l'approche de la biologie et notre conception de la mort ?

Jean-David Ponci : Dans un premier temps, il a fallu que la biologie se développe pour exercer une influence. La biologie est une science très récente. De plus, cette influence a tardé à se faire sentir à cause d'une imposture – ou d'une erreur – scientifique. Alexis Carrel, biologiste français du début du XX^e siècle, prétendait que les cellules somatiques, cellules animales représentant l'immense majorité des cellules constituant un individu, pouvaient se multiplier sans limite en culture. Donc, le vieillissement des tissus ne semblait pas dû à une cause intracellulaire, mais plutôt à une cause externe. En 1965, Leonard Hayflick, médecin et microbiologiste américain considéré comme l'un des fondateurs de la biologie moderne du vieillissement, observe que des cellules en division (mitose, dans une culture cellulaire, ne se divisent que cinquante fois avant de mourir. La découverte en 1971 par Alekseï Olovnikov, biologiste russe, des télomères – séquences de nucléotides au bout des chromosomes qui limitent le nombre de divisions possibles d'une cellule somatique – confirme que le vieillissement peut trouver son origine dans un mécanisme cellulaire et donc peut avoir une cause interne. Aujourd'hui, dans l'explication globale du vieillissement, la limite de Hayflick ne joue

plus qu'un rôle secondaire ; c'est cependant une découverte qui a permis d'envisager la possibilité de freiner le vieillissement en tentant d'accroître le nombre de renouvellement des cellules au cours de leur vie. En d'autres termes, la mort naturelle est passée du domaine du destin ou de la fatalité – élément sur lequel l'homme n'a pas prise – au domaine de la rationalité. Commencer à comprendre le vieillissement, c'est s'offrir la possibilité de le modifier, voire de le supprimer. Toutefois, pour en revenir à votre question, je ne suis pas sûr que la biologie ait autant d'influence qu'on puisse le penser sur nos conceptions de la mort. À l'extrême limite, ce que fait la biologie, c'est mettre en doute le fait que tous les hommes doivent mourir. Mais la conception de la mort dépend surtout des croyances de chacun et ces croyances semblent souvent indépendantes des découvertes scientifiques en biologie. C'est d'ailleurs logique si l'on considère que la biologie n'étudie que des processus matériels : son discours ne peut pas en lui-même donner un sens à la mort. C'est au discours philosophique ou religieux de le faire, ou plutôt c'est le rôle de chaque homme confronté à sa propre finitude. Même si vous considérez, comme certaines personnes très versées dans la médecine anti-âge, le cas extrême qui veut que le vieillissement soit une erreur de la nature, l'impact sur votre conception personnelle de la mort n'est pas évident. Chacun interprétera cette information comme il veut. Il y a là un hiatus fondamental entre un savoir méthodologiquement matérialiste – la science – et la capacité de l'homme à donner un sens à un événement.

Risques : Cependant, vous dites vous-même que la conception actuelle a permis de faire sortir la mort du

cycle vital et que la mort n'a pas de sens biologique selon les théories actuelles.

Jean-David Ponci : C'est exact, mais cette absence de sens biologique n'empêche pas de lui en donner un, à un autre niveau et de manière individuelle. Maintenant, il est vrai que les découvertes dans ce domaine sont susceptibles de modifier le discours philosophique sur la mort, dans la mesure où les philosophes prennent la peine de s'intéresser au discours scientifique, ce qui n'est pas toujours le cas. Si c'est le cas, les théories évolutionnistes du vieillissement devraient entraîner un changement majeur dans le discours philosophique sur la mort. Depuis toujours, les penseurs ont essayé d'expliquer que la mort était nécessaire pour des raisons naturelles, soit parce que les forces vitales s'épuisent naturellement (Bichat), soit parce qu'il faut laisser la place aux autres (Ruffié), soit parce que Dieu ou la nature ne saurait faire mal les choses (les stoïciens, Cicéron ou Spencer), soit parce que l'homme est fait pour la mort (Heidegger, Jankélévitch), etc. Je n'ai pas le temps d'entrer dans le détail, mais il y a une tendance générale parmi les penseurs de toutes les époques à vouloir donner un sens naturel – non pas seulement religieux – à la mort. Or, la biologie tend à montrer que le vieillissement n'est pas une nécessité du vivant. D'ailleurs, les individus de nombreuses espèces, même animales, ne vieillissent pas, ce qui en constitue bien une preuve. C'est une rupture dans ce courant de pensée et de plus une rupture qui a des assises plus solides que des considérations purement philosophiques.

Je voudrais toutefois mettre en exergue une exception remarquable dans la pensée traditionnelle sur la mort : Thomas d'Aquin. Dans le *De Malo*, à la question « la mort et les autres types de maux sont-ils naturels à l'homme ? », il répond clairement que la mort n'est pas naturelle à l'homme et qu'elle est causée par des imperfections dues à la matière dont il est composé. Le moine dominicain, philosophe et prophète en l'occurrence, semble brusquement penser que le vieillissement est une erreur de la nature et conforter ceux en quête de l'élixir de jouvence, aujourd'hui les adeptes de la médecine anti-âge. Toutefois, tout est nuance dans ce débat et Thomas d'Aquin a une opinion qui le distingue

clairement des courants de pensée actuels observés en biologie : Thomas d'Aquin n'aurait jamais prétendu que le vieillissement fût guérissable, car il l'attribuait comme tous les anciens à la nature composée et donc corruptible de la matière. Selon lui, ou plutôt selon l'interprétation traditionnelle de la Genèse, Dieu avait offert à l'homme la capacité de ne pas vieillir en échange de son amitié, une capacité supérieure à la nature de l'homme – on parle de don préternaturel en théologie. Ce don miraculeux, l'homme l'a perdu en se détournant de Dieu, c'est-à-dire en mangeant le fruit de la connaissance du bien et du mal. La mort naturelle et le vieillissement apparaissent donc comme une conséquence indirecte du péché originel, la conséquence directe étant la perte de l'amitié avec Dieu. Il n'en reste pas moins que, pour Thomas d'Aquin, l'homme, même après la chute, reste un être fait pour l'immortalité ; la mort est désormais un passage nécessaire pour accéder à l'immortalité mais elle n'est pas quelque chose de connaturel à l'homme, elle n'est que la conséquence d'un malheureux accident de parcours.

Lorsque j'ai entrepris ma lecture des textes philosophiques à la lumière des textes scientifiques, je ne m'attendais pas du tout à ce qu'un auteur du Moyen Âge prenne une telle importance dans ma démarche. Je suis étonné, au vu de l'état de la recherche en biologie du vieillissement, que Thomas d'Aquin ait eu cette interprétation finalement beaucoup plus moderne que beaucoup d'auteurs du XIX^e et du XX^e siècle. En effet, la biologie tend à montrer aujourd'hui que l'être vivant, qui parvient à réparer constamment ses structures malgré sa grande fragilité, pourrait être immortel et, lorsqu'il ne l'est pas, c'est que le vieillissement est apparu à un moment donné dans l'évolution... pour une raison encore inconnue. En fait, selon certaines théories actuelles, c'est l'immortalité qui est naturelle et nécessaire pour que la vie existe, et non pas le vieillissement.

Risques : Est-ce la biologie qui influence notre conception de la mort ou est-ce l'inverse ?

Jean-David Ponci : Il y a une influence dans les deux sens. Ce que je viens de dire montre comment la biologie pourrait influencer le discours philosophique sur la

mort. Dans le sens « croyance personnelle » - science, j'ai montré comment le désir de ne pas mourir, le désir de l'éternelle jeunesse, a pu influencer certains biologistes dans leurs recherches. C'est ainsi que certains chercheurs présentent le vieillissement comme une maladie génétique guérissable alors que l'état de la recherche ne leur permet pas de parvenir à une telle conclusion. Toutefois, en vertu du hiatus signalé plus haut, il n'y a pas d'influence systématique d'un domaine sur l'autre et, de plus, d'autres facteurs peuvent intervenir : croyances culturelles diverses, relation à son propre corps et même appât du gain... L'important est de comprendre que le scientifique ne peut travailler de manière parfaitement indépendante, « protégée » des croyances de son temps. Sa pratique scientifique s'inscrit inmanquablement dans le contexte de son époque. Il y a donc une influence des croyances et, de manière plus générale, de la culture sur la démarche scientifique.

Risques : Quels aspects de la science rendent légitime la volonté, affichée par certains biologistes, d'atteindre l'immortalité ?

Jean-David Ponci : Légitime, aucun, je dirais. Les biologistes se sont rendu compte que la longévité n'est pas un paramètre fixe du vivant – elle est malléable. Les êtres vivants supérieurs possèdent toute la pharmacopée pour contrer le vieillissement et les biologistes sont parvenus à immortaliser certains individus (un champignon et le *C. elegans*) grâce à des modifications génétiques. Cependant, au vu de l'état de la recherche, prétendre atteindre l'immortalité chez l'homme ne me paraît pas légitime. C'est prendre nos désirs pour des réalités, et commettre une erreur intellectuelle en ne considérant que les éléments confortant nos souhaits et en passant sous silence d'autres données. C'est ce que j'ai appelé l'erreur par intérêt, une erreur peut-être excusable, mais certainement pas légitime, car elle est évitable.

Risques : Pouvez-vous expliciter le paradigme de l'approche antiadaptative ?

Jean-David Ponci : C'est un cadre de pensée dans lequel on n'envisage pas que le vieillissement puisse être lié à une adaptation, on ne considère pas qu'il est un

compromis nécessaire ou du moins utile pour d'autres avantages biologiques. Selon cette logique, on ne craint pas que modifier le vieillissement pourrait avoir des conséquences néfastes pour l'individu – ce qui pourtant est une crainte logique. Il est présenté comme une erreur de la nature, une maladie génétique, un épiphénomène non adaptatif, un déchet dû à l'absence de sélection naturelle... Je vous fais part à ce propos d'un roman d'anticipation que j'aimerais avoir le temps d'écrire un jour : dans un monde globalisé où tout le monde a accès aux soins, les assurances maladie parviennent à mettre au point une thérapie génique qui supprime le vieillissement. Après un moratoire de quinze ans pour s'assurer que cette thérapie n'a pas de conséquences néfastes quel que soit l'âge de la personne, les instances internationales la rendent obligatoire pour tout le monde, car les économies ainsi planifiées sont gigantesques. Tout se passe bien, dans un monde où bon nombre de maladies sont absentes, jusqu'au jour où l'on s'aperçoit que les rejetons de ceux qui ont « bénéficié » de cette thérapie, c'est-à-dire tout le monde, sont stériles... Malgré les efforts déployés par les autorités nationales et internationales pour renforcer la sécurité et éviter les accidents, à partir de ce jour l'humanité s'acheminera vers un lent crépuscule. Et les hommes en bonne santé vivront longtemps dans la crainte de mourir par accident, jusqu'au dernier !

Ce roman illustrerait mon hypothèse de travail, qui exclut l'approche antiadaptative : le fait qu'il y ait probablement un lien entre capacité reproductive et vieillissement. Le *C. elegans* immortalisé était stérile, et les cas de vieillissement accéléré, chez le saumon par exemple, correspondent à des stratégies reproductives particulièrement intenses.

Risques : L'objectivité scientifique est-elle mise à mal par la réaction subjective de rejet de la mort ? Si oui, pourquoi ?

Jean-David Ponci : Je voudrais souligner que l'objectivité scientifique est mise à mal surtout lorsque la science se charge de fournir une explication globale sur la fonction du vieillissement dans la nature. C'est forcément un exercice difficile, d'une part parce qu'il s'agit d'interpréter

à partir d'un grand nombre de faits et, d'autre part, parce que nos propres croyances ont davantage de prise sur des affirmations aussi générales. Ces erreurs ne doivent pas faire oublier les innombrables travaux qui ont mis en valeur des mécanismes isolés du vieillissement. La description de cascades moléculaires concrètes ou la constatation de dommages dans l'organisme sont de véritables découvertes et sont à considérer comme des acquis de la science. Même si les affirmations générales de quelques scientifiques ont plus d'impact dans les médias et sur nos conceptions, elles ne sont que des interprétations ; autrement dit, elles ne constituent pas des faits, elles sont sujettes au changement et ont moins de valeur d'un point de vue cognitif.

Risques : D'après vous, à terme, quelles conséquences sociales cette posture peut-elle avoir?

Jean-David Ponci : Je ne pense pas qu'il y ait beaucoup de conséquences sociales. En quoi le fait de croire que le vieillissement est guérissable change-t-il quelque chose si les progrès en médecine ne suivent pas ? À la rigueur, cela peut augmenter l'engouement pour la médecine antiâge, ce qui n'est pas forcément mauvais, cela dépend de quelle médecine antiâge on parle. Là où les conséquences peuvent être les plus néfastes, c'est dans la recherche. À mon avis, la recherche aurait beaucoup à gagner à chercher les liens entre le vieillissement et d'autres caractéristiques du vivant plutôt que de le considérer isolément comme un défaut de l'organisme.

Note

1. *Auteur de La biologie du vieillissement : une fenêtre sur la science et sur la société, L'Harmattan, 2008.*

VIEILLISSEMENT, BABY-BOOM ET ALLONGEMENT DE LA DURÉE DE VIE : DES RELATIONS QUI GAGNENT À ÊTRE PRÉCISÉES

Didier Blanchet

Chef du département des études d'ensemble à l'Insee

Vieillessement par le haut et vieillessement par le bas

La question de la longévité est au cœur du débat sur les conséquences économiques et sociales du vieillissement et cet accent est justifié. Il contraste avec la représentation du vieillissement qui prévalait lorsque le débat sur les retraites a commencé à prendre de l'ampleur, voici plus d'une vingtaine d'années. À l'époque, une vision répandue était plutôt celle d'un vieillissement par le bas, dû à un trop faible renouvellement de la population (« demain, il n'y aura plus personne pour payer les retraites »). Cette vision a une part de vérité pour les pays où la fécondité est durablement en deçà du seuil de remplacement des générations. Mais elle est clairement inappropriée pour la France. Prenons les résultats des dernières projections démographiques de l'Insee (Blanpain et Chardon, 2010). La croissance attendue du ratio des 60 ans et plus aux 20-59 ans est une multiplication par 1,6 d'ici 2060. Si ce ratio augmente, cela peut être parce que son numérateur augmente – il s'agira du vieillissement par le haut – ou parce que son dénominateur décroît – ce sera le vieillissement par le bas. Les contributions de l'un et de l'autre peuvent être évaluées en analysant leurs variations cumulées par rapport à la date initiale de

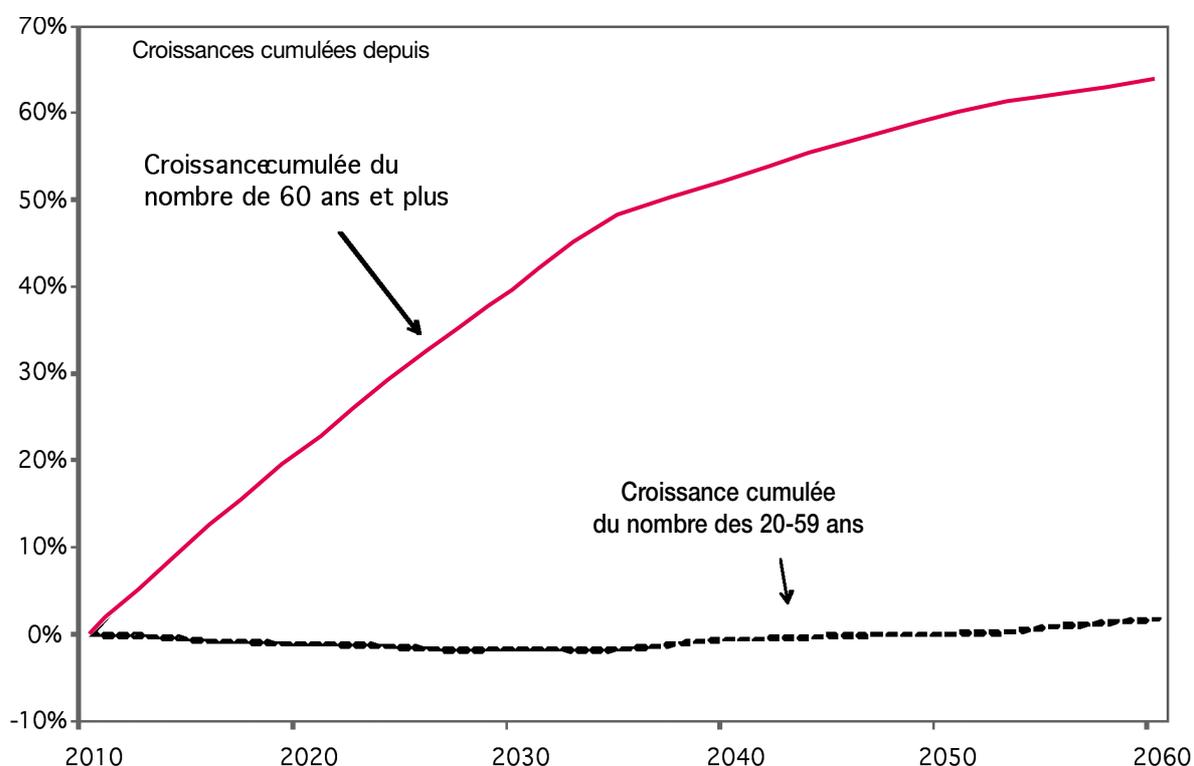
2010 (figure 1). Le résultat est sans appel : l'évolution la plus marquante est bien celle du nombre des 60 ans et plus qui progresse de 60 % entre 2010 et 2060. L'évolution du nombre des 20-59 ans est quasiment négligeable. Le niveau de fécondité envisagé dans ces projections est certes légèrement inférieur au seuil de remplacement des générations (1,95 enfant par femme), mais ce déficit est largement compensé par le flux migratoire, ce qui permet d'avoir une population d'âge actif quasiment stationnaire. Même avec une migration plus faible, la contribution du vieillissement par le bas resterait limitée.

L'insistance qu'il y a souvent eue sur le vieillissement par le bas était donc clairement mal placée. Elle a eu l'effet pervers de freiner la maturation du débat sur la retraite, en entretenant l'idée qu'un simple sursaut de la politique familiale pouvait dispenser le système de toute autre adaptation. Quelques traces subsistent encore de ce malentendu initial. Régulièrement, l'annonce de variations à la hausse de l'indice de fécondité fait renaître l'idée que, après tout, le problème des retraites n'est peut-être pas si intense qu'on l'avait dit. Néanmoins, c'est bien vers le vieillissement par le haut que le focus a majoritairement basculé, et notamment vers ce qui semble en être le facteur principal, l'allongement de la durée de vie. De la thèse du « il n'y aura plus personne pour payer les retraites » on est passé au thème du « nous gagnons trois mois d'espérance de vie par an ».

Ce nouveau focus a été doublement utile. Il a aidé à faire ressortir le caractère à la fois inéluctable et plutôt souhaitable du vieillissement – qui pourrait souhaiter résoudre le problème des retraites par l’arrêt des progrès sur la mortalité ? Et, dès lors que ce vieillissement apparaît pour ce qu’il est vraiment – plutôt une bonne nouvelle –, il est plus facile de faire admettre les réformes comme n’étant rien d’autre que le coût à payer pour financer les conséquences de

cette bonne nouvelle. En particulier, le coût social et psychologique de la remontée de l’âge de la retraite n’est pas ou ne devrait pas être le même lorsqu’on le resitue dans ce contexte d’allongement de la durée de vie. Cet allongement offre une marge de progression de l’âge de la retraite qui n’implique pas forcément que la durée de la retraite s’abaisse d’une génération à la suivante.

Figure 1. La croissance du ratio des 60 ans et plus aux 20-59 ans s’explique presque exclusivement par celle du nombre des plus de 60 ans



Source : Insee et calculs de l’auteur.

Mais ce rôle joué par la longévité n’est pas sans poser quelques questions. Par exemple, si le vieillissement ne tient vraiment qu’aux hausses futures de l’espérance de vie, comment expliquer que des réformes qui indexent l’âge de la retraite sur ces gains futurs ne suffisent pas à restaurer l’équilibre financier du système, comme on en a l’exemple avec le lien espérance de vie/conditions d’accès au taux plein mis en place par la réforme de 2003 ? Comment expliquer aussi que le vieillissement continue également à se manifester

dans les variantes d’école à mortalité constante que propose régulièrement l’Insee dans le cadre de ses projections démographiques ?

À cette question, il y a évidemment une réponse toute trouvée, qui est l’effet baby-boom. Mais en quoi consiste exactement cet effet ? Faut-il y voir un effet uniquement transitoire, contrairement aux effets plus durables de l’allongement de la durée de vie ? Quelle est exactement l’articulation entre ce facteur et l’allongement de la durée de vie ?

Vieillesse par le haut : quels rôles pour la longévité et l'effet du baby-boom ?

Pour séparer deux effets, le mieux est d'abord d'envisager théoriquement leur impact pris séparément.

L'effet d'un allongement de la durée de vie à effectif constant des générations successives est facile à deviner. Progressivement, la part des 60 ans et plus va s'accroître. Un premier élément doit cependant être noté. Supposons un choc ponctuel sur la mortalité d'une tranche d'âge donnée : la mortalité baisse en 1990 entre l'âge de 70 ans et l'âge de 71 ans, sans autre modification. L'effet immédiat est une hausse de l'effectif des personnes âgées de 71 ans en 1991. Mais ce que sera l'effet total de ce choc sur la mortalité ne s'arrêtera pas là : à mortalité donnée au-delà de 71 ans, le fait d'avoir eu moins de décès en 1990 entre 70 et 71 ans se traduit par une hausse de l'effectif des personnes de 72 ans en 1992, puis des personnes de 73 ans en 1993 et ainsi de suite. L'impact de la baisse de la mortalité sur la structure par âge est donc très progressif. C'est une première explication du fait que le vieillissement à venir ne se réduit pas à l'impact des baisses de mortalité à venir : nous allons également devoir assumer, sur les quarante prochaines années, les effets retardés des baisses de mortalité passées. Elles ne finissent de produire leurs effets que lorsque les générations qui en ont profité ont totalement disparu.

Qu'en est-il de l'effet pur du baby-boom ? Comment va-t-il se superposer à cette montée en régime des effets de la baisse de la mortalité ?

Il faut d'abord s'entendre sur le sens qu'on donne à ce terme. Il est fréquent de l'utiliser pour qualifier un phénomène de hausse temporaire des naissances suivi d'un retour de ces naissances à leur niveau initial. Or cette définition pose problème car elle suppose une évolution assez particulière de la fécondité. Passer d'un niveau donné de naissances à un niveau

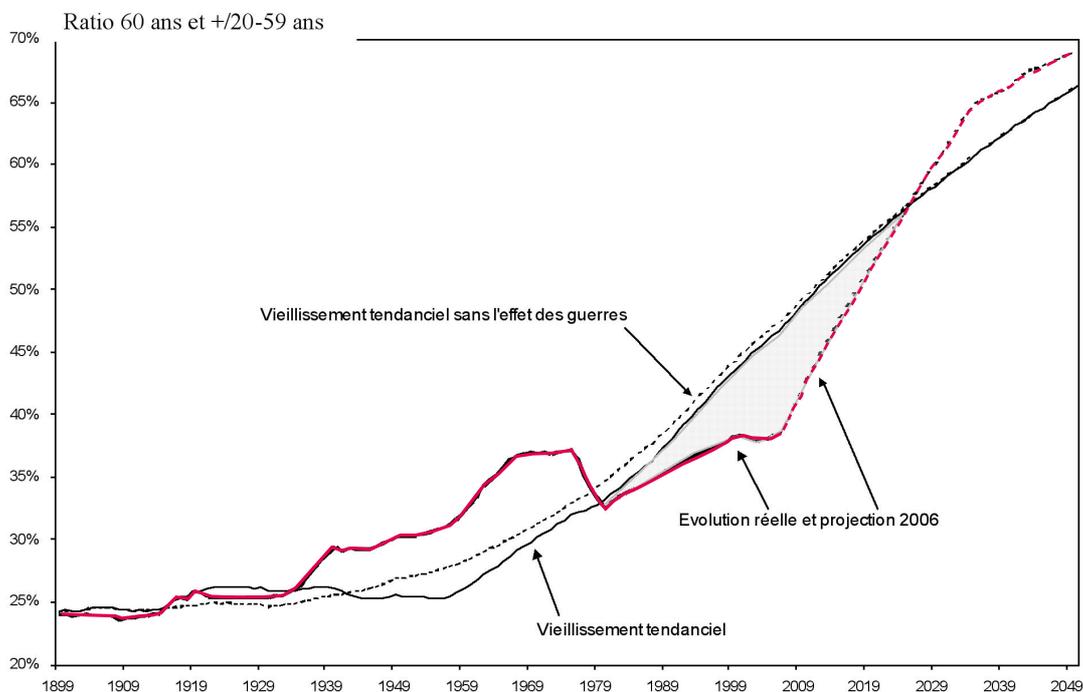
supérieur suppose une hausse de la fécondité au-dessus du seuil de remplacement des générations. Appeler baby-boom cette première phase du processus correspond bien au cœur du phénomène. Mais supposer un retour ultérieur du nombre de naissances à sa valeur initiale implique de supposer que la fécondité rebaisse ensuite en dessous du seuil de remplacement. Il s'agit dans ce cas d'un deuxième phénomène de « *baby bust* », générateur d'une phase de vieillissement par le bas, ce qui nous fait sortir de la notion de baby-boom stricto sensu. Il est préférable de limiter l'appellation de baby-boom au cas d'une hausse de la fécondité suivie d'un retour de cette fécondité au seuil de remplacement. Dans ce cas, l'impact sur les naissances est une marche d'escalier. On passe d'un régime stationnaire à un autre régime stationnaire à naissances et population plus élevées.

Si telle est la définition qu'on retient du baby-boom, comment affecte-t-il la structure par âge ? L'effet est en deux temps. Dans un premier temps, l'arrivée des classes nombreuses dans les tranches d'âge actives réduit le ratio retraités/actifs. C'est une phase de rajeunissement par le bas. Dans un deuxième temps, le basculement des baby-boomers à 60 ans fait réaugmenter ce ratio : il y a une phase de vieillissement par le haut, avant de revenir au même ratio de dépendance que celui qui prévalait avant le baby-boom.

On peut donc dire que l'effet est exactement inverse de celui qu'on a parfois en tête : celui de générations nombreuses de baby-boomers qui viendraient transitoirement gonfler le nombre de retraités avant de disparaître et recéder la place à des générations de retraités moins nombreuses. La trajectoire du ratio retraités/actifs induite par le baby-boom n'est pas une courbe en dos d'âne. C'est une courbe en « V ».

Ce qui est réversible dans les effets du baby-boom n'est pas la hausse du ratio de dépendance en fin de processus, c'est la baisse initiale. La hausse finale traduit un phénomène de retour durable à la normale après cette phase de baisse.

Figure 2. L'effet en « V » du baby-boom



Source : Blanchet et Le Gallo, 2008.

Lecture : Les courbes en traits fins donnent ce qu'aurait été l'évolution fictive du ratio 60 et +/20-59 ans dans une population sans migration et à flux de naissance constant, depuis le début du siècle dernier, sous l'effet de la mortalité effective (avec une variante en pointillé neutralisant également la surmortalité des deux conflits mondiaux). La trajectoire en trait continu épais est la trajectoire réelle de ce ratio, prolongée jusqu'en 2050 selon les projections 2006 de l'Insee. L'effet en « V » du baby-boom est représenté en grisé. Le fait que l'on repasse au-dessus du vieillissement tendanciel en fin de projection s'explique par un petit effet *baby bust* : il commence à se résorber en 2035 avec l'arrivée à la retraite des générations moins nombreuses nées à partir de 1975.

Du coup, ce que va donner la superposition de l'effet de l'allongement de la durée de vie et de l'effet baby-boom est simple à deviner (figure 2) :

- la montée en régime des effets de la baisse de la mortalité se traduit par une hausse progressive du

ratio de dépendance, qui s'étend largement au-delà de la période où ces mouvements de la mortalité sont constatés ;

- l'effet du baby-boom vient par ailleurs retarder encore ce processus : dans un premier temps, le vieillissement par le haut est compensé par le rajeunissement par le bas. Dans un deuxième temps, en revanche, les effets se superposent et se renforcent.

C'est précisément à cette conjonction que nous faisons maintenant face. On peut ainsi dire que le vieillissement en cours incorpore à double titre l'effet des hausses d'espérance de vie passées.

D'une part, parce qu'il est dans la nature de ces gains d'espérance de vie de se diffuser lentement à l'ensemble de la structure par âge. D'autre part, parce qu'il faut rattraper à rythme accéléré la part de ces effets qui ont été temporairement masqués par le passage des baby-boomers en activité.

Quelles conséquences ?

En résumé, l'histoire que l'on peut raconter est la suivante. Le vieillissement, en France, se fait majoritairement par le haut. Sauf réaugmentation de la mortalité, c'est un phénomène irréversible. Et il est très progressif : le vieillissement à une date donnée résulte pour une large part de baisses de la mortalité passées, et c'est d'autant plus vrai que se révèlent maintenant les conséquences des baisses de mortalité passées qui ont été temporairement occultées par la vague du baby-boom.

Quelles sont les conséquences à tirer d'une telle décomposition ? Une thèse aurait pu être de dire que peu importe la nature du vieillissement : le seul point important serait le résultat, l'ampleur de la dégradation du ratio retraités/actifs à laquelle nous devons faire face. Mais tel n'est pas le cas. Savoir de quoi le vieillissement est fait est important à plusieurs égards.

On a déjà évoqué l'enjeu de la distinction entre vieillissement par le haut et vieillissement par le bas. On réinsistera juste sur le fait que la prédominance du vieillissement par le haut laisse peu de marge à des corrections par la politique familiale ou par la politique migratoire. S'agissant de cette dernière, elle est un outil tout à fait adapté pour corriger le vieillissement par le bas et elle peut aider transitoirement à freiner le vieillissement par le haut, mais elle ne le ferait de manière durable que si elle donnait à la population d'âge actif un mouvement de croissance à la fois rapide et perpétuel : chaque passage à la retraite d'une vague de migrants appelle l'entrée d'une vague de migrants encore plus importante si l'on veut maintenir coûte que coûte un ratio de dépendance qui ne correspond pas à notre structure de mortalité (Blanchet, 1993).

Ensuite, bien faire ressortir que l'effet rebond du baby-boom est de type irréversible plutôt que transitoire conduit à écarter l'idée que cette composante appelle uniquement des réponses en termes de « lissage », i.e. l'idée qu'il faut juste trouver un aménagement temporaire du système que la fin de la parenthèse du

baby-boom permettrait ensuite de démanteler. Il n'en est rien : comme pour la hausse tendancielle de l'espérance de vie, c'est un changement permanent des paramètres du système de retraite qui est nécessaire pour répondre à la deuxième phase du baby-boom, la sortie du « V ».

Last but not least, le distinguo entre effets retardés des gains passés sur la mortalité et des gains futurs sur cette même mortalité a lui aussi des conséquences importantes. C'est lui qui explique qu'on puisse à la fois attribuer à la hausse de l'espérance de vie l'essentiel des problèmes de vieillissement – le baby-boom ne fait qu'en changer le calendrier, sans changer le point d'arrivée – et constater qu'on ne peut résoudre l'ensemble des problèmes de retraite via des règles d'indexation de l'âge de la retraite sur les hausses à venir de la durée de vie. On a dit que ceci valait pour le principe d'indexation de la durée d'assurance sur l'espérance de vie à 60 ans posé par la réforme de 2003 : on sait que ce n'est pas uniquement par là que passe le retour à l'équilibre financier. Tel qu'il est envisagé, il devra aussi beaucoup à la baisse de générosité des retraites servies au taux plein.

Ceci vaut aussi pour la piste du passage aux comptes notionnels. Les analyses détaillées présentées dans le 7^e rapport du COR (COR, 2010) ont bien montré que la propriété d'auto-équilibre de ce système face à la hausse de l'espérance de vie ne vaut qu'une fois les effets de ces hausses complètement assimilés. Quel que soit l'intérêt possible de cette piste en termes de simplification et de clarification du système de retraite, elle laisse subsister un problème de régulation transitoire qui fait partie intégrante du système à envisager. Le débat sur la réforme systémique du système de retraite annoncé pour 2013 devra prendre cette dimension en compte.

Bibliographie

BLANCHET D., « Fiabilité des perspectives démographiques ? », *Revue d'économie financière*, n° 23, 1993, pp. 81-88.

BLANCHET D. ; LE GALLO F., « Les projections démographiques. Principaux mécanismes et retour sur l'expérience française », *Revue économique*, n° 59 (5), 2008, pp. 893-912

BLANPAIN N. ; CHARDON O., « Projections de population

à l'horizon 2060 : Un tiers de la population âgé de plus de 60 ans », *Insee Première*, n° 1320, 2010.

Conseil d'orientation des retraites, *Retraites : annuités, points ou comptes notionnels ? Options et modalités techniques*, 7^e rapport, La Documentation française, 2010.

L'AUGMENTATION DE L'ESPÉRANCE DE VIE : NOUVELLES OPPORTUNITÉS DE CROISSANCE ?

Christine Chevallier

*Professeuse à l'ESC La Rochelle
membre de la Fondation du risque*

François-Xavier Albouy

Aujourd'hui, sur l'ensemble de la planète, on assiste à une formidable augmentation de l'espérance de vie. En France, cette évolution dure depuis plus de deux siècles. Elle est encore aujourd'hui très soutenue. Selon l'Ined, l'espérance de vie des Français progresse de près d'un trimestre par an depuis 1960. En Europe, les gains en espérance de vie sur les cinquante dernières années auront été supérieurs à dix ans. La longévité est devenue une des données structurelles des économies européennes. Elle est vécue négativement, notamment au regard de l'équilibre des systèmes de retraite, ou encore du financement des risques associés à cette évolution. L'ampleur potentielle du risque de longévité, c'est-à-dire du risque viager, pourrait mener à une situation sociale difficilement soutenable et à des faillites retentissantes dans le secteur de l'assurance. Le risque de dépendance suscite aussi de nombreuses interrogations quant à son évolution à venir et à ses modes de gestion. Cependant, pour déterminer les modes possibles de financement de ces risques, il est intéressant d'adopter un point de vue non pas catastrophiste mais positif.

En effet, la société actuelle tend trop souvent à considérer de nombreux événements comme autant de catastrophes potentielles (Albouy, 2002). Notre propension collective au catastrophisme nous fait voir le phénomène de longévité comme une contrainte

plutôt que comme une opportunité. Il semble que l'augmentation de l'espérance de vie signifie surtout le développement massif de personnes dépendantes qui ne pourront survivre que par des transferts sociaux considérables. Or, l'augmentation de l'espérance de vie est, avant tout, une bonne nouvelle ! Et ceci n'est pas qu'une vérité individuelle : l'augmentation de l'espérance de vie conduit à une augmentation du capital humain qui constitue une ressource économique majeure. Aujourd'hui, en termes strictement économiques, le capital humain disponible connaît la plus grande augmentation de toute l'histoire de l'humanité. Historiquement, les exemples de migrations massives, que ce soit le peuplement de l'Amérique au XIX^e siècle ou l'arrivée des pieds-noirs en France métropolitaine en 1962, montrent que l'augmentation brutale du capital humain peut être concomitante et même un des déterminants de périodes de croissance et de modernisation rapide des économies et des structures productives.

Comment ne pas envisager que l'évolution actuelle puisse se dérouler dans les mêmes conditions ? Une des raisons tient probablement au fait qu'il nous semble que le nouveau monde qui se dessine nous échappe parce qu'il est centré sur l'Asie et le Pacifique et que la domination de la civilisation européenne est définitivement derrière nous. Cette vision pessimiste est malthusienne. Il est possible d'adopter un point

de vue plus optimiste en remarquant simplement que l'accès de milliards d'individus aux marchés de masse est aussi une chance pour nos entreprises, notre continent, notre pays, pour les générations actuelles et futures. En outre, la vieille Europe ainsi que le Japon et l'Amérique du Nord bénéficient d'une avance dans l'expérience de l'augmentation de l'espérance de vie et du vieillissement de leur population, qui leur donne la possibilité d'être les précurseurs dans la manière de penser et de gérer cette nouvelle donne sociale et économique. Ces éléments peuvent donc nous conduire à nous intéresser de manière positive à ces changements et à considérer que le phénomène de longévité offre une opportunité formidable de relance de l'économie, d'autant plus qu'il ne s'agit pas d'un épiphénomène mais d'un phénomène structurel majeur.

À ce jour, la progression de l'espérance de vie se poursuit et, quoi qu'il en soit de l'évolution à venir, les gains en capital humain éduqué, expérimenté, disposant d'un pouvoir d'achat important offrent, d'ores et déjà, un gisement de croissance considérable. Aussi, un pays qui considérerait, collectivement, l'augmentation de l'espérance de vie comme une excellente nouvelle, y voyant la promesse de nouveaux territoires à explorer dans le champ social et dans l'organisation de la production, bénéficierait d'une avance sur ce que la totalité de la planète vivra dans le siècle.

Pour découvrir ces nouveaux territoires, il faut s'y préparer et consentir des investissements de long terme dans des secteurs aussi variés que les transports, l'urbanisme, les technologies de la domotique, de la robotique, de la télémédecine, les soins et services à domicile, etc. Il faut repenser et redéfinir les infrastructures matérielles et immatérielles, le déploiement des services et l'organisation du marché du travail.

Si les efforts nécessaires sont consentis, les compétences acquises dans la gestion de la longévité et la maîtrise des technologies complexes pourraient rapidement être exportées. Cependant, les investissements à consentir sont lourds et de long terme.

Saisir les opportunités de croissance : l'État au cœur du changement

Pour effectuer des investissements de long terme, il est nécessaire de trouver des investisseurs de long terme. La première difficulté rencontrée est donc d'intéresser à longue échéance ces investisseurs, qu'ils soient nationaux ou étrangers, qu'ils soient des ménages ou des entreprises. Or, dans un contexte de crise, le privilège est donné au court terme de manière assez naturelle. En effet, dans ces périodes, les horizons temporels sont raccourcis du fait de l'augmentation des risques. Parallèlement, l'endettement actuel massif de nombreuses économies occidentales vis-à-vis des économies émergentes est désincitatif. En effet, face aux défis de l'évolution démographique actuelle, le niveau d'endettement public et privé des économies occidentales est un handicap majeur pour attirer des investisseurs de long terme, ces derniers étant normalement soucieux de la capacité à rembourser de leurs débiteurs. Mais, plus encore que des raisons financières, la difficulté à attirer des investisseurs de long terme provient probablement, en grande partie, du fait que le monde occidental semble incapable de définir des projets de société porteurs de croissance. Comment un pays qui ne conçoit le long terme que comme une contrainte posée à l'équilibre de ses régimes de retraite et de santé pourrait-il définir des projets d'avenir susceptibles d'attirer des investisseurs ?

L'apparition du phénomène de longévité demande donc des adaptations importantes. Il importe de repenser le long terme avec des angles de vue qui soient originaux, positifs et attractifs. C'est pourquoi l'État a un rôle central à jouer dans cette transformation. Repenser la ville et les transports ne se décide pas dans le cadre et à l'horizon d'une entreprise. En outre, l'histoire économique tend à montrer que des politiques judicieuses d'investissement initiées par les pouvoirs publics peuvent avoir un impact positif, à la fois direct et indirect, sur la croissance économique.

L'impact de l'investissement public sur la richesse d'un pays peut être analysé à deux niveaux : d'une part, sur le plan conjoncturel, d'autre part, sur le plan structurel. Dans le premier cas, on considère que les investissements publics ont un impact « direct » sur l'économie. Dans une lecture « keynésienne », il est attendu un effet d'entraînement rapide sur le reste de l'économie. Le second niveau d'analyse renvoie à la théorie de la croissance endogène (Arrow, 1962 ; Romer, 1988). Les économistes de ce courant de pensée légitiment l'intervention de l'État dans l'économie dans le cadre d'actions structurantes : l'objectif est de doter l'économie de fondamentaux solides permettant d'assurer un régime de croissance soutenu. L'impact de l'investissement public s'analyse ici plus dans le long terme et se juge sur sa capacité à se diffuser à l'ensemble de l'économie et à lui donner les moyens de perdurer. D'un point de vue théorique, le rôle de l'investissement public dans sa composante « infrastructure » a fait l'objet de nombreux développements. L'avènement de la théorie de la croissance endogène puis le développement de l'économie géographique (Krugman, 1991) se sont traduits par une redécouverte du rôle des infrastructures publiques et de leur impact positif sur l'économie. Ainsi, une partie de la théorie économique tend à montrer l'impact favorable de l'investissement public sur la croissance économique. Sur le plan empirique, s'il reste extrêmement difficile de le mesurer précisément, de nombreux travaux tendent cependant à valider l'hypothèse d'un impact positif. Ashan et Tsigaris (2002) parviennent à mesurer une corrélation positive entre les investissements publics d'infrastructure et le PNB, de même qu'entre les revenus fiscaux et le montant des investissements publics. Précédemment, les travaux de Aschauer (1989) et Munnell (1990) ainsi que les travaux de Méraud (1997) et de Saint-Étienne (2000) portant sur la France tendaient aussi à valider le rôle positif du capital public sur la croissance.

Finalement, bien que nombre d'économistes reconnaissent le rôle du marché dans une problématique de développement de long terme, l'investissement public semble demeurer un élément essentiel du

développement de conditions favorables pour la croissance économique future et pour l'amélioration du bien-être collectif. Amartya Sen (1999) soutient notamment l'idée de la nécessité de créer un équilibre entre le rôle du gouvernement et des autres institutions sociales ou politiques, et le fonctionnement du marché. Selon lui, ne relèvent pas du marché certains éléments qui contribuent de façon essentielle à la « capacité humaine » et qui sont consommés collectivement et non individuellement : il faut bien qu'une tierce partie fournisse ces « biens de consommation collectifs » dont la société a besoin mais que le secteur privé ne fournit pas ; et cela même si les biens et services privés constituent l'essentiel des achats des agents économiques.

Financer l'avenir : la question de la dette

L'adaptation de nos sociétés exige des investissements à long terme dont la rentabilité n'est pas évidente à court terme. Ceci constitue un argument supplémentaire à l'intervention de l'État. En effet, sur le court terme, l'entreprise est prête à prendre des risques, c'est même l'un de ses principaux ressorts de rentabilité. À l'opposé des agents privés, dans les démocraties l'État est, de par l'influence des cycles électoraux, hostile à prendre des risques de court terme. Symétriquement, l'entreprise privée est hostile aux risques de long terme. Plus encore, l'impossibilité d'assurer les risques de long terme est une limite bien connue des marchés d'assurance (Cutler, 1996 ; Jaffee, Kunreuther et Michel-Kerjan, 2008). En fait, les risques de long terme sont destinés, par nature, à être gérés par l'État. En effet, celui-ci a la capacité quasi unique de pouvoir diversifier le risque de long terme dans le temps via la dette qui permet de différer l'impôt, offrant, par là même, la possibilité de transférer une part de la charge de financement des investissements de long terme sur les générations futures. Selon le principe d'équivalence ricardienne (Barro, 1974), les dépenses publiques peuvent être

indifféremment financées par l'impôt ou par l'emprunt, car l'emprunt ne constitue en fait qu'un impôt différé. Cependant, indépendamment de la validité supposée ou rejetée du principe d'équivalence, il existe à l'évidence une limite à l'endettement public. Le processus d'endettement est potentiellement explosif et, à long terme, se pose le problème de la soutenabilité de la dette. Dans ce sens, certains économistes objecteront que l'augmentation de la dette, à son niveau actuel, n'est pas envisageable. Ceci est discutable : s'il faut bien évidemment être attentif au fait que la dette ne continue à croître de manière inconsidérée, il faut surtout veiller à ce qu'elle serve à financer non pas la part du déficit correspondant à des dépenses de fonctionnement, mais celle correspondant à des investissements. Dans ce sens, la mise sous contrôle des dépenses publiques, effectuée depuis l'entrée dans les phases préparatoires conduisant à la monnaie unique, conduit souvent à considérer les dépenses d'investissement comme de « bonnes » dépenses pouvant justifier un financement par emprunt, à l'inverse des dépenses courantes dites de fonctionnement. Cette distinction se justifie si l'on considère que les dépenses d'investissement sont celles qui contribuent à améliorer le « patrimoine productif durable » de la nation ; en d'autres termes, qu'elles sont sources de croissance et de compétitivité, alors que les dépenses de fonctionnement concernent un champ temporel plus réduit : transferts et services quotidiens. Par conséquent, l'objectif pertinent en termes d'endettement n'est pas la stabilisation du montant absolu de la dette mais la stabilisation du ratio dette/PIB. Des choix pertinents en termes d'investissement pourraient permettre non seulement de stabiliser ce ratio mais peut-être, plus encore, de l'améliorer. Par ailleurs, la dette n'est acceptable que si elle sert à des investissements productifs non seulement au bénéfice des générations actuelles mais aussi à celui des générations futures. Pourtant, il n'est pas rare d'observer une dette employée à des investissements uniquement au bénéfice des générations présentes. Ce dérapage est fréquent et s'explique notamment par le problème des enjeux électoraux auxquels est soumis le décideur (Bohn, 2003). D'autres relèveront qu'attirer des investisseurs est difficile en pleine crise

économique, alors que certains États d'Europe sont au bord de la faillite. Il est effectivement juste que, dans ce contexte, les États subiront un coût plus élevé d'une dette plus difficile d'accès. Cependant, dans la réalité, on observe que le secteur public, malgré des finances publiques contraintes par les remboursements de la dette, emprunte le plus souvent, et notamment dans les pays développés, à des conditions plus favorables que le secteur privé.

Les niveaux d'endettement publics après la crise étant au-delà des seuils de tolérance habituels, les marges de manœuvre de l'État, seul à pouvoir investir sur le long terme, sont restreintes. L'importance de l'épargne des ménages dans certains pays comme la France ne suffit pas à desserrer cette contrainte du court terme. Pour résoudre les problèmes de liquidité d'aujourd'hui, il s'agit donc d'être convainquant sur les modalités du remboursement des dettes créées sur le long terme. Et cette question est d'autant plus vive que la crise intervient à un moment de l'histoire occidentale où les horizons des acteurs sont particulièrement courts.

Garantir l'efficacité socio-économique : l'évaluation des financements et des projets

Une part de la théorie économique tend donc à défendre l'idée qu'une dette soutenable donne l'opportunité de financer des dépenses d'investissement par emprunt. Cependant, une grande part de l'investissement public se caractérise, par rapport à l'investissement privé, par le fait qu'il n'a pas pour objet un retour financier direct : il y a création diffuse de richesse, ou encore amélioration du bien-être des citoyens. Ici, l'État récupère sa « mise initiale », non pas directement, mais à plus ou moins longue échéance au travers des retombées de sa dépense. L'investissement public générant des revenus directs

ne se distingue en rien, du point de vue du financement, de l'investissement réalisé dans le cadre de l'entreprise. Seul le rendement attendu des investissements publics fait l'objet de débats importants depuis les années 1970. Hirshleifer (1964) et Sandmo (1972) pensent que les rentabilités attendues des investissements publics doivent être les mêmes que celles des investissements privés. Pour chaque classe d'investissement public, il doit être possible de trouver une classe équivalente d'investissement privé. Samuelson (1964), Arrow et Lind (1970) s'opposent à cette analyse et plaident en faveur d'un taux d'escompte sans risque pour les investissements publics. L'idée est que les investissements publics entraînent une augmentation de la productivité des facteurs et que les impôts payés par les entreprises qui bénéficient de cette augmentation de la productivité garantissent une source de revenus à l'État. En outre, l'État peut effectuer une diversification dans le temps par sa capacité d'arbitrages sur plusieurs générations. En revanche, s'agissant de l'investissement public sans retour de flux direct, c'est-à-dire avec un flux de retour soit très différé, soit non mesurable, soit diffus, la problématique est plus complexe. Si l'on considère ces dépenses comme des éléments contribuant à la croissance économique, la difficulté à quantifier leurs effets ne doit pas conduire à écarter le financement par emprunt. Ici, des règles d'équilibre globales, macroéconomiques, telles que celles définies par le traité de Maastricht qui lie bien croissance économique et croissance de la dette, se révèlent très utiles en permettant de financer l'investissement public par emprunt tout en s'assurant de la soutenabilité de la dette. La dette publique peut être résorbée par les ressources publiques futures dès lors que la dépense contribue au développement de ces ressources et que l'on s'assure d'une limite réaliste.

Ces résultats semblent donc favorables au financement par emprunt des investissements publics. Toutefois, comme pour l'investissement privé, il semble incontournable de tenter de mesurer l'« utilité » des investissements publics, notamment pour établir un ordre de priorité. Ainsi, si les critiques des théories classiques et néoclassiques alliées à la renaissance d'un courant keynésien ont contribué à la réhabilitation de

l'investissement public en tant que facteur favorisant la croissance économique, illustré par l'émergence de la théorie de la croissance endogène, il est à noter que cette réhabilitation intègre la notion d'une certaine sélectivité. Il s'agit de déterminer quels sont les investissements les plus « utiles » ; en d'autres termes, de démontrer leur légitimité économique. Afin de quantifier les impacts économiques des investissements ou, du moins, d'aider à hiérarchiser les projets, il existe des « outils », utiles indicateurs qui ont cependant leurs limites : le développement de l'évaluation des politiques publiques allant dans le sens de la recherche d'une efficacité socio-économique se heurte aux limites intrinsèques du calcul économique public. Le calcul économique, malgré ses insuffisances, est nécessaire pour évaluer des projets d'investissement car les critères de rentabilité fournissent des éclairages incontournables aux décideurs politiques. Cependant, tous les effets d'un projet ne pouvant être monétarisés, il convient de compléter les critères quantitatifs de rentabilité par des tests de sensibilité aux hypothèses, tant micro que macroéconomiques, par la description soignée des éléments non incorporables ou encore par les effets attendus du projet, tant internes qu'externes, tels que l'impact sur l'environnement ou sur la sécurité.

En fait, toute la difficulté de la rationalisation de la décision, au fondement du calcul économique public, est qu'il reste aujourd'hui difficile de prendre en compte le très long terme et de quantifier le qualitatif. Aussi est-on ramené finalement, en la matière, à la responsabilité du politique en dernière instance.

Conclusion

L'enjeu de l'adaptation au nouveau monde qui se dessine est de saisir d'énormes opportunités de croissance. C'est aussi une nécessité et cela demande des efforts. Or, le monde occidental semble dans l'incapacité, ou du moins dans la difficulté, de projeter un avenir de long terme autrement que sous l'angle de contraintes très traumatiques telles que

l'endettement massif, l'effondrement des régimes sociaux, etc. Établir des projets de long terme porteurs de croissance et, plus encore, de bien-être collectif est donc un préalable. En outre, parce qu'il s'agit d'avenir de long terme, l'État a un rôle central à jouer dans cette transformation. La question du financement de ces projets se pose dans un contexte d'endettement public important sur fond de crise économique et financière. Il s'agit aussi de s'assurer en termes des investissements publics judicieux augmentant la productivité des facteurs du secteur privé. Maintenir un bon niveau d'investissement public est impératif, mais des efforts en termes de performance et d'efficacité doivent être réalisés, efforts qui se traduisent notamment par la recherche d'une meilleure hiérarchisation des projets pour dégager les « plus utiles » et par la recherche des solutions de financement les plus performantes. Par ailleurs, la production de biens et services liés au vieillissement devra rencontrer une demande solvable. Cette demande solvable liée à la longévité viendra de différentes sources : d'abord, et avant tout, de la productivité des facteurs, mais aussi des transferts sociaux, des produits de l'épargne et du très débattu allongement de la durée du travail. Rassurer les investisseurs d'aujourd'hui, c'est garantir la capacité de l'État à maintenir un niveau de revenus suffisants et leur répartition adéquate, afin de rendre solvable la demande future.

Bibliographie

ALBOUY F. X., *Le temps des catastrophes*, Descartes & Cie, 2002.

ARROW K., "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economics Studies*, vol. 80, 1962, pp.155-173.

ARROW K. J. ; LIND R. C., "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions", *American Economic Review*, vol. 60, n° 3, 1970, pp. 364-378.

ASCHAUER D., "Does Public Capital Crowd Out Private

Capital?", *Journal of Monetary Economics*, vol. 23, mars 1989, pp.171-188.

ASHAN S. M. ; TSIGARIS P., "Measuring the Social Discount Rate under Uncertainty: A Methodology and Application", Cesifo, n° 824, décembre 2002.

BARRO R. J., "Are Government Bonds net wealth?", *Journal of Political Economy*, vol. 82, 1974.

BOHN H., "Will Social Security and Medicare Remain Viable as the US Population is Aging?", An Update, Cesifo Working Paper no 1062, octobre 2003.

CUTLER D. M., "Why Don't Markets Insure Long-Term Risk?", mimeo, mai 1996.

HIRSHLEIFER J., "Efficient Allocation of Capital in an Uncertain World", *American Economic Review*, vol. 54, 1964, pp. 77-85.

JAFFEE D. ; KUNREUTHER H. ; MICHEL-KERJAN E., "Long Term Insurance (LTI) for Addressing Catastrophe Risk", NBER Working Paper n° 14210, 2008.

KRUGMAN P., "Increasing Returns and Economic Geography", *Journal of Political Economy*, vol. 99, n° 3, 1991, pp.483-499.

MÉRAUD J., *Les collectivités locales et l'économie nationale*, Éditions locales de France, 1997.

MUNNELL A., "Why Has Productivity Declined? Productivity and Public Investment", *New England Economic Review*, Federal Reserve of Boston, septembre-octobre 1990.

ROMER P., "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, vol. 98, n° 5, 1988, pp.71-102.

SAINT-ÉTIENNE C., « L'impact de l'investissement local sur la croissance nationale », Dexia Crédit local, étude interne, 2000.

SAMUELSON P. A., "Principles of Efficiency: Discussion", *American Economic Review*, vol. 54, 1964, pp. 93-96.

SANDMO A., "Discount Rates for Public Investment Under Uncertainty", *International Economic Review*, vol. 13, n° 2, 1972, pp. 287-302.

SEN A., *Un nouveau modèle économique. Développement, justice, liberté*, Odile Jacob, 1999.

DES OBLIGATIONS INDEXÉES SUR LA LONGÉVITÉ ?

David Blake (1)

*Pensions Institute
Cass Business School*

Tom Boardman (2)

*Directeur de la stratégie des retraites et de l'innovation, Prudential UK
Professeur associé, Pensions Institute
Prudential Assurance Company*

Andrew Cairns (3)

*Maxwell Institute et Department of Actuarial Mathematics and Statistics
School of Mathematical and Computer Sciences*

Cet article est une version abrégée d'un article sur le même thème publié pour la première fois le 12 March 2010 sous le titre Sharing Longevity Risk: Why Governments Should Issue Longevity Bonds accessible sur : <http://www.pensions-institute.org/workingpapers/wp1002.pdf>

Des obligations indexées sur la longévité émises par un gouvernement permettraient de partager efficacement et équitablement le risque de longévité entre les générations. En échange du paiement d'une prime de risque de longévité, la génération actuelle de retraités pourrait ainsi compter sur les générations futures pour couvrir totalement son risque de longévité. Par ailleurs, ce type d'obligations pourrait offrir des avantages sociaux spécifiques. Elles peuvent conduire à un marché de l'épargne retraite plus sûr quant à la définition des contributions et à la garantie des prestations, ainsi qu'à un marché des rentes viagères plus efficace, car elles auraient pour résultat une diminution des prestations sociales sous condition de ressources et seraient une source supplémentaire de recettes fiscales. L'intérêt des intervenants sur le marché naissant de capitaux pour les produits liés à la longévité pourrait être favorisé par l'élaboration d'indices de longévité fiables et par la définition de niveaux de prix sur la structure par terme du risque de longévité. Le marché de capitaux pour les produits liés à la longévité pourrait ainsi se développer sur la base d'une telle structure par terme avec des produits dérivés liquides sur la longévité.

Introduction

Les obligations indexées sur la longévité paient des coupons décroissants liés à la survie d'une cohorte de la population. Si nous prenons l'exemple d'hommes âgés de 65 ans, le coupon payable à l'âge de 75 ans (c'est-à-dire dix ans après la date d'émission de l'obligation) dépendra de la proportion d'hommes de 65 ans qui auront survécu à l'âge de 75 ans. Elles ne versent donc pas de remboursement en principal, mais sont conçues pour couvrir le risque de longévité total.

Les sociétés d'assurances et les fournisseurs de plans de retraite sont confrontés au risque d'un allongement moyen de la vie des retraités plus important que prévu. Le risque de longévité est considérable et pourrait affecter négativement, aussi bien la volonté que la possibilité des établissements financiers d'offrir aux ménages retraités des produits financiers pour compenser la diminution de leurs revenus.

Dans cet article, nous expliquons comment les obligations indexées sur la longévité émises par les gouvernements peuvent agir comme catalyseur en permettant le transfert d'une partie de ce risque sur les marchés de capitaux.

Nous exposons les avantages qui découleraient d'un marché de capitaux transparent et liquide sur le risque de longévité, et nous avançons l'idée selon laquelle les gouvernements ont un rôle important à jouer pour aider ce marché naissant à se développer.

Nous montrons également comment le gouvernement pourrait envisager de fixer le prix des obligations indexées sur la longévité compte tenu de la demande potentielle des plans de retraite à prestations garanties et de ceux à contributions définies, ainsi que de la part des fournisseurs de rentes viagères.

Notre raisonnement est basé sur notre travail portant sur le Royaume-Uni, cependant nous

pensons que ce que nous avançons dans cet article est applicable à tous les pays ayant un système de retraite par capitalisation mature.

Le secteur des fonds de pension au Royaume-Uni est le deuxième marché le plus important au monde en termes de valeur, avec des actifs égaux à environ 20 % de ceux détenus aux États-Unis. Toutefois, le marché des rentes viagères au Royaume-Uni est beaucoup plus développé qu'aux États-Unis – environ 500 000 rentes viagères sont souscrites chaque année pour un coût de 12 milliards de livres, principalement en raison de la nécessité d'acheter des rentes viagères dans le cadre des plans de retraite à contributions définies. Le cabinet de conseil Watson Wyatt prévoit que le marché pour les produits financiers à l'âge de la retraite, comme les rentes viagères, va croître d'environ 60 % sur les cinq prochaines années.

Un marché des rentes viagères en bon état de fonctionnement va devenir de plus en plus important à mesure que les plans à contributions définies arriveront à échéance, non seulement au Royaume-Uni, mais dans tous les pays où les plans de retraite à contributions définies deviennent la norme.

L'importance des retraites à contributions définies et, à leur tour, celle des rentes viagères, s'accroît rapidement, alors que les gouvernements réduisent les retraites de la sécurité sociale et que les entreprises se détournent des plans de retraite à prestations garanties. Les plans à contributions définies doivent fonctionner efficacement dans la mesure où gens se préparent à épargner de manière privée pour leur retraite. Toutefois, une faiblesse de plus en plus importante affecte les plans à contributions définies : l'incapacité des fournisseurs de rentes viagères à couvrir le risque de longévité total auquel ils sont exposés.

Le risque de longévité total pourrait grever le prix et la disponibilité des rentes viagères, ainsi que la solvabilité des entreprises d'assurances. Tous les pays ayant des plans de retraite à contributions définies seront confrontés tôt ou tard au problème de la gestion du risque de longévité total.

C'est pourquoi nous pensons que le moment est opportun, pour le Royaume-Uni et les autres gouvernements, de mettre en place des groupes de travail afin d'effectuer une analyse coûts-avantages sur l'émission par les gouvernements d'obligations indexées sur la longévité.

Qu'est-ce que le risque de longévité ?

Le risque de longévité est déterminé par deux risques sous-jacents : le risque de variations aléatoires et le risque de tendance. Le risque de variations aléatoires est le risque que les taux de mortalité individuels diffèrent des résultats attendus en fonction de la chance – certaines personnes vont mourir avant leur espérance de vie, d'autres vont mourir après. Le risque de tendance est le risque que certains changements imprévus dans les comportements et les styles de vie, ou encore des avancées médicales, accroissent la longévité de manière significative.

Les établissements du secteur privé peuvent gérer un « risque spécifique » tel que le risque de variations aléatoires par le mécanisme de la mise en commun (*pooling*) des risques et en se fiant à la loi des grands nombres pour réduire la variabilité de ce risque. En revanche, le risque de tendance est, comme le risque d'inflation, un « risque total » qui ne peut être diversifié par le mécanisme de la mise en commun et, en effet, plus un assureur met en commun ses activités risquées, plus l'impact relatif du risque de tendance est important. Le secteur privé n'est pas capable de couvrir ce risque efficacement sans un instrument de couverture adapté.

Nous allons avancer l'idée que les gouvernements peuvent jouer un rôle clé pour aider le secteur privé en émettant des obligations indexées sur la longévité – en particulier en émettant des obligations qui fournissent une protection de « risques se situant dans la queue de distribution » (« *tail risk* ») contre le risque

de tendance – et en aidant à la construction d'indices de longévité nationaux.

Pourquoi s'intéresser au risque de longévité et qui supporte ce risque ?

Le risque de longévité est supporté par tout établissement effectuant des paiements qui dépendent de la longévité individus. On y trouve les promoteurs de plans de retraites à prestations garanties, les entreprises d'assurances vendant des rentes viagères et les gouvernements, via le système des retraites de la sécurité sociale et les plans de retraites des salariés du secteur public basés sur le salaire final.

La situation est particulièrement critique pour les entreprises d'assurances opérant au sein de l'Union européenne où un nouveau régime réglementaire, Solvabilité II, doit être introduit en 2013 ⁴. Les propositions actuelles contenues dans Solvabilité II, si elles sont adoptées, exigeront des assureurs la détention d'une quantité de capital supplémentaire significative pour garantir leurs obligations liées aux rentes viagères, si le risque de longévité ne peut être couvert efficacement ou valorisé au prix du marché.

Toutes les mesures effectuées le montrent, le risque de longévité est un risque considérable. Les engagements du secteur privé des retraites dans le monde sont de l'ordre de 25 trillions de dollars. Pour le seul Royaume-Uni, les engagements de retraites à prestations garanties du secteur privé dépassent 1 trillion de livres, les actifs des plans de retraites à contributions définies s'élèvent à 450 milliards de livres et les comptes de rentes viagères des entreprises d'assurance dépassent les 125 milliards.

Il a été estimé que chaque année supplémentaire d'espérance de vie à l'âge de 65 ans fait augmenter d'environ 3 %, soit 30 milliards de livres, la valeur

présente des engagements de retraites au Royaume-Uni, et que l'impact sur les rentes viagères est du même ordre.

Outre le fait qu'il soit considérable, le risque de longévité du secteur privé commence à se concentrer, en particulier au Royaume-Uni où les entreprises du secteur privé sont en train d'abandonner rapidement l'offre de retraite à prestations garanties.

Les plans à prestations garanties au sein des entreprises du secteur privé au Royaume-Uni sont peu à peu remplacés par des plans de retraite complémentaire à contributions définies – l'équivalent des plans 401(k) aux États-Unis – et, ce faisant, les entreprises retransfèrent le risque de longévité à leurs employés. C'est pourquoi les individus devraient sérieusement considérer le risque réel qu'ils « survivent à leur richesse », s'ils ne couvrent pas ce risque par l'achat de rentes viagères. D'ailleurs, toutes les tendances portant sur les prestations de retraite indiquent une importante augmentation de la demande de rentes viagères auprès des sociétés d'assurances.

Cette augmentation de la demande pose deux problèmes. Premièrement, il existe un danger qu'elle entraîne une concentration malsaine du risque sur un petit nombre de d'entreprises d'assurances. Ensuite, le capital dans le secteur assurance/réassurance permettant de gérer le risque de longévité du secteur privé mondial total est insuffisant.

L'unique moyen réaliste de traiter ces problèmes, du moins en ce qui concerne les engagements de retraite accumulés, consiste à transférer une partie du risque aux gouvernements et aux marchés financiers. Sinon, les rentes viagères diminueront en valeur, le marché des rentes viagères tendra à devenir insolvable ou, dans un cas extrême, il n'y aura plus aucun marché des rentes viagères du secteur privé.

Tous les gouvernements qui ont encouragé le développement des prestations de retraite à contributions définies devraient être sensibles à ces problèmes. Mais, en émettant des obligations indexées sur la longévité, ces gouvernements peuvent aider à les surmonter.

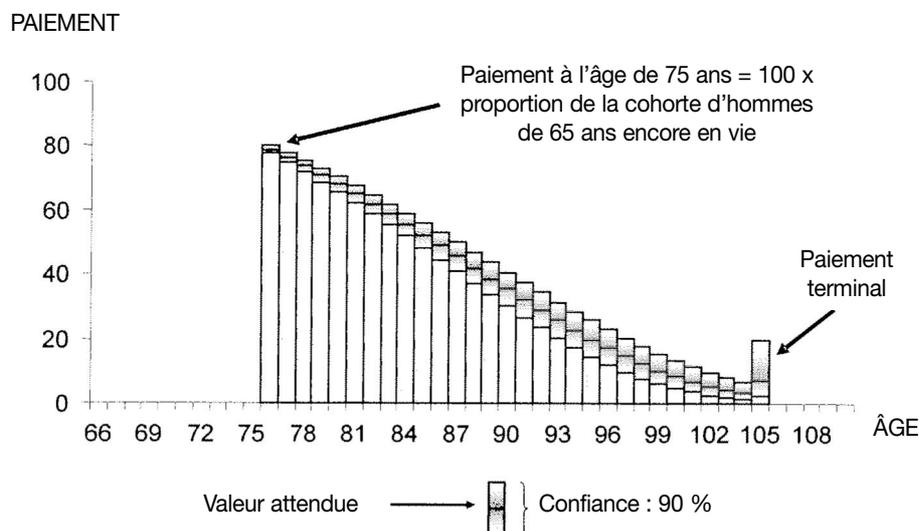
Comment les obligations indexées sur la longévité peuvent-elles couvrir le risque de longévité total ?

Nous allons maintenant montrer comment les obligations indexées sur la longévité ayant les caractéristiques suivantes peuvent aider à couvrir le risque de longévité total :

- L'obligation paie des coupons qui diminuent dans le temps en fonction de la mortalité réelle observée d'une cohorte de la population, par exemple une cohorte d'hommes âgés de 65 ans au sein de la population nationale : ainsi, les coupons payables à l'âge de 75 ans dépendront de la proportion d'hommes de 65 ans ayant survécu à 75 ans.
- Les paiements de coupons ne sont pas destinés aux âges auxquels le risque de longévité est faible : ainsi, par exemple, le premier coupon ne sera payé que lorsque la cohorte aura atteint l'âge de 75 ans (une telle obligation serait désignée comme une obligation indexée sur la longévité à intérêt différé).
- Les paiements de coupons continuent jusqu'à la date d'échéance de l'obligation qui pourrait, par exemple, être de quarante ans à compter de la date d'émission, lorsque la cohorte d'hommes atteint l'âge de 105 ans.
- Le coupon final inclut un paiement égal à la valeur actualisée de la somme des taux de survivants après 105 ans, afin de prendre en compte ceux qui survivent au-delà de cet âge. Le paiement terminal est calculé à la date d'échéance de l'obligation et dépendra du nombre d'individus de la cohorte encore en vie à cette date et des projections qui seront faites sur leur espérance de vie restante. Son but est d'éviter le paiement de sommes minimales à des âges très élevés.
- L'obligation ne paie que des coupons et n'implique pas de remboursement en capital.

Obligation indexée sur la longévité à intérêt différé pour les hommes âgés de 65 ans, et incluant un report d'intérêt de dix ans

Obligation indexée sur la longévité payable à partir de l'âge de 75 ans, avec paiement terminal à l'âge de 105 ans pour couvrir le risque de longévité postérieur à 105 ans



Obligation indexée sur la longévité à intérêt différé pour les hommes âgés de 65 ans, et incluant un report d'intérêt de dix ans

Le graphique montre l'éventail possible de paiements de coupons d'une obligation indexée sur la longévité à intérêt différé sur la base de la population nationale d'hommes anglais et gallois qui étaient âgés de 65 ans en 2006. Une telle obligation fournirait une couverture du risque de longévité total auquel les fournisseurs de rentes viagères et de plans de retraite sont confrontés. Si la population des survivants est plus élevée que prévu à chaque âge, l'obligation paie alors des coupons supérieurs. Cela pour aider les fournisseurs de rentes viagères et de plans de retraite à honorer les paiements de rentes viagères et de retraite plus élevés que prévu. Si, à l'inverse, la population ayant survécu est moindre que prévu à chaque âge,

alors l'obligation paie des coupons inférieurs. Mais les fournisseurs de rentes viagères et de plans de retraite ne devraient pas en être affectés, puisque leurs paiements de rentes viagères et de retraite devraient probablement aussi être inférieurs.

Néanmoins, il est important de reconnaître que l'obligation ne fournira de couverture parfaite du risque de longévité total, auquel les fournisseurs de rentes viagères et de plans de retraite sont confrontés, que si les membres du plan et ceux percevant les rentes viagères ont exactement la même mortalité observée dans le temps que celle de la cohorte sous-jacente à l'obligation. Si les membres du plan et ceux percevant les rentes viagères ont une mortalité observée qui diffère de celle de la population nationale, ceci introduira un risque de base. En pratique, il y aura toujours un risque de base, pour la raison entre autres que les comptes des rentes viagères et des plans de retraite ont beaucoup moins de membres que la population nationale et vont donc être sujets à un risque de variations aléatoires observées supérieur à celui de la population nationale ; ce qui devrait probablement induire que la mortalité observée

d'une sous-population diverge de celle de la population nationale dans le temps, même si à l'origine elles possédaient le même profil de mortalité.

Une autre raison est que la plupart des comptes des rentes viagères et des plans de retraite n'auront pas, dès l'origine, le même profil de mortalité que la population nationale. Il peut y avoir des différences d'âge, de genre et de composition socio-économique. Différentes cohortes d'individus nés la même année ont des taux de survivants différents pour chaque âge. Alors que les taux de survivants pour chaque âge tendent à s'accroître dans le temps, conformément à la tendance de l'augmentation de la longévité, ils n'augmentent pourtant pas de manière uniforme : certaines cohortes d'individus nés la même année connaissent des améliorations plus rapides que d'autres. Les femmes vivent en moyenne plus longtemps que les hommes. Les professions libérales ont tendance à vivre plus longtemps que les employés de bureau, lesquels ont tendance à vivre plus longtemps que les ouvriers et les travailleurs manuels. Mais ce ne sont pas seulement les différences entre les espérances de vie de ces différents groupes qui sont importantes, ce sont aussi les changements imprévus dans les tendances de leur survie observée qui génèrent un risque de base.

Une autre source de risque de base provient de la différence entre les « vies » et les « montants ». Un indice de longévité de la population pondérera chaque vie de manière égale, mais les membres des groupes socio-économiques plus élevés tendront à avoir des retraites et des rentes viagères plus élevées que celles des membres des groupes socio-économiques inférieurs. Ils ont aussi plus de chances de détenir plusieurs rentes viagères. Les directeurs d'une petite usine ont probablement plus de chances de représenter une part importante des engagements du plan de retraite de l'entreprise et vont probablement vivre plus longtemps que le membre moyen. Tous ces facteurs vont augmenter le risque de base et sa complexité.

En théorie, il pourrait y avoir une obligation indexée sur la longévité pour les hommes, pour les

femmes, pour chaque âge et pour chaque groupe socio-économique. Une telle granularité du marché des obligations indexées sur la longévité permettrait d'obtenir un meilleur degré d'efficacité de couverture. Mais cela conduirait également à un excès de transparence sur les prix et à une liquidité négligeables : plus il y aura d'obligations, moins il y aura de négociations pour chacune d'elle, et moins souvent le prix des obligations sera fixé.

Comme c'est le cas pour d'autres marchés – en particulier les marchés de produits dérivés – un petit nombre d'obligations conçues de manière adéquate devraient fournir un bon équilibre entre efficacité de couverture, liquidité et transparence des prix.

Trois raisons pour les gouvernements d'émettre ces obligations

En principe, les obligations indexées sur la longévité pourraient être émises par des organisations du secteur privé. Certains ont avancé l'idée que les entreprises pharmaceutiques pourraient en être des émetteurs naturels, puisque leurs revenus sont liés positivement à la survie : plus les gens vivent longtemps, plus ils vont dépenser en médicaments. Bien que ceci soit exact, l'étendue de la demande d'obligations indexées sur la longévité est largement supérieure à l'offre imaginable, dans le secteur privé, de sociétés telles que les entreprises pharmaceutiques. De plus, il y aurait un risque de crédit significatif associé à l'émission par le secteur privé d'un instrument conçu pour couvrir un risque total pouvant survenir dans plusieurs années. En pratique et de manière réaliste, le seul émetteur à grande échelle possible d'obligations indexées sur la longévité est le gouvernement.

Trois grandes raisons justifient, à notre avis, que le gouvernement prenne part à un partage du risque de longévité avec le secteur privé :

- il a intérêt à s'assurer qu'il existe un marché des rentes viagères efficace ;
- il a intérêt à s'assurer qu'il existe un marché des capitaux efficient pour les transferts de risque de longévité ;
- il est le mieux placé pour prendre part au partage du risque entre les générations, par exemple en offrant une protection du risque se situant dans la queue de distribution (*tail risk*) contre le risque de tendance total.

■ Un marché des rentes viagères efficace pour les retraités

Le gouvernement a intérêt à s'assurer qu'il existe un marché des rentes viagères efficace, compte tenu de son désir d'encourager l'épargne retraite dans des plans de retraite à contributions définies, qui comptent sur des rentes viagères pour transformer cette épargne en revenu de retraite garanti à vie. Si le secteur privé n'est pas en mesure de couvrir le risque de longévité total, le risque s'accroît que les sociétés d'assurances renoncent à vendre des rentes viagères ou bien en augmentent les charges, ce qui réduirait le revenu des retraités.

■ Un marché de capitaux efficient pour les transferts de risque de longévité

Les marchés de capitaux ont un rôle clé à jouer pour contribuer à assurer l'efficacité du marché des rentes viagères et pour réduire le risque de concentration. On peut donc également avancer que le gouvernement a intérêt à s'assurer qu'il existe un marché des capitaux efficient pour les transferts de risque de longévité. Il est deux domaines dans lesquels l'aide du gouvernement est nécessaire.

Tout d'abord, le gouvernement peut aider à la construction d'indices de longévité nationaux. Pour

plus d'exactitude, les indices de longévité doivent en effet être basés sur des données de mortalité nationales. Un élément clé du succès de ce nouveau marché de capitaux sera la publication en temps utile d'indices de longévité calculés de manière indépendante et fiable. Les indices de longévité couvriraient les taux de mortalité, les taux de survie et d'espérance de vie pour les hommes et pour les femmes.

Ensuite, le gouvernement peut contribuer grandement, par l'émission d'obligations indexées sur la longévité, à la découverte des prix, encourageant ainsi le développement de ce marché de capitaux.

En effet, le risque de longévité n'est pas à l'heure actuelle activement négocié sur les marchés de capitaux, nous n'avons donc pas d'estimation fiable de sa prime ou de son prix de marché. Mais si le gouvernement émettait un petit nombre d'obligations, cela aiderait à établir et à entretenir des « niveaux de prix » de marché du risque de longévité pour des âges clés et à des dates futures, et de fixer ainsi un prix de marché pour le risque de longévité.

■ Partage du risque entre les générations

Le gouvernement est l'un des rares acteurs de la société qui puisse prendre part au partage des risques entre les générations et faire respecter des contrats intergénérationnels. Ceci est important, étant donné que le risque de longévité est un risque recouvrant plusieurs générations. Le partage du risque entre les générations fonctionnerait de la manière suivante. Le gouvernement recevrait une prime de risque de longévité en émettant des obligations indexées sur le risque de longévité. À la base, la population retraitée paye aux générations futures une prime d'assurance pour couvrir son risque de longévité total.

Si, à l'équilibre, la prime de risque est suffisante pour s'assurer que la génération qui supporte le risque est indemnisée de manière adéquate, alors chaque génération sera traitée de manière équitable.

Quelle est la demande potentielle pour ces obligations ?

La demande dépend principalement de la croissance des retraites à contributions définies et de la maturité croissante des plans à prestations garanties. Le marché de la gestion du risque de longévité pour les prestations garanties est récent, et un vaste programme est actuellement mis en place au Royaume-Uni par les banques d'investissement et les consultants actuariels, afin d'informer les administrateurs des plans de retraite à prestations garanties et les fournisseurs de rentes viagères des avantages de la couverture du risque de longévité. Les banques d'investissement ont intérêt à vanter les mérites de ce marché, et nous pensons que la demande potentielle pour les obligations indexées sur la longévité est substantielle.

Pour le seul Royaume-Uni, sur 1 trillion de livres d'engagements de retraite à prestations garanties du secteur privé, environ 500 milliards sont liés à des retraites en paiement ; sur 450 milliards de livres d'actifs de retraite à contributions définies accumulés, 150 milliards sont liés à des personnes âgées de plus de 55 ans ; et les sociétés d'assurances sont engagées à effectuer des paiements de rentes viagères évalués à plus de 125 milliards de livres sur la durée de vie des paiements.

Nous pensons qu'une émission initiale adéquate d'obligations indexées sur la longévité (avec un intérêt différé de dix ans) par le gouvernement britannique pourrait être constituée de quatre obligations⁽⁴⁾ LBM (65,75), LBF (65,75), LBM (75,85) et LBF (75,85). La taille de chaque émission d'obligations dépendra, en partie, du prix ; ceci sera traité au paragraphe suivant. Bien que l'émission totale d'obligations indexées sur la longévité ne représente probablement qu'une petite part du marché total des obligations gouvernementales et qu'elle ne devienne pas une source majeure de financement pour le

gouvernement⁽⁵⁾, elle sera toutefois très utile, car elle améliorera l'efficacité du marché des rentes viagères, tout comme elle offrira un précieux outil de gestion du risque aux plans à prestations garanties.

Réflexions sur les prix

Au bout du compte, la demande pour les obligations indexées sur la longévité dépendra de leur prix. La demande sera d'autant plus élevée que le gouvernement proposera des obligations à leur vrai coût économique, c'est-à-dire en appliquant une prime de risque de longévité qui soit équitable sans être excessive ; prime de risque qui permettrait d'assurer une équité entre les générations : le coût attendu du risque de longévité devrait être supporté par ceux dont les revenus de retraite seront assurés par les obligations.

Qui sont les bénéficiaires ?

Qui bénéficie du fait que les gouvernements contribuent à encourager le partage optimal du risque de longévité ? La réponse est : tout le monde. Tout le monde devrait à tirer profit d'un prix de marché pour le risque de longévité et de la possibilité de couvrir le risque de longévité total. Mais les différents acteurs devraient y trouver également certains avantages plus spécifiques.

Le gouvernement

- gagne à avoir un marché de l'épargne retraite à contributions définies plus sûr et un marché des rentes viagères plus efficace, ayant pour résultat une diminution des prestations sociales sous condition de ressources et un accroissement des recettes fiscales ;
- aurait ainsi accès à une nouvelle source de financement à long terme qui, en élargissant la base des investisseurs, diminuerait le coût des émissions du gouvernement ;
- a la possibilité d'émettre des obligations à paiement

différé, soutenant ainsi son programme de financement actuel et améliorant ses flux de trésorerie ;

- perçoit une prime de risque de longévité déterminée par le marché, réduisant ainsi davantage le coût attendu de la dette publique à long terme.

Les plans de retraite à prestations garanties

- ont l'opportunité de réduire les risques de longévité ;
- peuvent couvrir leur exposition au risque de longévité avant le rachat.

Les assureurs

- peuvent potentiellement établir une structure par terme du risque de longévité au prix du marché et ainsi détenir le niveau optimal de capital économique, ou tout au moins détenir un capital plus proche du niveau économique ;
- pourront mieux jouer un rôle de regroupement en fournissant aux plans de retraite et aux individus une assurance contre la longévité, tout en ayant la possibilité de transférer une partie de leur risque sur les marchés financiers ; ce qui réduirait le risque de concentration sur la longévité et faciliterait la répartition du risque de longévité sur les marchés de capitaux.

Les marchés de capitaux

- peuvent être aidés dans leur développement initial de la participation des intervenants, via la mise en place d'indices de longévité fiables et de niveaux de prix sur la structure par terme du risque de longévité ;
- peuvent se développer sur la base de cette structure par terme avec des produits dérivés liquides sur la longévité.

Les investisseurs

- peuvent avoir accès à une nouvelle classe d'actifs (liés à la longévité) dont les rendements ne sont pas corrélés à des classes d'actifs traditionnelles telles que les obligations, les actions et l'immobilier.

Les organismes de contrôle

- une structure par terme du risque de longévité devrait aider l'organisme de contrôle des assureurs (la Financial Services Authority au Royaume-Uni) à approuver le capital économique des assureurs,

renforçant ainsi la réglementation ;

- une structure par terme du risque de longévité devrait aider l'organisme de contrôle des plans de retraite (le Pensions Regulator au Royaume-Uni) à calculer les impôts basés sur le risque auxquels sont soumis les plans d'assurance retraite ⁽⁶⁾ ;
- les obligations indexées sur la longévité devraient faciliter le transfert régulier du risque de longévité depuis les plans à prestations garanties vers les marchés de capitaux, réduisant ainsi la dépendance à une garantie risquée avec le promoteur, et réduisant également le risque de concentration parmi les assureurs, apportant donc une plus grande garantie à l'organisme de contrôle des plans de retraite.

Les membres des plans de retraite

- les membres des plans de retraite à prestations garanties obtiendraient potentiellement davantage de sécurité ;
- les membres des plans de retraite à contributions définies obtiendraient des rentes viagères mieux valorisées qui produisent un revenu à vie supérieur lorsqu'ils prennent leur retraite ;
- les bénéficiaires de plans de retraite à contributions définies auraient un moyen de couvrir le risque de longévité associé à l'achat d'une rente viagère au moment de la retraite.

Le projet d'émission reçoit un soutien croissant

L'émission par les gouvernements d'obligations indexées sur la longévité bénéficie d'un soutien croissant régulier, non seulement au Royaume-Uni, où la situation est la plus urgente, mais aussi au niveau international.

Le FMI indique que « *concernant le risque de longévité, que la plupart des assureurs et des fonds de pension estiment ne plus pouvoir être couverts, certaines autorités ont envisagé d'assumer une part limitée (toutefois importante) du risque de longévité,*

tel que le risque de longévité extrême (par exemple les personnes âgées de plus de 90 ans). En prenant à leur charge le « risques se situant dans la queue de distribution » (tail risk), les gouvernements pourraient ainsi accroître la capacité du secteur de l'assurance et des retraites à fournir une protection sur les rentes viagères aux organismes administrateurs de plans de retraite, aux bénéficiaires de retraite et aux ménages, facilitant par là le développement plus large des marchés du risque de longévité⁽⁷⁾ ».

D'après l'OCDE, « les gouvernements pourraient améliorer le marché des rentes viagères en émettant des obligations indexées sur la longévité et en produisant un indice de longévité⁽⁸⁾ ».

Enfin, le Forum économique mondial a avancé l'idée que « compte tenu du déplacement du marché vers les systèmes de retraite à contribution définies, il y aura un besoin croissant de rentes viagères pour améliorer la sécurité des revenus de retraite. Les obligations indexées sur la longévité et les marchés de couverture du risque de longévité joueraient donc un rôle important pour garantir une provision adéquate de rentes viagères⁽⁹⁾ ».

Prochaine étape

La prochaine étape de ce processus est la mise en place, par les gouvernements des pays ayant une exposition au risque de longévité importante, de groupes de travail afin d'effectuer une analyse coûts-avantages de l'émission par le gouvernement d'obligations indexées sur la longévité. Les cahiers des charges de ces groupes de travail devraient couvrir les avantages qui découleraient d'une telle émission, la part de risque de longévité que les gouvernements prendraient à leur compte, et les mesures qu'ils peuvent prendre afin de diminuer ce risque. Les groupes de travail devraient également se pencher sur les aspects pratiques d'une émission d'obligations indexées sur la longévité, comme la construction d'indices de longévité de référence et les études concernant la demande potentielle, le prix, la liquidité et les taxes.

Notes

1. David Blake, 106 Bunhill Row, Londres, EC1R 1XW, Royaume-Uni (d.blake@city.ac.uk).

2. Tom Boardman, 3 Sheldon Square, Londres, W2 6PR, Royaume-Uni (Tom.Boardman@prudential.co.uk).

3. Andrew Cairns, Heriot-Watt University, Édimbourg, EH14 4AS, Royaume-Uni (A.J.G.Cairns@ma.hw.ac.uk).

4. LBM (65,75) est une obligation indexée sur la longévité pour les hommes âgés de 65 ans, dont le premier coupon est payé à l'âge de 75 ans, etc.

5. L'émission obligataire gouvernementale totale dépassera 700 milliards de livres sterling sur les cinq prochaines années, suite aux conséquences de la crise bancaire mondiale de 2007-2008.

6. Le Pensions Regulator est responsable au Royaume-Uni de la réglementation des plans complémentaires à prestations garanties et à contributions définies, et vise à limiter le nombre de plans à prestations garanties ayant recours au soutien du Pension Protection Fund (qui est basé sur le US Pension Benefit Guaranty Corporation).

7. Fonds monétaire international, 2006.

8. Antolin and Blommestein, 2007.

9. Forum économique mondial, 2009.

Bibliographie

ANTOLIN P. ; BLOMMESTEIN H., « Governments and the Market for Longevity-Indexed Bonds », OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions, no 4, OECD Publishing, Paris, 2007.

BLAKE D. ; BURROWS W., "Survivor Bonds: Helping to Hedge Mortality Risk", *Journal of Risk and Insurance*, n° 68, 2001, pp. 339-348.

BLAKE D. ; CAIRNS A. ; DOWD K., "Living with Mortality: Longevity Bonds and other Mortality-Linked Securities", *British Actuarial Journal*, n° 12, 2006, pp. 153-228.

BLAKE D. ; CAIRNS A. ; DOWD K., “Longevity Risk and the Grim Reaper’s Toxic Tail: The Survivor Fan Charts”, *Insurance: Mathematics & Economics*, n° 42, 2008, pp. 1062-1066.

CAIRNS A. ; BLAKE D. ; DOWD K., “A Two-Factor Model for Stochastic Mortality with Parameter Uncertainty: Theory and Calibration”, *Journal of Risk and Insurance*, n° 73, 2006, pp. 687-718.

Chief Risk Officer Forum, “Market Value of Liabilities for Insurance Firms: Implementing Elements for Solvency II”, juillet 2008.

DOWD K., “Survivor Bonds: A Comment on Blake and Burrows”, *Journal of Risk and Insurance*, n° 70, 2003, pp. 339-348.

DOWD K. ; BLAKE D. ; CAIRNS A. ; DAWSON P., “Survivor Swaps”, *Journal of Risk and Insurance*, n° 73, 2006, pp. 1-17.

International Monetary Fund, “The Limits of Market-Based Risk Transfer and Implications for Managing Systemic Risks”, Washington DC, 2006.

OCDE, “Pension Markets in Focus”, Issue 5, Paris, décembre 2008.

Office for National Statistics, “Pension Trends”: Chapter 14 “Pensions and the National Accounts”, Newport, 2010.

Pension Commission, “A New Pension Settlement for the Twenty-First Century”, HMSO, Norwich, 2005.

Pension Protection Fund and the Pensions Regulator, “The Purple Book: DB Pensions Universe Risk Profile 2006”, Croydon and Brighton, 2006.

Pension Protection Fund and the Pensions Regulator, “The Purple Book: DB Pensions Universe Risk Profile 2008”, Croydon and Brighton, 2008.

RICHARDS S. J. ; KIRKBY J. G. ; CURRIE I. D., “The Importance of Year of Birth in Two-Dimensional Mortality Data”, *British Actuarial Journal*, n° 12, 2006, pp. 5-38.

WILLETTS R. C., “The Cohort Effect: Insights and Explanations”, *British Actuarial Journal*, n° 10, 2004, pp. 833-77.

World Economic Forum, “Financing Demographic Shifts Project”, Genève, juin 2009.

LES VARIABLE ANNUITIES : DES CONTRATS CONTROVERSÉS

Estelle Adam

Responsable Ingénierie Financière

Trung-Lap Nguyen

Thésard au Centre de mathématiques appliquées de l'Ecole polytechnique (CMAP)

Se situant entre produits bancaires et assuranciers, les variable annuities ont été lancés aux États-Unis au début des années 1990 pour permettre aux épargnants de se constituer un complément de retraite. Ces contrats, encore peu répandus en Europe, ont été retouchés suite à la dernière crise financière. Perceront-ils un jour en France ?

La dernière innovation des produits d'assurance vie

Les *variable annuities* sont des contrats en unités de compte assortis de protections ou de garanties, proposés par un assureur à ses assurés dans un contrat d'assurance vie.

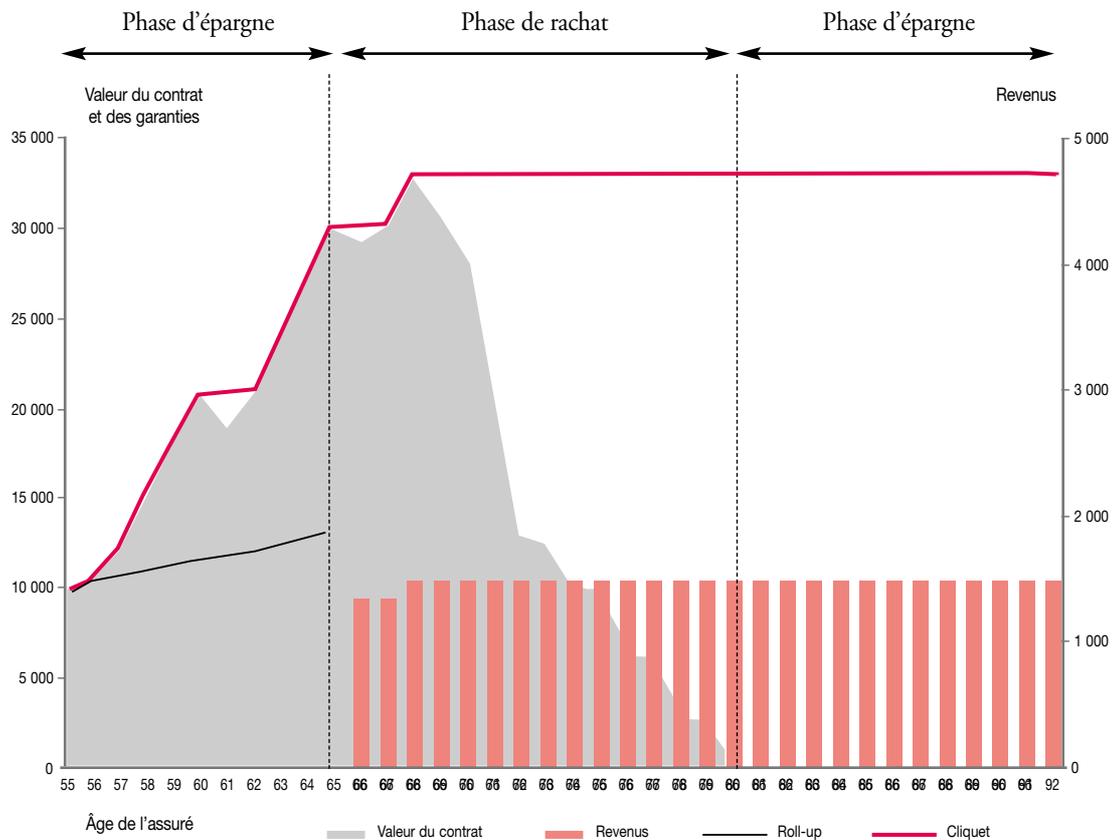
Ils comportent deux voire trois phases (voir l'image 1) :

- une phase d'épargne pendant laquelle le souscripteur peut déposer une ou plusieurs primes sur les unités de compte proposées dans son contrat. La durée de la phase d'épargne est contractuelle et déterminée à la signature du contrat ;
- une phase de rachats permettant à l'assuré de retirer l'intégralité ou une partie de son épargne ¹ afin d'augmenter ses revenus. En cas de décès de l'assuré durant cette période, les bénéficiaires du contrat percevront la valeur résiduelle de l'épargne.
- Éventuellement une phase de rente viagère : en cas de grande longévité de l'assuré ou de performance insuffisante du contrat, il peut arriver que la valeur du

contrat soit nulle avant le décès de l'assuré. Dans ce cas, la phase de rachats se transforme en phase de rente viagère. La rente perçue par l'assuré jusqu'à son décès est alors égale au dernier montant du rachat programmé.

Pendant la phase d'épargne, la valeur du contrat d'assurance évolue en fonction de la valeur des unités de compte et peut donc fluctuer à la hausse ou à la baisse en fonction de la performance des supports d'investissement. Ces contrats offrent généralement une garantie en capital à la fin de la phase d'épargne. Cette option assure au souscripteur que la valeur de son contrat sera au moins égale à la somme des versements qu'il aura effectués ², même si la valeur des unités de compte sur lesquelles il a investi baisse sur cette période. Dans les meilleurs contrats, cette garantie peut être revue à la hausse grâce à un effet cliquet et/ou un taux minimum garanti. L'effet cliquet augmente le niveau de garantie si, à la fin d'une période donnée, la valeur du contrat est supérieure au montant minimum garanti. Dans ce cas, le nouveau montant minimum garanti par l'assureur devient la valeur du contrat à la date d'observation.

Image 1 : évolution d'un *variable annuity*



◆ Exemple

Un épargnant investit 10 000 € sur son contrat *variable annuity* qu'il alloue à 4 000 € sur un fonds d'actions internationales et à 6 000 € sur un fonds obligataire. Au cours de la première année, le fonds actions augmente de 10 % et le fonds obligataire progresse de 4 %. La valeur des supports évolue donc de 10 000 € à 10 640 €. Après déduction des différents frais afférents au contrat et aux unités de compte (que nous supposons égaux à 2,5 %), la valeur du contrat atteint 10 374 €. Si le contrat bénéficie d'un effet cliquet, alors sa valeur passe de 10 000 € à 10 374 €. S'il bénéficie d'un taux minimum garanti de 2 %, alors le montant minimum garanti par l'assureur à la fin de la phase d'épargne passe de 10 000 € à 10 200 €. Et si le contrat propose les deux garanties (effet cliquet et taux minimum garanti), alors le nouveau montant garanti correspond au montant le plus élevé des deux options soit, dans notre exemple, 10 374 €.

Au début de la phase de rachats, selon la nature des garanties souscrites, le souscripteur a le choix entre percevoir son épargne en une seule fois ou sous la forme d'une rente, soit sur une période donnée (vingt ans par exemple), soit jusqu'à son décès. Pendant cette phase, l'épargne reste investie dans les unités de compte sélectionnées par l'assuré, et fluctue à la hausse ou à la baisse en fonction de la valeur de ces supports. Durant cette période, certains contrats proposent également un effet cliquet qui permet de revaloriser le revenu minimum garanti.

◆ Exemple

Si, au début de la phase de rachat, la valeur d'un contrat *variable annuity* est de 30 000 €. Le contrat permet de retirer chaque année 4,5 % du montant minimum garanti soit 1 350 €. Au cours de la première année de la phase de rachats, la valeur des supports évolue de 30 000 € à 33 000 €. Après déduction des différents frais afférents au contrat et

aux unités de compte (que nous supposons égaux à 2,5 %) et après déduction du retrait de 1 350 €, la valeur du contrat atteint 30 825 €. Si le contrat bénéficie d'un effet cliquet, alors le revenu minimum garanti par l'assureur passe de 1 350 € à 1 387 €. Le revenu annuel garanti à vie est ainsi revalorisé de 2,75 %.

Des garanties variées

Les garanties couramment proposées aux assurés dans un contrat *variable annuity* sont au nombre de quatre :

- une garantie décès sur la période d'épargne et/ou la période de rachats ;
- une garantie en capital en cas de vie à la fin de la période d'épargne ;
- une garantie de retrait minimum sur une période donnée
- la possibilité de convertir son épargne en une rente viagère dont les conditions sont fixées à la signature du contrat

Les trois premières garanties protègent l'épargne de l'assuré en cas de baisse de la valeur des supports d'investissement. Dans le premier cas, les bénéficiaires du contrat récupéreront au minimum les primes investies (nettes des éventuels retraits et rachats effectués par l'assuré) sur le contrat. Dans le second cas, l'assuré a la garantie que la valeur de son contrat à la fin de la période d'épargne sera au moins égale aux primes investies (nettes des éventuels rachats) s'il est vivant à cette date. La troisième garantie offre à l'assuré la certitude de pouvoir retirer un montant défini à la signature du contrat sous réserve que la somme des montants retirés n'excède pas la prime garantie et ceci même si la valeur du contrat passe à zéro.

Les contrats les plus populaires et qui font l'objet des exemples de cet article proposent une garantie en capital en cas de vie à la fin de la période d'épargne suivie d'une garantie de retrait couplée d'une rente

viagère. Ainsi l'assuré est certain de profiter jusqu'à son décès d'un revenu minimum pour compléter sa retraite et de léguer ensuite aux bénéficiaires de son contrat le montant non consommé de son épargne.

Des produits prisés aux États-Unis et au Japon mais boudés en Europe

Ces produits sont, depuis plus de dix ans, commercialisés aux États-Unis et au Japon où ils sont désormais très populaires. Par contre, ils ont du mal à percer en Europe et particulièrement en France. Cette divergence d'intérêt pour ce type de produit a plusieurs explications.

Tout d'abord, les investisseurs américains ont plus d'appétence que les investisseurs européens pour les produits risqués. Plus généralement, aux États-Unis les prises de risques sont encouragées et la réussite des plus entrepreneurs est récompensée et mise en valeur pour susciter d'autres initiatives. Le droit à l'échec est permis. Pour ces raisons, les Américains ont tendance à accorder plus d'importance aux bénéfices éventuels qu'aux dangers potentiels. Ce qui les pousse vers les produits en unités de compte plutôt que vers les produits moins risqués mais également moins rémunérateurs sur le long terme. Cependant, la crise financière de 2001 a échaudé un grand nombre d'épargnants qui avaient pris des risques considérables. Un certain nombre d'entre eux se sont alors tournés vers les *variables annuities*, afin de se protéger contre la baisse des marchés financiers.

Par ailleurs, les Japonais et les Américains ont pris conscience plus tôt que les Européens du besoin de se constituer une retraite complémentaire. Leur système de retraite public obligatoire étant relativement modeste, les citoyens américains et japonais souscrivent à titre privé des retraites complémentaires, ou placent leur argent eux-mêmes pour assurer le maintien de leur revenu.

Enfin, l'environnement durables de taux bas au Japon a favorisé la demande en *variable annuities* : les épargnants cherchent dans ces produits un complément de revenus pendant leur retraite et un rendement plus attractifs que ceux proposés par les fonds monétaires ou obligataires. À l'inverse, de par leur rémunération très attrayante comparée à celle des obligations sans risque ou des produits monétaires, les fonds en euros commercialisés en Europe ces dernières années ont capté une grande partie de l'épargne des investisseurs. Les *variables annuities*, peu compétitifs dans ce contexte, ont souffert de cette concurrence.

La crise financière : un bien ou un mal pour les *variable annuities* ?

Les *variable annuities* sont assortis de protections qui garantissent les assurés contre la baisse des marchés financiers. L'assureur se retrouve ainsi en risque lorsque les marchés chutent. Les principales sociétés d'assurances qui, dans les années 2000, avaient largement commercialisé des *variable annuities* ont connu en 2008 de lourdes pertes. À l'époque, les assureurs avaient tarifé les garanties attachées à ces produits en prenant en compte des niveaux historiques de marchés (notamment en termes de volatilité), alors que le coût réel de ces garanties s'est envolé avec la crise boursière qui a débuté en 2007. De surcroît, les assureurs ont amplifié leurs pertes en prenant la décision de ne pas couvrir tous les risques financiers et notamment le risque de volatilité et le risque de base³. Forts de ce choix, ils ont revu le design et la tarification de ces produits afin que les nouvelles générations soient moins coûteuses pour la société d'assurances mais gardent un intérêt pour l'assuré.

Une comparaison des produits commercialisés avant la crise et depuis 2009 met en évidence les différents aspects sur lesquels les assureurs ont joué

pour rester sur ce marché sans amplifier leurs pertes. Nous observons notamment :

- une baisse des garanties offertes en nombre mais aussi en niveau ;
- une hausse des prix de ces garanties ;
- une diminution du nombre de supports proposés ;
- une recrudescence des supports proposant une gestion profilée.

Les assureurs maîtrisent maintenant les risques de volatilité et de base en proposant des fonds maison dont la gestion financière est fortement sécurisée. En maîtrisant la politique d'investissement des fonds qu'ils proposent à leurs clients, ils ont la main sur la gestion des risques financiers. La seule contrainte que l'assureur se donne sur les fonds est la part allouée en actions, en obligations et en produits monétaires. Ceci offre donc à l'entreprise d'assurances une forte flexibilité et lui permet de maîtriser plus facilement ses risques. Si par exemple la volatilité des marchés remonte à des niveaux extrêmes tels que ceux que nous avons connus lors de la dernière crise financière, l'assureur peut réallouer son portefeuille vers des actifs moins volatils (saturation de l'allocation dans les catégories d'actifs les moins volatils, préférence pour les titres très liquides des grands indices boursiers, les actions cycliques, etc.), afin de contenir la volatilité du fonds en dessous d'un seuil donné. Il peut également modifier l'indice de référence du fonds pour revenir sur un benchmark plus facile à couvrir. Une autre solution consiste à contrôler la *tracking error* du fonds pour coller au plus près au rendement de l'indice de référence sur lequel il va se couvrir. L'assureur et l'assuré sont les deux grands gagnants de cette politique de gestion très contrôlée : l'assureur réduit le coût de ses risques extrêmes, l'assuré bénéficie du rendement d'un fonds diversifié dont la gestion du couple rendement/risque est optimisée. Globalement, cette politique de gestion contribue à diminuer l'espérance de rendement pour l'investisseur final dans le cas où les marchés financiers montent fortement. Mais il tire vers le haut la performance du fonds lorsque les marchés dégringolent car le gestionnaire coupe ses pertes rapidement. Grâce à cette technique, l'investisseur final peut donc être gagnant.

La crise a également renforcé la visibilité de ces produits pour les assurés. En effet, nous savons désormais que les assureurs peuvent faire face à de forts retournements des marchés financiers car aucun assureur présent sur ce marché n'a cessé d'honorer ses engagements sur ce type de contrats malgré les pertes considérables.

Pour résumer, la crise financière a eu un impact positif sur les *variable annuities* en poussant les sociétés d'assurances à mieux suivre leurs risques financiers et actuariels sur leurs produits et à innover pour que cela ne se fasse pas au détriment du rendement pour l'investisseur final. Mais elle a eu un impact négatif pour les assurés car nous constatons que, depuis 2009, les garanties proposées par les assureurs sont à la fois plus chères et moins intéressantes. Leurs coûts obèrent chaque année le montant de l'épargne dans des proportions parfois très sensibles, pénalisant ainsi la valeur du contrat et indirectement le revenu final que l'assuré peut attendre de son contrat.

Quel est donc l'intérêt des *variable annuities* pour les assurés ?

Ces produits ne constituent pas une formule miraculeuse pour recevoir des revenus. Néanmoins, ils représentent une source attrayante de diversification pour améliorer sa retraite. Nous avons comparé les contrats *variable annuities* à trois autres types de contrat disposant de protections en capital. Sur la phase d'épargne, nous les avons confrontés aux contrats euros diversifiés et aux contrats sécurisés en euros. Sur la phase de rachats, nous les avons comparés aux contrats de rente viagère.

Sur la phase d'épargne, les contrats *variable annuities* ont plusieurs faiblesses :

- frais de garantie et de gestion élevés ;
- manque de flexibilité pour réaliser des versements complémentaires ;

- disponibilité partielle de l'épargne, à moins de payer des frais de sortie qui peuvent être dissuasifs.

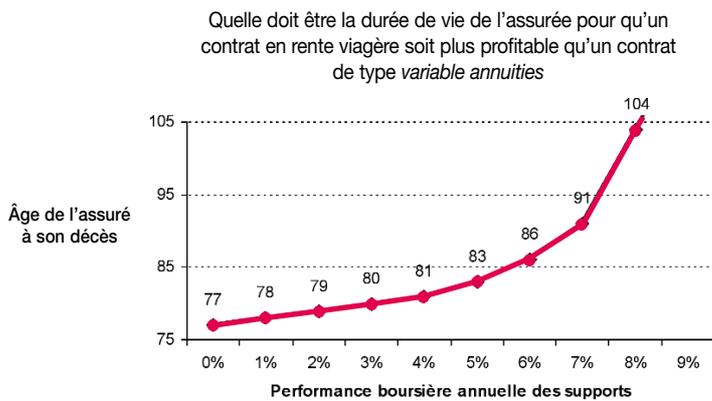
Par contre, ils ont un intérêt marqué car ils offrent les avantages suivants :

- l'assuré a la main sur l'allocation de son épargne et peut réaliser régulièrement des arbitrages entre les supports proposés dans le contrat ;
- l'espérance de rendement des supports est plus élevée dans la mesure où l'exposition en actions des supports les plus agressifs est plus importante que ce que peut offrir un produit euro diversifié ou un fonds en euros ;
- de nombreux contrats commercialisés dans les pays de la zone euro offrent une revalorisation garantie de l'épargne d'environ 2 % par an.

De même, sur la phase de rachats, les contrats *variable annuities* ont leurs points forts et leurs points faibles. D'un côté, ils sont peu attrayants car très chargés. D'un autre côté, leur flexibilité est un atout à ne pas négliger. En effet, contrairement à une rente viagère, ce type de contrat laisse l'assuré toujours maître de son épargne : il peut notamment réaliser des rachats complémentaires ou continuer à arbitrer les supports en fonction de ses anticipations. Par ailleurs, l'effet cliquet permet aux meilleurs épargnants de bénéficier pleinement d'une reprise des marchés boursiers : leurs revenus sont alors revalorisés pour tenir compte de la hausse de la valeur de leur contrat.

Nombreux sont ceux qui prônent les rentes viagères au détriment des *variable annuities*. Nous pensons que ces contrats sont destinés à des clientèles différentes. Un assuré qui souhaite avoir la garantie de percevoir un complément de retraite jusqu'à son décès et qui désire que ses héritiers bénéficient de l'épargne qu'il a accumulée privilégiera le contrat *variable annuity*. Par contre, l'assuré qui souhaite profiter d'un revenu complémentaire plus régulier, revalorisé chaque année pour prendre en compte l'évolution du coût de la vie et qui, en contrepartie, accepte de renoncer à la libre disposition de son épargne préférera le contrat de rente viagère.

D'un point de vue financier, nous avons regardé quelle devait être la durée de vie d'une femme de 65 ans pour qu'elle ait intérêt à souscrire une rente viagère immédiate de 5,5 % et revalorisée de 2 % l'an plutôt qu'un contrat *variable annuity* qui lui garantirait un revenu viager de 4,5 % minimum et comportant 4,5% de frais d'entrée, 1,5 % de frais de garantie⁴ et 1 % de frais de gestion. Le graphique suivant reprend les résultats de l'étude.



L'intérêt de souscrire un contrat *variable annuity* augmente avec les capacités de l'assurée à faire fructifier son épargne. Il est donc important de bien étudier les performances historiques des fonds proposés.

Dans notre exemple, si l'assurée anticipe que le fonds progressera de 4 % par an (soit un rendement net annuel de 3 %), alors elle souscrira une rente viagère plutôt qu'un *variable annuity* si elle pense vivre au moins jusqu'à 81 ans.

Assureurs et assurés : des intérêts et des attentes différents

Au moment de lancer un nouveau produit, il est important de se demander s'il sera rentable pour l'assureur. Il faut également évaluer l'intérêt qu'il présentera pour le souscripteur.

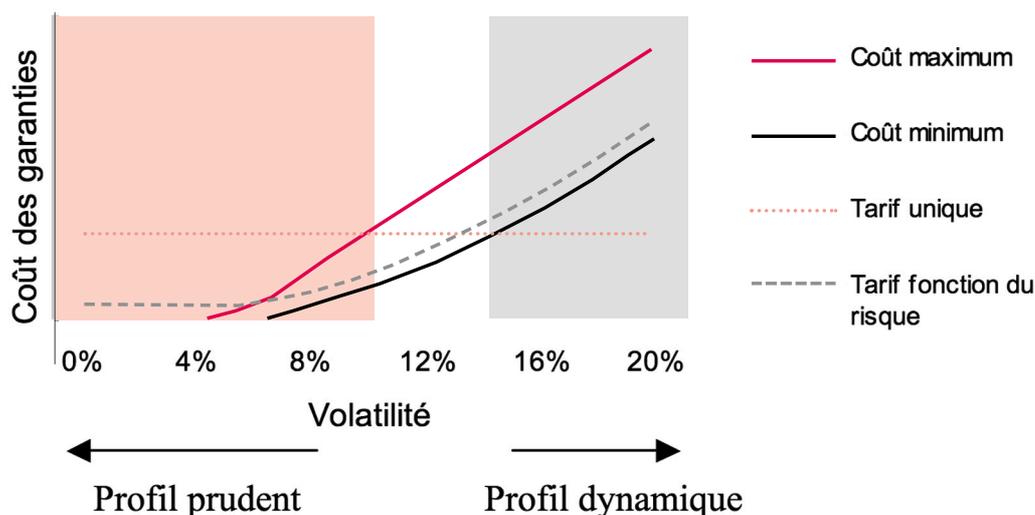
Pour cette raison, le produit est tarifé sous deux angles. D'une part, le point de vue de l'assureur pour qui les flux considérés sont sa marge nette du coût de la garantie pour que le produit ait un intérêt pour lui, la valeur actuelle de ses flux doit être positive. D'autre part, celui de l'assuré, qui attend que la valeur actuelle des flux que lui ou ses héritiers vont percevoir soit au moins égale à la valeur actuelle des montants qu'il a déposés sur son contrat.

Par ailleurs, les positions de l'assureur et des souscripteurs sont différentes en termes de performance et d'aversion aux risques financiers. Alors que l'assureur sait estimer précisément son couple rendement/risque, il est plus difficile à déterminer pour le client final : d'abord parce que chaque client a son propre profil rendement/risque, ensuite parce qu'il ne sait pas le quantifier lui-même. L'assureur, au moment d'évaluer l'intérêt du produit pour ses clients, va donc effectuer plusieurs hypothèses.

Comme nous pouvons le voir, les attentes des assureurs et des assurés ne sont pas les mêmes. Dans ce cas, sous quelles conditions un contrat *variable annuity* est-il profitable à la fois aux assureurs et aux assurés ?

Le graphique p. 99 représente ce qu'un groupe d'assurés est prêt à payer au maximum pour souscrire un contrat *variable annuity* (courbe rouge) et ce que l'entreprise d'assurances doit au minimum tarifier pour ne pas perdre d'argent (courbe bleue). La tarification est effectuée en considérant plusieurs catégories de supports financiers avec des niveaux de volatilité différents.

Il met en évidence que le coût des garanties est croissant avec la volatilité des unités de compte sélectionnées par les assurés. Néanmoins, en pratique, nous observons que de nombreux contrats *variable annuities* proposent encore aujourd'hui une tarification unique des garanties (ligne en vert et en pointillé) quel que soit le profil du fonds retenu par les clients.



La zone rose du graphique contient l'ensemble des fonds que les assurés n'ont pas intérêt à sélectionner dans la mesure où les garanties coûtent plus cher que ce que les investisseurs seraient prêts à dépenser s'ils tarifaient eux-mêmes le produit (courbe rouge sous la courbe tarif unique en pointillé).

De même, la zone grisée contient les fonds pour lesquels l'assureur perd de l'argent (courbe noire au dessus de la courbe tarif unique en pointillé).

Ainsi, les intérêts de l'assureur et des assurés sont opposés : l'assureur a intérêt à ce que les souscripteurs de son contrat investissent dans des supports avec un profil prudent tandis que les assurés les plus avertis privilégieront les supports en unités de compte les plus offensifs.

Dans cet exemple, nous constatons qu'il reste une zone (la zone blanche) pour laquelle le contrat *variable annuity* à tarification unique est profitable à l'assureur et aux assurés. Elle correspond à des portefeuilles dont la volatilité est comprise entre 10 % et 14 %.

Le coût des options

Les *variable annuities* proposent de nombreuses options dont les coûts diffèrent. De la même manière que les assurés et les assureurs peuvent évaluer l'intérêt des

garanties, ils peuvent également estimer l'intérêt de chaque option proposée.

Ainsi, nous observons sur la phase d'épargne que le coût de l'effet cliquet pour l'assureur est d'autant plus élevé que le support sélectionné par les assurés est dynamique. Actuellement, le tarif de cette option étant en général le même quels que soient les supports retenus par l'assuré, ce dernier a intérêt à sélectionner les fonds les plus volatils pour optimiser son contrat.

En revanche, sur la phase de rachats programmés, le coût réel de l'effet cliquet est très faible. Pour relever le niveau de garantie pendant la période de rachats, la performance des supports doit être supérieure à la somme du revenu perçu et des frais prélevés. Il faut donc dans notre exemple que les supports performant d'au moins 7 % chaque année. Par ailleurs, le revenu servi et parfois les frais de garantie sont calculés sur la base du montant garanti de l'épargne alors que la performance des fonds s'applique au montant résiduel de l'épargne qui est toujours inférieur ou égal au montant garanti. Ainsi plus le temps passe, plus les marchés doivent exceller pour que le montant garanti de l'épargne soit revalorisé.

◆ Exemple

Pour reprendre notre exemple de l'image 1, à la fin de chaque année de la phase de rachats, 2,5 % sont prélevés au titre des frais afférents au contrat et

aux unités de compte et 4,5 % supplémentaires sont retirés par l'assuré en complément de revenu. Il faut donc que le fonds profilé performe d'au moins 7 % pour que le montant minimum garanti de l'épargne soit rehaussé.

Comme tous les produits d'assurance-vie, la tarification des contrats *variable annuity* dépend de l'espérance de vie de l'assuré. Pourtant, en réalité, la tarification des contrats *variable annuity* est souvent la même quel que soit le sexe de l'assuré alors que l'espérance de vie des hommes est plus faible que celle des femmes. Les garanties les plus chères proposées dans ces produits étant des garanties en cas de vie, les femmes ont donc plus intérêt que les hommes à souscrire ces contrats.

Enfin, ces produits offrent la possibilité de racheter à tout moment une partie ou la totalité de l'épargne, sous réserve de payer d'éventuelles pénalités de rachat. Dans ce cas, la sortie s'effectue en valeur de marché et le niveau de la garantie baisse à concurrence du montant de l'épargne retiré.

◆ Exemple

Un épargnant investit à l'âge de 55 ans 10 000 € sur son contrat *variable annuity*, ce qui lui permet de retirer à partir de ses 65 ans au minimum 450 € chaque année tant qu'il est en vie. Au cours de la première année, il décide de retirer 6 000 €. Le montant de revenus qui est garanti baisse alors de la même proportion que l'épargne retiré et passe donc de 450 € à 180 € ($450 * (10\,000 - 6\,000) / 10\,000$).

Cette option qui a un coût n'est pas profitable à l'assuré pour deux raisons. D'une part, il perd la protection de son épargne ou la garantie de revenu sur le montant racheté. Il a donc payé des frais de garantie pour rien. D'autre part, il paye des frais de rachat pour disposer de son épargne alors qu'il n'aurait pas eu à les payer s'il avait investi dans un produit liquide tel que le livret A. Dans de rares cas, néanmoins, les assurés ont intérêt à racheter leur contrat :

- si les frais de rachat sont faibles ;
- et si la valeur du contrat est très supérieure au

niveau de l'épargne garanti par l'assureur et que le contrat ne prévoit pas d'effet cliquet.

Impact de la tarification des options sur le design des *variable annuities*

Nous avons vu précédemment que les contrats doivent prévoir des frais de garantie en fonction du profil risqué des supports sélectionnés pour ne pas pénaliser les assurés prudents. Si cela n'est pas envisageable ou complique trop le produit, il est également possible de créer des profils (prudent, équilibré, dynamique...) avec des niveaux de volatilité similaires bien qu'ayant des allocations différentes en actions et en obligations.

Par ailleurs, les hommes et les femmes n'ayant pas la même espérance de vie, il faudrait tarifier les contrats en tenant compte du sexe. Cette pratique est interdite en Europe depuis 2004⁵. Les assureurs devront trouver d'autres moyens pour inciter les hommes à souscrire ce type de contrat en proposant par exemple de convertir le revenu jusqu'au décès du dernier vivant pour les couples d'âge homogène.

Dans tous les cas, la clé du succès de ces produits se trouve dans la construction d'algorithmes efficaces qui optimisent le couple rendement/risque des fonds. Si cet objectif est atteint, alors les assureurs ont intérêt à inciter leurs clients à rester dans le produit en supprimant par exemple les frais de rachat ou en ajoutant des garanties supplémentaires telles qu'une garantie décès.

Notes

1. Selon les termes du contrat.
2. Généralement nets des frais d'entrée.

3. *Risque qui naît de la corrélation imparfaite entre les mouvements de prix sur le marché au comptant et le marché des futures d'une part et entre les rendements du fonds et les rendements de son indice de référence d'autre part.*

4. *Prélevés sur le montant versé*

5. *Un régime dérogatoire à la directive européenne est prévu jusqu'en 2012*

Bibliographie

« *Variable annuities* : un produit complexe et risqué », conférence « Les rendez-vous de la finance à Paris », Paris, 19 octobre 2010 (disponible sur <http://www.ressources-actuarielles.net/>).

KALBERER T. ; RAVINDRAN K., *Variable Annuities – A Global Perspective*,. New York, RiskBooks, 2009.

4.

Études et livres

■ Arthur Charpentier

La loi des grands nombres et le théorème central comme limite de l'assurabilité

■ Pierre Martin

Assurance et crises : Paléopathologies

■ Marc Nabeth

De la microassurance à l'assurance : les conditions du développement

Actualité de la Fondation du risque

Elyès Jouini et Sébastien Nouet

Les activités de la chaire : Les particuliers face au risque

Livres

Hubert Rodarie

Dettes et monnaie de singe, un système économique à renouveler
par Jean-François Lequoy

Jean-Baptiste Ferrari l'Harmattan

Économie de la prévention et de l'assurance
par Jean-François Lequoy

Sophie Chauveau

L'affaire du sang contaminé (1983-2003)
par Pierre Martin

Jean-Hervé Lorenzi

Le fabuleux destin d'une puissance intermédiaire
Valérie Rabault et Karine Berger
Les trente glorieuses sont devant nous
par Pierre Bollon

LA LOI DES GRANDS NOMBRES ET LE THÉORÈME CENTRAL LIMITE COMME BASE DE L'ASSURABILITÉ ?

Arthur Charpentier

Maître de conférences à l'Université de Rennes I

L'assurance repose sur le principe de mutualisation des risques : « the contribution of the many to the misfortune of the few ». C'est ce que dit François Ewald (1986) : « Le risque est collectif ; [...] Ce n'est en effet que sur l'étendue d'une population qu'un risque devient calculable. » D'un point de vue quantitatif, ce principe est souvent relié à la loi des grands nombres, voire au théorème central limite. Pourtant, comme tous les théorèmes mathématiques, ces derniers reposent sur des hypothèses fortes dont on peut se demander si elles sont pertinentes dès lors que l'on parle d'assurabilité.

Introduction

Les théorèmes mathématiques sont des outils très intéressants, car ils ont valeur de loi. S'ils ne permettent pas de garantir qu'un assureur ne fera pas ruine, ils permettent d'obtenir, avec une certaine confiance, des informations quantitatives sur le capital à détenir pour garantir la solvabilité. Mais ces théorèmes ne sont valides que si certaines hypothèses sont vérifiées. Ou, plus précisément, sous des hypothèses d'indépendance entre risques, ces théorèmes permettent d'obtenir certains ordres de grandeur, mais ils ne disent pas – a priori – ce qui se passe si ces hypothèses sont violées. Nous allons reprendre ici la loi des grands nombres (qui donne un sens à la « prime pure ») et au théorème central limite (qui contrôle l'écart entre la charge totale et la prime acquise), en rappelant que si l'hypothèse d'indépendance entre risques n'est pas validée, il est toujours possible d'établir un tarif, mais la marge de

solvabilité (et plus généralement le capital permettant d'éviter une faille) est en revanche très fortement affectée. Tout du moins si le besoin de capital (qui peut être vu comme une mesure de risque) est lié à la volatilité du risque (i.e. sa variance), car ces théorèmes ne nous apprennent que peu de choses sur les quantiles et les VaR (si la variance est infinie, comme cela est souvent le cas pour les grands risques).

Histoire et énoncé des théorèmes limites

L'assurance repose sur les contrats aléatoires. Il n'est alors pas surprenant de voir surgir des théorèmes de probabilité lorsque l'on tente de quantifier le résultat d'un assureur. Car si ce dernier espère faire un bénéfice, il n'est pas impossible (ou improbable) qu'il fasse une perte.

Mais ce sont essentiellement les théorèmes dit « asymptotiques » ou « limites » qui sont importants en assurance ¹. En effet, si l'assureur ne vendait qu'un contrat, l'opération se réduirait à un pari : si le risque n'advient pas, l'assureur réalise un petit bénéfice (en encaissant la prime), mais, dans le cas contraire, il pourrait faire une perte (très) importante. Ce pari pourrait alors aisément causer la faillite de l'assureur. Afin de l'éviter, il va essayer de réunir un grand nombre d'assurés, et réaliser une opération de mutualisation : les primes reçues de tous vont permettre d'indemniser les plus malchanceux.

■ La loi des grands nombres

Elle a été introduite par Jacob Bernoulli probablement avant 1700. C'est elle qui, par exemple, justifie l'utilisation des sondages : en interrogeant un nombre important de personnes, on peut estimer des quantités pour la population toute entière. Il s'agit d'un fondement profond de la théorie des probabilités, comme le notait Andreï Kolmogorov : « *La valeur épistémologique de la théorie des probabilités est fondée sur le fait que les phénomènes aléatoires engendrent, à grande échelle, une régularité stricte, où l'aléatoire a, d'une certaine manière, disparu.* » Elle s'énonce de la manière suivante :

Théorème : Considérons des variables indépendantes $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots$ et de même espérance $E(X_i) = \mu$ finie, alors

$$P(|Sn - n\mu| > n\epsilon) \rightarrow 0$$

où $Sn = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ lorsque $n \rightarrow \infty$, quel que soit $\epsilon > 0$.

Sn est alors la charge totale pour l'assureur et $n\mu$ est la prime acquise qu'il fait payer la prime pure à ses assurés. De manière équivalente

$$P\left(\left|\frac{Sn}{n} - \mu\right| > \epsilon\right) \rightarrow 0$$

En termes plus assuranciers, la probabilité que la différence entre le coût moyen (par contrat) et la prime pure soit plus petite que n'importe quelle constante arbitraire tend vers 1 (événement certain) lors que la taille du portefeuille augmente à l'infini.

Formellement, ce théorème (sous cette forme) a été établi par Alexandre Khintchine en 1929 (des preuves beaucoup plus anciennes peuvent être trouvées, mais elles supposent en plus que la variance est finie). Mais ce théorème n'a que peu d'intérêt réel en assurance. La seule chose qu'il dise est que, lorsque l'on construit une table de mortalité, la fréquence de décès à un âge donné doit être très proche de la probabilité de décéder à cet âge si l'échantillon (ou population de référence) est suffisamment grand. Soit formellement

$$P\left(\left|\frac{D_x}{N_x} - q_x\right| > \epsilon\right) \rightarrow 0$$

pour tout $\epsilon > 0$ lorsque $N_x \rightarrow \infty$. Ce théorème ne parle pas de risque (ou dans le langage de Markowitz de variance). L'idée que la mutualisation réduit le risque ne vient pas de la loi des grands nombres, mais du théorème central limite.

■ Le théorème central limite

Il est tout aussi ancien que la loi des grands nombres (on peut le faire remonter aux travaux de De Moivre en 1733), même si le terme ne date que de 1920 (sous l'impulsion de Georg Polya), car pour lui ce résultat limite jouait un rôle « central » dans la théorie des probabilités. Adams (2009) et Fisher (2011) retracent l'histoire de ce théorème qui n'apparaît chez de Moivre que sous une version très simplifiée. La version que l'on utilise est plutôt celle proposée par Pierre-Simon de Laplace en 1812. On notera toutefois que Paul Lévy, par exemple, a proposé des extensions intéressantes, en particulier pour les très grands risques. Ce théorème s'énonce lui de la manière suivante :

Théorème : des variables indépendantes $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots$ et de même espérance $E(X_i) = \mu$ et de même variance $\text{Var}(X_i) = \sigma^2$ finie, alors

$$P(S_n - n\mu < \sigma\sqrt{n} \cdot \beta) \rightarrow \Phi(\beta) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\beta} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

lorsque $n \rightarrow \infty$, quel que soit β , où Φ est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite.

C'est essentiellement à cause de ce théorème que la loi normale est autant présente en statistique. Et l'interprétation en est à la fois simple et très importante : si les risques sont indépendants, homogènes et de variance finie, alors la loi de la charge totale est approximativement gaussienne. On peut alors en déduire toutes les mesures de risques possibles (ce qui est fait dans la formule standard de Solvabilité II).

Les applications de ces résultats en assurance

Considérons des contrats d'assurance décès afin d'illustrer des résultats. Un contrat d'assurance garantit le versement d'un capital de 20 000 euros en cas de décès de l'assuré pendant l'année. On va supposer que ce contrat est souscrit par 10 000 assurés, et que chacun a une probabilité de 1 % de décéder dans l'année. L'espérance mathématique du nombre de décès est 100, donc le nombre de décès est une variable aléatoire, centrée sur 100. Le coût moyen (espéré d'une certaine manière par l'assureur) total sera alors de 2 millions d'euros, soit 200 euros par assuré. Ces 200 euros constituent la prime pure. Le théorème central limite nous dit que le coût total pour l'assuré suit approximativement (car le nombre de 10 000 assurés peut être supposé comme « très grand ») une loi normale. On peut ainsi montrer qu'il y a 95 % de

chances pour que le nombre de personnes qui décèdent soit compris entre 80 et 120 (voir figure 1), ou 95 % de chances pour que le coût total pour l'assuré soit compris entre 1,6 million et 2,4 millions, soit 2 millions \pm 20 %.

La loi des grands nombres nous garantit que la différence relative tend vers 0 lors que la taille du portefeuille tend vers l'infini. Formellement, les bornes de la région de confiance à 95 % sont, relativement à la moyenne, $\pm 2\sqrt{1/p - 1/\sqrt{n}}$, soit $\pm 2/\sqrt{np}$ si la probabilité est faible (ici ± 20 %).

Une application simple est alors le calcul d'un montant de fonds propres nécessaire. Supposons que l'assureur souhaite avoir une probabilité de ruine de $\alpha = 0,1$ %, et qu'il tarifie en demandant aux assurés de payer la prime pure. Alors le montant de fonds propres nécessaire pour assurer ce niveau de solvabilité est μ tel que

$$\alpha = P(S_n > n\mu + u) = P\left(\frac{S_n - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} > \frac{u}{\sigma\sqrt{n}}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{u}{\sigma\sqrt{n}}\right)$$

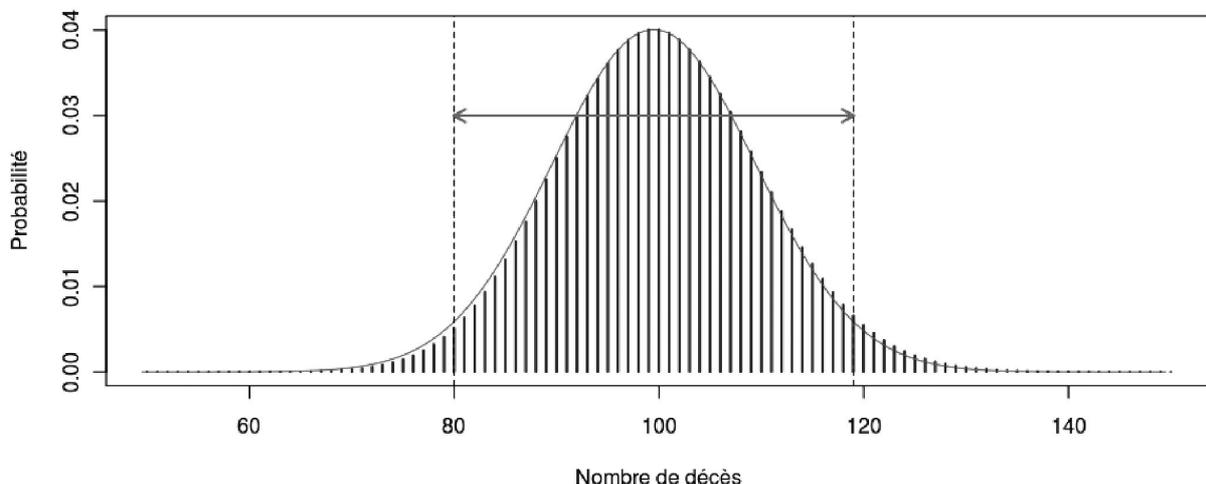
autrement dit

$$u = \sigma\sqrt{n} \cdot \Phi^{-1}(1 - \alpha) = 3\sigma\sqrt{n}$$

Dans le cas de l'assurance décès, $\sigma = \sqrt{p(1-p)}$, et donc, les fonds propres ramenés au chiffre d'affaire s'écrivent

$$\frac{u}{np} = \frac{\sqrt{p(1-p)}}{np} \sqrt{n} \cdot \Phi^{-1}(1 - \alpha) = \frac{3}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - \frac{1}{p}} = \frac{3}{\sqrt{np}} = 30\%$$

Figure 1. Distribution du nombre de personnes touchées



On notera que le chiffre d'affaires croît proportionnellement à la taille du portefeuille (avec un facteur n), mais le besoin de fonds propres croît avec un facteur en \sqrt{n} . On retrouve alors quantitativement la notion de « facteur d'échelle croissant » de l'activité d'assurance : le risque croît moins vite que le chiffre d'affaires. Mais, on s'en doute, cette lecture n'est possible que si les hypothèses des deux théorèmes peuvent s'appliquer, à savoir

- des risques indépendants entre eux ;
- des risques homogènes au sein du portefeuille ;
- des risques de moyenne et de variance finies.

■ L'hypothèse d'indépendance entre les risques

La première hypothèse que l'on avait mentionnée dans le théorème est que les risques soient indépendants. On exclut – dans le cas de l'assurance décès que l'on avait évoqué en guise d'exemple – les contagions et les épidémies. Si l'on s'intéressait à de l'assurance habitation, on exclurait les tempêtes et les inondations.

Bref, tous les risques qui précisément pourraient toucher la solvabilité des entreprises d'assurances.

Si la dépendance est faible, les deux théorèmes continuent à être valides. Plus précisément, on continue à avoir

$$\text{Var}\left(\frac{S_n}{n}\right) \rightarrow 0 \text{ lorsque } n \rightarrow \infty$$

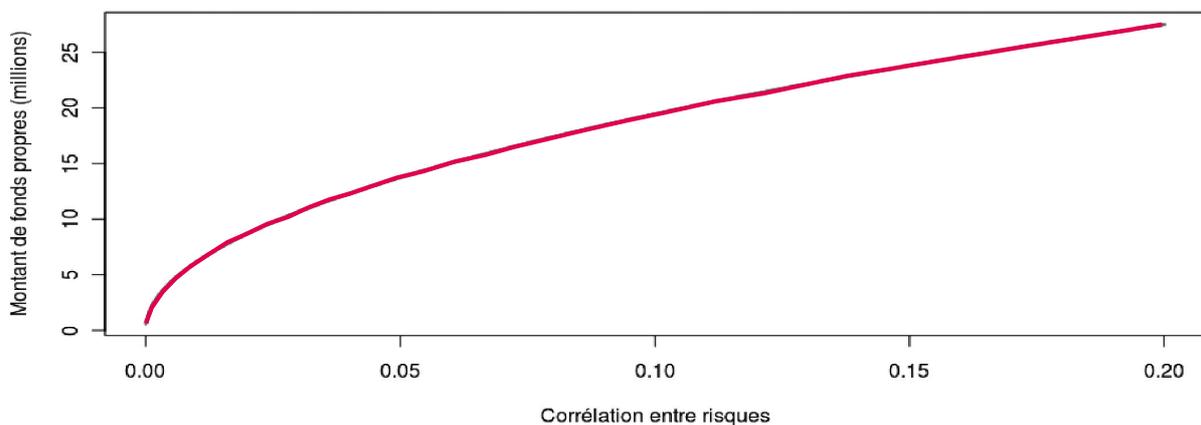
c'est-à-dire que la mutualisation est encore possible : plus le portefeuille est gros, plus le risque est faible.

Exemple 1. Considérons des risques dits « échangeables », c'est-à-dire tels que la corrélation entre X_i et X_j soit constante, et que nous noterons r . Alors dans ce cas

$$\text{Var}\left(\frac{S_n}{n}\right) = \frac{n\sigma^2 + n(n-1)r\sigma^2}{n^2} \rightarrow r\sigma^2 \neq 0$$

autrement dit l'effet de diversification disparaît, et le risque croît proportionnellement au chiffre d'affaires. Comme le montre la figure 2, avec une corrélation « faible » ($=0.01$), le montant de fonds propres pour assurer la même solvabilité est multiplié par 10.

Figure 2. Impact d'une corrélation entre risques sur la solvabilité, avec 10 000 assurés



Exemple 2. Considérons des risques soumis – potentiellement – à un choc commun. Supposons qu'un événement centenaire puisse survenir (une épidémie) tel que si l'épidémie survient, la probabilité de décéder est de 10 %, et que sinon, la probabilité de décéder est de 0.909 %. La probabilité dite non conditionnelle est identique à la précédente, au sens où $0,01 \times 10 \% + 0,99 \times 0,909 \% = 1 \%$

Dans ce cas, avec 1 chance sur 1 000 le nombre de personnes touchées n'est plus 130 comme dans le cas indépendant, mais 1 039. Le montant de fonds propres nécessaire est alors 30 fois celui qu'il fallait sous hypothèse d'indépendance.

On le voit sur ces deux exemples, l'hypothèse d'indépendance est clairement une hypothèse cruciale.

■ L'hypothèse d'homogénéité du portefeuille

Dans le cas d'un portefeuille hétérogène, le fait que les assurés n'aient pas la même probabilité d'être touchés n'est pas un réel problème. Ainsi, dans notre exemple de l'assurance décès, on peut supposer qu'il existe deux sous-populations (que nous supposons de taille identique), une dont la probabilité de décéder dans l'année est 0.5 %, et une autre dont la probabilité de décéder est 2 %. Sauf que si le facteur de risque permettant de distinguer entre les populations est inobservable, l'espérance (dite non conditionnelle) est la même pour tous, à savoir 1 %.

Cette notion d'hétérogénéité rejoint en fait le problème d'indépendance entre risques, car ici les risques sont conditionnellement indépendants (conditionnellement à la classe de risque). Le théorème central limite peut continuer à s'appliquer, à condition de prendre en compte le fait que l'hétérogénéité se traduit par une plus grande dispersion, et donc une plus grande volatilité. Considérons l'exemple suivant.

Exemple 3. Comparons un portefeuille homogène à un portefeuille hétérogène

- Cas 1 : population homogène avec probabilité de décès de p ;
- Cas 2 : population hétérogène avec probabilité de décès légèrement plus élevée de h (soit $p + h$) pour 50 % des assurés, et moins élevée de h pour les autres (soit $p - h$).

Dans les deux cas, la loi des grands nombres s'applique et garantit que la fréquence empirique de décès va converger vers p . Ou que le nombre espéré de décès est proportionnel à n , $E(N_1) = E(N_2) = np$. Le théorème central limite assure que l'écart-type du nombre de décès croît proportionnellement à \sqrt{n} , ou plus précisément

$$\sqrt{\text{Var}(N_1)} = \sqrt{p(1-p)} \cdot \sqrt{n}$$

En revanche, dans le cas de la population hétérogène,

$$\sqrt{\text{Var}(N_2)} = \sqrt{p(1-p) + (n-1)h^2} \cdot \sqrt{n} \sim h \cdot n$$

On retrouve alors ce que nous avons vu dans le cas des risques corrélés, à savoir une croissance du risque du portefeuille avec un facteur en n et non plus en \sqrt{n} .

■ L'hypothèse sur l'espérance et la variance finie

La troisième hypothèse nécessaire est que l'espérance et la variance soient finies. En particulier, dans l'approximation que nous avons proposée, le montant de fonds propres dépend explicitement de la variance (ou de la racine carrée de la variance). Mais, dans de nombreux cas, la variance des charges individuelles de sinistres n'est pas finie. Charpentier (2010) reprenait ainsi l'analyse sur les sinistres de pertes d'exploitation, et montrait que si la moyenne pouvait être supposée finie, ce n'était pas le cas de la variance. Une des solutions est alors d'utiliser l'extension proposée par Paul Lévy ou Boris Gnedenko. En fait, si la loi normale apparaît comme limite possible pour la loi de la moyenne (en corrigeant par l'espérance et l'écart-type), c'est parce que la loi normale est stable par addition de variables indépendantes. Dans le cas des risques de variance infinie, la limite sera non plus la loi normale, mais une loi dite α -stable.

La variance comme mesure de risque ?

La dernière critique que nous pourrions émettre ne porte pas sur les hypothèses de ces théorèmes, mais se retrouve plutôt dans la lecture que nous avons faite du théorème central limite lorsque nous avons dit que le risque était croissant avec un facteur en \sqrt{n} alors que le chiffre d'affaires était croissant avec un facteur en n .

Pour reprendre la critique faite par Paul Samuelson, considérons le jeu suivant. On décide – à l'avance – d'un nombre de piles ou de faces que l'on souhaite obtenir (que l'on notera n). À chaque lancer, si la pièce tombe sur pile je touche 200 euros, et si la

pièce tombe sur face je donne 100 euros. Ce jeu n'a pas de coût d'entrée, autrement dit, ce n'est pas un jeu « juste » (au sens où nous l'avions défini dans Charpentier, 2008)). Combien de parties accepteriez-vous de jouer, demandait Paul Samuelson ?

Soit S_n le gain au bout de n parties. On notera que $P(S_n > 0)$ décroît avec n . En particulier, avec $n = 100$, la probabilité d'avoir un gain positif est la probabilité d'avoir au moins 34 piles avec 100 lancers, soit 99.9 %. J'ai donc seulement une chance sur mille de perdre de l'argent avec 100 lancers. Pourtant, Paul Samuelson affirme n'avoir trouvé personne prêt à parier sur 100 lancers. Peut-être parce qu'on peut potentiellement perdre 10 000 dollars. Et qu'en cas de perte, l'espérance de perte est de l'ordre de 6 782 dollars (on parlera de *tail VaR* à 99.9 %).

Conclusion

Si la loi des grands nombres et le théorème central limite sont fréquemment évoqués lorsque l'on parle d'assurabilité, on a vu que leurs conditions d'utilisation étaient malgré tout très contraignantes. En particulier, dès que l'on perd l'hypothèse d'indépendance, il devient dangereux d'utiliser cette règle pour déterminer les montants de fonds propres.

Car le principal danger du théorème central limite est de dire que si le chiffre d'affaires est proportionnel

à la taille du portefeuille (n), le « risque » ne croît qu'avec un facteur en \sqrt{n} . Et même si les risques sont indépendants – et que les théorèmes limites s'appliquent –, il faut encore que le « risque » soit relié à l'écart-type. Ce qui semble de plus en plus délicat à concevoir et à justifier.

Notes

1. Les théorèmes asymptotiques permettent en particulier d'obtenir des approximations des différentes lois. Pour les grands risques, la loi des excès tend asymptotiquement vers une loi de Pareto, d'où l'utilisation abondante de la loi de Pareto pour approcher les distributions associées aux grands risques par les réassureurs.

Bibliographie

ADAMS W. J., *The Life and Times of the Central Limit Theorem*, AMS, 2009.

CHARPENTIER A., « Value at risk et probabilité de ruine, entre vaccination et banque d'affaires », *Risques*, n° 76, janvier 2008, pp. 103-106.

CHARPENTIER A., « Les modèles en réassurance », *Risques*, n° 80, janvier 2009, pp. 37-41.

Fisher H., *History of the Central Limit Theorem: From Laplace to Donsker*, Springer Verlag, 2011.

Samuelson P., « Risk and Uncertainty: A Fallacy of Large Numbers », *Scientia*, n° 98, 1963, pp. 108-113.

ASSURANCE ET CRISES : PALÉOPATHOLOGIES

Pierre Martin

Agrégé d'histoire, docteur en histoire

« **L'**incompréhension du présent naît fatalement de l'ignorance du passé », confiait le fondateur de l'École des annales Marc Bloch. Un détour par le passé de l'assurance permet-il de poser un diagnostic : est-elle d'ordinaire en bonne santé ou pas ? S'agit-il d'une branche « à risques » au sens médical, c'est-à-dire surexposée à diverses pathologies par rapport à d'autres activités économiques ? Ou est-elle, plus que d'autres, prédisposée à l'automédication, à l'élaboration d'un protocole de soins, voire d'une thérapie reproductible permettant de juguler les symptômes du mal économique actuel ? Enfin, en quoi cette crise qui a commencé en 2007 est-elle originale pour l'assurance française ? Gare à la contradiction : la crise s'inscrit nécessairement dans un temps court (les médecins parlent d'ailleurs d'un épisode de crise) quand l'assurance appréhende plutôt le temps moyen, celui du gestionnaire d'actifs en assurance vie ou de l'actuaire par exemple. L'historien affectionne, lui, le temps (très) long, plusieurs dizaines d'années, qui permet de dégager des continuités et des ruptures avec ce confort qu'offre le recul. Pourtant, Keynes rappelait avec humour qu'« à long terme nous sommes tous morts ». Une façon de dire que les hommes vivent, décident, surréagissent au temps présent. Schumpeter, qui a vécu les mêmes conjonctures fortes (ils sont tous deux nés en 1883), ne disait pas autre chose quand il confrontait temps long de l'amélioration du niveau de vie et temps court des crises : « *Tout argument pro-capitaliste doit être fondé sur des considérations à long terme. À court terme, ses superbénéfices et ses inefficacités se profilent au premier plan. [...] Aux yeux des masses, ce sont les considérations à court terme qui comptent...* » (Joseph Schumpeter, 1942). Nous nous proposerons donc

d'ausculter le corps économique de l'assurance en France et de reconstituer quelques-unes des pathologies contractées à l'occasion des crises. Nous essayerons donc modestement de dresser deux tableaux cliniques liés à la déflation et à l'inflation.

Assurance et déflation

L'e statisticien russe Kondratieff suggère dès 1925 que « *l'existence des fluctuations longues cycliques de la conjoncture est très probable* » (Patrick Verley, 1981). Il appartiendra à Schumpeter de proposer une fresque historique des cycles et des crises dans *Business Cycles* paru en 1939. Les crises sont inéluctables et, in fine, salvatrices pour la machine capitaliste. Régulièrement, des entrepreneurs innovateurs, héros aventuriers de l'histoire économique, bouleversent l'ordre productif existant. Ils pulvérisent l'ordre productif existant, frappé d'obsolescence accélérée. La « routine » est source de rendements décroissants, du fait de l'épuisement progressif des innovations majeures. C'est la « destruction créatrice » chère à l'économiste autrichien. Ce serait folie que de vouloir renoncer à l'innovation, mais les désordres qu'apporte une innovation majeure (machine à vapeur, chemin de fer, électricité, machine à écrire et taylorisme appliqué aux services dans les bureaux des compagnies d'assurances au début du XX^e siècle...) sont patents. La destruction n'est qu'une étape : dans un deuxième temps, la crise se révèle « créatrice » de nouveaux emplois. Le progrès technique, reflet de l'innovation schumpetérienne, permet des gains de productivité. On comprend que les « éléments vieilliss » du capitalisme craignent pour leurs marchés

et leurs emplois : ils tentent toujours de s'opposer aux innovations dont ils ont clairement perçu l'adversité, et absolument pas l'opportunité... L'économiste contemporain Pierre Cahuc estime que la crise, étape douloureuse mais obligée de l'évolution économique, est un jeu à somme positive en termes d'emplois (cf. par exemple Michèle Debonneuil et Pierre Cahuc, 2004), même s'il reconnaît qu'aujourd'hui il y a deux types de chômeurs : ceux employables et les autres.

Si les symptômes de la crise persistent, on peut parler de dépression : « *Le mot dépression exprime une décroissance de vitesse et d'intensité dans le mouvement social de la richesse, c'est comme un retrait lent, graduel de la vie, dont les effets s'aggravent par sa prolongation même, et dont on n'entrevoit pas l'issue. [...] La dépression est rigoureusement une crise prolongée, une rupture de l'équilibre économique dont les causes générales persistent* » (Hector Denis, 1895, économiste belge cité par Jacques Marseille, 1993). La « Grande Dépression » de la fin du XIX^e siècle (1874-1894 environ) en est un bon exemple. Après « Les « Trente Glorieuses » du XIX^e siècle (1844-1874) (ibidem), les « Vingt Piteuses » : le niveau de 1874 n'est durablement dépassé qu'à partir de 1897. Il s'agit donc d'une dépression « réelle ». La baisse de prix, forte, entretient le cercle dépressif : - 35 % entre 1870 et 1895 (Maurice Lévy-Leboyer, 1970). Seuls les États-Unis connaissent un taux de croissance de la production industrielle avoisinant 4 % par an (Jacques Marseille, 1993). Nation « jeune » (« émergente », dirait-on aujourd'hui), attractive, dynamique à travers la construction et le parachèvement de son immense marché national... Pays protectionniste mais habile à exporter ses céréales à faible prix en Europe...

De fait, pour l'ensemble des pays développés, la triste fin de siècle correspondrait à la mue d'un capitalisme qui change de secteurs moteurs de croissance. Selon Schumpeter, machine à vapeur, sidérurgie, chemin de fer, trois innovations majeures qui avaient soutenu la croissance du premier cycle Kondratieff depuis 1842, s'épuisent. À compter des années 1890, de nouveaux secteurs moteurs de croissance s'affirment : électricité, chimie, automobile. Les crises majeures coïncideraient avec le passage douloureux

d'une organisation du travail à une autre. La crise ne serait-elle que le changement de contenu, la deuxième révolution industrielle succédant à la première ? L'économiste Daniel Cohen estime que la crise actuelle dans nos pays du Nord est unique en ce qu'elle laisse hors de la logique productive quantité de main-d'œuvre non qualifiée à laquelle il faudra trouver un emploi. Les crises apparaissent donc comme un épisode aigu et douloureux de l'« *évolution économique* » (Schumpeter, 1934, 1987). L'historien Nicolas Baverez, dans son dernier ouvrage (2009), relève cinq points de convergence entre la dépression de la fin du XIX^e siècle et la crise actuelle : « *La dynamique des conflits, qui mêle la logique de la guerre entre les nations en Europe [...] avec celle de la guerre civile aux États-Unis. [...] L'accélération des migrations. [...] La deuxième révolution industrielle. [...] Le développement accéléré des pays neufs. [...] L'abandon progressif du libre-échange* ».)

L'assurance française est ici inégalement touchée : moindre progression des affaires en volume, mortalité des firmes et course à la taille des survivantes sans doute accélérée, sinistralité plus élevée qu'en période d'expansion parce que les clients entretiennent moins les machines, investissent peu. Mais la baisse des prix renchérit plutôt les fonds propres, apparaît plutôt comme un « régulateur de marché » dans un contexte de stabilité monétaire, celui de l'étalon or et de devises clefs, livre sterling et franc français. Le contexte est donc favorable à l'épargne. Ce qui est vrai en règle générale au XIX^e siècle, siècle de la stabilité monétaire et de l'absence d'inflation, l'est a fortiori en période de déflation, « revanche » du rentier. Les stocks et les flux d'épargne sont alors européens (80 % des IDE émis dans le monde en 1914) : l'« économie-monde » chère à Fernand Braudel, l'historien français, et la première mondialisation sont bien européennes, même si les États-Unis s'affirment comme puissance concurrente avant 1914. Les assureurs français et européens commencent eux aussi à s'insérer dans ce qu'il faudrait appeler une internationalisation. Ce n'est donc pas un hasard si les grands réassureurs actuels (Munich Ré, Swiss Ré...) émergent à cette époque. Inconnus du grand public, les réassureurs assurent alors des compagnies même modestes à

partir de procédures « modernes » : *excess of loss*, coassurance et dispersion mondialisée des risques. L'indemnisation de certains sinistrés lors du tremblement de terre de San Francisco de 1906 est là pour le prouver. « *Rien n'est pire que l'inflation* », disait l'économiste libéral Jacques Rueff, avant d'ajouter : « *à l'exception toutefois de la déflation* ». Voyons alors maintenant le second mal dans l'ordre de gravité économique, l'inflation.

Assurance et inflation

« **L'***inflation est une invention du XX^e siècle* », écrivait l'historien Jean Bouvier qui fixait avec raison sa naissance en 1914. C'est que la Première Guerre mondiale, une guerre totale dévoreuse d'argent, impose aux États belligérants de décupler tous les outils de financement (emprunts, impôts...). Y compris les moins avouables : la création monétaire sans aucune commune mesure avec l'encaisse or d'avant-guerre. La masse monétaire en circulation, considérablement dilatée, entraîne la dépréciation de la valeur de la monnaie. On peut donc considérer qu'à partir de 1914 la hausse généralisée des prix des biens et des services est constante (dépression des années 1930 exclue). À la fin de la guerre, certains assureurs espèrent un retour à la normale, c'est-à-dire un retour à la situation monétaire stable d'avant 1914. Or l'inflation ronge les bases financières des assureurs. L'arrivée de l'inflation en 1914 est en effet particulièrement pénalisante pour une activité originale en ce qu'elle est soumise à un cycle inverse de production. Rappelons que les assureurs encaissent par avance le montant d'une cotisation correspondant à une probabilité d'occurrence de sinistre pour la durée souscrite dans le contrat. Pratiquement, le règlement définitif du sinistre intervient quelquefois bien après sa réalisation – sans parler des avances, expertises, procédures judiciaires, transactions, partages ou rétrocessions au titre de la coassurance et de la réassurance. Or, en contexte d'inflation, le montant de la cotisation s'est érodé tandis que celui du sinistre s'est renchéri : le temps joue alors contre l'assureur, à moins qu'il ne trouve le moyen pendant ce temps de

combattre l'inflation par des placements performants et liquides. Les assureurs sont donc désarmés, d'autant que la gestion financière n'est ni leur métier de base ni une activité qui paraît particulièrement développée jusqu'à une époque récente. Les dirigeants évaluaient-ils l'ampleur des dégâts causés par l'inflation ? Le phénomène est confusément perçu. Les assureurs n'en avaient pas mesuré le caractère spécifiquement pervers. L'inflation lèse aussi l'assuré qui n'a pas réévalué le capital couvert. Certains assureurs témoignent ainsi d'un afflux d'avenants de réévaluation initié par les clients : « *Après la guerre et à partir du moment de l'armistice, ça a été partout en France, dans toutes les compagnies, une fièvre d'augmentations, de majorations d'assurances.* » En cette ère du « tout papier », cela supposait une manutention et un travail d'écritures considérable. Les « rédacteurs », que l'on appelait alors des « garçons de bureau », devaient réévaluer le montant des cotisations et calculer à la main le montant du capital assuré. La mise à jour du portefeuille devait donc être rigoureuse. Globalement, la solvabilité des entreprises s'effrite, sauf en accidents du travail pour lesquels les cotisations sont indexées de facto sur les salaires qui leur servent d'assiette. Les fonds propres évalués en monnaie constante fondent et le niveau de solidité financière de 1914 apparaît, avec le recul, comme un record long à retrouver. Dans ce qui était la plus riche et l'une des plus puissantes sociétés d'assurances mutuelles d'avant 1914, l'Amsso, le ratio réserves sur cotisations s'établit ainsi à 250 % dans les années 1900-1914, à 200 % en 1918, à 100 % en 1921. 100% : une année de cotisations d'avance pour endosser un éventuel pic de sinistralité. L'assurance française serait donc « à contre-courant » : elle bénéficierait peu, en termes réels, de l'embellie des années 1920. Trente ans plus tard, même mal. Pourtant, 1945 marque le début d'une période que nous savons désormais brillante pour l'économie de l'ensemble des pays développés (Jean Fourastié, 1979). Jean Fourastié (1948) constatait que la collecte de cotisations de l'assurance française ne pesait alors que 1,6 % du PIB. Une reconstitution macroéconomique qui fait sens. Cette évaluation du chiffre d'affaires de l'assurance française dans la richesse nationale était alors bien faible par rapport à une économie

exsangue, et représentait bien peu encore par rapport à l'assurance américaine et suisse. En cette année 1948, Fourastié n'était donc guère optimiste quant à l'avenir de la profession : « *L'assurance française ne pourra retrouver son équilibre économique qu'après trois ou quatre ans de stabilité des prix et sa puissance financière qu'après quinze ou vingt ans de cette même stabilité. Tant que la monnaie française vagabondera, on ne peut espérer pour l'assurance qu'une vie végétative.* » En 1948, nous sommes en pleine surchauffe : les années de « grande inflation » (1944-1949) correspondent au record du siècle. Les taux annuels dépassent les 50 % ! Les assureurs évaluaient-ils l'ampleur des dégâts causés par l'inflation ? Le phénomène semble confusément perçu. Quelques-uns (Amsso, Maaif) lancent les premiers contrats « MRH » ajustés automatiquement sur la hausse des prix.

En 1974, enfin, apparaît un dérivé de l'inflation : la stagflation. La stagflation, c'est en effet un virus qui a muté pour donner une pathologie inédite mêlant inflation et croissance ralentie. L'historien Jean Bouvier (1979) la qualifie d'« *extraordinaire nouveauté* » et de « *symptôme apparemment grave : auparavant, avant la Seconde Guerre mondiale, comme avant la Première, les prix baissaient pendant les crises ; et cette baisse était un élément de rééquilibrage, de régulation, puis de reprise ultérieure. Désormais, depuis les années 1960, et depuis la crise de 1974-75, même les difficultés économiques lourdes ne mettent pas un frein à l'inflation. Nous sommes dans l'ère de l'inflation sans fin.* » L'assurance est touchée en ce sens que la progression des salaires et des patrimoines réels de ses assurés croît plus mollement et que l'affadissement de la monnaie rend l'épargne et partant les contrats d'assurance vie peu performants en termes réels. Ce n'est donc pas un hasard si 75 % environ du chiffre d'affaires de l'assurance française du début des années 1970 portait sur l'assurance « non vie ». Au plan de la gestion des firmes, l'indexation des salaires via des conventions collectives tend à renchérir les frais généraux et à accélérer l'obsolescence d'une organisation du travail dont le facteur travail augmente constamment sans gains de productivité compensatoires. L'UAP a pu ainsi apparaître comme un colosse aux pieds d'argile dès la fin des années 1970 : grand, à la recherche

de la taille critique et partant de l'économie d'échelle, mais sans profitabilité évidente. Cela suscite des rachats, des regroupements amicaux ou pas (OPA). Qu'on songe à l'essor d'Axa à la fin des années 1970. De ce point de vue, l'acquisition d'UAP par Axa en 1996 serait l'issue d'une longue crise de solvabilité révélée par l'inflation, cette « fièvre » des prix.

Dépression, inflation, stagflation constituent les trois principales pathologies économiques des cent cinquante années passées qui touchèrent, entre autres, les assureurs. Regroupés sous le terme générique de « crise », ces symptômes, à l'image de la fièvre, ne sont peut-être qu'un indicateur final qui révèle les faiblesses latentes de l'organisme ou de l'organisation économique des firmes.

Bibliographie

BAVEREZ N., *Après le déluge. La grande crise de la mondialisation*, Perrin, 2009, p. 84.

BOUVIER J., « Sur les origines de la crise économique mondiale », *L'Histoire*, n° 15, septembre 1979.

DEBONNEUIL M. ; CAHUC P., *Productivité et emploi dans le tertiaire*, rapport du CAE, La Documentation française, 2004.

DENIS H., *La Dépression économique et sociale*, 1895, cité par Jacques Marseille, « 1873-1929-1993. La crise économique est-elle cyclique ? », *L'Histoire*, n° 172, décembre 1993.

FOURASTIÉ J., « Les assurances », in *La France économique*, Sirey, 1948, p. 379.

FOURASTIÉ J., *Les Trente Glorieuses ou la Révolution invisible de 1945 à 1975*, Fayard, 1979.

LÉVY-LEBOYER M., « L'héritage de Simiand », *Revue historique*, n° 493, janvier-mars 1970.

MARSEILLE M., « 1873-1929-1993. La crise économique est-elle cyclique ? », *L'Histoire*, n° 172, décembre 1993.

SCHUMPETER J., *Capitalisme, socialisme et démocratie*, 1^{ère} éd., Londres, G. Allen and Unwin Ltd, 1942 ; rééd., Paris, Payot, 1951, p.159.

SCHUMPETER J., *La théorie de l'évolution économique*, 1^{ère} éd. 1911 ; rééd. Dalloz, 1934 ; et réédition partielle

dans la *Revue française d'économie*, volume 2, n° 4, 1987.

VERLEY P., « Quelques extraits d'articles de Kondratieff », *Recherches et travaux*, bulletin n° 10, Institut d'histoire économique et sociale, Paris I, novembre 1981.

DE LA MICROASSURANCE À L'ASSURANCE : LES CONDITIONS DU DÉVELOPPEMENT

Marc Nabeth (1)

Chercheur associé à l'Institut Thomas More,

Secrétaire de la Fondation entrepreneurs de la cité,

Responsable du département Microassurance-Mass Market de CGSI Consulting

La liste des risques susceptibles de plonger les individus dans la pauvreté, puis l'indigence en raison d'un sinistre non couvert est bien longue, et il suffit, aux assurés que nous sommes, de se projeter un temps dans un monde sans assurance privée ou sans protection sociale pour en dresser l'inventaire.

Mesurant la précarité de leur situation, les populations de pays en développement n'ont pourtant cessé de gérer ces risques à travers des systèmes informels (dons et contre-dons, tontines, fonds funéraires, diversification des actifs et des réseaux de sociabilité, etc.) susceptibles d'atténuer les chocs. Ce besoin de sécurité contre les aléas de la vie n'a rien d'original. Il constitue même une condition anthropologique à l'origine des constructions sociales, voire identitaires, et va bien au-delà de la pensée de Rousseau qui voyait dans la violence de la Nature l'origine des sociétés humaines ².

Risques et pertinence sociale à l'origine des sociétés humaines

La problématique des risques est ainsi au cœur des sociétés humaines. Elle en serait la cause première, voire la source du langage. Dans une thèse tout à fait originale et

stimulante, Jean-Louis Dessalles, chercheur en sciences cognitives à Telecom ParisTech, souligne le principe de pertinence sous-tendant le langage pour se protéger de la Nature mais surtout pour alerter son groupe de protection contre l'imminence d'un danger humain :

« La seule parade contre le risque mortel permanent est la vigilance et le renseignement. Les individus ont un intérêt vital à se regrouper pour mettre leur vigilance en commun. La préférence, lorsqu'on choisit ses partenaires de coalition, va donc aux individus attentifs, capables d'anticiper les situations de danger [...]. La pertinence narrative est donc un moyen de se faire valoir sur le marché des amitiés. » ³

L'indigence, qui n'est que la traduction ultime d'une absence de liens sociaux, ainsi que l'importance des réseaux de solidarité dans la gestion des risques pourraient dès lors se lire à travers cette analyse particulièrement surprenante.

Être pertinent pour autrui, c'est donc assurer la survie de l'autre. Ne pas l'être, c'est risquer la mort sociale puis physique.

Ce risque de mort sociale – économique puis physique – est particulièrement prégnant dans les pays en développement. Elle est plus insidieuse dans nos propres sociétés postindustrielles où la crainte de déclassement, de marginalisation semble se généraliser, avec ce sentiment d'être de trop, inutile, semblable à ce vagabond du XV^e siècle condamné à mort et « *digne de mourir comme inutile au monde, c'est assavoir estre pendu comme larron* » ⁴.

Face au vide assuranciel

Cette longue introduction nous renvoie au souci universel de « pertinence » dans la gestion des risques. Les systèmes endogènes (la communauté, le principe de réciprocité par exemple) ou exogènes (l'assureur, le politique par exemple) seront globalement évalués par les populations, selon la capacité de ces systèmes à amortir les chocs.

Loin des sociétés postindustrielles où l'univers de l'assurance et de la protection sociale semble suivre la majorité des citoyens du berceau à la tombe, la réalité de plus de 85 % de la population mondiale est tout autre. Dans les pays en développement, qu'ils soient émergents, moins avancés (PMA) ou carrément en marche arrière, seulement 5 à 15 % de la population du pays dispose d'une protection réelle contre les aléas de la vie, que celle-ci vienne de l'État ou du marché.

La béance vertigineuse que représente ce vide assuranciel se traduit par des anxiétés quotidiennes et des dépressions bien moins médiatisées et spectaculaires que ne le sont les catastrophes naturelles, les famines ou les guerres. Ainsi ne faut-il pas s'étonner d'entendre cette comptable de 35 ans d'un hôpital de Nairobi (Kenya) nous signifier que, dans son pays, la plupart des maladies sont liées au stress, cette petite marchande d'un bidonville de Port-au-Prince (Haïti) expliquer l'importance de l'hypertension comme pathologie parmi les populations (« *Comment veux-tu que je ne sois pas malade, avec la situation de ce pays ? Je suis stressée...* »), ou ces sociétaires de la Coopec rurale de Konafla (Côte d'Ivoire) citer une nouvelle fois l'hypertension : « *Cela nous donne des maladies, le stress et l'anxiété. On vit avec mais on dort mal.* »⁵

Si, médicalement, le stress et l'hypertension ne sont pas jusqu'à présent scientifiquement corrélés, le ressenti est suffisamment exprimé et prégnant pour nous éloigner de cette image superficielle d'une

nonchalance généralisée, que ce soit au niveau de ces commerçants et artisans de l'informel, ou des ouvriers et employés du formel⁶.

« *Les pauvres font également face à de nombreux risques en matière de santé, de climat ou de criminalité, contre lesquels ils sont très mal protégés [...]. Ces risques leur font subir un niveau de stress extrêmement élevé : loin de l'image d'une vie rurale idyllique, les pauvres sont au contraire beaucoup plus sujets à la dépression que les plus riches (aussi bien dans les pays pauvres que dans les pays riches)* », souligne pour sa part l'économiste Esther Duflo⁷.

Ce sentiment légitime d'insécurité sociale, économique et financière dépasse de fait le cadre des populations pauvres, et concerne également les classes moyennes basses ou émergentes, dépourvues elles aussi de filets de sécurité assuranciers. D'ailleurs, c'est moins le drame de la pauvreté qui nous intéresse ici que la vulnérabilité comme « *cause et conséquence de la pauvreté* »⁸.

Ainsi s'agit-il de déconstruire des représentations et des préjugés sur des populations qu'on ne côtoie guère mais qu'on dit volontiers résignées à vivre dans des situations redoutables, incapables de nommer leurs maux, passives face aux risques, incapables de comprendre les mécanismes de l'assurance parce qu'insuffisamment riches ou « cultivées », et le dos courbé face aux épreuves de la vie. Ce qui frappe, c'est notamment la dignité de toutes ces personnes qui nous répondent lors de questions portées sur les risques, leurs assurances informelles, leur perception des assureurs et des produits d'assurance qu'on leur propose ou qui les couvrent déjà.

L'importante littérature sur la sociologie des risques et les observations sur le terrain démontrent également combien la gestion des risques est omniprésente parmi les populations à faibles revenus (classes moyennes émergentes ou en phase de précarisation incluses), ruinant là encore l'idée d'une population passive, hors du risque, hors de l'histoire. Cette gestion des risques s'inscrit dans le temps et dans l'espace.

L'historienne Laurence Fontaine, auteure d'un livre de référence sur le microcrédit dans les sociétés pré-industrielles, rappelle :

« Dans l'Ancien Régime, la pauvreté peut toucher tous ceux qui n'ont que leurs bras pour vivre et qui sont à la merci des mauvaises récoltes, du chômage et de la maladie : ils représenteraient 70 à 80 % de la population. C'est-à-dire qu'avant d'être un état, la pauvreté est un risque et que n'y point tomber est un travail constant, d'autant que dans la plupart des cas la bienfaisance n'est jamais suffisante à elle toute seule pour faire vivre les familles. Celles-ci doivent donc mettre en œuvre une infinie variété de stratégies pour survivre [...]. On peut toutefois regrouper en trois grands ensembles les moyens déployés par la population pour s'en sortir : la construction et l'entretien de filets sociaux, la diversification des sources de revenus (en particulier avec le recours à l'emprunt) et l'épargne. »⁹

Retour au temps présent mais sur d'autres continents, où la diversification des actifs et des activités, la diversification des réseaux de sociabilité, les dons et contre-dons, l'émigration d'un membre de la famille et les transferts de fonds du migrant, la constitution d'une épargne et la prise d'un microcrédit, la détention d'une terre communautaire, l'investissement dans l'éducation scolaire d'un enfant relativement doué sont autant de stratégies endogènes permettant de réduire la voilure aux risques¹⁰. Dans un numéro de la revue *Autrepart* consacré au thème « Risques et microfinance », Jean-Michel Servet et Eveline Baumann soulignent :

« Certes, les populations vulnérables, notamment celles habitant en zone rurale, ont généralement une longue expérience des stratégies anti-risques, elles adaptent leurs pratiques culturelles à un milieu naturel souvent hostile, dosent leurs investissements en fonction d'un contexte institutionnel fort aléatoire, tiennent implicitement compte d'un environnement social peu stable. Ces stratégies ne sont d'ailleurs pas le propre du milieu rural. Dans les villes, les petits entrepreneurs, eux aussi, répartissent les risques et incertitudes dans l'espace et le temps. »¹¹

Face à l'omniprésence des assurances informelles

Des questions se posent alors à ce stade : comment expliquer jusqu'à ces dernières années (la situation évolue progressivement) le peu d'appétence des populations pour les produits et services des assureurs alors que l'assurance informelle est omniprésente parmi les populations des pays en développement ? Comment se fait-il que les vertus de l'assurance ne suscitent pas un grand intérêt parmi les populations alors que ni le crédit, ni l'épargne, particulièrement présents comme outils de gestion des risques, ne sont les instruments idéaux pour mutualiser ces risques ? Comment comprendre la méfiance des populations à l'égard des assureurs alors que les gestions traditionnelles du risque sont très limitées pour faire face à des événements suffisamment graves et se traduisent par des coûts sociaux et financiers considérables ?

Leur manque d'intérêt pour l'assurance peut être dû à un manque de compréhension (l'illettrisme est un facteur aggravant), une méfiance à l'égard de tout mécanisme émanant d'une institution extérieure à la communauté, une méconnaissance ou une mauvaise compréhension du principe d'assurance et de mutualité (ses buts et ses objectifs), notamment lorsqu'on demande de se départir d'une partie de leur épargne (paiement de la cotisation d'assurance) pour espérer un bénéfice aléatoire – encore que cela soit facilement compris, un client de l'IMF¹² libanaise Al Majmoua à Baalbek nous expliquant, lors d'une enquête :

« Bien sûr qu'on ne récupèrera pas cette prime et c'est normal. Si Dieu ne nous a pas apporté le malheur, on ne va pas demander un remboursement. »

Les enquêtes de terrain relèvent, quelles que soient les zones géographiques et les cultures concernées, les mêmes critiques : une offre de produits inadaptés ou trop onéreux, l'utilisation de jargons assuranciers incompréhensibles lors de la vente de contrats ou de la déclaration de sinistres, le souvenir de mauvaises

expériences (banqueroutes de sociétés d'assurances frauduleuses, sinistres mal réglés, inflation qui mine l'épargne, pénalités de rachat, etc.).

L'assurance serait décidément « une province des riches » à mille lieues de leurs préoccupations : « Assurance, assurance, j'ai déjà entendu parler de cela, mais je ne sais pas vraiment ce que ça représente. C'est un produit pour les riches, ce sont eux qui parlent toujours d'assurance. Mais moi, je ne sais pas vraiment ce que cela représente », confie à Abidjan un jeune homme ivoirien¹³. Ou alors ce serait une escroquerie : « Votre projet [d'assurance santé], c'est du vrai ou du charlatanisme ? On cotise et vous nous envoyez chez des faux médecins ? Vous prenez la prime et on ne vous voit plus ? Dans vos pays, vous avez des spécialistes, mais chez nous ?... », s'inquiète le client d'une IMF haïtienne.

Le manque de connaissance n'est donc naturellement pas le seul responsable de la faible appétence des populations pour l'assurance, d'autant que l'imposition de la responsabilité civile automobile dans de nombreux pays, vécue souvent comme une taxe et non une protection, permet au moins de diffuser le concept de cotisation d'assurance pour un bénéfice aléatoire, alors même que le parc d'automobiles et/ou de motocyclettes ne cesse d'augmenter. Lors d'un « focus group » (interview de neuf personnes) à Nairobi (Kenya), où la culture de l'assurance est plus développée qu'à Port-au-Prince, les plaintes fusent contre ces agents accusés de leur mentir : « Ce sont de vrais diables ! Au début, ils vous promettent le paradis et ne vous montrent que le côté positif des choses sans vous montrer les aspects négatifs. [...] Nous avons besoin d'un produit expliqué avec un langage simple, avec des couvertures et des exclusions simplifiées. »

On comprendra dès lors que la première forme d'innovation qu'un assureur puisse apporter à la « démocratisation » ou massification de l'assurance consiste déjà à instaurer de la confiance, à éviter les jargons techniques, à expliquer correctement les produits d'assurance, les droits et obligations de l'assuré, les procédures, et à faire preuve du même professionnalisme et du même sérieux que s'il avait en

face de lui un VIP ou un grand compte. Des progrès considérables sont observables dans de nombreux pays et le témoignage d'un assureur tchadien répondant à la question d'Emmanuelle Bastide, journaliste à RFI (« Apparemment vous [les assureurs] n'avez pas bonne presse ? ») n'est pas sans fondements : « Tout à fait, et ça m'étonne vu tous les efforts que nous faisons ! Oui, nous faisons beaucoup d'efforts et nous sommes étonnés que les gens continuent à dire que les assureurs ne payent pas. [...] La Cima, qui est l'organe de régulation, a suffisamment nettoyé le marché. Les brebis galeuses qui ne payent pas, on leur retire l'agrément. Il faut que la population comprenne que les assureurs sont beaucoup plus honnêtes aujourd'hui qu'il y a vingt ans. »¹⁴. Aussi convient-il d'éviter toute généralisation sans nuances qui ne rendrait pas justice au travail de professionnels de l'assurance dont le sérieux et l'honnêteté marquent également le paysage assurantiel. Pas plus qu'il ne faudrait passer sous silence les fraudes à l'assurance émanant d'assurés, qu'ils soient riches ou défavorisés.

Ces remarques nous renvoient à la nécessité de développer de nouvelles approches rompant avec le réflexe d'une transposition ou d'une duplication d'un modèle occidental sans tenir compte des cultures sociétales. Réflexe qui peut concerner aussi bien des assureurs « du Nord » que ceux « du Sud ». La situation évolue progressivement, grâce au travail pionnier de certains assureurs, étrangers ou locaux. Ces derniers commencent à s'insérer dans le tissu social et économique du pays, et plus seulement auprès des « élites ». Ce qui passe par un changement de paradigme assurantiel qui commence d'ores et déjà par la connaissance de la priorisation des risques par les populations elles-mêmes, des pertinences et des limites des gestions traditionnelles déployées pour y faire face.

Tel est le prisme à travers lequel se liront les conditions d'un développement populaire de l'assurance dans les pays en développement ou émergents, car l'assurance restera encore pour longtemps évaluée à l'aune des autres protections informelles non dépourvues de logique et d'utilité.

Une assurance au cœur des sociétés

La compréhension des priorisations des risques et des demandes de couverture est bel et bien essentielle à tout assureur prétendant à développer une assurance proprement locale et faisant sens pour la majorité de la population.

Il ne s'agit pas d'introduire un produit d'assurance et des procédures selon nos propres modèles occidentaux, mais plutôt de prendre en compte la culture des populations auxquelles ce produit s'adresse, et de l'adapter dans l'ensemble de la chaîne de valeur du produit d'assurance – aussi bien dans les modalités des contrats que dans la campagne marketing, la formation et l'animation du réseau de distribution, le système d'information, la souscription et le règlement des sinistres. Un assureur peut fort bien réunir en son sein les meilleurs actuaires, les meilleurs techniciens, la crème des marketeurs et des stratèges, ses efforts seront très vite réduits à néant ou ramenés à plus d'humilité dès lors que ce produit et ses procédures associées passent à côté des attentes des populations ciblées. Ce décalage potentiel nous renvoie à la perception du risque et de la vulnérabilité, à leur double dimension objective et subjective.

Le risque ne peut se réduire à une théorie du choix rationnel et ne peut se comprendre que par référence au monde réel et à sa perception au travers de biais culturels et sociaux, comme le souligne l'historien François Walter. L'homme mobiliserait ainsi sans cesse des références morales et culturelles¹⁵. Cette sélection parmi les risques induit des demandes de couvertures assurancielles différentes, même si la santé ou le décès apparaissent souvent comme les principales sources d'anxiété.

« Quels sont les risques de la vie les plus redoutés ? » reste alors une des questions fondatrices qu'il faut poser aux populations. Relativement simple, cette

interrogation appelle parfois des réponses bien plus complexes et quelques impasses techniques pour un assureur, si ce dernier en reste là. Les légumes qui pourrissent et qu'on n'arrive pas à vendre, la mort, la maladie, le vol à l'étalage ou sous la violence, le kidnapping, la guerre, les proches qui n'arrivent pas à envoyer de l'argent, les amis ou voisins qui vous sollicitent sans cesse, l'argent qu'on a mis sous le matelas mais qui peut disparaître, les tempêtes, les mauvaises récoltes, les prix qui s'effondrent ou qui sont trop élevés selon qu'on soit agriculteurs ou consommateurs, les politiciens, les gangs, etc., tout y passe.

Aussi s'agit-il de formuler parfois la question autrement, de trouver le bon angle d'approche, le bon terme qui renvoie à l'anxiété d'un risque, en raison de ses conséquences financières et sociales sur le foyer et la famille, faute de disposer d'une gestion du risque relativement efficace. Ce n'est que lorsque l'assureur haïtien AIC, précurseur de la microassurance dans les Caraïbes, utilisa le terme créole de *Chai* (« fardeau ») que le mot « funérailles » sortit spontanément comme préoccupation première, avant même des problèmes de santé et d'hospitalisation¹⁶.

Si la description, même à très gros traits, d'un produit d'assurance auprès des populations ne provoque aucune discussion, aucune demande d'éclaircissement, ou n'appelle que des réponses de complaisance, il est fort probable que l'assureur soit hors sujet. A contrario, si certaines de ses propositions éveillent un intérêt suffisamment fécond pour générer des débats, des questions sur les prix, des éclaircissements sur les garanties, les modalités d'adhésion, les procédures, les exclusions, alors les prémices d'un programme d'assurance réussi peuvent se dessiner.

Contrairement à ce qu'attendait l'assureur libanais Commercial Insurance, la proposition d'assurer le versement d'une rente éducation aux enfants ou à leur tuteur en cas de disparition des parents, moyennant le paiement d'une cotisation annuelle (même faible), ne suscita aucun intérêt, c'est-à-dire aucune question. Ce sont d'autres assurances comme celles

relatives à la protection d'un commerce contre le vol ou l'incendie, ou des couvertures santé, l'hospitalisation notamment, qui alimentèrent les questions/réponses : « *Si je ne veux plus de crédit auprès d'Al Majmoua (L'IMF partenaire de l'assureur), et que par exemple, je vais chez Ameen (une IMF concurrente), est-ce que je peux continuer à être assuré ?* », demandent certains clients. À Baalbek, dans la plaine de la Bekaa, la directrice de l'agence, particulièrement au fait des problématiques de ses clients, questionne : « *Des clients prennent un crédit pour acheter un minibus (taxi informel), mais sans papiers légaux. Est-ce que Commercial Insurance peut assurer cela, c'est-à-dire l'assurance auto ?* ».

Quant aux membres de la Croix Rouge vietnamienne, fréquentant leurs centres en tant que patients ou bénévoles, outre les assurances santé, leurs questions concernant les rentes éducation proposées par Groupama Vietnam témoignent d'un intérêt pour ces couvertures : « *Combien faut-il payer pour assurer plusieurs enfants ? Dans ma famille, il y a trois personnes, moi, mon mari et mon enfant ; qui doit prendre l'assurance ?* », questionne une femme de Can Tho, dans le Mékong. « *Qui reçoit l'argent en cas de décès ou d'invalidité ? L'enfant, les parents ?* », renchérisse plusieurs membres d'un autre focus group d'une zone périurbaine ¹⁷.

Ces interrogations sonnent comme un appel vers de nouveaux services, de nouveaux produits susceptibles d'ouvrir de nouveaux possibles et de sortir peut-être ces populations d'une impasse faite d'angoisse et d'anxiété à l'évocation même de risques si redoutés.

Cet appel s'inscrit également dans le cadre de transformations sociétales ou politiques majeures, y compris dans des pays communistes, où la privatisation croissante de la santé et de l'éducation ne sont pas sans incidences sur la recherche de nouvelles formes de réduction du risque, recherche qui peut ou doit être du ressort de l'assurance. La poursuite de la scolarisation des enfants qui, adultes, deviendront le soutien principal de la famille (dans les zones rurales, cet investissement devient essentiel lorsque l'enfant arrive à la fin du collège) constitue un enjeu crucial pour les parents ou tuteurs ¹⁸.

Plus globalement, la pression démographique considérable (de 2,3 milliards d'habitants en 1950 à plus de 6,3 milliards en 2010), l'urbanisation croissante sur fond d'exode rural, la financiarisation croissante de la protection contre les risques (en rapport avec la monétarisation croissante des rapports sociaux), l'émergence des classes moyennes dans certains pays ou leur déliquescence dans d'autres s'accompagnent d'une mutation profonde des valeurs et solidarités traditionnelles, où le recours au divin n'exclut pas d'autres quêtes assurancielles sur fond de mondialisation des images et de désirs consuméristes ¹⁹.

La thèse lumineuse du philosophe Ibrahima Sow consacrée à la divination au Sénégal peut d'ailleurs s'extrapoler à de nombreuses sociétés à travers le monde : « *La société sénégalaise est en pleine mutation, tant sur le plan de ses valeurs que sur celui de ses structures sociales, économiques, politiques. Ces mutations ont eu pour conséquence le déséquilibre des cellules familiales, la dissolution progressive des repères d'intégration culturelle, l'effritement des traditions et des coutumes, la prise en compte de valeurs et d'idéologies nouvelles, le nivellement des besoins socio-économiques, la sourde compétitivité des individus et des gens, le désir accru d'individualité, la lente corrosion des modèles régulateurs. Tout cela a fortement contribué, non seulement à désorienter davantage les individus en sapant leurs repères et leurs assises de toujours, mais encore à susciter chez eux le développement de nouveaux réflexes d'adaptation existentielle.* » ²⁰

La révolution médiatique (radio et télévision notamment) et des NTIC (téléphonie portable particulièrement, l'Internet devant suivre ces prochaines années) en cours depuis quelques décennies bouleverse également les rapports sociaux, les comportements collectifs ou individuels. Cette intrusion des images, des publicités, des séries ne concerne pas seulement les ménages des classes moyennes basses ou émergentes, classes par ailleurs mouvantes et difficiles à cerner. Les antennes satellitaires sont présentes sur les toits des bidonvilles de Casablanca, d'Abidjan, ou dans des quartiers très populaires de Port-au-Prince. Les images et le son qu'elles renvoient complètent les émissions en langue vernaculaire transmises par une radio

locale ou nationale que l'on écoute sur un poste posé près de son étal ou de son échoppe. Mais s'il est bon ton de fustiger les médias de masse, la télévision, telle Janus, a une autre face capable, elle, d'affranchir les hommes, de leur donner d'autres référents, de les sortir du pseudo-déterminisme qu'on leur attribuait pour mieux les y enfermer.

Une étude d'Emily Oster, professeur au département d'économie de l'Université de Chicago, et de Robert Jensen, de l'Université de Californie à Los Angeles, illustre cette possibilité : « *Dans les villages équipés du câble, les femmes trouvent de plus en plus inacceptables les situations de violence domestique et la préférence pour les fils baisse ; alors que dans les villages où le câble n'est pas installé, il n'existe pas d'évolution.* » 21

Les assureurs face à ces transformations

Face à ces chocs socioculturels, quelle est l'attitude des assureurs ? Certains continuent de se focaliser sur les grands risques et les populations « favorisées et aisées », justifiant leur peu d'empressement à s'intéresser aux populations à faibles et moyens revenus, au secteur informel ou aux TPME du secteur formel ou informel par la pression des résultats à court terme, le sentiment bien ancré que la population dans son ensemble est inapte à comprendre l'assurance, et par une peur panique quant aux fraudes dès lors qu'elles émanent du « peuple » (les affaires Madoff, Kerviel, Enron, Parmalat étant jugées avec souvent bien plus d'indulgence, à défaut d'être bien anticipées ou analysées). D'autres suivent de près l'évolution des classes moyennes et commencent à adapter leur gammes d'activités à ces segments de clientèle. Plus récemment, enfin, des assureurs sont allés plus loin, considérant que la saturation des marchés classiques impose de construire des assurances « plus populaires » et de mutualiser largement et non plus seulement au niveau de certaines niches (grands comptes, particuliers aisés), plus rémunératrices mais dangereusement volatiles.

Développant des assurances de proximité tenant compte des codes socioculturels (respect des structures sociales et langages appropriés), n'hésitant pas à assouplir leurs règles de souscription pour inclure des sages plus âgés mais garants du sérieux des assureurs, facilitant des règlements de sinistres dans un contexte où les documents officiels (état civil, certificats de décès, etc.) sont particulièrement pénibles à collecter, utilisant les nouvelles technologies et des outils de reporting plus précis pour diminuer les coûts de gestion et d'expertise de sinistres, multipliant enfin des partenariats avec des réseaux de distribution plus au fait des réalités sociales et culturelles des populations, ces assureurs participent au développement de la microassurance. Si ce terme est génériquement employé pour parler des assurances à destination des populations à faibles revenus, il nous semble que la microassurance se définit plutôt par une approche et une méthodologie originales associant la connaissance sociologique, religieuse et culturelle du pays à la maîtrise technique et financière de l'assurance. Et cela dépasse le cadre même des populations à faibles revenus et des classes moyennes basses ou émergentes.

L'assurance saura-t-elle finalement répondre aux attentes et besoins des populations ? Saura-t-elle parler leur langage ? Pourra-t-elle apporter plus de valeur ajoutée que les assurances informelles fragiles mais ô combien nécessaires dans un contexte où ni l'État, ni les opérateurs de marché ne furent vraiment là pour apporter des filets de sécurité vitaux ? Pourra-t-elle concurrencer efficacement certains réseaux fondamentalistes ou toutes formes de protectionnisme extrémiste et criminel, jouant sur l'abandon des populations ? Car, même au cœur des gangs, nous retrouvons des assurances – comme dans celui des Black Disciples de Chicago, où des cotisations d'assurance décès sont soigneusement consignées dans le carnet de comptabilité d'un de ses leaders répertoriant consciencieusement ces quatre dernières années d'activité. « *Figurent également dans les dépenses diverses les frais occasionnés par l'assassinat d'un membre du gang. Non seulement il fallait financer les obsèques, mais souvent verser aussi un traitement à la famille du défunt (jusqu'à trois années de salaire)* ». À la question de l'économiste Venkatesh, plongé pour

sa thèse au cœur du gang, sur les raisons d'une telle générosité, on lui répondit : « *Quelle question à la c.. ! T'as toujours pas compris que leur famille, c'est notre famille. On ne peut pas les laisser tomber. On les connaît depuis toujours, mec, alors quand ils sont en deuil, on est en deuil aussi. La famille, ça se respecte.* »²²

Ces questions sur la place et le rôle de l'assurance ne sont pas anecdotiques, l'absence de protection sociale et d'assurance privée conduisant les populations à rechercher des pseudo-protections là où elles se trouvent. Et gageons qu'à court ou moyen terme, cela finit souvent très mal pour tout un pays, assureurs inclus.

Notes

1. Auteur de *Micro-assurance : défis, mise en place et commercialisation*, *L'Argus de l'assurance*, 2006.
2. Jean-Jacques Rousseau, *Essai sur l'origine des langues*, 1781.
3. Jean-Louis Dessales, *La pertinence et ses origines cognitives*, *Lavoisier*, 2008.
4. Cité dans Bronislaw Geremek, *Les marginaux parisiens aux XIV^e et XV^e siècles*, *Flammarion*, 1976 (réédition Flammarion, « *Champs Histoire* », 2009). Voir également M. Nabeth, « *L'assurance face aux nouveaux visages de la vulnérabilité* », revue *Risques*, n° 77, mars 2009.
5. *Coopérative d'épargne et de crédit. Pour des informations sur le programme de microassurance de l'Unacoopec, en partenariat avec Allianz Cote d'Ivoire* : http://www.unacoopec.com/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=95.
6. *Jusqu'à maintenant, le stress professionnel était surtout pris en considération dans le contexte des pays industrialisés. Mais des preuves de plus en plus nombreuses, bien que dispersées et incomplètes, montrent que le stress touche aussi les travailleurs des pays en développement. Voir notamment* : http://www.imfmetal.org/files/stress_french.pdf.
7. Esther Duflo, *Lutter contre la pauvreté. Tome 2, La politique de l'autonomie*, *Le Seuil*, 2010.
8. William T. Vollmann, *Pourquoi êtes-vous pauvres ?*, *Actes Sud*, 2008.
9. Laurence Fontaine, « *Survivre* », revue *L'Histoire*, n° 349, janvier 2010. Voir également du même auteur, *L'économie morale : pauvreté, crédit et confiance dans l'Europe préindustrielle*, *Gallimard*, 2008.
10. Marc Nabeth, *Micro-assurance : défis, mise en place et commercialisation*, *L'Argus de l'assurance*, 2006.
11. Eveline Baumann et Jean-Michel Servet (dir.), « *Risques et Microfinance* », revue *Autrepart*, n° 44, IRD, 2007.
12. IMF : *Institution de Microfinance*.
13. *Micro-trottoir réalisé à Abidjan par Vance Abissa et Issakia Savane de l'Unacoopec-CI (Côte d'Ivoire) en 2009*.
14. Emmanuelle Bastide, émission « *7 milliards de voisins* », RFI, « *L'Afrique s'assure* », 10 novembre 2010. Cette émission quotidienne est à saluer, traitant de problématiques majeures vécues par les populations des pays en développement, et donnant la parole aux auditeurs vivant dans ces pays : <http://www.rfi.fr/emission/7-milliards-voisins>.
15. François Walter, *Catastrophes. Une histoire culturelle, XVI^e-XXI^e siècle*, *Le Seuil*, 2008.
16. *Pour les programmes d'assurance populaires et de microassurance d'AIC, voir www.aic.ht, www.microassurance.ht et www.protecta.ht*.
17. *Sur l'implication de Groupama Vietnam dans le développement de la microassurance, voir Marc Nabeth, « Overcoming operational challenges in order to switch from microinsurance to popular insurance », Institut Thomas More, novembre 2010.*
18. « *L'éducation nationale, comme la santé publique, est devenue payante. Les bourses d'études qui favorisaient les meilleurs élèves ou étudiants n'existent plus. Outre les frais d'inscription, généralement maintenus à un niveau bas car ils sont visibles, les parents doivent aussi payer les cours optionnels et le tutorat, fortement recommandés par celui qui les dispensent, les frais d'examen, les livres et le matériel scolaire, les uniformes d'écoliers, l'écot à « l'association des parents d'élèves », les indispensables enveloppes du nouvel an, les contributions*

volontaires pour la réfection des locaux ou la construction d'annexes et toute une série de frais censés être exceptionnels [...]. En 1999, une deuxième grande enquête sur le niveau de vie a permis de prendre la mesure du drame vécu par les familles les plus pauvres. Elles consacrent près d'un tiers de leur budget non alimentaire (40 % du budget total) pour chaque enfant scolarisé dans le primaire [...]; à la moindre dépense supplémentaire imprévue, les enfants sont inévitablement retirés de l'école » in. *Philippe Papin*, « 80 millions de Vietnamiens », Les Collections de L'Histoire, n° 23, avril 2004 et Vietnam, parcours d'une nation, *Belin-La Documentation française*, 2003.

19. *On relativisera cependant la mondialisation des désirs*

consoméristes. Voir à ce sujet le numéro spécial « Consommer. Comment la consommation a envahi nos vies » des Grands dossiers des sciences humaines, n° 22, mars-mai 2011.

20. *Ibrahima Sou*, Divination, marabout, destin. Aux sources de l'imaginaire, *Ifan Ch. A. Diop*, 2009.

21. *Robert Jensen et Emily Oster*, "The Power of TV: Cable Television and Women's Status in India", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 124(3), août 2009, pp. 1057-1094.

22. *Steven D. Levitt et Stephen J. D. Dübner*, *Freaknomics*, Gallimard, 2007.

Actualité de la Fondation du risque

Les activités 2011 de la chaire Dauphine – Ensaë – Groupama :
« Les particuliers face au risque »

Elyès Jouini

Responsable de la chaire

Professeur à l'université Paris - Dauphine

Sébastien Nouet

Secrétaire général de la chaire

Chercheur associé à l'université Paris - Dauphine

Le but de la chaire Dauphine – Ensaë – Groupama : « Les particuliers face au risque » est de développer un pôle de réflexion et de recherche autour d'une équipe de chercheurs confirmés. L'objectif principal de la chaire est de consolider le niveau d'excellence en recherche en matière de théorie financière et, plus précisément, en finance des particuliers. Ainsi, il a été prévu de mobiliser et de solliciter les meilleurs chercheurs dans ce domaine. La thématique choisie est large de par la nécessité de diffuser les résultats auprès du plus grand nombre et d'impliquer de nombreux chercheurs et opérateurs.

L'objectif cependant n'est pas seulement de développer les aspects purement

théoriques de la recherche, mais aussi de générer de nouvelles connaissances potentiellement utiles pour le secteur de l'assurance. La chaire se veut ainsi un lieu d'échange et de réflexion entre ses partenaires, les institutions académiques et les autres acteurs du secteur.

L'objectif est également de développer une culture spécifique de gestion des risques, grâce à des enseignements spécialisés liés aux thèmes de la chaire qui seront produits dans le cadre de cette chaire en partenariat avec des masters de Dauphine ou de l'Ensaë.

L'effort financier sur le long terme effectué par Groupama garantit la pérennité et la permanence de la problématique choisie, ce qui permet d'adapter

les financements de la chaire au timing de long terme spécifique à la recherche. La chaire présente ici ses principaux axes et projets de recherche pour l'année 2011.

■ L'impact de la crise financière sur les comportements d'épargne des Français

Les participants sont : Luc Arrondel, André Masson, Hector Calvo Pardo, Xisco Oliver, Frédérique Savignac, Kevin Tracol.

En juin 2011, il s'agira de réaliser une enquête (4^e vague) avec TNS-Sofres

auprès des épargnants français (en panel depuis 2002, 2007 et 2009) qui se subdivise en quatre axes.

- Description des patrimoines et des portefeuilles des ménages après deux années de crise.
- Mesures de leurs préférences et de leurs attitudes vis-à-vis du risque et de l'avenir.

L'équipe teste la robustesse et la stabilité des préférences dans le temps, par un prolongement de l'étude de 2009 : "How to Measure Risk and Time Preferences of Savers" dirigée par L. Arrondel en collaboration avec A. Masson.

- Modélisation des anticipations des épargnants sur les différents marchés (capitaux, travail) : erreurs, optimisme, pessimisme...

Cette étude fait l'objet actuellement d'un document de travail : "Subjective Stock Market Expectations and Portfolio Choice", étude dirigée par L. Arrondel en collaboration avec H. Calvo Pardo, X. Oliver, et D. Tas.

- Mesures des capacités cognitives et de l'éducation financière des épargnants.

Cette étude prolonge les travaux d'A. Lusardi sur données américaines (États-Unis).

L'enquête de 2011 menée auprès des épargnants français permettra d'étudier leurs comportements patrimoniaux dans un environnement de crise financière et immobilière apparue en 2008 et dans un contexte de réformes sociales (retraite, santé, dépendance).

On dispose là de l'opportunité d'une « expérience naturelle » pour étudier les décisions d'investissement, et les conclusions obtenues pourront par exemple être confrontées à celles de protocoles expérimentaux similaires. La pertinence et l'originalité de ce projet résident aussi dans le type et la nature du questionnaire proposé. En fait, il est envisagé d'interroger, au moins pour une partie de l'échantillon, des ménages ayant déjà répondu aux enquêtes sur l'épargne réalisées par TNS-Sofres en 2007, c'est-à-dire avant la crise financière, puis en 2009 au cœur de cette crise. Certains avaient d'ailleurs été déjà interviewés par le même institut sur un thème identique en 2002 avant l'éclatement de la bulle Internet. L'objectif principal est de constituer un panel d'individus puisque avec les données de l'enquête 2011 on disposera d'échantillons pour lesquels on aura deux, trois, voire quatre points d'observation à partir desquels on pourra reconstituer le « film » de leurs comportements. L'introduction de nouveaux individus (non panélisés) aura elle pour but d'obtenir une « photo » représentative du paysage patrimonial français et des préférences des épargnants aux différentes dates d'observation. L'information recueillie dans ces enquêtes concerne principalement la description sociodémographique du ménage, l'évaluation, la composition et le mode de gestion de son patrimoine, le recensement de ses revenus, l'existence de transferts intergénérationnels reçus ou versés, et aussi des questions qualitatives visant à mesurer ses préférences en matière d'épargne (aversion au risque, préférence pour le présent, altruisme...) à partir de loteries, mais aussi en fonction des attitudes, des opinions, des comportements dans différents domaines

de la vie (santé, profession, loisirs, consommation, retraite...).

■ L'impact des trajectoires professionnelles sur les retraites

◆ L'impact des trajectoires professionnelles sur l'âge du départ à la retraite

La décision de partir à la retraite est principalement analysée à travers des modèles de régression de type Probit. Les résultats dégagés dans de nombreux travaux utilisant ces modèles montrent que le départ à la retraite dépend d'un certain nombre de caractéristiques individuelles telles que l'âge, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle des individus. Néanmoins, le départ à la retraite peut être vu comme une transition d'un état à l'autre (emploi-retraite; chômage-retraite; inactivité-retraite) qui va alors dépendre de l'état précédant la retraite mais également de la durée passée dans cet état.

Cette étude permet de mettre en valeur les transitions durant la carrière des individus âgés de 50 à 65 ans en France, en mobilisant les modèles Probit et de durée afin d'analyser l'impact des transitions durant la carrière de ces individus sur leur choix de départ à la retraite.

On montre que le choix de départ à la retraite est fortement conditionné par la situation précédant la retraite. Les individus ayant connu des périodes de chômage partiront plus rapidement à la retraite que ceux qui n'ont pas été au chômage.

Cette étude fait l'objet actuellement d'un document de travail : "The Determinants of Retirement: The Crucial Impact of the Last Occupation", étude dirigée par Najat El Mekkaoui de Freitas en collaboration avec C. Duc.

◆ L'impact des trajectoires professionnelles sur le niveau des retraites

La diversité des parcours de vie n'est pas sans incidence sur les départs à la retraite et sur le niveau de vie des retraités. Cette diversité est ainsi devenue un thème central dans la réflexion sur les systèmes de retraite. Les parcours professionnels sont-ils plus accidentés aujourd'hui ? Les aléas de carrière sont-ils plus nombreux pour certaines tranches d'âge, pour certaines générations ? Comment ces interruptions sont-elles prises en compte par les régimes de retraite ? Quel est l'impact de ces différents aléas sur les pensions de retraite en France ?

L'étude propose dans un premier temps, à partir de l'enquête « Patrimoine » de l'Insee, une analyse des aléas sur l'ensemble de la carrière des individus et met ainsi en évidence de nouvelles tendances quant à l'évolution des trajectoires professionnelles, notamment selon le genre et la génération. Dans un second temps, une évaluation de l'incidence des aléas de carrière sur les droits à pension est effectuée.

Le système d'assurance vieillesse en France comporte des dispositifs de solidarité, parmi lesquels l'octroi de droits à pension sans contrepartie de cotisations en cas d'interruption de carrière pour cause de maladie, de chômage ou d'éducation des enfants. L'analyse du déroulement de la carrière

d'individus, que l'équipe effectue à partir des données de l'enquête « Patrimoine » de l'Insee, met en évidence l'importance croissante du chômage et de l'inactivité au fil des générations. Une augmentation du temps partiel est également observée.

L'étude d'un ensemble de carrières marquées par ces différents aléas permet de déterminer dans quelle mesure le système de retraite en France corrige ces écarts par rapport à une carrière continue.

Cette étude, dirigée par Najat El Mekkaoui de Freitas en collaboration avec K. Briard, B. Legendre, C. Duc, S. Mage, fait l'objet actuellement d'un document de travail : "Career Interruptions: How they Impact Pension Rights?".

■ L'impact du niveau de risque sur la demande d'assurance et modèles non additifs

Les participants sont : Alain Chateaufort, Michèle Cohen, Meglena Jeleva, Caroline Ventura, Jean-Christophe Vergnaud.

L'équipe progresse dans l'élaboration du protocole expérimental en prenant en compte les résultats les plus récents des études de neuroéconomie concernant notamment l'aversion aux pertes et en y incluant des caractéristiques psychologiques.

◆ Les enjeux

Existe-t-il une cohérence entre les comportements individuels de choix

de loteries et de choix de contrats d'assurance ?

Une typologie des comportements en matière de choix de loteries (décontextualisées) peut-elle apporter des éléments sur les choix d'assurance ? Plus précisément, les effets d'aversion aux pertes, de transformation des probabilités et d'importance du point de référence mis en évidence dans les expériences portant sur des loteries se retrouvent-ils dans les choix d'assurance ?

◆ Résumé du protocole expérimental

Comme point de départ de la procédure expérimentale, on utilisera la typologie des comportements face au risque élaborée dans le cadre de la Cumulative Prospect Theory par Bruhin, Fehr-Duda, Epper, "Risk and Rationality: Uncovering Heterogeneity in Probability Distortion", *Econometrica*, 78(4), 2010.

Cette étude conclut à l'existence de trois types d'individus, dont deux transformeraient les probabilités des différents états de la nature, le troisième ayant des préférences de type espérance d'utilité. Un seul des trois types serait sujet à l'aversion aux pertes. La typologie ainsi élaborée peut être comprise à l'aide des études récentes de neuroéconomie (Roiser, De Martino, Tan, Kumaran, Seymour, Wood, RJ Dolan, "A Genetically Mediated Bias in Decision-making Driven by Failure of Amygdala Control", *Journal of Neuroscience*, 2009).

Le protocole expérimental comportera trois groupes de questions :

- des questions de choix de loteries et

d'estimation d'équivalent certain.

L'objectif sera de déterminer l'appartenance de chaque sujet à l'un des trois types identifiés ci-dessus ;

- des questions sur des choix hypothétiques d'assurance (détermination de la disponibilité à payer pour s'assurer en présentant des scénarios réalistes).

L'objectif est d'identifier un effet éventuel d'aversion aux pertes et un effet « point de référence ». Différents risques seront considérés afin d'identifier un éventuel effet « type de pertes » financières et/ou non financières.

Plus précisément, on considère plusieurs scénarios : vol de voiture, annulation d'un voyage, hospitalisation... Pour chaque scénario, on fera varier la présentation des conséquences financières de l'achat d'un contrat (pertes ou gains). On introduira aussi des scénarios de « package » : achat d'un produit couplé

avec un contrat d'assurance ;

- des questions permettant d'identifier certaines caractéristiques psychologiques des sujets à l'aide de scores psychométriques comme les cinq traits centraux de la personnalité (*Big Five*) et l'attitude vis-à-vis de la prise de risque.

■ L'impact de l'effet de la longévité sur l'âge optimal de départ à la retraite

Les participants sont : Hippolyte d'Albis, Paul S. Lau et Miguel Sanchez Romero.

Ce travail concerne l'étude de l'effet de la longévité sur l'âge optimal de départ à la retraite. Il a été publié sous forme d'un premier document de travail en décembre 2010 et a été soumis au *Journal of Economic Theory* : "Mortality Transition and Differential Incentives for Early Retirement".

Les études existantes relatives à l'effet du

recul de la mortalité sur l'âge de la retraite utilisent généralement le modèle mortalité de manière paramétrique et obtiennent l'âge optimal de départ à la retraite par une optimisation avec en entrée le paramètre de survie.

Cependant, une modification de la valeur du paramètre de survie affecte le taux de mortalité à des âges différents de manière simultanée. Sachant que la baisse de la mortalité générale concerne inévitablement les personnes plus jeunes, mais quantitativement surtout les personnes les plus âgées, on étudie alors la question plus fondamentale de savoir comment un changement de la mortalité à un âge déterminé affecte l'âge optimal de départ à la retraite.

En utilisant la dérivée de Volterra, on montre qu'une baisse de la mortalité à un âge avancé implique sans conteste un départ à la retraite plus tardif ; par contre, une baisse de la mortalité à un jeune âge peut conduire à une retraite anticipée.

Livres

■ Hubert RODARIE

*Dettes et monnaies de singe.
Un système économique à renouveler*

Salvator, coll. « Forum », 2011,
223 pages

Hubert Rodarie est un fin connaisseur du monde de l'assurance. Cette expertise se double d'une réflexion personnelle ancienne, dûment étayée et documentée, sur le système financier dans son ensemble, ses errements, ses forces et ses carences.

Son ouvrage développe des thèses que certains trouveront sans doute iconoclastes – ce qui est plutôt bon signe –, mais qui ont le mérite de poser les bonnes questions et surtout de donner des pistes de réponses, au-delà des poncifs habituels sur les excès de la finance moderne.

Naturellement, la crise de 2008 est au cœur de son analyse. Mais il va au-delà en débusquant dans l'histoire économique des soixante dernières années les causes, souvent méconnues ou tout simplement non reconnues comme telles, des dysfonctionnements majeurs du système financier et de l'économie réelle.

L'ouvrage s'attache d'abord à démontrer pourquoi les déséquilibres nés à la fois de l'organisation du commerce international et du système monétaire ne permettent pas d'apporter la prospérité durable dont nos économies ont besoin. Ces déséquilibres ne sont pas neufs. Organisés au profit de la première puissance mondiale, ils font « partie du paysage », mais ils ne peuvent appeler que des corrections dont la brutalité est, en toute vraisemblance, proportionnelle à l'ampleur mal évaluée du mal.

Ces déséquilibres sont amplifiés par une accumulation sans fin de dettes, dette publique naturellement, mais aussi dette des entreprises, des ménages et, surtout, des banques, dans un cadre à la fois légal et conceptuel. En cause, selon l'auteur, une transformation du rapport au temps sous l'effet du prodigieux développement de la science financière, en particulier mathématique, conduisant à négliger ce paramètre dans les modèles et les représentations et à célébrer le triomphe de la notion de la « valeur de marché » – véritable clef de voûte du système financier actuel, cote prétaillée et contraignante pour les entreprises, y compris celles pour lesquelles le temps est une dimension fondamentale de l'activité, et dont la procyclicité est désormais reconnue.

L'une des principales thèses de l'ouvrage est

la suivante : le risque n'est pas totalement maîtrisable car, en dépit des représentations et des systèmes de contrôle, il n'est pas totalement mesurable. La sophistication exagérée des normes et de la standardisation, des exigences de transparence, de la régulation ou des modèles ne saurait suffire à préserver le système de crises brutales, car le risque réel auquel sont exposés les acteurs ne peut pas totalement être évalué. Nourri de l'utopie du risque mesurable, aggravé par le gigantisme de certains acteurs, le « futur simplifié » au cœur de la finance actuelle devient ainsi un futur intrinsèquement dangereux car instable, au-delà de ce que les sociétés sont à même de supporter.

Que faire ? Que proposer ? Deux questions auxquelles l'auteur s'attache à répondre, avec l'aide originale d'auteurs tels que Karl Polanyi ou Robert Healy, premier dirigeant de la SEC Securities and Exchange Commission, sous Roosevelt. En découlent non seulement la réfutation de fausses vérités mais aussi de réelles propositions, relatives par exemple à la nécessaire humilité par rapport au risque, à la réforme de l'IASB ou à la limitation de la constitution d'acteurs dits systémiques, ainsi que la reprise des conclusions d'un groupe d'experts de haut niveau dont l'intention est la même que celle de l'auteur : faire

naître un cadre conceptuel nouveau, un paradigme rénové pour la finance du XXI^e siècle.

Au-delà des analyses qui satisferont tout lecteur disposant déjà d'un bagage financier, l'ouvrage de H. Rodarie invite

les décideurs, les responsables politiques ou même les acteurs financiers eux-mêmes à une remise en cause profonde mais salutaire et, somme toute, porteuse d'optimisme : celle qui conduit à reprendre le contrôle de sa destinée, en refusant les déterminismes et en contestant les prétendues

vérités les plus solidement enracinées dans les représentations de la finance moderne. Et ce, dans l'intérêt des citoyens et du « bien commun ».

par Jean-François Lequoy
Délégué général de la FFSA

■ Jean-Baptiste FERRARI

Économie de la prévention et de l'assurance.

Des risques bénins aux risques majeurs

L'Harmattan, 2011, 372 pages

La revue *Risques* se devait d'ouvrir ses pages à cet excellent ouvrage, véritable somme consacrée au risque, à sa gouvernance et à sa gestion.

Il y est évidemment question de notions fondamentales telles que la mutualisation, l'aversion au risque, la diversification, la prévention, le principe de précaution, la question centrale de l'information, le recours à la réassurance et aux marchés financiers, les limites à l'offre et à la demande d'assurance, sujets sur lesquels on trouvera des formalisations théoriques précises.

L'auteur a cependant pris soin de rester attentif aux dimensions politiques, juridiques et sociétales attachées à la

gestion du risque : quelle est l'attitude par rapport aux risques et à la précaution ? Comment répondre à la demande collective de protection ? Comment élargir la couverture assurancière en repoussant les limites de l'assurabilité ? Pourquoi l'offre ou la demande d'assurance peuvent-elles être limitées sur certains risques ? Comme décider dans un contexte d'incertitude ? Faut-il différencier les tarifs de l'assurance ? Comment faire de l'assurance un outil de développement social et économique dans les économies en développement ?

L'une des grandes vertus de l'ouvrage est de rappeler que la gestion du risque est, de plus en plus d'ailleurs, au cœur du quotidien et dans l'intimité de l'ensemble des activités humaines. Aussi solidement assise soit-elle sur des fondements théoriques – mathématiques, psychologiques, sociologiques, etc. –, la gouvernance du risque est un sujet « vivant » qui mérite donc être enseigné en recherchant dans l'histoire ou dans l'actualité des illustrations concrètes. Du

grand tremblement de terre de Lisbonne à l'évolution des indemnisations en responsabilité civile médicale, *Économie de la prévention et de l'assurance* fait la part belle aux exemples concrets et parlants.

L'ouvrage apporte enfin des éclairages approfondis sur les « risques majeurs », considérés à la fois dans leur diversité (risques nouveaux ou anciens, risques de systèmes, risques naturels ou humains, etc.) et dans leur unité. En étudiant le rôle de l'État dans l'indemnisation en cas de catastrophe, il définit un cadre conceptuel d'intervention des pouvoirs publics et d'articulation entre cette intervention et celle des acteurs privés.

Chacun y trouvera matière à nourrir sa réflexion, ou à acquérir ou mettre à jour un corpus de notions essentielles à la compréhension du risque et de son économie.

par Jean-François Lequoy
Délégué général de la FFSA

■ **Sophie CHAUVEAU**

L'affaire du sang contaminé (1983-2003)

Les Belles Lettres, coll. « Médecine et sciences humaines », 2011, 271 pages

Le tout récent livre de Sophie Chauveau est issu d'un travail universitaire d'habilitation à diriger les recherches en histoire : cela explique qu'il soit publié avec le concours du Laboratoire historique Rhône-Alpes (Larha UMR 5190). Le projet était ambitieux : remettre en perspective la crise du sang contaminé pour en dégager un récit cohérent et en tirer la portée. Comme toute crise, l'émergence du scandale à l'occasion du premier procès du sang contaminé (juin 1992) n'est que la cristallisation d'une multitude d'éléments épars, et sa sortie accélère des évolutions engagées. « *L'affaire du sang contaminé est symptomatique de l'émergence de risques nouveaux dans le champ de la santé [...] ; [elle] est aussi l'histoire de la gestion ratée d'un risque sanitaire.* » (p. 16). Le plan s'articule autour donc du triple statut de la crise : « *crise sanitaire, crise de la santé publique, crise politique* » (p. 19).

La partie I, « 1981-1992. Des incertitudes aux décisions : la transmission par voie sanguine du sida et de l'hépatite C » (pp. 27-128), revient sur les causes scientifiques qui ont abouti à la crise sanitaire. C'est sans doute la partie la plus délicate et la mieux réussie du livre qui restaure avec limpidité cet « entre-deux » où les médecins ne « savaient pas », au sens où le risque de transmission du

VIH n'était pas encore scientifiquement établi, mais étaient amenés à douter – pour les plus rigoureux d'entre eux qui, en situation d'asymétrie d'information, privilégient les réflexes pasteurien (comme l'énonce l'un d'eux en juin 1983 : « *se faire une idée scientifique du risque* », p. 76). La reconstitution minutieuse de la chronologie est évidemment essentielle et, disons-le, exemplaire car elle contextualise les faits pour leur donner sens sans jamais céder à la facilité de l'anachronisme au sens où désormais « on sait ».

La partie II, « Médecins, malades donneurs et pouvoirs publics : le jeu complexe des perceptions, des réseaux et des responsabilités » (pp. 129-200), restitue le point de vue des différents acteurs, dont l'exposition aux risques n'est pas la même : risque vital pour les hémophiles par exemple (taux de sida post-transfusionnel de 2,64 pour 100 000 habitants en France pour une moyenne européenne de 0,81 dans les années 1990, p. 184), risque médico-légal pour les praticiens, risque de responsabilité et risque politique pour les autorités de tutelle restaurées dans toute leur complexité.

La partie III, « Une affaire française » (pp. 201-244), aborde l'incontournable scandale et son issue incompréhensible pour les victimes. On voit aussi comment sont convoqués les mécanismes de l'assurance et les limites éternelles du dédommagement en la matière tant il est vrai que la santé et la vie sont hors de prix. « *Pour l'État, il est indispensable que les compagnies d'assurance des centres de transfusion participent financièrement à l'indemnisation des hémophiles, ce qui pose problème car les contrats n'ont pas prévu les cas de transmission de*

virus. Les assureurs acceptent finalement de participer à un protocole financier au nom de la solidarité [...] le 10 juillet 1989, mettant en place un fonds d'indemnisation doté de 170 millions de F » (p. 215). Le chapitre 8, « Une nouvelle économie morale », est brillant. Il démêle l'écheveau de cette sortie de crise et dégage les nouvelles bases d'une économie du sang en France. La sécurité sanitaire prime désormais : la création des agences sanitaires telle l'Agence française du sang a ici valeur paradigmatique. Ensuite, « *la fiction d'une transfusion sanguine relevant d'une activité hors profit est devenue insupportable pour une organisation confrontée à une véritable économie des produits sanguins et à un marché concurrentiel* » (p. 230). Bref, l'État est promu « protecteur de la santé publique » (p. 239). La dernière phrase du livre montre bien les ambiguïtés de l'action, en matière de santé, d'un État dont la technocratie a pu participer d'« *un climat de défiance* » (p. 245) mais dont la capacité d'expertise et de normalisation a également pu restaurer la confiance. Il y a donc bien en permanence « *tension entre les logiques de marché et la revendication d'un bien public* » (p. 250).

En définitive, ce livre passionnera tous ceux qui s'intéressent à la logique du risque qui irrigue toute *L'affaire du sang contaminé* : émergence d'un risque inédit créant une situation d'urgence (comment décider en situation d'incertitude ?), confrontation ambiguë du risque et du marché, tension entre risque médical et santé collective.

par Pierre Martin
Agrégé d'histoire, docteur en histoire

■ Jean-Hervé LORENZI

Le fabuleux destin d'une puissance intermédiaire

Grasset, 2011, 169 pages

■ Karine BERGER
et Valérie RABAULT

Les Trente Glorieuses sont devant nous

Éditions Rue Fromentin, 2011,
204 pages

Halte au catastrophisme ! L'hiver puis le printemps – la saisonnalité a parfois du bon – ont vu la parution de plusieurs ouvrages se situant clairement en opposition avec l'ambiance morose que traverse notre pays depuis plusieurs années et que la crise a encore renforcée. Citons, inévitablement pourrait-on dire, Alain Minc (Un petit coin de paradis, Grasset), mais aussi Jean de Kervasdoué (La peur est au-dessus de nos moyens, Plon) et bientôt Pascal Bruckner, dont le prochain ouvrage devrait faire écho à l'article (« Le vrai risque : la peur ») qu'il a bien voulu donner pour ouvrir le dossier « L'aversion au risque, une nouvelle donne ? » de la dernière livraison (n° 85) de notre revue. Deux ouvrages, à orientation plus économique, feront ici l'objet d'une brève recension.

D'abord celui de Karine Berger et Valérie Rabault, pour qui Les Trente Glorieuses sont devant nous. Ces deux économistes exposent, pour que cela soit bien le cas, un véritable business plan qu'elles rendent d'autant plus parlant qu'elles nous situent d'emblée, en début d'ouvrage, en 2040. Dans cette fiction, c'est un tournant décisif, opéré à l'issue de l'élection présidentielle de 2012, qui a, même si cela n'a pas été

facile, permis ce nouvel envol. Cinq piliers : population, aménagement du territoire, énergie, transport et santé font l'objet de développements marqués du sceau d'un volontarisme consistant pour l'essentiel, même si ma présentation est un peu réductrice, à convaincre qu'il nous faut mettre en œuvre beaucoup plus fort et vite des solutions trop timidement explorées jusqu'ici. Pour ne prendre qu'un exemple, la nouvelle politique énergétique serait menée par une entité regroupant EDF et Areva sous le nom d'Énergie nucléaire et solaire de France... Mais, surtout, le cœur du message des auteurs est que la grande erreur des années passées a été de vouloir rompre avec notre modèle, pourtant le seul apte à nous ouvrir à nouveau de « glorieuses » années. Ce qu'il faut absolument, c'est renouer – et les trois chapitres qui forment le cœur du livre leur sont consacrées – avec la liberté certes, mais aussi et surtout avec l'égalité et la fraternité, qui ne peuvent ni ne doivent aller l'une sans l'autre. Un plaidoyer passionné et stimulant, clairement marqué « à gauche », une gauche de gouvernement qui aurait beaucoup d'ambition et d'audace.

Jean-Hervé Lorenzi, le rédacteur en chef de notre revue, livre un ouvrage particulièrement tonique, dont le titre, *Le fabuleux destin d'une puissance intermédiaire*, traduit lui aussi un refus clair et net du déclinisme. L'angle d'attaque, original, est en effet qu'il nous faut assumer le fait que nous ne sommes pas (l'avons-nous d'ailleurs jamais été ?) une grande puissance, mais une puissance non pas moyenne mais « intermédiaire », dans tous les sens du terme, et dans les quatre domaines de la vie collective, économique, militaire, diplomatique et culturel. Une puissance intermédiaire tout à fait apte à jouer, si nous le

décidons, un rôle-clé dans le monde multipolaire. Car si la crise est profonde, « rien n'est joué » si nous retrouvons la confiance et, surtout, si nous savons acquérir l'avantage compétitif primordial dont disposent ceux qui comprennent ce qui est en train de se passer. Nous avons en effet beaucoup d'atouts qui sont souvent paradoxalement la face opposée méconnue, sous-estimée, de nos handicaps. Nous nous voyons trop inactifs, avides de RTT et de loisirs ? Eh bien non : nos entreprises sont souvent des leaders mondiaux, les Français travaillent beaucoup (cf. par exemple leur implication dans de nombreuses associations) et notre productivité est enviable. Nous nous croyons sclérosés ? Que nenni, notre fécondité est élevée, etc., même s'il est vrai que les réformes consensuelles ne sont pas notre fort. Nous nous sentons dépassés ? Pas du tout, l'effort de recherche s'accroît et notre industrie de *private equity* – l'auteur de cette recension peut en témoigner – est l'une des plus dynamiques d'Europe... Bref, nous avons de très, très nombreux atouts qu'il nous faut mettre en avant avec plus de confiance, une confiance qu'il nous faudrait même placer au cœur d'un vrai projet politique, économique et culturel. Pour cela, il faut que nous investissions à plus long terme notre abondante épargne, que nous cessions de nous cabrer en vain contre la mondialisation mais propositions les voies et moyens – européens notamment – d'en faire un jeu à somme plus positive, que nous sachions mieux apprendre et transmettre et, enfin et surtout, que nous accordions (on retrouve là un axe cher à Karine Berger et Valérie Rabault) une priorité absolue à la cohésion sociale, fondement de la confiance et condition de la prise de risques.

par Pierre Bollon

VENTE AU NUMÉRO - BULLETIN D'ABONNEMENT

	Prix FRANCE		Prix FRANCE
1 Les horizons du risque	ÉPUISÉ	47 Changements climatiques. La dépendance. Risque et démocratie	30,50
2 Les visages de l'assuré (1 ^{ère} partie)	19,00	48 L'impact du 11 septembre 2001. Une ère nouvelle pour l'assurance ? Un nouvel univers de risques	30,50
3 Les visages de l'assuré (2 ^e partie)	19,00	49 La protection sociale en questions. Réformer l'assurance santé. Les perspectives de la théorie du risque	30,50
4 La prévention	ÉPUISÉ	50 Risque et développement. Le marketing de l'assurance. Effet de serre : quels risques économiques ?	ÉPUISÉ
5 Age et assurance	ÉPUISÉ	51 La finance face à la perte de confiance. La criminalité. Organiser la mondialisation	30,50
6 Le risque thérapeutique	19,00	52 L'évolution de l'assurance vie. La responsabilité civile. Les normes comptables	ÉPUISÉ
7 Assurance crédit/Assurance vie	19,00	53 L'état du monde de l'assurance. Juridique. Économie	31,50
8 L'heure de l'Europe	ÉPUISÉ	54 Industrie : nouveaux risques ? La solvabilité des sociétés d'assurances. L'assurabilité	31,50
9 La réassurance	ÉPUISÉ	55 Risque systémique et économie mondiale. La cartographie des risques. Quelles solutions vis-à-vis de la dépendance ?	31,50
10 Assurance, droit, responsabilité	ÉPUISÉ	56 Situation et perspectives. Le gouvernement d'entreprise : a-t-on progressé ? L'impact de la sécurité routière	31,50
11 Environnement : le temps de la précaution	23,00	57 L'assurance sortie de crise. Le défi de la responsabilité médicale. Le principe de précaution	31,50
12 Assurances obligatoires : fin de l'exception française ?	ÉPUISÉ	58 La mondialisation et la société du risque. Peut-on réformer l'assurance santé ? Les normes comptables au service de l'information financières.	31,50
13 Risk managers-assureurs : nouvelle donne ?	23,00	59 Risques et cohésion sociale. Immobilier. Risques géopolitiques et assurance.	31,50
14 Innovation, assurance, responsabilité	23,00	60 FM Global. Private equity. Les spécificités de l'assurance aux USA.	31,50
15 La vie assurée	23,00	61 Bancassurance. Les agences de notation financière. L'Europe de l'assurance.	33,00
16 Fraude ou risque moral ?	23,00	62 La lutte contre le cancer. La réassurance. Risques santé.	33,00
17 Dictionnaire de l'économie de l'assurance	ÉPUISÉ	63 Un grand groupe est né. La vente des produits d'assurance. Une contribution au développement.	33,00
18 Éthique et assurance	23,00	64 Environnement. L'assurance en Asie. Partenariats public/privé.	ÉPUISÉ
19 Finance et assurance vie	23,00	65 Stimuler l'innovation. Opinion publique. Financement de l'économie.	ÉPUISÉ
20 Les risques de la nature	23,00	66 Peut-on arbitrer entre travail et santé ? Réforme Solvabilité II. Pandémies.	ÉPUISÉ
21 Assurance et maladie	29,00	67 L'appréhension du risque. Actuariat. La pensée du risque.	ÉPUISÉ
22 L'assurance dans le monde (1 ^{re} partie)	29,00	68 Le risque, c'est la vie. L'assurabilité des professions à risques. L'équité dans la répartition du dommage corporel	ÉPUISÉ
23 L'assurance dans le monde (2 ^e partie)	29,00	69 Gouvernance et développement des mutuelles. Questionnement sur les risques climatiques. La fondation du risque.	ÉPUISÉ
24 La distribution de l'assurance en France	29,00	70 1 ^{ère} maison commune de l'assurance. Distribution dans la chaîne de valeur. L'assurance en ébullition ?	35,00
25 Histoire récente de l'assurance en France	29,00	71 Risque et neurosciences. Flexibilité et emploi. Développement africain.	35,00
26 Longévité et dépendance	29,00	72 Nouvelle menace ? Dépendance. Principe de précaution ?	35,00
27 L'assureur et l'impôt	29,00	73-74 Crise financière : analyse et propositions.	65,00
28 Gestion financière du risque	29,00	75 Populations et risques. Choc démographique. Délocalisation.	35,00
29 Assurance sans assurance	29,00	76 Événements extrêmes. Bancassurance et crise.	35,00
30 La frontière public/privé	29,00	77 Être assureur aujourd'hui. Assurance « multicanal ». Vulnérabilité : assurance et solidarité.	36,00
31 Assurance et sociétés industrielles	29,00	78 Dépendance... perte d'autonomie analyses et propositions.	36,00
32 La société du risque	29,00	79 Trois grands groupes mutualistes. Le devoir de conseil. Avenir de l'assurance vie ?	36,00
33 Conjoncture de l'assurance. Risque santé	29,00	80 L'assurance et la crise. La réassurance ? Mouvement de prix	36,00
34 Le risque catastrophique	29,00	81-82 L'assurance dans le monde de demain. Les 20 débats sur le risque.	65,00
35 L'expertise aujourd'hui	29,00	83 Le conseil d'orientation des retraites. Assurance auto, la fin d'une époque. Y a-t-il un risque de taux d'intérêt ?	36,00
36 Rente. Risques pays. Risques environnemental	ÉPUISÉ	84 Gras Savoye, une success story. L'assurance, objet de communication. L'assurance, réductrice de l'insécurité ?	36,00
37 Sortir de la crise financière. Risque de l'an 2000. Les concentrations dans l'assurance	29,00	85 Solvabilité II. L'aversion au risque	36,00
38 Le risque urbain. Révolution de l'information médicale. Assurer les OGM	29,00		
39 Santé. Internet. Perception du risque	ÉPUISÉ		
40 XXI ^e siècle : le siècle de l'assurance. Nouveaux métiers, nouvelles compétences. Nouveaux risques, nouvelles responsabilités	29,00		
41 L'Europe. La confidentialité. Assurance : la fin du cycle ?	29,00		
42 L'image de l'entreprise. Le risque de taux. Les catastrophes naturelles	29,00		
43 Le nouveau partage des risques dans l'entreprise. Solvabilité des sociétés d'assurances. La judiciarisation de la société française	29,00		
44 Science et connaissance des risques. Y a-t-il un nouveau risk management ? L'insécurité routière	29,00		
45 Risques économiques des pays émergents. Le fichier clients. Segmentation, assurance, et solidarité	29,00		
46 Les nouveaux risques de l'entreprise. Les risques de la gouvernance. L'entreprise confrontée aux nouvelles incertitudes	29,00		

Où se procurer la revue ?

Vente au numéro par correspondance et abonnement

Seddit

17, rue Henri Monnier - 75009 Paris
Tél. 01 40 22 06 67 - Fax : 01 40 22 06 69
Courriel : info@seddit.com
www.seddit.com

Diffuseur en librairie

Soficom

15, rue du Docteur Lancereau - 75008 Paris
Tél. 01 02 56 45 71 - Fax : 01 42 56 45 72
Courriel : soficom@soficom-diffusion.com
www.soficom-diffusion.com

Librairie partenaire

CNPP Entreprise Pôle Européen de Sécurité - CNPP Vernon

BP 2265 - 27950 Saint-Marcel
Tél. 02 32 53 64 32 - Fax : 02 32 53 64 80

Numéros hors série

Responsabilité et indemnisation - 15,24 • Assurer l'avenir des retraités - 15,24 • Les Entretiens de l'assurance 1993 - 15,24 • Les Entretiens de l'assurance 1994 - 22,87

À découper et à retourner accompagné de votre règlement à

Seddit - 17, rue Henri Monnier - 75009 Paris

Tél. (33) 01 40 22 06 67 - Fax : (33) 01 40 22 06 69 - Courriel : info@seddit.com

- Abonnement (4 numéros/an) année 2011 n° 85 à n° 88 FRANCE 137 € EXPORT 157 €*
 Je commande ex. des numéros
- Nom et prénom
- Institution ou entreprise
- Fonction exercée et nom du service
- Adresse de livraison**
- Code postal Ville
- Nom du facturé et Adresse de facturation**
- Pays Tél.
- E.mail Fax
- Je joins le montant de : par chèque bancaire à l'ordre de Seddit
- Je règle par virement en euros sur le compte HSBC 4 Septembre-code banque 30056-guichet 00750-07500221574-clé RIB 17

* Uniquement par virement bancaire

Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant, veuillez vous adresser à SEDDITA, 17, rue Henri Monnier 75009 PARIS

BON DE COMMANDE DE LA REVUE RISQUES

